

A CONSERVAÇÃO E O RESTAURO

DE REVESTIMENTOS EXTERIORES DE EDIFÍCIOS ANTIGOS

Uma Metodologia de Estudo e Reparação

Martha Lins Tavares

Orientador

Professor Doutor José Aguiar

Co-Orientadores

Doutora Eng.ª Maria do Rosário Veiga

Professora Doutora Margarida Moreira

Tese elaborada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil,
para obtenção do grau de Doutor em Arquitectura
pela Universidade Técnica de Lisboa/Faculdade de Arquitectura

Documento provisório

Lisboa, Abril de 2009

Ao meu pai, que me ensinou a ver e amar as coisas belas e simples da vida, e
que me ensinou a ser gente...

AGRADECIMENTOS

A realização desta tese só foi possível graças à bolsa de doutoramento concedida pela Fundação para Ciência e a Tecnologia (FCT), com co-financiamento do Programa Operacional Ciência e Inovação (POCI – 2010) e do Fundo Social Europeu (FSE) e ao contributo de diversas pessoas, empresas e entidades a quem não posso deixar de agradecer.

Ao Professor Doutor José Aguiar, meu orientador, que me acompanha desde o início na minha trajectória da conservação dos revestimentos de cal em Portugal, proporcionando-me inúmeras experiências nesta área, e ensinando-me a olhar de forma diferente para as superfícies arquitectónicas. A ele agradeço sobretudo a confiança depositada.

À Engenheira Doutora Rosário Veiga, minha co-orientadora, um especial agradecimento pelas sugestões, críticas, disponibilidade, paciência, apoio e amizade que sempre demonstrou, não só durante a elaboração desta tese, mas durante o meu percurso profissional em Portugal e com quem tenho aprendido muito.

À Professora Doutora Margarida Moreira, co-orientadora, pela confiança no desenvolvimento deste trabalho, as palavras de estímulo e a disponibilidade prestada sempre que lhe foi possível.

Uma menção especial é devida ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil, pelos meios e apoios para a realização desta tese, em particular agradeço ao Departamento de Edifícios e ao seu Director, Eng.º José Vasconcelos de Paiva; ao Núcleo de Arquitectura e Urbanismo (NAU), e ao seu chefe, Arq.º António Baptista Coelho, ao Núcleo de Revestimentos e Isolamentos (NRI) e ao seu chefe, Eng.º Grandão Lopes, por terem acreditado no trabalho e proporcionado inúmeras oportunidades de estudo e investigação.

À Engenheira Isabel Eusébio, chefe do Núcleo de Materiais Orgânicos (NMO) e à Engenheira Paula Rodrigues, ambas do Departamento de Materiais (DM) do LNEC, agradeço o apoio científico e a incansável ajuda e estímulo durante os ensaios efectuados no percurso de desenvolvimento desta tese.

Ao Doutor Santos Silva, do Núcleo de Materiais Metálicos (NMM) do LNEC agradeço a amizade e disponibilidade demonstradas durante este trabalho e o importante acompanhamento prestado na análise dos resultados dos ensaios químicos. À técnica principal Paula Menezes (NMM) agradeço a disponibilidade na execução dos diversos ensaios, bem como a todos os que trabalham no NMM, sou grata à colaboração prestada durante as diversas análises químicas efectuadas.

Aos técnicos do Laboratório de Ensaios de Revestimentos de paredes (LERevPa) do NRI, Bento Sabala, Ana Francisco, Dora Santos e Luís Carmo pela colaboração e disponibilidade no trabalho de laboratório.

Ao Técnico Luís Nunes e ao experimentador João Júnior, ambos do Núcleo de Materiais Pétreos e Cerâmicos (NPC), do DM/LNEC, na realização do ensaio de porosimetria.

Agradeço aos Engenheiros Vítor Ferreira, Helena Paiva e Ana Velosa da Universidade de Aveiro por terem possibilitado a realização e interpretação do ensaio de reologia.

A Arquitecta Isabel Plácido e à Engenheira Fernanda Carvalho, sou particularmente grata pelo apoio e amizade construída ao longo desta tese.

Agradeço a todos que fazem parte da Empresa In Situ Conservação de Bens Culturais. Em especial sou grata à Fátima Llherra pela troca de impressões, pela oportunidade de acompanhamento nas obras de conservação e restauro e pela amizade.

Às Empresas Calcite Bioconcept, Fradical, BIU Internacional, Keim Portugal, agradeço as colaborações recebidas para a obtenção de alguns materiais estudados.

Agradeço à Ana Fragata a amizade e a disponibilidade permanente na execução e interpretação de alguns ensaios e no acompanhamento quase que permanente no final desta tese.

A Anabela Manteigas um muito obrigada pela disponibilidade constante, revisão e formatação do texto.

A amiga Marlucci Menezes os meus sinceros agradecimentos pela disponibilidade constante para ouvir, ler, comentar e sugerir, bem como pelo incentivo dado para o desenvolvimento deste tema, principalmente nas horas mais difíceis.

São de igual modo credores de nossa gratidão todos aqueles que deram a sua contribuição com as suas opiniões e sugestões, que muito importantes se revelaram, no alicerçar das ideias que estiveram por detrás da realização desta investigação.

Uma menção muito especial ao incentivo e paciência do Alexandre Duarte, amigo e companheiro, e aos meus filhos Filipe e Pedro que se viram privados da minha disponibilidade e companhia.

À minha família de além-mar, sou especialmente grata pelos ensinamentos e pelo apoio sempre demonstrado ao longo da minha vida, muito para além desta tese.

A CONSERVAÇÃO E O RESTAURO DE REVESTIMENTOS EXTERIORES DE EDIFÍCIOS ANTIGOS

UMA METODOLOGIA DE ESTUDO E REPARAÇÃO

RESUMO

O presente trabalho reporta-se ao tema geral da conservação e restauro de revestimentos exteriores de edifícios antigos, destacando-se como tema específico as questões do desenvolvimento de uma metodologia de estudo e reparação.

Com este estudo foi possível um maior entendimento do comportamento dos revestimentos exteriores de edifícios antigos com base em cal, bem como estabelecer um maior rigor na aplicação de metodologias de conservação e restauro, tendo como objectivo principal a definição de uma metodologia de restauro conservativa para a salvaguarda das técnicas, da funcionalidade e do aspecto estético original da fachada exterior de edifícios antigos.

Os principais contributos deste estudo foram: (i) estabelecer métodos de análises *in situ* do revestimento, para conhecimento da sua técnica, da sua história e do seu estado de conservação; (ii) estabelecer métodos de análise das anomalias do revestimento, onde é possível quantificar o grau de deterioração; (iii) escolher a técnica e o produto consolidante adequado para o tratamento das anomalias; (iv) especificar as distintas técnicas de restauro e definir os diversos produtos consolidantes existentes para os revestimentos; (v) aplicar materiais tão compatíveis quanto possível com o revestimento, predominantemente compostos por ligantes minerais, dando-se preferência aos materiais tradicionais, de modo a verificar a sua eficiência através de ensaios laboratoriais (vi) estabelecer critérios de aplicação para cada produto ensaiado em função da anomalia observada nos revestimentos; (vi) definir uma estratégia de intervenção geral para cada tipo de revestimento e de anomalia.

Enfim, o estudo permitiu estabelecer uma metodologia geral de restauro de revestimentos, desenvolvendo todo um conjunto de técnicas de ensaio, critérios de selecção de produtos e de avaliação de resultados, no sentido da melhor preservação do Património Histórico e do melhor controlo do processo de restauro.

Palavras-chave: conservação, restauro, técnicas de execução, metodologia de reparação.

**CONSERVATION AND RESTORATION OF EXTERNAL RENDERINGS OF
OLD BUILDINGS**
A METHODOLOGY OF STUDY AND REPAIR

ABSTRACT

The work was conducted having in mind the general theme of conservation and restoration of old building external renders, focusing the more specific theme of developing a methodology of study and repair.

Besides to achieve a greater knowledge of how old building lime based external renders deteriorate it was possible to demonstrate the importance of a rigorous restoration and conservation methodology application. The reason of the study was the definition of a conservative restoration methodology that preserves the technique, function and original esthetic aspect of old buildings external renders.

The main purposes of the study were: (i) to create methods of analysing renders in situ to find their technique, history and state of conservation; (ii) to qualify renders' degree of deterioration in a rank; (iii) to choose the best technique and consolidant products to repair them; (iv) to describe the diverse restoration techniques and consolidant products that can be used in renders; (v) to choose the best compatible materials with the specific kind of renders – mainly those based on mineral binders and preference was given to traditional materials – and to verify their efficiency using laboratory tests; (vi) to define a general intervention strategy for each type of render and deterioration.

The study accomplished its main objective of creating a general methodology for renders restoration that includes laboratory tests techniques and criteria of products selection and of results evaluation. With this new methodology it will be possible to preserve the Historic Heritage having a more rigorous control of the restoration process.

Key words: conservation, restoration, execution techniques, repair methodology

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	JUSTIFICAÇÃO, ACTUALIDADE E INTERESSE DO TEMA	1
1.2	OBJECTIVOS	5
1.3	ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	6
2	A CONSERVAÇÃO E O RESTAURO – ASPECTOS DE DESENVOLVIMENTO CONCEPTUAL	9
2.1	ENQUADRAMENTO	9
2.2	CONCEITOS GERAIS NO TEMPO	9
2.2.1	O Restauro na Antiguidade	9
2.2.2	O Restauro no Renascimento	10
2.2.3	O Restauro no Barroco	11
2.2.4	O Restauro no Neoclassicismo	12
2.2.5	O Restauro nos Ideais Românticos do Século XIX	14
2.3	O SÉCULO XX E AS CARTAS DO RESTAURO	15
2.4	A CONSERVAÇÃO EM PORTUGAL – CONTEXTUALIZAÇÃO	21
2.4.1	Fundamentos de Referência – Do Século XVI ao Século XIX	21
2.4.2	Alicerces do Restauro Actual – Do Século XX até aos nossos dias	25
2.5	A IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES COM BASE EM CAL	31
3	REVESTIMENTOS EXTERIORES – COMPOSIÇÃO E TÉCNICA	39
3.1	ENQUADRAMENTO	39
3.2	A ESPECIFICIDADE DE CADA REVESTIMENTO	39
3.2.1	A Terra na Construção	39
3.2.2	As Argamassas com Base em Gesso	41
3.2.3	As Argamassas com Base em Cal	43
3.3	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS BÁSICOS UTILIZADOS NOS REVESTIMENTOS ANTIGOS	51
3.4	REVESTIMENTOS EXTERIORES. DESCRIÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES CORRENTES	61
3.4.1	Constituição básica das camadas dos revestimentos exteriores	61
4	O PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO PARA OS REVESTIMENTOS EXTERIORES – O CONHECIMENTO PRÉVIO DAS SUPERFÍCIES ARQUITECTÓNICAS	147
4.1	ENQUADRAMENTO	147
4.2	O PORQUÊ DE UM PROJECTO DE RESTAURO – PRINCÍPIOS ORIENTADORES DA INTERVENÇÃO	148
4.2.1	Observações e registos: investigação histórica e técnica sobre o revestimento e o seu processo de transformação	149
4.2.2	Registo fotográfico da obra	151
4.2.3	Inspecção visual – identificação das anomalias e das intervenções anteriores	151
4.2.4	Técnicas de registo	154
5	A DEGRADAÇÃO DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES	173
5.1	ENQUADRAMENTO	173
5.2	PRINCIPAIS INDICADORES DE ALTERAÇÃO	174
5.2.1	Humidade	174
5.2.2	Sais	176

5.2.3	Perda de aderência	177
5.2.4	Perda de coesão	178
5.2.5	Erosão	179
5.2.6	Biodeterioração	180
5.2.7	Fendas e fissuras	185
5.2.8	Alteração cromática.....	187
6	O PROCESSO DE RESTAURO DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES.....	189
6.1	ENQUADRAMENTO	189
6.2	PRÉ-CONSOLIDAÇÃO	189
6.3	TRATAMENTO DAS COLONIZAÇÕES BIOLÓGICAS E VEGETAÇÕES SUPERIORES	190
6.4	TRATAMENTO DE SAIS	190
6.5	REMOÇÃO DE MATERIAIS INADEQUADOS EM RESTAUROS ANTERIORES	191
6.6	LIMPEZA	192
6.7	TRATAMENTO DE FISSURAS, FENDAS E LACUNAS	194
6.8	A CONSOLIDAÇÃO DOS REVESTIMENTOS COM BASE EM CAL	201
6.8.1	A consolidação da perda de coesão.....	203
6.8.2	Consolidação da perda de aderência	292
6.9	REPINTURA DOS PARAMENTOS EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS	342
6.9.1	Principais características das tintas a usar sobre revestimentos de cal	342
6.9.2	Estudo experimental com tintas minerais: caiações e tintas de silicatos.....	344
6.10	REINTEGRAÇÃO CROMÁTICA EM ZONAS DE LACUNAS	378
6.10.1	Metodologia para a reintegração cromática de revestimentos exteriores.....	383
6.11	PROGRAMA DE MANUTENÇÃO	384
7	CONTRIBUTOS DO TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO PARA UMA NOVA METODOLOGIA DE RESTAURO APLICADA AOS REVESTIMENTOS EXTERIORES DE EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL	387
7.1	ENQUADRAMENTO	387
7.2	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES	387
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS PARA DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	401
	BIBLIOGRAFIA	405

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1,	Expressões cromáticas da Região Alentejo.....	19
Fig. 2,	Lisboa e as suas imagens.....	25
Fig. 3,	Distintas intervenções de restauro.....	29
Fig. 4,	Revestimentos exteriores com distintas intenções estéticas	31
Fig. 5,	Variedade decorativa da arquitectura algarvia.....	32
Fig. 6,	Edifício da Rua 5 de Outubro, Évora, antes e depois do restauro (foto J. Aguiar).....	34
Fig. 7,	Restauro dos esgrafitos, Monsaraz	34
Fig. 8,	Marmorite da fachada do Edifício Principal do LNEC	35
Fig. 9,	Edifício com revestimento de cal, Lisboa (Prémio Valmor).....	35
Fig. 10,	A cor dos materiais da região transportada para a fachada exterior, Silves	37
Fig. 11,	A diversidade cultural portuguesa.....	37
Fig. 12,	Construção em taipa, Castelo de Paderne	41
Fig. 13,	Revestimento em terra e palha, Vinhais	41
Fig. 14,	Argamassas com colorações distintas.....	41
Fig. 15,	Estuques Renascentistas, Charola de Tomar	43
Fig. 16,	Estuques do século XIX, Igreja S. Francisco, Tavira	43
Fig. 17,	Argamassas romanas, Rabaçal (foto IN SITU).....	46
Fig. 18,	Argamassas romanas, Torre do rio, Mértola.....	46
Fig. 19,	Argamassas do séculos XVI, Castelo de Amieira do Tejo	46
Fig. 20,	Antigo forno de cal, Marvão	53
Fig. 21,	Extinção da cal por aspersão.....	53
Fig. 22,	Diferentes tipos de cais (foto Goreti Margalha).....	53
Fig. 23,	Sistema de revestimento de uma parede.....	63

Fig. 24,	Preparo da camada de emboço.....	64
Fig. 25,	Aplicação da camada de reboco.....	65
Fig. 26,	Sacristia do Mosteiro de Sta. Cruz em Coimbra, nota-se a presença de intensa humidade e uma parede constituída por um revestimento de cal e pó de tijolo (esboço) separando a parede estrutural.....	66
Fig. 27,	A mistura da cal em pasta em obra, Convento dos Inglesinhos (Obra EDIFER).....	68
Fig. 28,	Ferramentas utilizadas na aplicação e acabamento de um revestimento.....	69
Fig. 29,	Barramento pigmentado (foto Livro <i>El Color de Valência</i>).....	71
Fig. 30,	Os distintos materiais empregue na execução de um barramento, Conventos dos Inglesinhos, Lisboa (Obra EDIFER).....	74
Fig. 31,	A aplicação de barramento; observa-se a fina espessura da camada, Conventos dos Inglesinhos, Lisboa (Obra EDIFER).....	74
Fig. 32,	Materiais utilizados para a aexecução de um barrametno, Palácio de Belém, Lisboa (Obra IN SITU).....	74
Fig. 33,	Aplicação do barramento, Palácio de Belém, Lisboa (Obra IN SITU).....	74
Fig. 34,	Barramento pigmentado, Palácio de Mafra.....	75
Fig. 35,	Acabamento estanhado, Capela Velha, Castanheira de Pêra (Obra IN SITU).....	75
Fig. 36,	Acabamento polido com e sem pigmento na massa (Acabamento executado pela FRADICAL).....	76
Fig. 37,	Colocação dos ferros no forno e a passagem do ferro sobre o revestimento (foto Livro <i>Guía El Estuco</i>).....	78
Fig. 38,	Acabamento áspero, soco de uma habitação, Porto.....	79
Fig. 39,	Habitação com revestimento áspero em faixas revestindo o pano de fachada exterior, Sintra.....	79
Fig. 40,	Fachada posterior do Convento de Cristo, Tomar.....	80
Fig. 41,	Soco com acabamento picado, Convento de Cristo, Tomar.....	80
Fig. 42,	Vista geral da Loggia de Capitanio em Vicenza; o uso de um revestimento em tijolo na fachada exterior do edificio (foto in www.cisapalladio.org).....	81
Fig. 43,	Pormenor de uma coluna com revestimento fingindo tijolo em contraste com o branco do mármore (foto in www.cisapalladio.org).....	81
Fig. 44,	Pormenor de um capitel com um acabamento de cal fingido tijolo (foto in www.cisapalladio.org).....	81
Fig. 45,	Fingido de pedra na entrada principal da Sé de Évora.....	83

Fig. 46,	Pormenor do fingido exterior da Sé de Évora	83
Fig. 47,	Pormenor de um fingido de pedra, Igreja São Francisco, Évora.....	84
Fig. 48,	Acabamento fingido pedra sobre o paramento exterior da Casa Garcia Resende, Évora.....	84
Fig. 49,	Acabamento fingido pedra cobrindo alvenaria exterior de um edifício na Freguesia da Sé, Évora.....	85
Fig. 50,	Torre do Palácio Conde de Bastos Vista com vestígios de um acabamento fingido pedra, Évora.....	85
Fig. 51,	Acabamento fingido pedra na Igreja de São Francisco, Évora	85
Fig. 52,	Vestígios de um acabamento fingido pedra cobrindo alvenaria exterior da Igreja Sta. Clara, Évora.....	85
Fig. 53,	Simulação de soco e cunhal, através de um acabamento fingido pedra, nota-se a incisão, pela técnica do grafito, para marcar as diferenças arquitectónicas	85
Fig. 54,	Acabamento fingido pedra, aplicado por cima da cantaria original embasamento de um edifício na Praça. do Giraldo, Évora	85
Fig. 55,	Acabamento fingido de pedra, Torre Castelo, Moura	86
Fig. 56,	Revestimento fingido cunhal, Crato	86
Fig. 57,	Acabamento fingido pilastral, Cabeço de Videl.....	86
Fig. 58,	Acabamento fingido cunhal; nota-se a simulação da estereotomia da pedra em alto relevo, Portel.....	86
Fig. 59,	Acabamento fingido cunhal, Moura.....	86
Fig. 60,	Acabamento fingido pedra por baixo de diversas camadas de caições na Igreja de São Francisco, Porto Alegre (foto e Obra IN SITU).....	86
Fig. 61,	Acabamento fingido pedra no embasamento de um edifício em Lisboa	87
Fig. 62,	Acabamento fingido pedra, Praça da Alegria, Lisboa	87
Fig. 63,	Destacamento da camada de acabamento do revestimento	87
Fig. 64,	Edifícios apresentando revestimento contínuo imitando pedra, Lisboa	87
Fig. 65,	Revestimento contínuo imitando pedra, Lisboa	87
Fig 66,	Pormenor do revestimento, apresentando destacamentos, Lisboa	87
Fig. 67,	Revestimento contínuo imitando pedra, Casa Henrique Sommer, Cascais.....	87
Fig. 68,	Cunhal com acabamento em cal fingido pedra, Sintra.....	88

Fig. 69,	Revestimento contínuo fingindo pedra, Sintra	88
Fig. 70,	Cunhal com acabamento em cal fingindo pedra, Sintra.....	88
Fig. 71,	Acabamento fingindo pedra, Quinta da Regaleira, Sintra	88
Fig. 72,	Pormenor do revestimento alterado, devido às intervenções, Quinta da Regaleira, Sintra	88
Fig. 73,	Nota-se por baixo do actual acabamento um outro revestimento, Quinta da Regaleira, Sintra	88
Fig. 74,	Instrumentos utilizados para executar o fingido de pedra borjadado (foto <i>Livro Guia El Estuco</i>).....	90
Fig. 75,	As diversas etapas da execução de um fingido de pedra (foto <i>Livro Guia El Estuco</i>)	91
Fig. 76,	O fingido de pedra através do grafito (foto <i>Livro Guia El Estuco</i>)	92
Fig. 77,	Fingido de pedra, provavelmente executados com moldes prefabricado, Castelo de Moura	93
Fig. 78,	Fachada do Edifício Principal do LNEC revestida a marmorite.....	94
Fig. 79,	Pormenor da marmorite do LNEC, observa-se o jogo cromático e de vibrações dos distintos agregados.....	94
Fig. 80,	Amostra do revestimento com as diversas camadas.....	94
Fig. 81,	Acabamento em marmorite verde, Palmela	94
Fig. 82,	Acabamento em marmorite com agregado de vidro, Palmela	94
Fig. 83,	Acabamento em marmorite vermelha com destacamento, Vila Franca de Xira.....	94
Fig. 84,	Fachada principal do séc. XVIII e fachada lateral séc. XX do edifício da Sé de Aveiro com marmorite.....	94
Fig. 85,	Amostras da marmorite, Sé de Aveiro	95
Fig. 86,	Diversos acabamentos em marmorite com distintas colorações na zona de Lisboa	95
Fig. 87,	Escolha dos agregados para a marmorite de reparação da fachada do Edifício Principal do LNEC	97
Fig. 88,	A argamassa, antes da aplicação e água para lavagem.....	97
Fig. 89,	Diversas amostras de marmorite para o restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC.....	97
Fig. 90,	Aplicação da marmorite numa lacuna na fachada do Edifício Principal do LNEC	97
Fig. 91,	Nivelamento do revestimento da fachada do Edifício Principal do LNEC	97
Fig. 92,	Passagem da escova, para remoção da leitança de cal da fachada do Edifício Principal do LNEC	97

Fig. 93,	Acabamento fingindo tijolo em duas cores, Colares, Sintra	98
Fig. 94,	Pormenor do acabamento fingindo tijolo, Colares, Sintra	98
Fig. 95,	Acabamento fingindo tijolo, Palácio Estói, Faro	98
Fig. 96,	Acabamento fingindo tijolo aplicado em faixa com duas cores, Colares, Sintra	98
Fig. 97,	Pintura plástica por cima do revestimento fingindo tijolo, Sintra	98
Fig. 98,	Acabamento fingindo tijolo, centro histórico de Sintra	98
Fig. 99,	Lacuna e perda de aderência num revestimento, Sintra.....	98
Fig. 100,	Perda total da última camada de acabamento fingido, Sintra	98
Fig. 101,	As diversas etapas da execução do acabamento imitando tijolo burro (foto livro <i>Guia El Estuco</i>).....	99
Fig. 102,	Esgrafitos do séc. XVI num edifício na Eslovénia (foto Maria Lins)	101
Fig. 103,	Gravura rupestre de Foz Côa, executada através de grafito	101
Fig. 104,	Graffiti num edifício antigo em Lisboa.....	101
Fig. 105,	Esgrafitos antigos em Salamanca e na Eslovénia, cobrindo todo o paramento do edifício	102
Fig. 106,	Pormenor de um esgrafito num cunhal de um edifício em Évora.....	103
Fig. 107,	Pormenor do esgrafito, no tecto da Igreja de Amieira do Tejo.	103
Fig. 108,	Esgrafitos decorando um cunhal em Évora.	103
Fig. 109,	Esgrafitos ornamentando cimalha, Coimbra	105
Fig. 110,	Esgrafitos adornando cimalha, Alcácer do Sal.....	105
Fig. 111,	Esgrafitos decorando uma platibanda, Palmela.....	105
Fig. 112,	Esgrafitos Convento dos Capuchos, Alportel.....	105
Fig. 113,	Esgrafitos decorando cunhal, Moura.....	105
Fig. 114,	Esgrafitos numa fachada em Alcacer do Sal	105
Fig. 115,	Esgrafitos ornamentando uma janela em Serpa	106
Fig. 116,	Esgrafitos ornamentando uma janela em Évora	106
Fig. 117,	Esgrafitos em Évora.....	106

Fig. 118, A técnica de execução do <i>esgrafito</i> com uma camada de argamassa (foto Livro <i>El Esgrafiado</i>).....	108
Fig. 119, As diversas etapas de execução do <i>esgrafito</i> com duas camadas de argamassa (foto Livro <i>Guía El Estuco</i>).....	110
Fig. 120, Cornija em argamassa, Boliqueime, Algarve	112
Fig. 121, Cornija em argamassa, Sintra.....	112
Fig. 122, Decorações com estucos em distintos edifícios portugueses	113
Fig. 123, Estucos decorativos em Óbidos.....	113
Fig. 124, Decoração com estucos, torre campanário da Igreja de S. Francisco, Tavira	113
Fig. 125, Frontão decorado por estucos no Convento do Carmo, Moura	113
Fig. 126, Distintas decorações em estucos em diversos edifícios em Lisboa.....	113
Fig. 127, Nota-se o desenho preparatório do ornamento pretendido.....	115
Fig. 128, A execução de cornijas com moldes (In www.ceci-br.org).....	115
Fig. 129, Diferentes tipos de pintura sobre o paramento exterior	116
Fig. 130, Pincéis para caiar (Foto Pedro Gomes in http://galerias.escritacomluz.com)	117
Fig. 131, Leite de cal (Foto Pedro Gomes in http://galerias.escritacomluz.com)	117
Fig. 132, A espera para caiar (Foto Pedro Gomes in http://galerias.escritacomluz.com)	117
Fig. 133, A brancura da cal em contraste com outros materiais	118
Fig. 134, Distintos pigmentos terra	120
Fig. 135, A caiação ainda presente em diversos paramentos exteriores portugueses	125
Fig. 136, A transparência da cal conjuga beleza e harmonia sobre os muros rústicos e tradicionais.....	125
Fig. 137, O colorido das caiações presente na arquitectura vernacular portuguesa.....	125
Fig. 138, Aplicação da caiação (foto Livro <i>Guía El Estuco</i>)	128
Fig. 139, A caiação em Santiago do Cacém (Fotos Pedro Gomes in http://galerias.escritacomluz.com)....	129
Fig. 140, A caiação no Alentejo uma tradição feminina (Foto José Varella in http://raiosdesul.blogspot.com)	129
Fig. 141, Distintos edifícios pintados com tintas de silicatos.....	131
Fig. 142, Igreja Asamkirche em Munique; portal com pinturas fingindo pedra (Foto M. Lins).....	133

Fig. 143,	Fingindo pedra de brecha, Igreja São Sebastião, Tavira	133
Fig. 144,	Fingidos de pedra e madeira, Igreja S. Sebastião, Tavira	133
Fig. 145,	Pintura fingindo tecido, Embaixada do Brasil, Lisboa.	133
Fig. 146,	Moldura com pintura fingindo pedra, Évora	134
Fig. 147,	Pintura fingindo tijolo por baixo das caiações, Viana do Alentejo	134
Fig. 148,	Pintura fingindo um cunhal, Portel	134
Fig. 149,	Pintura fingindo cunhal, Portel	134
Fig. 150,	Pintura fingindo cunhal, Moura	134
Fig. 151,	Pintura fingindo tijolo burro, Sintra	135
Fig. 152,	Pintura fingindo cunhal, Silves	135
Fig. 153,	Pintura fingindo pedra, Boliqueime	135
Fig. 154,	Pintura fingindo pedra, Boliqueime	135
Fig. 155,	Pintura fingindo azulejo, Constança.....	135
Fig. 156,	Diversas pinturas de fingido nos paramentos exteriores de diversos edifícios, Boliqueime.....	135
Fig. 157,	Revestimento exterior fingindo madeira, Chalé Condessa D'Edla, Sintra.....	136
Fig. 158,	Diversidade de revestimento no interior do Chalé Condessa D'Edla, Sintra.....	136
Fig. 159,	Pintura fingindo cunhal, Idanha Velha.....	137
Fig. 160,	Execução de um marmoreado de uma igreja, Àgueda (Obra IN SITU).	140
Fig. 161,	Execução de uma pintura de fingido num cunhal (foto Livro <i>Colori di Liguria</i>)	140
Fig. 162,	Diversas ferramentas utilizadas na pintura de fingido. (foto livro <i>Guía El Estuco</i>).....	140
Fig. 163,	Fachada exterior ricamente decorada com pintura mural, Baviera (Foto in www.babyinviaggio.it)	142
Fig. 164,	Pintura mural na fachada exterior da Igreja de S. Francisco, Évora	144
Fig. 165,	Pinura mural na fachada de uma igreja, Penafiel.	144
Fig. 166,	Pormenor da pintura mural decorativa do Palácio do Lidador, Beja.	144
Fig. 167,	As diversas fases da execução da pintura a fresco: transposição do desenho, confecção da “boneca” e realização da pintura (foto Livro <i>Guía El Estuco</i>).....	145

Fig. 168, Mapeamento das anomalias na fachada do Edifício Principal do LNEC (desenho Ricardo Martins, LNEC)	154
Fig. 169, Prospecção de um revestimento; nota-se a alvenaria antiga com forma arredondada.	155
Fig. 170, Descoberta do desenho de uma âncora sobre a alvenaria do edifício.....	155
Fig. 171, Surgimento de arcos arredondado na antiga estrutura do edifício.....	155
Fig. 172, Cunhal revestido por um barramento com forma arredonda na antiga estrutura do edifício.....	155
Fig. 173, Identificação estratigráfica das diversas camadas de revestimento, Sé de Évora.....	158
Fig. 174, Identificação das cores dos revestimentos através do atlas de cor NCS.....	158
Fig. 175, Observação à lupa das camadas de revestimento.	158
Fig. 176, Extração de uma amostra de revestimento.....	158
Fig. 177, Estudo estratigráfico de um revestimento, Bairro de Recife	162
Fig. 178, As diversas camadas de pintura num edifício antigo em Lisboa.....	162
Fig. 179, Triângulo CIE de identificação das coordenadas cromáticas (in www.ncs.com)	162
Fig. 180, Identificação da cor com o atlas Munsell.	162
Fig. 181, Atlas cromáticos NCS.	162
Fig. 182, Estratigrafia de revestimentos exteriores, Bairro do Castelo, Lisboa	162
Fig. 183, Identificação com Atlas NCS e Musell, Bairro do Castelo, Lisboa	162
Fig. 184, Medição da cor com espectocolorímetro, Estação de ensaio do LNEC.....	162
Fig. 185, Ensaio com novas cores, para o Bairro do Castelo, Lisboa.....	164
Fig. 186, Edifícios após aplicação de um Plano de Cor, Porto Fino, Itália	164
Fig. 187, Extração de uma amostra (Estudo Bairro do Castelo, LNEC).....	165
Fig. 188, Extração de amostra (Estudo Cores de Barcelona, foto Juan Casadevall).....	165
Fig. 189, Localização em gráfico da remoção estratigráfica e extração de amostra (Estudo Bairro do Castelo, LNEC)	165
Fig. 190, As diversas etapas do tratamento da amostra de revestimento para observação à lupa binocular em laboratório.....	166
Fig. 191, Humidade presente em diversos revestimentos	176
Fig. 192, A presença de eflorescências salinas sobre os revestimentos	177

Fig. 193, A perda de aderência em distintos revestimentos	178
Fig. 194, A perda de coesão nos revestimentos	179
Fig. 195, Erosão presente nos revestimentos	180
Fig. 196, Diversas formas de biodeterioração sobre os revestimentos.....	181
Fig. 197, Presença de cianobactérias em diversos monumentos portugueses	182
Fig. 198, Diversas formas de contaminações atmosféricas sobre revestimentos na cidade de Lisboa.....	185
Fig. 199, Fissuras no revestimento	186
Fig. 200, Distintas alterações cromáticas sobre os revestimentos decorativos	187
Fig. 201, As diversas fases de restauro de um revestimento com repinturas, Igreja Espírito Santo, Arronches (Obra e Fotos IN SITU).....	192
Fig. 202, Ensaios de limpeza com compressas químicas (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC).	194
Fig. 203, Limpeza por via húmida, (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC).	194
Fig. 204, Limpeza com esponja <i>washab</i>	194
Fig. 205, Limpeza com micro abrasivos, (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC).....	194
Fig. 206, Limpeza com bastão de fibra de vidro, Igreja Espírito Santo, Arronches (Obra e foto IN SITU)...	194
Fig. 207, Limpeza com a esponja nanomagnética (Bonini, <i>et al.</i> , 2007: 86-83).....	194
Fig. 208, Argamassa para obturação de microfissuras	196
Fig. 209, Obturação das microfissuras (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC)	196
Fig. 210, Nivelamento da argamassa.	196
Fig. 211, Preenchimento de uma lacuna com argamassa de restauro (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC).....	197
Fig. 212, A lacuna após preenchimento (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC).....	197
Fig. 213, Obturação de uma lacuna com argamassa de restauro, antes da reintegração cromática, Edifício do Lidador, Beja	197
Fig. 214, Obturação de lacuna com argamassa de restauro, Edifício do Lidador, Beja.....	197
Fig. 215, Lacuna num revestimento decorativo, Edifício do Lidador, Beja.....	197
Fig. 216, A mesma lacuna, após obturação com uma argamassa de restauro, Edifício do Lidador, Beja...	197

Fig. 217, Revestimento após o restauro: aplicação de argamassa de cal e pintura de fingido, Edifício do Lidador, Beja (Obra e foto IN SITU).....	197
Fig. 218, Restauro de esgrafitos: execução de moldes, e o esgrafito após o restauro, Igreja Espírito Santo, Arronches (obra e foto IN SITU).....	197
Fig. 219, Antes e depois do restauro do revestimento, fachada do Edifício Principal do LNEC	197
Fig. 220, Antes e depois do restauro do revestimento, fachada do Edifício do Lidador, Beja	197
Fig. 221, Preparação em obra de uma argamassa de substituição de cal e pozolana (Argamassa Fradical), Rua do Alecrim, Lisboa	199
Fig. 222, Argamassa de cal aérea com Metacaulino	200
Fig. 223, Argamassa de cal aérea e cimento.....	200
Fig. 224, Argamassa pré-doseada.....	200
Fig. 225, Reboco de cal, Castanheira de Pêra (Obra e foto IN SITU)	200
Fig. 226, Reboco de cal num edifício, Sintra (foto IN SITU)	200
Fig. 227, Reboco de cal, Cúpula da Sé Nova de Coimbra (obra e foto IN SITU).....	200
Fig. 228, Argamassas com perda de coesão.....	203
Fig. 229, Provetes tipo “bolacha”	216
Fig. 230, Provetes tipo “prismas”	216
Fig. 231, Provetes de tijolos furados.....	216
Fig. 232, Preparo da argamassa em laboratório.....	216
Fig. 233, Moldagem dos provetes.....	216
Fig. 234, Impregnação com cera das laterais dos provetes.....	216
Fig. 235, Raspagem do provete.....	216
Fig. 236, Água de cal utilizada no estudo	219
Fig. 237, Pesagem da Água de cal	219
Fig. 238, Resíduo em pó, após secagem da Água de cal.....	219
Fig. 239, Resíduo da água de cal em forma de placas na solução Água de cal + Metacaulino	220
Fig. 240, Passagem pelo peneiro da solução de Água de cal + Álcool	220
Fig. 241, Medição do índice do pH da solução de Água de cal + Álcool	220

Fig. 242, O componente <i>Biocal</i>	224
Fig. 243, O componente <i>Nutrical</i>	224
Fig. 244, Adição do <i>Biocal</i> ao <i>Nutrical</i>	224
Fig. 245, Solução pronta.....	224
Fig. 246, Acril, produto utilizado no estudo	228
Fig. 247, Fixação da camada pictórica através da técnica do <i>facing</i> com Acril	228
Fig. 248, Consolidação localizada em pequenas fissuras com o Acril.....	228
Fig. 249, Acril a 75% após aplicação no provete	228
Fig. 250, Acril a 75%; película espessa no revestimento.....	228
Fig. 251, Aplicação através da técnica da pulverização	230
Fig. 252, Aplicação com trincha	230
Fig. 253, Aplicação através da pulverização em provetes tipo “prismas”	230
Fig. 254, Provetes guardados em sala condicionada	230
Fig. 255, Vista geral de um dos muretes	231
Fig. 256, Vista geral do edifício com o reboco antigo	231
Fig. 257, Pormenor da consolidação sobre o reboco antigo.....	231
Fig. 258, Ensaio de absorção do consolidante pelo provete.....	232
Fig. 259, Medição do índice de pH do consolidante e da argamassa de cal	234
Fig. 260, Medição das cores nos provetes	235
Fig. 261, O ensaio de permeabilidade ao vapor de água	237
Fig 262, O ensaio de absorção de água por capilaridade.....	240
Fig. 263, O ensaio de resistência à flexão.....	243
Fig. 264, Preparação do provete.....	245
Fig. 265, Ensaio da fita adesiva	245
Fig. 266, Resíduo após o ensaio na fita.....	245
Fig. 267, Câmara higrotérmica.....	248

Fig. 268, Aplicação da primeira camada de argamassa	248
Fig. 269, Proвете pronto	248
Fig. 270, O ensaio de envelhecimento artificial acelerado	248
Fig. 271, Vista geral dos provetes na câmara após o ultimo ciclo chuva/gelo	249
Fig. 272, Diversos aspectos do ensaio de porosimetria.....	252
Fig. 273, Vista geral do microscópio utilizado	254
Fig. 274, Vista geral da Argamassa sem consolidante (ampliação 20X)	255
Fig. 275, Pormenor da pasta de cal da Argamassa sem consolidante (ampliação 3.000X)	255
Fig. 276, Outro pormenor da pasta de cal da Argamassa sem consolidante; local onde foi realizada a microanálise (ampliação 5.500x)	255
Fig. 277, Espectro da pasta de cal da Argamassa sem consolidante, nota-se essencialmente a presença de cálcio (Ca)	255
Fig. 278, Vista geral da argamassa consolidada com Água de cal simples (ampliação 150X).....	256
Fig. 279, Pormenor da pasta de cal que evidenciam cavidades na argamassa consolidada com Água de cal simples (ampliação 1.000X)	256
Fig. 280, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Pormenor dum interface agregado/cal (ampliação 150X).....	256
Fig. 281, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Pormenor da pasta de cal (ampliação 2000X)	256
Fig. 282, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Pormenor da pasta de cal, cobrindo o agregado, a análise indicou a presença de cálcio (Ca) (ampliação 2.000X).....	256
Fig. 283, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Pasta de cal com formação de pequenas ligações tipo “pontes” (ampliação 6.000X)	257
Fig. 284, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Uma zona com grão de areia e pasta de cal (ampliação 1.000X)	257
Fig. 285, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Presença de uma película gelatinosa a envolver o agregado (ampliação 800X)	257
Fig. 286, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Espectro do gel a recobrir o agregado que a EDX indica ser de silicato de cálcio (CaSiO ₃)	257
Fig. 287, Vista geral da argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino (ampliação 20X)	258
Fig. 288, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Vista geral da amostra, onde é possível observar três aspectos distintos: zona sem consolidação, zona com formação de “pontes” e a zona com gel (ampliação 1.000X).....	258

Fig. 289, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Pormenor da formação de “pontes” (ampliação 5.000X).....	258
Fig. 290, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Outro pormenor da formação de “pontes” (ampliação 10.000X).....	258
Fig. 291, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Espectro EDX das “pontes” com a presença de Ca, Si e Al	258
Fig. 292, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Pormenor da película gelatinosa, notam-se algumas fissuras no gel (ampliação 500X).....	259
Fig 293, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Outro aspecto de uma zona coberta pelo gel (ampliação 150X)	259
Fig. 294, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Pormenor da zona do gel (ampliação 4.000X).....	259
Fig. 295, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Outra zona da amostra recoberta pela película gelatinosa (ampliação 500X).....	259
Fig. 296, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Espectro EDX do gel rico em cálcio (Ca).....	259
Fig. 297, Aspecto geral da argamassa consolidada com Água de cal + Álcool (ampliação 150X).....	260
Fig. 298, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Pormenores dos grãos da cal e da formação de placas cobrindo as paredes da argamassa (ampliação 1.000X).....	260
Fig. 299, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Pormenor da formação das “pontes” tipo “agulhas” (ampliação 5.000X).....	260
Fig. 300, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Formação de placas ricas em cálcio cobrindo a parede da argamassa (ampliação 2000X)	260
Fig. 301, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Formação de diversas placas de cal sobre as paredes da argamassa (ampliação 2.000X).....	260
Fig. 302, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Formação de placas de cal formando “rosetas” (ampliação 3.500X).....	261
Fig. 303, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Pormenor de uma “roseta” de cal (ampliação 6.500X).....	261
Fig. 304, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Espectro EDX da “roseta” de cal	261
Fig. 305, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Aspecto geral da argamassa (ampliação 20X e 1.500X).....	262
Fig. 306, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Espectro EDX da pasta de cal, é notório o pico muito elevado do carbono (C)	262

Fig. 307, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Verifica-se a pasta de cal coberta por uma película gelatinosa (ampliação 500X)	262
Fig. 308, Argamassa consolidada com Água de cal e Acril (5%) – Espectro EDX da película gelatinosa, nota-se o pico muito elevado de C.....	262
Fig. 309, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pormenor da pasta de cal coberta pela película gelatinosa (ampliação 2.000X).....	263
Fig. 310, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pormenor da zona gelatinosa (ampliação 2.500X).....	263
Fig. 311, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pasta de cal em forma de bolas (ampliação 800X).....	263
Fig. 312, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Espectro EDX na zona de “bola”, nota-se a presença de carbono (C) e cálcio (Ca)	263
Fig. 313, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pasta de cal em forma de placas numa interface agregado/pasta (ampliação 500X)	263
Fig. 314, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pormenor em maior ampliação da placa de cal (ampliação 1.000X).....	263
Fig. 315, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Agregado de mica coberto pelo gel em forma de placas (ampliação 150X).....	264
Fig. 316, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pormenor da pasta de cal e da formação de placas (ampliação 1.000X).....	264
Fig. 317, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Espectro EDX da zona de placa, nota-se a elevada presença de carbono (C).....	264
Fig. 318, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Composto com forma oval na pasta (ampliação 3.500X).....	264
Fig. 319, Argamassa consolidada com Água de cal e Acril (5%) – Espectro EDX na zona oval, nota-se a presença intensa de carbono (C).....	264
Fig. 320, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pormenor das ligações formadas no interior da microestrutura (ampliação 500X)	265
Fig. 321, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Outro pormenor das ligações e da pasta de gel (ampliação 1.000X)	265
Fig. 322, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Ocorrência de filamentos em formas de “bastões” que estão ligados entre si (ampliação 80X e 1.000X)	265
Fig. 323, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Gel com formação oval (tipo “bolas”) e em placas no interior da microestrutura (ampliação 600X).....	265
Fig. 324, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Espectro EDX da zona com formação oval (tipo “bolas”) rico em cálcio (Ca).....	265

Fig. 325, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Vista geral da argamassa (ampliação 20X)	266
Fig. 326, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Presença de “bastões” no interior da argamassa (ampliação 80X)	266
Fig. 327, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Pormenor do “bastão” (ampliação 400X)	266
Fig. 328, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Espectro EDX na zona do “bastão”. nota-se a presença de carbono (C), cálcio (Ca), silício (Si), sódio (Na) e cloro (Cl)	266
Fig. 329, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Camada de gel revestindo o agregado e o “bastão” unido ao agregado (ampliação 150X)	267
Fig. 330, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Película gelatinosa cobrindo o agregado, nota-se um outro “bastão” (ampliação 150X)	267
Fig. 331, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Aspecto da película gelatinosa (ampliação 500X)	267
Fig. 332, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Outro aspecto da película gelatinosa (ampliação 700X) com indicação da presença de um cristal de cloreto de sódio	267
Fig. 333, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Pormenor da espessura do gel (ampliação 2000X)	267
Fig. 334, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Espectro EDX da camada gelatinosa	267
Fig. 335, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Pormenor do cristal de NaCl (ampliação de 6000X)	268
Fig. 336, Argamassa consolidada com consolidante <i>Bactérias</i> – Espectro EDX do cristal de cloreto de sódio	268
Fig. 337, Vista geral da argamassa consolidada com Acril (25%) (ampliação 20X)	268
Fig. 338, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Pormenor do gel cobrindo a pasta de cal (ampliação 2.000X)	268
Fig. 339, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Aspecto da pasta gelatinosa e do filamento em forma de “cordão” (ampliação 2.000X)	269
Fig. 340, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Espectro EDX do filamento com forte presença de carbono	269
Fig. 341, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Aspecto da pasta de gel (ampliação 2.500X)	269
Fig. 342, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Espectro EDX do gel rico em carbono (C)	269
Fig. 343, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Pasta de gel preenchendo a microestrutura da argamassa (ampliação 350X)	269

Fig. 344, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Gel fazendo a ligação com a pasta de cal (ampliação 500X).....	269
Fig. 345, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Aspecto geral da amostra (ampliação 20X).....	270
Fig. 346, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Aspecto da pasta de cal (ampliação 1.500X)	270
Fig. 347, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Pormenor da pasta (ampliação 6.000X)	270
Fig. 348, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Espectro EDX da pasta, nota-se a presença elevada de silício (Si) e oxigénio (O).....	270
Fig. 349, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Pasta de cal com pontes de silicatos (ampliação 3.500 X)	271
Fig. 350, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Pormenor da pasta de cal e das pontes de silicato	271
Fig. 351, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Espectro EDX das pontes de silicato.....	271
Fig. 352, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Aspecto geral da amostra (ampliação 20X).....	272
Fig. 353, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pormenor que mostra a presença de formações de placas e filamentos (ampliação 6.000X)	272
Fig. 354, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pasta de cal, nota-se a formação de “pontes” (ampliação 3.000X).....	272
Fig. 355, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Espectro EDX da pasta de cal, nota-se a elevada presença de cálcio (Ca) e silício (Si).....	272
Fig. 356, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Formação de placas endurecidas em forma de “blocos” no interior da microestrutura (ampliação 4.000X).....	272
Fig 357, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Espectro EDX da zona endurecida (“bloco”) com elevada presença de oxigénio (O) e silício (Si).....	272
Fig. 358, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pormenor da pasta de cal bem coesa (ampliação 3.000X)	273
Fig. 359, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Espectro EDX da pasta de cal, nota-se a presença de cálcio (Ca), oxigénio (O) e silício (Si).....	273
Fig. 360, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pasta de cal com uma boa ligação aos agregados, nota-se a presença de filamentos em forma de “S” (ampliação 3.500X)	273
Fig. 361, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Espectro EDX na zona do filamento em forma de “S” com forte presença de cálcio (Ca), oxigénio (O) e silício (Si).....	273
Fig. 362, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pormenor do gel formado pelo produto consolidante (ampliação 5000X).....	273
Fig. 363, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Outro pormenor de uma placa de gel endurecida (ampliação 2.000X).....	273

Fig. 364, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pormenor de um filamento em forma de “S” (ampliação 5.500X).....	274
Fig. 365, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Presença do gel bem aderente ao agregado (ampliação 4.300X).....	274
Fig. 366, Esclerómetro de pêndulo, modelo SCHMIDT PM – ensaios sobre muretes e o reboco antigo	277
Fig. 367, Ensaio com Durómetro, modelo SHORE A sobre argamassa do murete	280
Fig. 368, Ensaio de tubos de Karsten sobre o reboco antigo	283
Fig. 369, Ensaio com marcadores colorimétricos	285
Fig. 370, A perda de aderência entre as camadas de reboco	292
Fig. 371, Revestimento com perda de aderência entre as camadas de reboco e o suporte	292
Fig. 372, Calda de cal misturada em laboratório.....	303
Fig. 373, Calda de cal misturada em obra com “varinha mágica”	303
Fig. 374, Identificação da zona com destacamento.....	305
Fig. 375, Limpeza com trincha, antes da consolidação	305
Fig. 376, Limpeza com esponja, antes da consolidação.....	305
Fig. 377, Limpeza com aspirador de pó, antes da consolidação	305
Fig. 378, Humedecimento dos vazios com Água + Álcool	305
Fig. 379, Aplicação da Calda de cal com injeção manual	305
Fig. 380, Protecção do revestimento através de um <i>facing</i>	306
Fig. 381, Selagem das bordas, de zonas ocas, com Argamassa de cal.....	306
Fig. 382, Selagem de lacuna com Argamassa de cal e areia.....	306
Fig. 383, Abertura de orifícios e humedecimento das zonas com vazios (Marmorite) fachada do Edifício Principal do LNEC.....	307
Fig. 384, Consolidação da perda de aderência através de gotejamento. Reboco do século XVI, Convento Almoester (Foto IN SITU)	307
Fig. 385, Consolidação da perda de aderência através de injeção manual. Revestimeto fingido azulejo, Castanheira de Pêra (Foto IN SITU).....	308
Fig. 386, Aplicação da injeção da Calda de cal e aplicação de um extensor para restabelecer a aderência, Igreja Espírito Santo, Arronches (Obra e foto IN SITU).....	308

Fig. 387, Metacaulino.....	314
Fig. 388, Ensaio de determinação de massa volúmica do Metacaulino.....	314
Fig. 389, Carbonato de cálcio	314
Fig. 390, Aspecto do produto depois de adicionada a água	315
Fig. 391, Enchimento do provete	315
Fig. 392, O provete após introdução da Calda de cal	315
Fig. 393, Preenchimento do provete	316
Fig. 394, A mistura manual e mecânica da Argamassa F.....	316
Fig. 395, A mistura da calda no agitador electromagnético de líquidos	316
Fig. 396, Aspecto da argamassa em pó	316
Fig. 397, Aspecto da argamassa fluída.....	317
Fig. 398, Aspecto do provete com <i>argamassa</i>	317
Fig. 399, A camada de salpico no provete	318
Fig. 400, A introdução de régua entre as camadas de argamassas	318
Fig. 401, Pormenor da régua entre camadas	318
Fig. 402, O provete depois de pronto; nota-se a simulação do vazio entre camadas.....	318
Fig. 403, Humedecimento do provete	319
Fig. 404, Injecção da Calda de cal.....	319
Fig. 405, O provete após a injecção com a Calda de cal.....	319
Fig. 406, O provete após o enchimento	320
Fig. 407, O provete depois da secagem; medição da retracção da Argamassa de <i>grout</i>	320
Fig. 408, Ensaio para verificar a exsudação das argamassas de <i>grout</i>	322
Fig. 409, Ensaio de flexão e de compressão	326
Fig. 410, Vista geral do ensaio de módulo de elasticidade.....	328
Fig. 411, A furacção do provete com carotadora e manualmente	329
Fig. 412, Provetes após a furacção, aplicação das pastilhas	330
Fig. 413, A realização do ensaio de aderência; diversos aspectos do ensaio e do Dinamómetro.....	330

Fig. 414, Vista geral do Reómetro utilizado (Universidade de Aveiro).....	333
Fig. 415, A mistura do produto numa batedeira em laboratório.....	333
Fig. 416, A Argamassa Industrial A e a F após mistura.....	333
Fig. 417, A Argamassa Industrial I e a F após mistura.....	333
Fig. 418, Vários aspectos do ensaio de porosimetria.....	337
Fig. 419, Nota-se à vista desarmada uma elevada porosidade das Argamassas LNEC na gama dos macroporos.....	338
Fig. 420, Distintas degradações sobre o revestimento na pintura num edifício.....	343
Fig. 421, Aspecto final da caiação de cal em pó.....	347
Fig. 422, A cal em pasta.....	348
Fig. 423, A tinta a ser passada por um peneiro.....	348
Fig. 424, Pormenor da filtragem da tinta.....	348
Fig. 425, A preparação do pigmento e a caiação de cal em pasta pigmentada pronta.....	348
Fig. 426, Aspecto da caiação ICCROM.....	349
Fig. 427, A tinta Castelo pronta para consumo.....	354
Fig. 428, Aplicação das caiações em provetes.....	354
Fig. 429, Provetes depois de pintados.....	354
Fig. 430, Aplicação das caiações nos muretes.....	355
Fig. 431, Os diversos produtos da tinta de silicato D, após secagem.....	359
Fig. 432, Tinta de silicato A.....	361
Fig. 433, Tinta de silicato B.....	361
Fig. 434, Tinta de silicato C.....	361
Fig. 435, Tinta de silicato D e o fixador.....	361
Fig. 436, Diversos aspectos do ensaio com humidímetro.....	365
Fig. 437, O ensaio de envelhecimento artificial acelerado (tintas de silicatos).....	367
Fig. 438, Caiação Castelo – aditivada com resina.....	367

Fig. 439, Caiação simples, após o ensaio	367
Fig. 440, O aparelho para realização do ensaio de Xenotest	370
Fig. 441, Medição das cores após o ensaio.....	370
Fig. 442, Os provetes pintados com as caiações após o ensaio de Xenotest (1000 horas).....	370
Fig. 443, Tinta de silicato A após ensaio Xenotest (1000 horas)	370
Fig. 444, Tinta de silicato B após ensaio Xenotest (1000 horas)	370
Fig. 445, Tinta de silicato C após ensaio Xenotest (1000 horas).....	370
Fig. 446, O comportamento da tinta de silicato D durante e após o ensaio Xenotest.....	371
Fig. 447, Os muretes pintados com as caiações e as tintas de silicatos	373
Fig. 448, Muretes após 8 anos de envelhecimento natural.....	373
Fig. 449, Muretes pintados com a tinta de silicato D após 1 ano de exposição.....	373
Fig. 450, Execução da <i>velatura (acqua sporca)</i> para a marmorite das fachadas do Edifício Principal do LNEC, experiência em laboratório	381
Fig. 451, Distintas técnicas de reintegração cromática utilizada sobre a marmorite, nas fachadas do Edifício Principal do LNEC	381
Fig. 452, Diversas etapas do trabalho sobre reintegração cromática (Candelária, 2008).....	382

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1	CONCEPTUALIZAÇÃO DO RESTAURO AO LONGO DO TEMPO.....	20
QUADRO 2	A CONSERVAÇÃO E O RESTAURO EM PORTUGAL – SÍNTESE CRONOLÓGICA	30
QUADRO 3	REVESTIMENTOS EXTERIORES COM BASE EM CAL: DESAFIOS À CONSERVAÇÃO (Menezes e Tavares, 2008)	38
QUADRO 4	CLASSIFICAÇÃO DAS ARGAMASSAS MEDIEVAIS SEGUNDO VIOLLET-LE-DUC (Gárate, 1994; Sanchez, 2002; Galindo, 2004).....	47
QUADRO 5	RESUMO DA EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS ARGAMASSAS DE CAL.....	50
QUADRO 6	NÚMERO DE CAMADAS EXISTENTES NUM REVESTIMENTO DA ANTIGUIDADE	62
QUADRO 7	PIGMENTOS UTILIZADOS DESDE A ANTIGUIDADE (Adaptado de Cabral, 1992: 57-64; Kai Uemoto, 1993: 16; Cruz, 2004: 85).....	120
QUADRO 8	ADITIVOS ADICIONADO À CAIAÇÃO NA ANTIGUIDADE E ACTUALMENTE (Guimarães, 1998; Ashurt, 1998, Ribeiro, 2002).....	123
QUADRO 9	PRINCIPAIS PRODUTOS UTILIZADOS NA COMPOSIÇÃO DA ACTUAL TINTA DE SILICATO (Gettwer <i>et al.</i> , 1998: 596-603).....	131
QUADRO 10	PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA EXERCUÇÃO DA PINTURA DE FINGIDO (Telles, 1898; Aguiar <i>et al.</i> , 1997b).....	138
QUADRO 11	SÍNTESE DAS TÉCNICAS TRADICIONAIS DE REVESTIMENTOS EXTERIORES.....	146
QUADRO 12	RESUMO DE ALGUNS CASOS DE ESTRATIGRAFIA <i>IN SITU</i> E DAS OBSERVAÇÕES À LUPA BINOCULAR.....	167
QUADRO 13	REQUISITOS ESTABELECIDOS PARA AS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DAS ARGAMASSAS DE SUBSTITUIÇÃO (Veiga, 2005).....	200
QUADRO 14	REQUISITOS ESTABELECIDOS PARA AS CARACTERÍSTICAS NÃO MECÂNICAS DAS ARGAMASSAS DE SUBSTITUIÇÃO (Veiga, 2005).....	201
QUADRO 15	CONSOLIDANTES ORGÂNICOS E INORGÂNICOS.....	211
QUADRO 16	CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS UTILIZADOS.....	228
QUADRO 17	AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE PH DOS CONSOLIDANTES.....	234
QUADRO 18	AVALIAÇÃO CROMÁTICA DOS PROVETES CONSOLIDADOS.....	235
QUADRO 19	ENSAIO DE PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA (Sd).....	238
QUADRO 20	MÉDIA DE ÁGUA ABSORVIDA PELAS ARGAMASSAS CONSOLIDADAS E COEFICIENTES DE CAPILARIDADE	240
QUADRO 21	RESULTADOS DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO.....	243
QUADRO 22	PENETRAÇÃO DO CONSOLIDANTE COM AGENTE MEDIDOR DE ÍNDICE DE PH.....	247
QUADRO 23	OBSERVAÇÕES À VISTA DESARMADA DOS PROVETES CONSOLIDADOS SUBMETIDOS AO ENSAIO DE ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL ACELERADO	250
QUADRO 24	POROSIDADE DAS ARGAMASSAS.....	252
QUADRO 25	VALORES DE REFERÊNCIA DE REBOCOS PARA O ENSAIO COM ESCLERÓMETRO DE PÊNDULO, MODELO SCHMIDT PM.....	277

QUADRO 26	AVALIAÇÃO DA COESÃO DAS CAMADAS SUPERFICIAIS DO REBOCO COM ESCLERÓMETRO DE PÊNDULO, MODELO SCHMIDT PM.....	278
QUADRO 27	AVALIAÇÃO DA COESÃO DAS CAMADAS SUPERFICIAIS DO REBOCO COM DURÓMETRO, MODELO SHORE A.....	280
QUADRO 28	DETERMINAÇÃO SEMI-QUANTITATIVAS DE SAIS COM FITAS COLORIMÉTRICAS.....	285
QUADRO 29	RESULTADOS DOS PRINCIPAIS ENSAIOS LABORATORIAIS EFECTUADOS PARA AVALIAR A CONSOLIDAÇÃO DA PERDA DA COESÃO.....	289
QUADRO 30	RESULTADOS DOS PRINCIPAIS ENSAIOS <i>IN SITU</i> EFECTUADOS PARA AVALIAR A CONSOLIDAÇÃO DA PERDA DA COESÃO.....	290
QUADRO 31	EXIGÊNCIAS BÁSICAS PARA UMA ARGAMASSA DE <i>GROUT</i>	309
QUADRO 32	CARACTERIZAÇÃO DA ARGAMASSA A.....	311
QUADRO 33	CARACTERIZAÇÃO DA ARGAMASSA I.....	312
QUADRO 34	CARACTERIZAÇÃO DA ARGAMASSA F.....	312
QUADRO 35	CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS LNEC.....	313
QUADRO 36	CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS NAS ARGAMASSAS LNEC.....	313
QUADRO 37	RETRACÇÃO DAS ARGAMASSAS DE <i>GROUT</i>	320
QUADRO 38	MÉDIA DE ÁGUA ABSORVIDA PELAS ARGAMASSAS DE <i>GROUT</i> E COEFICIENTES DE CAPILARIDADE.....	324
QUADRO 39	RESULTADOS DO ENSAIO DE FLEXÃO E COMPRESSÃO.....	327
QUADRO 40	RESULTADOS DO ENSAIO DE MÓDULO DE ELASTICIDADE.....	328
QUADRO 41	RESISTÊNCIA AO ARRANCAMENTO – ENSAIO DE ADERÊNCIA.....	330
QUADRO 42	OBSERVAÇÕES DO PREENCHIMENTO COM ARGAMASSAS DE <i>GROUT</i> NA ZONA DE DESCOLAMENTO.....	331
QUADRO 43	POROSIDADE TOTAL DAS ARGAMASSAS.....	337
QUADRO 44	RESUMO DOS PRINCIPAIS RESULTADOS DOS ENSAIOS LABORATORIAIS EFECTUADOS COM AS ARGAMASSAS DE <i>GROUT</i>	340
QUADRO 45	COEFICIENTE DE ABSORÇÃO SOLAR DAS CORES SELECCIONADAS (Aguiar, 1999: 416).....	350
QUADRO 46	RESULTADOS DE ANÁLISE INDUSTRIAL DAS TINTAS DE SILICATOS (A, B e C) (em % mássica).....	350
QUADRO 47	IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS INORGÂNICOS PRESENTES NAS FRACÇÕES DE RESÍDUOS INORGÂNICOS (CI) DAS TINTAS DE SILICATOS (A, B e C) POR ESPECTOFOTOMETRIA DE IV (números de onda, em cm^{-1}).....	351
QUADRO 48	PIGMENTOS E CARGAS PRESENTES NAS TINTAS DE SILICATOS (A, B e C).....	352
QUADRO 49	IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS DA TINTA DE SILICATO D POR ESPECTOFOTOMETRIA IV.....	352
QUADRO 50	ÍNDICE DE PH DAS TINTAS DE SILICATOS ALCALINOS (A, B e C).....	352
QUADRO 51	IDENTIFICAÇÃO DAS CORES DAS TINTAS.....	359
QUADRO 52	RESULTADOS DOS ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CAPILARIDADE MÁXIMO.....	362
QUADRO 53	RESULTADOS DOS ENSAIOS DE PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA.....	363
QUADRO 54	DIFERENÇA DE COR (ΔE) DOS SILICATOS E CAIAÇÕES APÓS ENSAIO XENOTEST.....	369
QUADRO 55	ÍNDICE DE AMARELECIMENTO (YI) E BRANCURA (WI) DAS TINTAS DE SILICATOS (valores da escala do espectocolorímetro).....	369

QUADRO 56	MEDIÇÕES DE COR SEGUNDO O SISTEMA NCS.....	371
QUADRO 57	RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS COM AS CAIAÇÕES SIMPLES	376
QUADRO 58	RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS COM AS CAIAÇÕES PIGMENTADAS E ADITIVADAS.....	377
QUADRO 59	VANTAGENS E DESVANTAGENS DA REINTEGRAÇÃO CROMÁTICA LOCALIZADA SOBRE REVESTIMENTOS EXTERIORES.....	383
QUADRO 60	MANUTENÇÃO DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES ESTIMATIVA DE TEMPO PARA AS REVISÕES	386
QUADRO 61	ENSAIOS <i>IN SITU</i> PARA CARACTERIZAÇÃO DO REVESTIMENTO EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL E DO SEU ESTADO CONSERVAÇÃO	389
QUADRO 62	CLASSIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA SUPERFICIAL ESTABELECIDA NOS ENSAIOS <i>IN SITU</i> COM ESCLERÓMETRO DE PÊNDULO E DURÓMETRO.....	391
QUADRO 63	RESUMO DAS PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGEM DA APLICAÇÃO DOS PRODUTOS CONSOLIDANTES PARA PERDA DE COESÃO SOBRE REVESTIMENTOS EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL	392
QUADRO 64	RESUMO DAS PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGEM DA APLICAÇÃO DOS PRODUTOS CONSOLIDANTES PARA PERDA DE ADERÊNCIA SOBRE REVESTIMENTOS EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL	393
QUADRO 65	ESTIMATIVA DE CUSTOS E CONSUMO DE MATERIAL PARA A CONSOLIDAÇÃO DE REVESTIMENTOS EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL*	394
QUADRO 66	RESUMO DA METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO ESTABELECIDA PARA REVESTIMENTOS EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL	395

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	DIFERENÇAS OBSERVADAS NO AUMENTO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA (ENSAIO DE FLEXÃO) ATRAVÉS DO MÉTODO DE APLICAÇÃO	231
GRÁFICO 2	ABSORÇÃO CAPILAR DO CONSOLIDANTE AO LINGO DO TEMPO.....	232
GRÁFICO 3	ABSORÇÃO CAPILAR DO CONSOLIDANTE	233
GRÁFICO 4	ÁGUA ABSORVIDA E SECAGEM DAS ARGAMASSAS CONSOLIDADAS.....	241
GRÁFICO 5	AUMENTO DA RESISTÊNCIA DAS ARGAMASSAS CONSOLIDADAS ENSAIO DE FLEXÃO.....	244
GRÁFICO 6	ENSAIO DE COESÃO EM LABORATÓRIO	246
GRÁFICO 7	CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS POROS DAS ARGAMASSAS CONSOLIDADAS.....	253
GRÁFICO 8	AUMENTO DA COESÃO VERIFICADO COM O ESCLERÔMETRO DE PÊNDULO, MODELO SCHMIDT PM – MURETES	278
GRÁFICO 9	AUMENTO DA COESÃO VERIFICADO COM O ESCLERÔMETRO DE PÊNDULO, MODELO SCHMIDT PM – REBOCO ANTIGO	279
GRÁFICO 10	AUMENTO DA COESÃO VERIFICADO COM O DURÔMETRO, MODELO SHORE A – MURETES	281
GRÁFICO 11	AUMENTO DA COESÃO VERIFICADO COM O DURÔMETRO, MODELO SHORE A – REBOCO ANTIGO	281
GRÁFICO 12	ENSAIOS EM TUBOS DE KARSTEN SOBRE MURETE	283
GRÁFICO 13	ENSAIOS EM TUBOS DE KARSTEN SOBRE O REBOCO ANTIGO.....	284
GRÁFICO 14	RETRACÇÃO DAS ARGAMASSAS DE <i>GROUT</i>	321
GRÁFICO 15	ÁGUA ABSORVIDA E SECAGEM DAS ARGAMASSAS DE <i>GROUT</i>	324
GRÁFICO 16	TENSÃO DE CEDÊNCIA DAS ARGAMASSAS DE <i>GROUT</i>	334
GRÁFICO 17	A VISCOSIDADE DAS ARGAMASSAS DE <i>GROUT</i>	334
GRÁFICO 18	A VARIAÇÃO DO TORQUE NAS ARGAMASSAS DE <i>GROUT</i>	335
GRÁFICO 19	CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS POROS DAS ARGAMASSAS DE <i>GROUT</i>	337
GRÁFICO 20	ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE.....	362
GRÁFICO 21	RESISTÊNCIA DA SECAGEM DO SUPORTE DAS CAIAÇÕES	365
GRÁFICO 22	RESISTÊNCIA DA SECAGEM DO SUPORTE DAS TINTAS DE SILICATOS.....	366

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICAÇÃO, ACTUALIDADE E INTERESSE DO TEMA

Como é anunciado no seu título, a presente tese debruça-se sobre a conservação e o restauro de revestimentos exteriores de edifícios antigos e, concretamente, sobre o desenvolvimento de uma metodologia de conservação e reparação. O interesse em aprofundar o conhecimento científico sobre a conservação e o restauro de revestimentos exteriores de edifícios antigos, tem a sua origem nos trabalhos desenvolvidos pela signatária, enquanto membro de equipas de diversos projectos desenvolvidos no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) desde 1999¹.

Atendendo à crescente importância da recuperação de edifícios históricos, torna-se um imperativo a conservação dos revestimentos exteriores, tais como os rebocos, os barramentos, acabamentos decorativos e pinturas, já que tais elementos fazem parte da estrutura arquitectónica do monumento antigo e da imagem da cidade.

Além de restaurar a técnica e os materiais, é fundamental conservar a imagem arquitectónica do edifício, onde materiais e cor têm que estar em harmonia com a fachada, valorizando a arquitectura da época. Estes revestimentos, e as suas várias camadas, são importantes para a autenticidade da imagem enquanto legado histórico, formando assim um documento de identidade das tecnologias e materiais empregues na época.

¹ A signatária desenvolveu trabalhos no Departamento de Edifícios (DED) do LNEC, no Núcleo de Arquitectura e Urbanismos (NAU) e no Núcleo de Revestimento e Isolamentos (NRI) e fez parte da equipa dos seguintes estudos: *Estudo cromático para o Bairro do Castelo*, em Lisboa; *Estudo Cromático para o Centro histórico de Sintra*, *Estudo cromático para a Praça do Rossio* em Lisboa; *Estudo cromático do Pavilhão do Hospital Miguel Bombarda*, *Estudo sobre os revestimentos interiores da Sé de Évora*; *Estudo sobre um revestimento de um edifício Prémio Valmor em Lisboa*, *Estudo das argamassas antigas de um forte na zona de Lisboa*, sob a orientação do Arq.^o José Aguiar e da Eng.^a Rosário Veiga. Na linha de pesquisa sobre a temática da conservação e restauro de revestimentos exteriores de edifícios antigos, a signatária exerceu actividade em projectos com co-financiamentos externos, tendo desenvolvido diversos trabalhos que resultaram na publicação de vários relatórios, artigos e comunicações.

As técnicas de restauro aplicadas para a pintura de cavalete, escultura, pintura mural e para a pedra, já estão bastante desenvolvidas e consolidadas. Entretanto, o restauro de revestimentos exteriores com base em cal (revestimentos lisos ou decorados) e que utilizam técnicas de restauro idênticas às da conservação de pintura mural dos pontos de vista teórico e prático, ainda suscitam muitas dúvidas no meio científico, muito embora esta temática tenha sido alvo de estudos nos últimos anos na Europa.

Em países como a Itália, a Alemanha e Áustria, estes revestimentos têm vindo a ser conservados, desde a década de setenta do século XX, quando se desenvolveram planos de cor para os centros históricos de diversas cidades europeias. Nesse sentido, visando a preservação destas superfícies arquitectónicas, alguns artigos foram publicados na década de oitenta do mesmo século (Koller, 1982: 13-18; AAVV, 1984; Baatz, 1985: 201-205) e alguns congressos foram realizados, onde foram abordadas questões sobre a cor, a conservação e o restauro destes revestimentos (AAVV, 1982, 1990)².

No que concerne às questões técnicas do restauro destes revestimentos, a maioria dos livros e artigos divulgados, diz respeito à caracterização das argamassas antigas, à sua composição e às argamassas de substituição (Ashurt, 1989; Holmes, 1997). No entanto, alguns livros foram publicados, abordando em alguns dos seus capítulos, o restauro de revestimentos exteriores (Gárate, 1994; Feiffer, 1997; Gasparoli, 2002; Iglesias, 2007). Contudo, e muito embora as técnicas de restauro fossem abordadas, notou-se uma ausência da aplicação destas técnicas, conjugando a prática com uma campanha laboratorial.

Apesar de escassos, alguns estudos científicos têm vindo a ser efectuados ao longo destes anos. Em 1979, um grupo de investigadores iniciou no International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural (ICCROM), estudos sobre caldas de cal (*grout*) para consolidar revestimentos com base em cal (Ferragni *et al.*, 1984b). Nessa continuidade, algumas investigações têm vindo a ser desenvolvidas em vários países da Europa como, por exemplo, em Inglaterra com o Projecto Smeaton (Wong, 2006: 58); em Itália (Baglioni *et al.*, 1997: 45). em Cuba (Serrano, 1998: 146-157), em Espanha (Encinas, 1998: 34), na República Checa (Michoinová, 2000: 294), na Escócia (Griffin, 2004: 23-34) e em Polónia (Zajadacz, 2006: 509-516). No que

² Importantes nomes da área da conservação debruçam-se neste período sobre este tema como Giorgio Torraca, Paolo Scarzella, Giovanni Carbonara, Manfred Koller, Paolo Marconi, Paul Philippot entre outros. Consultar G. Torraca, *Problemi de conservazione delle superfici murarie esterne*; Giovanni Carbonara, *Il trattamento delle superficie come problema generale di restauro* in AAVV, *Superfici dell'architettura: le finiture*, Atti del VI Convegno Scienza e beni culturali, Padova, Progetto editore, 1990, p. 14-19; M. Koller, *Facciate dipinte in Europa centrale: ricerca e restauro*; P. Marconi, *Le facciate dipinte cinquecentesche a Roma: problemi di storiografia artistica e di conservazione*; P. Philippot, *La restauration des façades peintes: du problème critique au problème technique* in AAVV, *Facciate Dipinte: Conservazione e Restauro*, Atti del Convegno di Studi, Genova, 15-17 Aprile, 1982. Sobre o tema consultar também: AAVV, *Il colore nell'edilizia storica. Riflessioni e ricerche sugli intonaci e le coloriture*, Bollettino d'arte, n.º 6, Roma, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, 1984 e AAVV, *Intonaci e stucchi in area padana*, Bollettino d'arte, n.º 73, Roma, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, 1992.

respeita à perda de coesão, observou-se existirem menos estudos científicos nesta matéria. Em 1996, Borrelli *et al.*, efectuaram no ICCROM um estudo sobre a consolidação da perda de coesão de argamassas de cal. Em 2002, Casal efectuou no LNEC um estudo neste âmbito e, actualmente, estão a ser desenvolvidos estudos nesta área em Itália e na República Checa, onde são utilizados produtos como o hidróxido de cálcio (água de cal) e o hidróxido de bário para consolidar argamassas de cal (Casal, 2002; Drdácý, 2008: 307; Toniolo *et al.*, 2008: 251-260). Quanto à (re)pintura do edifício antigo, Paolo Scarzella, em 1990, iniciou estudos sobre a pintura de edifícios históricos, esclarecendo sobre as tintas disponíveis e a sua compatibilidade com a estrutura antiga (Scarzella, 1990, 1994, 1999).

Em Portugal, o interesse pela conservação destes revestimentos surgiu nos finais do século XX, na década de noventa, um grupo de investigadores do LNEC³, iniciou estudos sobre as argamassas antigas. O arquitecto José Aguiar, desde essa época, vem promovendo e incentivando os estudos para a conservação dos revestimentos exteriores com base em cal⁴, sendo o precursor para o conhecimento destes revestimentos em Portugal, tendo concluído, em 1999, a sua Tese de Doutoramento sobre a temática em questão⁵. Ao longo dos textos da sua tese, este autor mostra-nos os diversos e diferentes tipos de revestimentos exteriores encontrados em Portugal, muitos deles desconhecidos da maioria do público, divulgando os valores e chamando a atenção para a importância da preservação destes revestimentos, analisando de forma crítica os projectos de restauro realizados recentemente, destacando ainda que «*estes revestimentos são instrumentos sem os quais se torna impossível ver em toda a sua plenitude, a arquitectura da cidade histórica, naquilo que ela tem de mais visível: o seu rosto*» (Aguiar, 1999a: 3). E lembra ainda que «... o importante é proceder à conservação dos poucos materiais históricos ainda existentes, restaurando as partes em falta com soluções técnica e esteticamente compatíveis, e, eventualmente, refazendo com técnicas similares às ancestrais ...» (Aguiar, 1999a: 670).

³ Faziam parte deste grupo os investigadores Eng.º Fernando Henriques, Arq.º José Aguiar, Eng.ª M.ª do Rosário Veiga, Eng.ª Teresa Gonçalves, Eng.ª M.ª Olinda, Dr. Santos Silva entre outros.

⁴ O Arq.º José Aguiar escreveu inúmeros artigos e proferiu diversas palestras sobre o tema sendo um nome de grande referência nacional e internacional pela salvaguarda destes revestimentos. J. Aguiar, *Como conhecer com rigor o passado cromático de um edifício*, in *Engenheiro & Arquitectos*, ano 1, n.º 2, Lisboa, 1993; J. Aguiar, *Sobre a salvaguarda dos antigos acabamentos exteriores em intervenções de conservação e reabilitação*, em centros históricos, in *IV Encontro Nacional de Municípios com Centro Histórico*, Oeiras, 1996; J. Aguiar, *Estudos Cromáticos nas intervenções de conservação em Centros Históricos*, in *A cidade DeCOR*, Póvoa do Varzim, 1997a; J. Aguiar, *Algumas notas sobre a conservação de revestimentos exteriores em edifícios antigos*, in *Jornadas prática da Conservação e Restauro do património Arquitectónico*, GEOCORPA, Seteais, Sintra, 1998; J. Aguiar, *Conservação de revestimentos exteriores: da teoria à prática*, in *A intervenção no Património, Práticas de Conservação e Reabilitação*, Porto, FEUP, 2002; J. Aguiar, *Planear e projectar a conservação da cor na cidade histórica: experiências havidas e problemas que subsistem*, in *3.º ENCORE*, Lisboa, LNEC, 2003 entre outros.

⁵ J. Aguiar, *Estudos Cromáticos nas intervenções de conservação em centros históricos*, Tese para obtenção do grau de Doutor em Conservação do Património Arquitectónico, Évora, Universidade de Évora, Agosto de 1999.

Uma outra investigadora, que também desde essa época, vem desenvolvendo inúmeros estudos nesta área, é a Eng.^a Maria do Rosário Veiga, que realizou no início da década, vários pareceres sobre argamassas antigas de diversos monumentos portugueses começando assim a sua preocupação e investigação sobre as argamassas de substituição para as alvenarias de edifícios antigos⁶. Em 2004, esta investigadora, juntamente com o Arq.^o José Aguiar, Dr. Santos Silva e Eng.^a Fernanda Carvalho, no livro *Conservação e renovação de paredes de edifícios antigos*, fazem uma apreciação sobre os antigos revestimentos exteriores, esclarecem a caracterização físico-química das argamassas antigas e descrevem em forma de texto e de quadros, as características a reproduzir em argamassas de substituição; resultante de uma compilação de diversos trabalhos que o grupo vem realizando ao longo destes anos sobre o tema, disponibilizando assim dados pioneiros e de grande utilidade para quem trabalha na área⁷. Sobre as diversas opções de intervenção, estes investigadores esclarecem que «... a primeira opção deve ser a conservação do revestimento antigo através de operações de manutenção e de reparação pontual; se tal for inviável, pode ser apropriada uma consolidação do revestimento existente. Em terceiro lugar, deve encarar-se a substituição parcial em alguns paramentos...» (Veiga, 2004: 4).

Como foi observado, o País carece de uma correcta metodologia para a conservação destes revestimentos. J. Aguiar, na sua tese, afirma que «... as nossas capacidades técnicas de intervenção neste domínio são hoje relativamente limitadas, pelo que se coloca a urgente necessidade de investigar este tema crucial ... completando ainda que ... Importa assegurar o envolvimento directo de conservadores e restauradores no processo de conservação e de restauro urbano ... há que conceber o conservador – restaurador como um elemento chave, tanto no desenvolvimento do projecto, como na mediação entre a coordenação do projecto e a obra» (Aguiar, 1999 a: 725-728).

As intervenções de conservação e restauro a realizar nos edifícios antigos, devem respeitar o funcionamento original dos revestimentos já, que caso contrário, podem provocar patologias mais graves que as anteriormente encontradas; logo é necessário um bom conhecimento da constituição e funcionamento dos revestimentos antigos.

⁶ Sobre o assunto podem ser consultados os seguintes documentos: M. R. Veiga, *Parecer sobre a reabilitação do Moinho das Mourisca*, Relatório 9/91-NCCT, LNEC, Lisboa, 1991; M. R. Veiga, *Parecer sobre intervenções no Moinho de Maré de Corroios*, Relatório 261/93-NCCT, LNEC, Lisboa, 1993; M. R. Veiga et al., *Recomendações sobre as argamassas a usar na reabilitação do centro histórico de Castelo Rodrigo*, Relatório 200/97-NCCT, LNEC, Lisboa, 1997, M. R. Veiga, *Abordagem à renovação de revestimentos com base em cal: requisitos, critérios de selecção e casos de estudo*, Comunicação ao Seminário "Cor e Conservação de superfícies Arquitectónicas", Lisboa, Dezembro de 1999; M. R. Veiga e J. Aguiar, *Definições de estratégia de intervenção em revestimentos de edifícios antigos*, 1.º Encontro sobre patologia e reabilitação de edifícios, FEUP, Porto, 2003 entre outros.

⁷ M. R. Veiga et al., *Conservação e renovação de revestimentos de paredes de edifícios antigos*, Colecção Edifícios, Lisboa, LNEC, 2004. Esta publicação inclui grande parte do resultado final do Projecto OLDRENDERS, co-financiado pela Agência de Inovação, Lisboa, Outubro de 2001.

As técnicas de execução dos revestimentos exteriores existentes em Portugal, são diversas e distintas, designadamente o revestimento com acabamento de fingido (madeira, pedra, azulejo, cunhal, pilastra, tijolo), por pintura figurativa, esgrafitos, estuques, etc. Como estes acabamentos são renovados ao longo do tempo, muitos deles acabaram por ser tratados sem rigor científico quanto aos seus valores estéticos, culturais e técnicos, desta forma, perderam-se muitas das técnicas ancestrais de manutenção e conservação destes revestimentos. Daqui resulta ser de extrema importância a conservação dos revestimentos ainda existentes e que em muitos casos se encontram deteriorados, precisando urgentemente de ser restaurados, através de técnicas actuais e de acordo com os conceitos gerais da conservação.

1.2 OBJECTIVOS

A conservação dos revestimentos exteriores de imóveis de interesse histórico e/ou arquitectónico é um problema complexo, nomeadamente no que respeita ao processo de restauro. A escolha do tipo de intervenção técnica a aplicar, deve estar ligada a um projecto de intervenção, que deve ser executado com base na recolha do maior número possível de dados sobre o edifício, focando nomeadamente os dados de âmbito histórico e tecnológico.

Neste sentido, são objectivos gerais desta tese:

- Sistematizar os conhecimentos dos revestimentos antigos com base em cal – relativos à sua composição, técnicas de execução e aplicação.
- Identificar os principais problemas de degradação que incidem nos revestimentos exteriores e seleccionar as principais anomalias, que afectam os edifícios antigos, para depois escolher as técnicas de restauro a serem estudadas.
- Identificar e avaliar cientificamente os tipos de produtos e técnicas de restauro mais adequados e eficazes para a consolidação dos materiais constituintes destes revestimentos (para a perda de coesão e a perda de aderência), fazendo uma análise do comportamento químico, físico e mecânico dos diferentes tipos de produtos utilizados. Dar-se-á preferência ao estudo de produtos compatíveis com os revestimentos constituídos por cal, elegendo um estudo sobre os materiais tradicionais, que são os mais conciliáveis com a estrutura antiga, para além de acarretarem menos riscos para a saúde do aplicador.
- Estudar as soluções estéticas existentes para resolver os problemas das zonas de lacunas, que são as partes em falta do revestimento original.
- Desenvolver estudos sobre pinturas compatíveis com os edifícios antigos.

- Definir uma metodologia de restauro conservativa para salvaguarda das técnicas, da funcionalidade e do aspecto estético original das fachadas exteriores, estabelecendo uma intervenção mínima e procurando através de uma melhoria tecnológica, viabilizar economicamente a técnica e o uso das práticas tradicionais e sustentáveis.

São objectivos específicos desta tese:

- Estabelecer uma metodologia específica de análise da constituição dos revestimentos exteriores de edifícios antigos, nomeadamente das camadas, das técnicas de execução e das intervenções.
- Definir uma metodologia de restauro, em conformidade com os princípios orientadores da conservação, para salvaguarda das técnicas, da funcionalidade e do aspecto estético original da fachada exterior.
- Propor materiais e técnicas de restauro de revestimentos exteriores.
- Estabelecer métodos de avaliação da eficácia dos materiais e das técnicas propostos.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

A presente tese encontra-se organizada em oito capítulos. No final de cada capítulo apresenta-se um quadro resumo com a temática abordada.

Após a Introdução, o Capítulo 2 apresenta alguns aspectos relacionados com a conservação e o restauro ao longo do tempo, em Portugal e no resto da Europa, nomeadamente no que se refere a algumas práticas e técnicas utilizadas, fazendo referência à questão da conservação das superfícies arquitectónicas exteriores e a alguns princípios que devem estar na base da prática da sua conservação.

O Capítulo 3 faz uma breve descrição dos principais materiais constituintes das argamassas antigas, aborda a sua história ao longo do tempo, descreve as distintas técnicas de revestimentos exteriores de regularização e de acabamento, incluindo os materiais e o modo de aplicação. Neste capítulo é também dada relevância aos revestimentos exteriores existentes em Portugal, não tendo sido tarefa fácil, classificar e organizar de maneira coerente os revestimentos tradicionais mais utilizados em Portugal, devido à falta de sistematização na escassa bibliografia existente sobre o assunto.

O Capítulo 4 faz uma abordagem à importância de um projecto de restauro antes da intervenção no revestimento, descrevendo as principais etapas dos trabalhos prévios de observação e registo, esclarecendo que o objectivo principal desses estudos prévios, é um melhor conhecimento do revestimento no que se refere à sua história, técnica e estado de conservação. Neste capítulo são

ainda feitas considerações sobre a estratigrafia de alguns revestimentos portugueses estudados no âmbito desta tese.

O Capítulo 5 é dedicado às principais formas de degradações observadas nos revestimentos exteriores. Este estudo foi efectuado através de uma inspecção visual de diversas fachadas de edifícios portugueses e em estudos anteriores já referenciados neste documento⁸.

O Capítulo 6 apresenta as diversas etapas que podem envolver o restauro de um revestimento exterior com base em cal. Este capítulo compreende também a parte experimental do estudo, ou seja, os ensaios de laboratórios e *in situ* efectuados, para comprovar a eficiência dos produtos e técnicas utilizados. Descrevem-se os materiais utilizados, seguidos por uma campanha extensa de ensaios sobre a consolidação da perda de coesão, da perda de aderência, da (re)pintura do edifício antigo e sobre a reintegração cromática de lacunas. Os resultados obtidos são também registados e analisados, acompanhados de uma metodologia de tratamento. No final do capítulo, aborda-se ainda a importância de uma manutenção programada após uma obra de restauro.

O Capítulo 7 menciona as principais contribuições do trabalho de investigação para a metodologia de restauro proposta nos Capítulos 4, 5 e 6; resume a informação obtida com o desenvolvimento do estudo e dá resposta aos objectivos anunciados, através da apresentação de um quadro resumo da metodologia de estudo para o restauro dos revestimentos exteriores com base em cal.

Finalmente, o Capítulo 8 tece as considerações finais sobre o trabalho desenvolvido e o cumprimento dos objectivos traçados, perspectivando algumas acções de investigação futura para o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos.

Notas sobre a apresentação do texto:

- As figuras que não têm autoria nem fonte referida, são da signatária.
- Quanto à hierarquia dos títulos optou-se por seguir uma ordem numérica até ao subnível 3; os títulos abaixo deste nível não estão numerados, nem aparecem referidos no índice, apenas encontram-se destacados no texto, por forma a permitir uma melhor organização temática, deste modo contribuindo para facilitar a leitura do texto.

⁸ Ver: J. Aguiar; M. L. Tavares, I. Valverde, I. Picho, *Análises cromáticas para o projecto integrado do Castelo*, Relatório 239/96-NA, Lisboa, LNEC, 1996; e J. Aguiar; M. L. Tavares, *Estudos cromáticos para o centro histórico de Sintra*, Relatório NA, Lisboa, LNEC (no prelo).

2 A CONSERVAÇÃO E O RESTAURO – ASPECTOS DE DESENVOLVIMENTO CONCEPTUAL

2.1 ENQUADRAMENTO

O restauro como sinónimo de intervenção foi durante séculos, encarado como uma actividade artística. Contudo apenas no mundo moderno, com a expansão de novas tecnologias, é que adquiriu um carácter científico e devido à sua importância afirmou-se como profissão e uma nova disciplina do conhecimento humano. Neste Capítulo, far-se-á uma explanação do restauro ao longo do tempo na Europa com destaque em Portugal; explicam-se as principais práticas e técnicas utilizadas e analisam-se os diversos critérios teóricos da conservação e a sua evolução, fazendo referência à questão da conservação das superfícies arquitectónicas exteriores e alguns princípios que devem estar na base da prática da sua conservação. Não se pretende um estudo exaustivo destes temas, que são questões para especialistas na área, apenas se julga importante compreender um pouco da história da conservação e do restauro e a importância do papel do restaurador nesta trajetória, para que se possa intervir de forma correcta sobre os revestimentos exteriores.

2.2 CONCEITOS GERAIS NO TEMPO

2.2.1 O Restauro na Antiguidade

O restauro como sinónimo de intervenção esteve sempre subjacente ao pensamento do Homem, desde a Antiguidade, houve sempre a preocupação de proteger os bens culturais da deterioração, fazendo-os perdurar através do tempo. Contudo, é apenas no Renascimento que surgem as primeiras noções de critérios para uma intervenção e a consciência histórica pela preservação dos monumentos do passado, que tem o seu ápice nos finais do século XVIII, em 1794, quando é declarado, em França, o *Principio da Conservação dos Monumentos* (Choay, 1999: 100). A ideia de restauro tem-se modificado ao longo dos séculos, tanto em relação às concepções teóricas

como às práticas, estando tais modificações intimamente relacionadas com a introdução de novas tecnologias e novos materiais.

O restauro na Antiguidade (3400 a. C até 476 d. C.) significava geralmente actuar de forma inovadora com o intuito de recompor as partes faltantes, comumente praticada por artesãos que actuavam empiricamente, através de critérios muitos diferentes dos actuais. O monumento nesta época era encarado como valor económico e social e não cultural. Justicia, na sua obra, descreve que são raros os testemunhos encontrados sobre os restauros dessa época, mas que foi possível comprovar a existência de diversas intervenções tais como reparações em cerâmicas antigas, acréscimos de partes da esculturas e adaptações nos monumentos arquitectónicos.

São vários os textos descobertos, do período Grego-Romano, não só sobre as questões de intervenções, como também sobre os materiais e qualidade das obras de arte, como são os documentos encontrados nos Tratados de Vitruvius e de Plínio, por exemplo, sobre pinturas, frescos, estuques e arquitectura⁹ (Justicia, 2001: 50-56). Nesta época, o restauro arquitectónico era entendido como toda a prática de inovação do monumento, muitas vezes com reconstruções radicais, atendendo a que os romanos buscavam a imortalidade da matéria. Na Idade Média, período de grandes conquistas e lutas religiosas, observou-se o desaparecimento de inúmeros monumentos, uma falta de valorização histórica e artística da obra de arte, sendo considerado o período de abandono dos edifícios históricos; a conservação dos monumentos e das obras de arte estava ligada à recuperação de materiais, procurava-se recuperar as peças dos monumentos devolutos. O restaurador era considerado o “artista”, pois corrigia esteticamente as obras danificadas (Miguel, 2004: 47).

2.2.2 O Restauro no Renascimento

No Renascimento, movimento cultural e artístico que surgiu na Itália entre os séculos XIV e XV, verificaram-se grandes mudanças na forma de pensar a intervenção dos monumentos e das obras de arte; houve neste período uma grande valorização artística da obra de arte e surgiram novos critérios em relação à conservação dos objectos artísticos, que em geral orientava-se no sentido da conservação dos vestígios do passado da Época Clássica. Este período é marcado pelo aparecimento dos grandes Tratados, sobre a arte e a arquitectura da época; como o *Il Libro dell Arte* de Cennini d'Andrea Cennini, que trata da pintura e foi escrito no início do século XV, em 1431, e o livro de Poggio Bracciolini e Flávio Biondo, *De Varietate Fortuna*, que faz referências às catalogações e ao inventário das ruínas da cidade de Roma. São também desta época os

9 Conforme Justicia, um exemplo de grande critério e honestidade profissional foi o de um “restaurador” desconhecido no tempo de Nero (54 a 68 d. C.), onde este imperador lhe confiou a reparação de uma pintura (Vénus) que estava muito descaracterizada e grande parte havia desaparecido, o restaurador consciente das suas capacidades, não se sentiu apto para realizar tal tarefa e decidiu fazer uma cópia e colocá-la exposta para visitação, guardando assim o original até que surgisse alguém capaz para o executar. M.ª José Martínez Justicia, *Historia e Teoria de la Conservación Artstica*, 2.ª edi o, Madrid, Tecnos, 2001, p. 56.

célebres Tratados de Alberti, Serlio, Palladio e Giorgio Vasari que até hoje nos oferecem valiosos contributos para a história e teoria da arquitectura. Segundo Javier Rivera, foi Alberti que planteou o problema da intervenção nos edifícios medievais, procurando o equilíbrio entre o antigo e o contemporâneo (Rivera, 1997: 106-108). Em 1462 irrompeu o que muitos consideram como sendo a primeira legislação a respeito da preservação, *La Bula Cum albam nostram Urbem* de Pio II.

De entre os documentos produzidos nesta época, é de referir os textos sobre a prática de limpeza das pinturas com a intenção de devolver a cor e a vivacidade, fazendo aparecer a pintura como nova. Justicia, fala de um manuscrito original de 1561 encontrado numa biblioteca de Florença onde está descrito um processo de limpeza «... *Para se dar lustre ao ouro velho e às pinturas prepara-se uma mistura de água de cal viva e água de sabão que se aplicará sobre as pinturas para eliminar a sujidade ...*», o texto adverte ainda para se ter cuidado para não se remover as cores originais (Justicia, 2001: 86). É igualmente de notar, que no final deste período, despontavam as primeiras noções de preservação e de cuidado com a obra original. Conquanto, a prática desta época era realizar vastíssimos “repintes” sobre as pinturas originais, muitas vezes simplesmente por motivo de gosto de uma época, fazendo prevalecer a instância estética sobre a histórica, notando-se renovações que alteravam o significado iconográfico de diversas obras.

2.2.3 O Restauro no Barroco

Será durante os séculos XVI e XVII, período Barroco, que um outro critério de intervenção se destacará, para além das obras de artes plásticas, existia um grande interesse de admiração e preservação pelos monumentos arquitectónicos e pelo património bibliográfico (Miguel, 2004: 18). Neste período estava em voga o coleccionismo, de modo que originou imensas galerias de arte, sendo também o período que marcou claras as diferenças entre o artista e o restaurador, fazendo emergir a figura do *pintor-restaurador*, que buscava o conhecimento de novos materiais e técnicas.

Um pintor-restaurador muito conhecido, que deixou um grande legado para a história da conservação e do restauro, incumbido de outros critérios de actuação, como a valorização da matéria histórica e do original, foi Carlos Marata, o responsável pelos restauros das mais importantes pinturas murais de Roma, dos finais do século XVII. Este pintor-restaurador efectuou reconstituições coerentes com as originais; tinha o cuidado de investigar as causas de deterioração das obras de arte, eliminando-as, com o intuito de evitar futuros problemas (Justicia, 2001: 144). Outro importante restauro desta época de que se tem conhecimento, é o das pinturas de Miguel Ângelo na Capela Sistina, datado de 1625 quando Lagi, pintor-restaurador Florentino, efectuou uma limpeza nesta grande obra. Segundo documentos da época, o processo consistiu em «... *limpou-se a figura com trapo de linho e o pó se retirou com pedaços de pão barato ou um*

material ordinário deste tipo, quando a sujidade era mais resistente se molhava ... recuperava-se assim a sua beleza sem sofrer dano algum»¹⁰.

Entretanto, sabe-se que durante estes períodos (Renascimento e Barroco), nem todos que exerciam a actividade de restauro foram criteriosos nas suas actuações ou tiveram respeito suficiente para com a obra de arte. A maioria das pessoas que exerciam esta actividade, não achava inconveniente trabalhar e criar em cima de obras de arte do passado; a actividade restauradora era ainda encarada como uma actividade artística e na maioria das vezes fantasiosa¹¹. O restauro na maioria das vezes, tinha ainda como função fazer adaptações de obras de arte para as galerias europeias, ao gosto do encomendante, muitas vezes descaracterizando-as por completo; o restauro era associado à ideia de retoque e limpeza para tornar belo o objecto¹².

Quanto ao restauro arquitectónico, os monumentos eram adaptados ao estilo da época, onde também prevalecia a imaginação e a fantasia. Assim muitos monumentos do passado, acabaram por se integrar numa nova unidade conjuntural e estilística, consoante a cultura vigente (Justicia, 2001: 171-172).

É somente no séc. XVIII que verdadeiramente se inicia o acto de planear cientificamente o tema do restauro, e que assim põe-se ao serviço da manutenção das obras de arte e converte-se, cada vez mais, numa actividade própria de técnicos e não exclusiva de artistas.

2.2.4 O Restauro no Neoclassicismo

Durante a segunda metade do século XVIII, período Neoclássico, a sociedade vivia em contínua renovação, o que conduziu à inovação nas investigações científicas. Foi iniciado o caminho para a civilização industrial, registando-se uma evolução no mundo das artes. Todas estas mudanças e inovações, científicas e tecnológicas, impuseram ao restauro, o reconhecimento e a consciência crítica pelo passado, pela História, pelo original ou seja pela obra do artista. É nesta época que surgiram muito dos museus, desencadeando uma enorme actividade na área do restauro, que ainda persistem até aos nossos dias, como seja o caso do Museu Britânico, em Londres (1753), o Museu do Prado, em Madrid (1787) e o Museu do Louvre, em Paris (1793) (Caldeira, 2005: 92). Os novos métodos científicos, oriundos da física e da química contribuíram para o estudo dos

¹⁰ O documento que relata este restauro encontra-se na Biblioteca do Vaticano. In M.^a J. M. Justicia, Ob. Cit., p. 140.

¹¹ Yacy-Ara Froner interroga «... como se comportar quando Bernini coloca um violino na mão de Apollo, ou Rubens preenche um quadro de Ticiano, ou Rafael introduz elementos em um afresco de Boticcelli ?» In Yacy-Ara Froner, *Memória e Preservação: a construção epistemológicas da Ciência da Conservação*, in ciclo Memória & Informação, Fundação Casa de Rui Barbosa, Rio de Janeiro, Maio 2007, p. 6.

¹² Nesta época, de ente as técnicas de restauro mais utilizadas, segundo Justicia se destacam: limpezas, aplicações de vernizes, rentelagem (colagem de nova tela ao suporte antigo), consolidações de suporte. M.^a J. M. Justicia, Ob. Cit., p. 118.

comportamentos dos materiais empregues na pintura, surgindo novos pigmentos e novos dissolventes para o mundo das artes e conseqüentemente para o restauro (Justicia, 2001: 173-182)¹³.

A partir de 1770, verificou-se a emancipação e o desenvolvimento científico do restauro na Europa, a conservação das obras de arte passou a ser delegada a pessoas capacitadas para este fim e os restauradores seriam confrontados com uma nova responsabilidade perante os museus recentemente criados.

Em Itália, destaca-se o restaurador de origem inglesa, Pietro Edwards, como responsável pela conservação de inúmeras obras de arte de excepcional valor artístico. O seu trabalho foi executado com rigor, tanto na prática como na teoria, estabelecendo o costume de escrever relatórios sobre as obras restauradas, onde as causas de degradação passavam a ser descritas, através de um projecto prático, e onde as normas de salvaguardas eram definidas¹⁴. Segundo Justicia «... *no existe en ningún otro texto contemporáneo unas propuestas tan bien sistematizadas y profundas sobre la actuación del restaurador, su ética profesional, los límites de su acción y el trabajo en equipo apoyado por la aplicación de los conocimientos de la física y de la química*» (Justicia, 2001: 205-206). Este restaurador estabeleceu diversas normas com critérios ainda vigentes hoje em dia, que constituía uma espécie de manual para o restaurador da época. Estas normas vão desde a guarda da obra de arte, passando pelos critérios de intervenção, desde o cuidado com o uso de materiais que não se possam remover (sentido de reversibilidade), à questão do retoque pictórico (estes não poderiam exceder o local de lacuna) até a realização de relatórios e exames de diagnóstico. Pietro Edwards é considerado um pioneiro no campo dos conceitos da conservação e do restauro de pinturas, transmitindo avanços inovadores, tanto teóricos como práticos¹⁵. Este período permitiu demarcar o despontar de uma nova postura dos restauradores em relação à obra de arte.

É nos finais do século XVIII, com a Revolução Francesa (1789-1799), que todos os estudiosos da teoria da conservação, definem como sendo este, o período da institucionalização do monumento

¹³ Neste período surgiram imensas publicações principalmente na França no séc. XVIII, sobre este tema, especialmente sobre o uso de vernizes sobre a pintura. É igualmente neste período que se realizam as primeiras escavações arqueológicas em Pompeya e Herculano Justicia, Ob. Cit., p.182-184.

¹⁴ Justicia salienta que estes documentos tão bem sistematizados podem ser consultados na Biblioteca del Seminario Patriacale, Veneza. Sobre a deterioração de uma obra de arte, Edwards comenta que «*Es necesario, pues, concretar y analizar las verdaderas causas de la ruina de la pintura publicas e de la pintura en general. Algunas son exteriores; derivan del ambiente, de las condiciones de exposición de las obras, de los incidentes cotidianos: infiltraciones de humedad procedentes de los tejados, el humo de la chimeneas ... En Venecia, además es necesario tener en cuenta la atmósfera tan especial ...*» In Justicia, Ob.Cit., p. 206-207.

¹⁵ Em 1819 Pietro Edwards realizou um projecto para criação de uma Escola de Restauro de Pinturas; após a sua morte deixou como seu discípulo, o seu filho Giovanni Edwards.

e do museu, através do Decreto de 1794, onde a Convenção Nacional Francesa proclama o *Princípio da Conservação dos Monumentos*. Tratou-se de uma posição cultural que surgiu duma nova exigência de revitalizar o monumento na sua forma e significado. Este documento despontou para travar o vandalismo para com os monumentos, ocorrido com a Revolução Francesa¹⁶ (Jokilehto, 1986: 115; Justicia, 2001: 191 e Aguiar, 1999 a: 15).

2.2.5 O Restauro nos Ideais Românticos do Século XIX

É com o Romantismo, no século XIX, que reinicia-se uma nova abordagem do conceito de conservação e restauro. A noção de monumento, nesta época, está consolidada como documento histórico, despontando então, o conceito de monumento histórico. Não obstante, este período foi marcado por reflexões críticas quanto às intervenções em voga, despertando posições antagónicas sobre o trabalho de restauro como foi o caso da posição francesa, na pessoa de Viollet-le-Duc e da inglesa, na pessoa de John Ruskin. Viollet-le-Duc (1814-1879), arquitecto e historiador de arquitectura, defendia a ideia do monumento no seu estado mais puro, criando uma unidade de estilo; assim todos os acréscimos de outras épocas consideradas, deveriam ser removidos; advogava o *restauro estilístico* transformando o monumento histórico em modelo ideal, mesmo que este nunca tenha existido, atribuindo-lhes utilizações concretas enquanto arquitectura (Aguiar, 1999a: 23). Esta época foi designada por período do *restauro romântico* (Henriques, 1991a: 6) e estas ideias foram amplamente divulgadas e seguidas por toda Europa, verificando-se que muitos monumentos foram reconstruídos dentro desta óptica¹⁷.

O outro teórico da conservação, John Ruskin (1819-1900), era um inglês romântico, idealista, poeta, crítico de arte e sociólogo, para ele, a conservação não se constituía como um método de intervenção, mas sim no princípio do máximo respeito pelo monumento. Os monumentos mesmo que fossem ruínas, deveriam ser mantidos sem sobre eles decorrer em intervenções intencionais ou alguma transformação, este ideal foi designado por *Movimento Anti-Restauro* (Henriques, 1991a: 6). Para Ruskin, o trabalho dos construtores artífices era um valor a respeitar; aos acrescentos das novas época chamava-lhes *mentiras arquitectónicas*, considerando que as obras do passado deveriam manter-se intactas. Citado por Rivera, proferiu que «... *es imposible, tan imposible como resucitar a los muertos, restaurar lo que fue grande o bello en arquitectura*». Segundo Ruskin, ninguém podia intervir no património “... *no tenemos el derecho de tocarlo no nos*

¹⁶ Anterior a este Decreto, em 1793, é criado o Museu do Louvre e a França é considerada um local de vanguarda para o restauro do momento, onde estão inúmeras obras apropriadas por Napoleão durante as invasões francesas in Cleide Cristina Caldeira, Conservação preventiva: histórico, in: Revista do Centro de Preservação Cultural – CPC, n.º 1, São Paulo, USP, CPC, p. 91-102.

¹⁷ Uma das obras emblemáticas de Viollet-le-Duc, foi o restauro da Igreja de Notre Dame em Paris, que após a revolução francesa estava completamente destruída. A obra de restauro foi entregue a este arquitecto, que levou a catedral ao estado ideal que nunca tinha existido, reconstruindo torres, pináculos e um conjunto de estátuas sobre a fachada gótica. In Eduarda Luso *et al.*, *Breve História da Conservação e do Restauro*, Revista da Universidade do Minho, n.º 20, 2004, p. 36.

pertenecen en parte a los que los construyeron y en parte a las generaciones que han de venir detrás ...” (Rivera, 1997: 132). Ruskin é considerado por alguns autores, como o primeiro defensor da conservação preventiva, pois para ele, a conservação do monumento, conseguia-se através de uma manutenção cuidadosa, evitando as operações de restauro (Caldeira, 2005: 94 e Justicia, 2001: 251). Como seu seguidor, surge em Inglaterra William Morris, que espalha estes ideais pela Europa, criando o movimento *Arts and Craft*, em que se pretendia conservar as características das actividades artesanais e da arquitectura tradicional, opondo-se à produção em série, como um expoente da industrialização¹⁸.

Em 1830 é criado em França o cargo de Inspector de Monumentos, tendo sido nomeado como primeiro Inspector Ludovico Vitet. Em 1837 foi fundada a primeira Comissão dos Monumentos Históricos, que constitui um instrumento primordial na matéria da conservação dos monumentos históricos, nomeadamente aos franceses¹⁹.

2.3 O SÉCULO XX E AS CARTAS DO RESTAURO

Posteriormente às concepções de Ruskin, em Itália, Camillo Boito (1836-1914), arquitecto, iria defender a teoria de Ruskin, associando-se à necessidade de restauro sempre que necessário, para que o monumento não entrasse em ruína e degradação total. Este arquitecto considerou que a intervenção de restauro deveria ser bem diferenciada da obra antiga e original, contribuindo assim para o surgimento do conceito de autenticidade e do chamado *restauro filológico*. Boito não aceitava o restauro com acrescentos e renovações como fazia Viollet-le-Duc, que para ele, “falsificava” os monumentos, defendendo assim um critério que permitia proteger a memória histórica do monumento. Para este arquitecto, os monumentos eram documentos da história e da humanidade e todas as suas fases construtivas faziam parte da história, devendo por isso ser conservadas (Rivera, 1997: 139). Relativamente aos monumentos da Antiguidade sugeriu a aplicação de um *restauro arqueológico*, onde o que importava era a exactidão científica, nomeadamente nos casos de reconstituição que apenas fosse realizada sobre a forma e o volume; aos monumentos góticos, propôs o *restauro pitoresco* e que consistia na preservação do esqueleto do edifício; aos monumentos clássicos e barrocos, indicou um *restauro arquitectónico*, em que propunha a conservação do edifício na sua totalidade (Choay, 1999: 138).

¹⁸ Morris fundou em Londres em 1877 a *Sociedade de Protecção de Edifícios Antigos* onde defendia as ideias de Ruskin. In Eduarda Luso, Ob. Cit., p. 37.

¹⁹ Segundo Françoise Choay as três grandes categorias de monumentos históricos no século XIX, eram constituídas pelos vestígios da Antiguidade, pelos edifícios religiosos da Idade Média e por alguns monumentos arquitectónico como por exemplo alguns castelos. Françoise Choay, *A Alegoria do Património*, Lisboa, Edições 70, 1999, p. 12.

O legado de Boito, relativamente ao *restauro científico moderno*, ficou registado em diversos textos. Em 1883, Boito, expôs os princípios da sua teoria no III Congresso dos Arquitectos de Roma e que, para Jokilehto, consistiu na primeira legislação italiana sobre a conservação (Jukioleto, 1986: 335). Em 1884, durante a Exposição de Arquitectura de Turim, fez uma conferência intitulada *Os restauradores* tendo sintetizado experiências e conceitos sobre o restauro ao longo do tempo, criticando-as, reformulando-as, e estabelecendo novas bases para a definição de uma teoria do restauro. De suma importância para a conservação, este documento foi escrito por um homem apaixonado e convicto das suas acções para com a preservação do património cultural²⁰.

Como seu seguidor, surge Gustavo Giovannoni (1873-1947), arquitecto e engenheiro italiano, que além de seguir as ideias de Boito, tinha a particularidade de preocupar-se com os materiais utilizados, com as técnicas construtivas e com a defesa dos centros históricos. Giovannoni introduziu o conceito de respeito ambiental, de valorização das arquitecturas menores²¹ e de conservação do património urbano. Autor de *IL Restauro dei monumenti*, lançado em 1912, analisou a importância do valor da envolvente urbana, da cor nos monumentos, enaltecendo o contributo que estas tinham para o casario e para a rua. Este arquitecto assumiu um importante papel na redacção da *Carta Italiana del Restauro* e na *Carta de Atenas* de 1931 onde são discutidos, entre um público internacional, problemas relacionados com a tutela e as regras para o restauro dos monumentos arquitectónicos e obras de arte (Rivera, 1997: 143 e Aguiar, 1999a: 39). A *Carta de Atenas* de 1931, dá uma primeira forma aos princípios fundamentais que deveriam orientar a conservação e o restauro dos monumentos.

A II Guerra Mundial (1939-1945), demarcou uma outra fase do restauro no século XX, na medida em que muitas cidades antigas foram arrasadas e diversos monumentos históricos arruinados. Perante esta situação, os conceitos sobre restauro, foram aprimorados, surgindo a necessidade de inovar e originar um outro pensamento em defesa dos bens culturais.

É neste período que o italiano Cesare Brandi (1906-1986), formado em Direito e crítico de História da Arte, protagonizou os seus argumentos sobre o restauro. Tendo sido fundador, em 1939, e director do Istituti Centrali di Restauro de Roma (ICR), com o apoio de Giulio Carlo Argan²².

²⁰ Sobre o assunto consultar: Camilo Boito, *Os Restauradores*, Introdução de Beatriz Mugayar Kuhl, 2.ª edição, São Paulo, Artes e Ofícios, 2003.

²¹ Esta expressão “*arquitectura menor*” surgiu em Itália para designar as construções privadas não monumentais. In Françoise Choay, Ob. Cit., p. 12.

²² Foi também neste período que foram criadas diversas instituições internacionais para a conservação do património tais como: DGEMN – Direcção Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais em Portugal, 1929; IPHAN – Instituto do Património Histórico e Artístico Nacional no Brasil, 1933; UNESCO – United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization em 1945; ICOM – International Council of Museums em, 1946; IRPA – L’Institut Royal du Patrimoine artistique na Bélgica, em 1948; Institute for Conservation of Historic Objects and Works of Art em Inglaterra, 1950; UKIC – United Kingdom Institute for Conservation em Inglaterra, 1953; ICCROM – International Centre for the Study of the

Cesare Brandi definiu os novos princípios do restauro moderno, que passou a ser designado de *restauro crítico* (Jokilehto, 1988: 272). Em 1963, lançou o seu célebre e conhecido livro *Teoria del Restauro*²³, onde o restauro é visto como uma obra de arte particular e adaptada a cada caso, não se podendo generalizar com base em regras e normas. Para ele, o restauro constitui o «... momento metodológico do reconhecimento da obra de arte, na sua consistência física e na sua dupla polaridade estética e histórica, com vista à sua transmissão para a futuro ... o restauro deve visar o restabelecimento da unidade potencial da obra de arte ... sem cometer um falso artístico ou um falso histórico e sem apagar nenhum sinal da passagem no tempo ... [e] que cada intervenção não torne impossível, mas antes facilite eventuais intervenções futuras.» (Brandi, 2006: 4). Assim, o restauro é entendido como um processo colectivo que não pode depender de um gosto pessoal, devendo ser baseado em profundos conhecimentos técnicos, históricos, estéticos e filosóficos. O rigor da suas reflexões tornou este livro uma referência, sendo a sua leitura imprescindível para todos os conservadores-restauradores. Teve como seus seguidores, na Bélgica, Paul Philippot, um dos primeiros directores do ICCROM²⁴, e em Roma, Renato Bonelli e Giovanni Carbonara, autor do notável *Trattato di Restauro Architettonico*, de 1996.

Em 1964, no II Congresso de Arquitectos e Técnicos de Monumentos Históricos, realizado em Veneza, é divulgado um novo documento ainda hoje conhecido, a *Carta de Veneza*; apoiado nas teorias de Brandi, permitiu expandir o conceito de monumento histórico de forma a englobar os sítios urbanos e rurais.

Assim, ao longo dos anos, foram surgindo novas legislações relativas ao património cultural e edificado, foram desenvolvidas novas *Cartas* onde foram sendo acrescentados novos conceitos.

Em 1972, é lançada a *Carta Italiana do Restauro*, que conforme J. Aguiar «.. trata-se de um documento de âmbito nacional, mas que por integrar o considerável avanço metodológico da disciplina na década anterior, acabará por ter uma vasta repercussão europeia ... tendo como aspecto inovador o conceito de reversibilidade ...» (Aguiar, 1999a: 62)²⁵. É também neste ano que,

Preservation and Restoration of Cultural Property em Roma 1959; ICOMOS – International Council on Monuments and Sites, 1965.

²³ Em 1996 foi lançada a edição portuguesa da “*Teoria do Restauro*”, uma iniciativa de Dr. Delgado Rodrigues, do Arq.º José Aguiar e do restaurador Nuno Proença. Sobre o livro a teoria de Brandi J. Aguiar na sua tese faz uma leitura crítica, do livro abordando os principais temas do pensamento brandiano. In J. Aguiar, *Estudos Cromáticos nas Intervenções de Conservação em Centros Históricos*, Tese de Doutoramento, Universidade de Évora, 1999, p. 47-57.

²⁴ O ICCROM é uma instituição que, desde a sua criação até aos nossos dias tem influenciado várias gerações com os programas de cursos, treinamentos e cooperações entre a Instituição e vários países do mundo.

²⁵ J. Aguiar na sua Tese de Doutoramento faz uma análise crítica e atenta sobre as principais Cartas do Restauro, que merece leitura para os interessados na matéria. Consultar J. Aguiar, Ob. Cit., 1999, p. 59-84.

como resultado da Assembleia-geral da UNESCO, é publicada a *Convenção para a Protecção do Património Cultural e Natural*, aonde surge a noção, hoje mais alargada, de património cultural.

Em 1975, é desenvolvida a *Carta Europeia do Restauro* que, como novidade acrescenta a noção de conservação integrada, onde a ideia de património arquitectónico passa a abranger não somente os monumentos, mas também cidades históricas e aldeias tradicionais (Luso, 2004: 42).

Na década de oitenta do século XX emergiu um novo conceito, a *conservação preventiva*, sendo considerado o seu precursor Gaell de Guinchen. De acordo com Guinchen, a *conservação preventiva* é um conjunto de acções, directas e indirectas, que têm como objectivo diminuir as causas de deterioração, assegurando a salvaguarda de um objecto, evitando deste modo a intervenção directa ou seja o restauro. A importância da *conservação preventiva* foi crescendo, trata-se de uma área interdisciplinar, que constitui hoje uma disciplina com objectivos e metodologias bem definidas, no entanto, muito pouco praticada, necessitando ainda de definições de estratégia por parte dos órgãos detentores dos diversos bens culturais (Alarcão, 2007: 9).

A não promulgada *Carta Italiana de 1987*²⁶ iria adicionar outros conceitos e ideais, apresentando críticas conceptuais à *Carta de 1972*. Segundo J. Aguiar «... as grandes inovações resultam da procura de um estatuto próprio para a conservação arquitectónica e urbana, contemplando as características específicas de cada monumento ... propõem novos conceitos para as operações de restauro ... alerta para os efeitos negativos do recurso aos novos materiais e tecnologias e defende soluções idênticas à originais ... e define planos de manutenção regular». Para este autor, é o documento onde melhor foi esboçado a importância do controlo da cor na imagem urbana histórica (Aguiar, 1999a: 70-74). Nesse sentido, este documento repensa a arquitectura na sua história, compreendendo métodos específicos de actuação, em distintas áreas. Apresenta definições de alguns conceitos e ratifica a inter-relação existente entre eles, esclarecendo que a conservação e o restauro podem não acontecer em simultâneo, mas são complementares, sendo certo que um programa de restauro não pode prescindir de um adequado programa de salvaguarda, manutenção e prevenção. Esta *Carta* (Anexo B), é sem dúvida um dos primeiros documentos onde está elucidado de forma clara, o planeamento das intervenções sobre as superfícies arquitectónicas exteriores com acabamentos decorativos (estuco, a fresco, esgrafitos, etc.). Por outro lado, também aborda e orienta acerca das intervenções sobre rebocos, barramentos e a preservação da cor original, recomendando que as extracções destes revestimentos devem ser evitadas, aconselhando ainda, que para o seu restauro sejam utilizadas técnicas tradicionais e materiais compatíveis com o original, como por exemplo a cal.

Em 1994, em Nara, no Japão, ocorreu uma convenção do património mundial, que como resultado, teve a publicação do documento conhecido por *Carta de Nara*. Neste documento é

²⁶ A *Carta Italiana de 1987* não foi promulgada pelo Ministério Cultural Italiano, *Ministero per i Beni e le Attività Culturali*, na prática vigora a *Carta* anterior de 1972.

deveras discutida a questão da autenticidade, sendo igualmente defendido a protecção e a valorização da diversidade cultural e patrimonial mundial, que está relacionado com a questão de identidade, que entretanto, é mutável e dinâmica, o que muitas vezes dificulta definir com clareza o que é autêntico²⁷. A discussão sobre autenticidade dura à séculos, e sem dúvida continuará a existir, pois a noção de autenticidade varia conforme a cultura de cada povo.

Em 2000, na Conferência Internacional sobre Conservação, em Cracóvia, é redigido como documento final, a *Carta de Cracóvia* e que transmitiu a consciência de uma Europa caracterizada pela diversidade cultural com distintos significados e com os seus problemas inerentes. Assim, baseada nos valores da antiga *Carta de Veneza*, propôs o estabelecimento de novos princípios onde a conservação «... *pode ser realizada mediante diferentes tipos de intervenciones como son el control medioambiental, mantenimiento, reparación, restauración, renovación e rehabilitación. Cualquier intervención implica decisiones, selecciones y responsabilidades*” ... *Esto puede incluir materiales tradicionales y nuevos materiales...*». Nesta *Carta* é ainda referido a importância da conservação dos revestimentos exteriores decorativos que «... *son parte integrada del patrimonio construido deben ser preservados..respetando los oficios y artesanía tradicionales del edificio ...*» (*Carta de Cracóvia*, 2000).



Viana do Alentejo



Moura



Cabeço de vide



Crato

Fig. 1, Expressões cromáticas da Região Alentejo

O século XX foi sem dúvida o período de grandes avanços tecnológicos para o restauro; nas décadas de sessenta e setenta registou-se um aumento na utilização de novos materiais, muitos dos quais não seriam conciliáveis com a obra original, havendo igualmente uma relutância no uso dos materiais tradicionais. As construções históricas muitas vezes foram transformadas em sistemas com estruturas modernas, levando a perda da autenticidade original (Jokilehto, 1986: 298). Na década de oitenta, como salientado na *Carta de Italiana de 1987*, iniciou-se discussões sobre a questão da compatibilidade, criticou-se a utilização de materiais incompatíveis com o original e defendeu-se a utilização de materiais tradicionais e semelhantes química, física e mecanicamente, posição esta que perdura até aos nossos dias e onde se assiste a uma grande busca para a sua utilização.

²⁷ Sobre a questão de autenticidade, Jokilehto discutiu bastante este conceito na sua tese e em diversos artigos. José Aguiar na sua tese analisou igualmente este conceito fazendo uma longa apreciação da *Carta de Nara*.(Jokilehto, 2006; Aguiar, Ob. Cit., 1999, p. 75-84.

Deste modo, a noção de conservação e restauro foi sofrendo modificações ao longo dos anos. A conservação além de abarcar a conservação preventiva, curativa, compreende também o restauro ou seja, a intervenção propriamente dita. Com efeito, o trabalho do restaurador conservador já não se limita, unicamente à intervenção directa sobre a obra de arte, mas também ao dever de conhecer, avaliar e actuar sobre todos os parâmetros que contribuem para a preservação da obra. O conceito de património foi-se alargando aos dias de hoje, incluindo paisagens naturais com ou sem intervenção humana, centros históricos, bairros típicos, bairros sociais de propostas inovadoras e mais recentemente, em 2003, o património intangível ou imaterial foi incorporado no conceito de património cultural²⁸. A maneira de intervir, os materiais e as técnicas empregues foram reformuladas, o acto de restaurar também se modificou, deixou de ser praticada por artistas para ser encarada como um acto científico, exigindo pessoas cada vez mais capacitadas para actuar nas diversas áreas do património, buscando uma interdisciplinaridade dos conhecimentos, procurando assim uma integração dos avanços científicos com a prática da conservação e do restauro.

QUADRO 1

CONCEPTUALIZAÇÃO DO RESTAURO AO LONGO DO TEMPO

Época/Período	O restauro: conceitos e acontecimentos	Referências bibliográficas
Antiguidade (3.400 a. C. a 476 d. C.)	Restauro como prática de inovação, reconstituição; executado por pessoas habilitadas (artistas).	Justicia, 2001
Idade Média (séculos V a XIII)		
Renascimento (Século XIV e XV)	Irrompe as primeiras noções de preservar o original. Restauro começa a ser encarado como disciplina científica, mas ainda executado por artistas.	Justicia, 2001 Dá Mesquita, 1993 Rivera, 1997
Barroco (séc. XVI e XVII)	Surge o colecionismo de obra de arte e as primeiras galerias de arte. Finais do séc. XVII, primeiras reflexões sobre a preservação do original e sobre outros critérios de intervenção.	Rivera, 1994 Justicia, 2001 Miguel, 2004
Rococó (séc. XVIII)	Continuidade de intenções de planeamento científico e técnico do restauro. Assume-se que o executor do restauro deve ser um técnico devidamente capacitado e não necessariamente um pintor.	Jokilehto, 1986 Aguiar, 1999a Justicia, 2001
Neoclássico (a partir da 2.ª metade do séc. XVIII)	Criação dos Museus – desenvolvimento da actividade do restauro. Inovações científicas na física e na química. Criação do Decreto de 1794 – Princípios da Conservação do Monumento.	Aguiar, 1999a Justicia, 2001

²⁸ Para a UNESCO o património cultural é subdividido em "património tangível" e "intangível". Conforme UNESCO «o Património Cultural intangível compreende as expressões de vida e tradições que comunidade, grupos e indivíduos em todas as partes do mundo recebem de seus ancestrais e passam seus conhecimentos a seus descendentes. Apesar de tentar manter um senso de identidade e continuidade, este património é particularmente vulnerável uma vez que está em constante mutação e multiplicação de seus portadores». Por esta razão, a comunidade internacional adoptou a Convenção para a Salvaguarda do Património Cultural intangível em 2003. Consultar <http://www.unesco.pt/>.

QUADRO 1
(continuação)

Época/Período	O restauro: conceitos e acontecimentos	Referências bibliográficas
Século XIX (Ecletismo e Arte Nova)	Definições de outros critérios. Surgem diversas correntes: Viollet-le-Duc – intervencionista defendia unidade de estilo (restauro romântico) e John Ruskin conservacionista “anti-restauro”. Camillo Boito em Itália (1835): defende que a intervenção deveria ser diferenciada do original, designado de restauro filológico.	Rivera, 2007 Aguiar, 1999a Choay, 1999 Justicia, 2001
Século XX (contemporâneo)	Redacção da Carta de Atenas (1931) – discutem-se regras e tutela dos monumentos arquitectónicos e obras de arte. Criação da Unesco (1933); Fundação do ICR em Roma (1939). Césaire Brandi – defende os princípios para o restauro moderno restauro crítico. Criação do ICCROM (1953); Criação do ICOMOS (1959). Redacção da Carta de Veneza (1964); Carta Italiana do restauro (conceito de reversibilidade, 1972); Carta Europeia do Restauro (conservação integrada, em 1975); Carta italiana (crítica a utilização de novos materiais defendendo o uso de materiais tradicionais e compatíveis com o original, em 1987); Carta de Nara – (discute-se autenticidade em 1994); Carta de Cracóvia (discute-se sobre diversidade cultural, em 2000); Património Cultural engloba o património intangível ou imaterial, em 2003).	Jokilehto, 1988 Aguiar, 1999a Justicia, 2001 Luso, 2004

2.4 A CONSERVAÇÃO EM PORTUGAL – CONTEXTUALIZAÇÃO

2.4.1 Fundamentos de Referência – Do Século XVI ao Século XIX

As primeiras notícias de que se tem conhecimento sobre o estudo e a valorização dos objectos e testemunhos do passado em Portugal, como assinala Paulo Rodrigues, é no Renascimento, quando D. Manuel, em 1513, dá uma avença anual ao pintor Diogo Gomes para ele executar “obras” nas peças de arte pertencentes aos Paços Reais (Rodrigues, 2007: 18); Antonieta Sousa comenta ainda que Francisco de Holanda (1517-1585) e André Resende (1500-1573), foram os precursores da conservação em território português²⁹. É sabido igualmente da existência, nesta centúria, de artistas-restauradores na Corte, como é o caso de Reymão d’Armas e citando Ana Braga «... um pintor-restaurador-dourador quinhentista que efectuou a limpeza dos retábulos e vitrais do Convento de Cristo, em Tomar ...»³⁰. Contudo, é no século XVIII que aparecem as primeiras concepções legais para a conservação do património, sendo introduzido o conceito de

²⁹ Francisco de Holanda ensaísta, arquitecto e historiador, escreveu “*Da pintura antiga e Da fábrica que falece a cidade de Lisboa*”, sobre o urbanismo da Península Ibérica; André Resende, humanista gostava de arqueologia romana e interessava-se por *antiquilhas*, in Antonieta Vera de Sousa, *Património – A Evolução do Conceito de Património e das Normas Legais*, 2004 in www.adepa-alcobaça.org.

³⁰ Ana Braga, no seu texto, faz referência a Luís de Ortigão Ramalho que em 1945 escreveu sobre os antigos restauros de pinturas em Portugal. Consultar: Ana Teresa Braga, *A evolução dos critérios de intervenção de restauro de obras de arte sacra em Portugal*, Instituto Politécnico de Tomar, s/d, In <http://prorestauro.com>.

monumento, que se sobrepôs ao anterior, então designado *antiqualha* (Sousa, 2004). Com a criação da fundação da Academia Real de História, no reinado de D. João V, em 1720, a tarefa da conservação dos monumentos, passa a ser incumbência dessa Instituição que concebe a primeira legislação portuguesa no âmbito da intervenção do património, o conhecido *Alvará de 20 de Agosto de 1721*³¹ (Martins, 2003: 41). Paulo Rodrigues, num artigo recente sobre a *História da Conservação em Portugal*, refere minuciosamente os diversos restauros realizados neste século e no anterior, como é o caso das intervenções efectuadas em distintos monumentos arquitectónicos, tais como: Sé Velha de Coimbra e Sé de Viseu³² (Rodrigues, 2007: 20).

Em Portugal verificou-se o acompanhamento das ideologias do resto da Europa, quanto às controversas teorias da conservação. Os intelectuais portugueses demonstraram as suas preocupações para com o abandono dos monumentos através de diversos artigos. Estas reflexões foram sentidas tanto na prática como na teoria, quer no âmbito do património arquitectónico quer no do património móvel (pintura, retábulos, etc.).

Conforme salienta Marieta Dá Mesquita, no século XIX, o precursor da conservação em Portugal, foi Alexandre Herculano (1810-1874), que fazendo parte da geração romântica, estudou diversos arquivos portugueses, tendo um papel fundamental na defesa do património português e dos monumentos históricos. Com uma actividade teórica abundante, Alexandre Herculano propôs um conjunto de perspectivas de propostas para a preservação do património arquitectónico. No entanto, este autor revela um gosto preferencial pela arquitectura gótica (medieval) e assumiu-se como defensor destes monumentos, mostrando-se indignado com o deplorável estado de conservação em que os mesmos se encontravam (Dá Mesquita, 1993: 23).

Com a instauração do liberalismo em Portugal, a Igreja sofreu um intenso ataque, que culminou com a extinção das ordens religiosas em 1834 e a nacionalização dos seus bens, balizando o abandono e a decadência dos seus patrimónios³³ (Neto, 2001: 65). A Academia de Belas Artes é criada em 1836, e passa a receber a maioria do espólio pertencente aos monumentos religiosos,

³¹ Esta legislação pode ser consultada em http://www.ippar.pt/apresentacao/apresenta_legislacao_alvararegio.html.

³² Para quem tem interesse na história da conservação de bens móveis em Portugal, este texto de Paulo Rodrigues descreve detalhadamente os diversos restauros executados ao longo dos séculos, incluindo uma genealogia dos restauradores. Consultar Paulo Simões Rodrigues – *Da história da Conservação e do Restauo: Das Origens ao Portugal Oitocentista*. In 40 anos do Instituto José de Figueiredo, Lisboa, IPM, 2007, p. 17-39.

³³ Segundo M.^a João B. Neto, muitos destes monumentos já se encontravam em degradação, uns devido ao terramoto de 1755, outros devido às invasões francesas (1807-1811). In M.^a João Baptista Neto, *Memória, Propaganda e Poder – O Restauo dos Monumentos Nacionais (1929-1960)*, Porto, FAUP, 2001, p. 66.

constituindo assim o início da deterioração destas obras, devido à falta de acondicionamento adequado das mesmas³⁴.

Almeida Garret (1799-1854), munido de ideais liberalistas e românticas, iria exprimir a sua indignação com o mau estado de conservação dos monumentos portugueses (Neto, 2001: 67). Seguidamente emergiram outros defensores da preservação da memória nacional, como Ramalho Ortigão (1836-1915) que em 1896, publica *O Culto da Arte*, criticando a carência de inovação na área do restauro no País (Ortigão: 2006); e Luciano Cordeiro (1844-1900) encarregado da reforma do ensino artístico e da formação dos museus nacionais, desenvolveu neste âmbito extensa actividade³⁵.

Com a criação dos museus em Portugal, tal como aconteceu no resto da Europa, desenvolve-se uma consciência para com a conservação das obras de arte ali depositadas e, pela primeira vez, no quadro do pessoal técnico é previsto a existência de conservadores, muito embora pareça que tal não tenha sido concretizado de imediato (Rodrigues, 2007: 28).

Foi no reinado de D. Fernando (1816-1885), que devido à sua sensibilidade artística, que se mandou restaurar, à luz dos conceitos da época, diversos monumentos nacionais que se encontravam em elevada degradação, dos quais se destaca: Mosteiro da Batalha, primeiro monumento a ser restaurado (em 1840)³⁶; Convento de Maфра; Convento de Cristo (em Tomar); Mosteiro dos Jerónimos, Torre de Belém e Sé de Lisboa (em Lisboa); entre outros (Neto, 2001: 85).

Em 1863, é fundada a Associação dos Arquitectos Civis e Arqueólogos Portugueses através da iniciativa do arquitecto Joaquim Possidónio da Silva (1806-1896), passando a chamar-se, em 1872, de Real Associação dos Arquitectos Civis e Arqueólogos Portugueses, sendo a primeira Associação dedicada à causa da preservação dos monumentos históricos portugueses. Os integrantes desta Associação mantinham diversos contactos com instituições estrangeiras,

³⁴ Conforme refere Paulo Simões Rodrigues, num relatório de 1869 afirmava-se que «... a maioria dos exemplares estavam arruinados e os menos danificados subsistiam cobertos por um véu branco, as pinturas tinham ficado sujeitas a fumos de velas, à humidade, exposição directa da luz solar e à chuva». In Paulo R. Simões, Ob. Cit., p. 27.

³⁵ O primeiro museu criado em Portugal foi o Museu Portuense, actualmente designado como Museu Nacional Soares dos Reis, no Porto, em 1833. Consultar João Carlos Brigola *et al.*, *Perspectiva histórica da evolução do conceito de museu em Portugal*. In Lugar Aberto, Revista da APOM, n.º 1, Out. 2003 (Documento apresentado pelo grupo de trabalho da Associação Portuguesa de Museologia ao Conselho Consultivo do IPM – Instituto Português de Museus, em Setembro de 2002).

³⁶ O responsável pelo restauro do Mosteiro da Batalha foi o Engenheiro Militar Mousinho de Albuquerque, que desenvolveu o restauro, segundo o próprio engenheiro, seguindo a teoria da preservação máxima do original, mas parece que na prática não foi o que aconteceu e o romantismo e a procura de uma unidade de estilo foi o que prevaleceu. Sobre o assunto consultar M.ª João B. Neto, Ob. Cit., p. 90-105.

umentando os seus conhecimentos científicos na área da preservação dos monumentos históricos (Neto, 2001: 86).

Em 1880, o Ministério de Obras Públicas solicita à Real Associação a elaboração de um relatório acerca dos edifícios que deveriam ser classificados como monumentos nacionais; em 1894 é criada uma Comissão Permanente dos Monumentos Nacionais e, em 1898, é criado o Conselho Superior dos Monumentos Nacionais que, conforme Dá Mesquita, iria revelar uma maior preocupação pelo restauro e posicionar-se contra os restauros fantasiosos e desfigurados que caracterizavam a época (Dá Mesquita, 1993: 33).

Quanto ao restauro de bens móveis, este continuava a ser praticado por artistas ou pintores sem critérios de intervenção, seguindo uma mesma teoria do restauro arquitectónico: *repor o quadro no seu primitivo estado*. Nos finais da centúria, emergiu uma outra maneira de pensar o restauro de pintura.

Em 1885, o conservador do Museu Nacional de Belas Artes e Arqueologia (actual Museu Nacional de Arte Antiga), Manuel de Macedo, publicava o primeiro documento sobre normas para o restauro de quadros, que se intitulava *Restauração de Quadros e Gravuras*. Neste documento é patente a diferenciação entre artista e restaurador, como é expressivo o questionamento sobre se *deve ou não deve restaurar-se uma obra de arte?* Segundo Rodrigues «.. o texto de Manuel Macedo foi o primeiro a estabelecer, no contexto nacional, competências específicas para o restaurador, impondo regras muito estritas à sua actuação, distanciando-a do empirismo das práticas artesanais ...» (Rodrigues, 2007: 36).

Em 1890, teve-se conhecimento de que o pintor Manuel de Moura restaurou o painel de pintura flamenga *Fons Vitae*, pertencente à Misericórdia do Porto e já no início do século seguinte, em 1909, o pintor Luciano Freire, efectuava trabalhos de restauro nos painéis atribuídos a Nuno Gonçalves³⁷, embora todos estes não escaparam às críticas quanto aos procedimentos realizados. O historiador Luís Reis, na época comentou «... Nos nossos restauros segue-se por vezes um critério com que não posso concordar: quando há falta qualquer coisa num quadro, inventa-se e Ramalho Ortigão considerou em 1895, ... o restauro dos quadros antigos uma catástrofe ainda mais destruidora que a da nossa arquitectura.» (Rodrigues, 2007: 33-35).

³⁷ Incutidos de algum conceito científico vigente na época, estes restauros foram precedidos de registos fotográficos da obra, mostrando assim o desencadear de uma preocupação e respeito para com a obra de arte. Consultar site do antigo IPCR www.ipcr.pt e o texto Paulo Rodrigues, Ob. Cit., 2007.

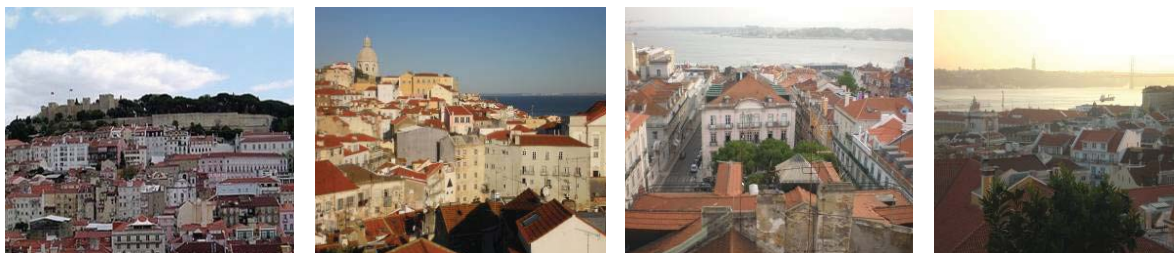


Fig. 2, Lisboa e as suas imagens

2.4.2 Alicerces do Restauro Actual – Do Século XX até aos nossos dias

Com a implantação da República, em 1910, o Estado passou a ser proprietário legal de todos os bens da Igreja, sendo a legislação para a protecção dos monumentos nacionais alterada. Como elucida M.^a João Neto, o Decreto republicano «... *evidenciava um espírito de descentralização, procurando nacionalizar a nossa arte, e regionalizar o ensino, enquanto prometia máxima protecção ao património artístico dentro dos reduzidos recursos do Tesouro.*» (Neto, 2001: 94). As teorias sobre os conceitos de restauro e conservação, tornavam-se mais consistentes, sendo as ideias de Camillo Boito paulatinamente apreciadas, embora ainda se continuasse a praticar o restauro sem cientificidade³⁸.

Em 1911, por iniciativa de José de Figueiredo, é criada a primeira oficina de restauro de bens móveis em Portugal, nas dependências do Museu Nacional de Arte Antiga. O pintor Luciano Freire é o responsável por esta oficina e pelos trabalhos lá executados³⁹. Em 1923 tem-se informação de que o pintor Carlos Bonvalot efectuou um restauro de quatro painéis da Igreja Matriz de Cascais, e escreveu um extenso relatório dos trabalhos de intervenção baseados em critérios científicos⁴⁰.

É no Estado Novo (1933-1974), como elucida M.^a João Neto, que os monumentos nacionais, considerados documentos vivos de tempos de glória, iriam assumir particular importância, sendo a sua salvaguarda uma das primordiais razões do regime. O critério de escolha de um monumento para ser intervencionado, era consumado tendo por base o melhor que ilustrasse os feitos heróicos. Já a doutrina de intervenção, baseava-se na garantia da restituição do monumento ao seu estado primitivo, removendo-se os acrescentos posteriores (Neto, 2001: 143-146).

³⁸ Refira-se a criação da *Comissão de Inventário e Beneficiação da Pintura Antiga em Portugal*, constituída por Ramalho Ortigão, Manuel de Macedo, Luciano Freire, José de Figueiredo e D. José Pessanha. In site do antigo IPCR em www.ipcr.pt e Paulo Rodrigues, Ob. Cit., p. 34.

³⁹ Sobre Luciano Freire consultar o texto de Sandra Leandro, *O Mito do Recriador: Luciano Freire e os trabalhos de conservação e restauro da pintura antiga*. In 40 anos do Instituto José de Figueiredo, Lisboa, IPM, 2007, p. 65-81.

⁴⁰ Consultar site do antigo IPCR em www.ipcr.pt e Sandra Leandro, Ob. Cit., p. 84.

Com o objectivo de resguardar estes monumentos e orientar as intervenções, em 1929, foi criada a Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (DGEMN), na dependência do Ministério de Obras Publicas (Decreto n.º 1671, de 30 de Abril de 1929). Nas palavras de Miguel Tomé, este momento define-se como o do «... *lançamento de uma política de restauro lançada pelo novo governo que a ditadura imprimiu.*» (Tomé, 2002: 16). Desde o início da criação da DGEMN, a *praxis* era publicar artigos, após uma intervenção. Neste âmbito, em 1935, foi lançada a primeira *Revista Boletim*, tendo sido até 1990, publicados cento e trinta e um números⁴¹.

A conservação e o restauro em Portugal, particularmente o restauro de bens móveis, adquiriam cada vez mais um carácter científico e uma melhor compreensão das obras de arte, nomeadamente através de conhecimentos técnicos sobre a sua constituição e sobre as intervenções anteriores. Em 1934, Luís Reis dos Santos iniciou estudos sobre a pintura antiga, utilizando técnicas de radiografia, luz rasantas e raios ultravioletas. Sabe-se ainda que o pintor-restaurador Carlos Bonvalot, efectuou análises físico-químicas sobre pinturas com o apoio do Instituto Superior Técnico (na pessoa do Prof. Herculano de Carvalho). É de salientar que todas estas técnicas são ainda hoje utilizadas como ferramentas para o restauro de pintura e compreensão da obra de arte⁴².

Em 1936, consciente sobre a importância do restauro para a obra de arte e da necessidade de um carácter científico no seu desenvolvimento, João Couto (1892-1968), então Director do Museu Nacional de Arte Antiga, criou um Laboratório para exames de obras de arte, dentro da oficina de restauro do referido museu. Em 1940 foi inaugurado o novo Laboratório, sobre o qual João Couto elucida «... *o nosso Instituto não só está instalado em casa própria tal como sucede por exemplo em Roma, mas num edifício especialmente construído para o fim a que se destina, caso único no mundo ... temos um laboratório dotado de meios necessários temos um turma de restauradores excelentes técnicos ...*»⁴³ (Leandro, 2007: 86-92). Nesta época verificou-se uma intensiva troca de informações entre os técnicos portugueses e de outros países europeus.

Enquanto isto, a nova Instituição para protecção dos monumentos históricos nacionais, a Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (DGEMN), dirigida pelo Eng.º Henrique Gomes da Silva desde a sua criação até 1960, continuava a executar restauros baseados na unidade de estilo arquitectónico. Foram vários os técnicos que cooperaram com a DGEMN nesta época, contudo um dos mais activos e controversos foi o arquitecto Raul Lino. De formação inglesa e

⁴¹ Foram editados em 1998, pela DGEMN, em suporte digital os antigos Boletins de 1935 a 1990.

⁴² Consultar: site do antigo IPCR em www.ipcr.pt; Teresa Braga, *A evolução dos critérios de intervenção de restauro de obras de arte sacra em Portugal*, IPT, Tomar, s/d, e Sandra Leandro, *Invisíveis e Intangíveis nos Estudos de Arte: João Couto e o Laboratório Científico*, in 40 anos do Instituto José de Figueiredo, Lisboa, IPM, 2007, p. 83-95.

⁴³ Nesta época o chefe do laboratório era Fernando Mardell e que trabalhava juntamente com os técnicos Abel de Moura, Max Braumann e Manuel Valadares este ultimo um físico que muito contribuiu para o florescimento do Laboratório. In Sandra Leandro, *Ob. Cit.*, p. 92.

germânica, este arquitecto teve influência das teorias de Ruskin e William Morris, iniciando a sua colaboração com a DGEMN em 1934. A sua filosofia de intervenção, posicionava-se contra a pureza de estilo, contrariando diversos técnicos da Instituição, o que criou polémicas e algumas desavenças. Raul Lino escreveu vários relatórios exemplares onde justificava a sua escolha de critério; para ele o responsável por uma obra de restauro deveria ser um arquitecto com formação na área ou seja o arquitecto-conservador (Neto, 2001: 227-238). Com esta posição, introduziu a consciência de que para intervir no monumento histórico ou numa obra de arte, dever-se-ia ter um especialista da área. Raul Lino esteve treze anos na Instituição, quando em 1949, com os seus 70 anos aposentou-se; conquanto continuou a colaborar através de prestação de serviço, divulgando a sua filosofia de intervenção, contribuindo assim para a inovação no processo do restauro arquitectónico do País⁴⁴.

Em 1949, realizou-se em Lisboa o Congresso Internacional da História da Arte, que foi um marco decisivo na valorização da arte barroca, e nas actividades da DGEMN, nomeadamente no que respeita aos critérios de intervenção. Com este Congresso estreitava-se relações entre historiadores, restauradores e arquitectos, sendo estabelecido que as questões relativas ao restauro deveriam ser sempre discutidas em conjunto (Neto, 2001: 189). Em 1952, ocorreu em Lisboa um outro importante encontro internacional, a Reunião Internacional do ICOM – Conselho Internacional de Museus, onde foram apresentadas novas técnicas de intervenção e critérios (Henriques, 2000: 160). Deste modo, Portugal, tal como outros países da Europa, redefiniu os seus critérios de intervenção, estreitando ligações com os mais renomados Laboratórios Internacionais.

Em 1965, foi criado o Instituto José de Figueiredo de Conservação e Restauro, conhecido com as siglas IJF (Decreto-Lei 56758 de 1965) e que teve como objectivo actuar na área da conservação e restauro de bens móveis. Ao longo da sua existência, o Instituto em conjunto com o seu corpo técnico, realizou diversas Brigadas pelo País com o objectivo de conservar *in situ* as obras de arte portuguesas, tornando-as numa das actividades mais importantes do Instituto, na opinião de Abel de Moura (Ribeiro, 2007: 122).

No âmbito de uma nova politica cultural, o Governo criou o IPPC – Instituto Português do Património Cultural, em 1980 (Decreto-Lei n.º 34/80, de 2 de Agosto). O então IJF, passou a estar subordinado ao IPPC e, em 1981, foi ampliado com a criação de novas oficinas, divisões e diferentes competências. Ainda na década de oitenta a restauradora Teresa Cabral, então funcionária do IJF, após ter realizado diversos cursos no estrangeiro, sentiu a necessidade de

⁴⁴ Sobre a criação da DGEMN e o seu percurso ao longo do tempo, e sobre os restauros efectuados devem ser consultadas as seguintes obras: M.ª J. Baptista Neto, Ob. Cit. e Miguel Tomé, *Património e Restauro em Portugal (1920-1995)*, Porto, FAUP, 2002.

aplicar as novas metodologias apreendidas e implementou um curso sobre a conservação e o restauro, abrangendo diversas áreas, como documentos gráficos, escultura policromada, pintura mural, entre outros. Este curso teve duração de cinco anos, sendo o primeiro curso de restauro de pintura mural em Portugal, organizado pelo IJF e o IPPC⁴⁵.

Em 1983 foi criada a Escola Superior de Tecnologia de Tomar (Decreto-Lei n.º 513/79, aprovado em 1983), tornando a conservação e o restauro uma disciplina exercida nesta Escola, nomeadamente nos cursos de Arte e Arqueologia. A partir de então são formados na Escola de Tomar, conservadores-restauradores com o nível de bacharelato.

Em 1989, no âmbito do Ensino Superior Politécnico, foi criada a Escola de Conservação e Restauro, a nível de bacharelato, com sede no Palácio Marquês de Pombal na Rua das Janelas Verdes, vizinha do IJF. Este Instituto muito contribuiu para o desenvolvimento e formação dos alunos desta Escola, acolhendo a maioria dos estágios, repassando os ensinamentos adquiridos ao longo da sua existência (Curvelo, 2007: 119-127).

Em 1992, o IPPC foi extinto e criado o IPPAR – Instituto Português do Património Arquitectónico e Arqueológico (Decreto-Lei n.º 106-F/92). Em 1994, a sua estrutura é actualizada, de modo a incorporar a valência do restauro de bens móveis integrados em bens imóveis (Decreto-Lei n.º 316/94). Ainda na década de noventa, indivíduos interessados na preservação do seu património e os profissionais da área da conservação, criam importantes associações. Em 1994, é ainda criada a SPPC – Sociedade para a Preservação do Património Construído⁴⁶. Em 1995, é formada a ARP – Associação de Conservadores Restauradores Portugueses, com o intuito de representar os conservadores-restauradores, principalmente no que diz respeito à acreditação profissional.

Em 1996, foi criada a Licenciatura em *Conservação e Restauro* no Instituto Politécnico de Tomar. Em 1999, a Escola de Conservação e Restauro, foi integrada na Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia; presentemente o curso está integrado no processo de Bolonha, incluindo pós-graduações e mestrados⁴⁷.

⁴⁵ Foram formados neste curso pessoas de referência hoje em dia para o restauro da pintura mural em Portugal, como a Arquitecta Irene Frazão, o restaurador Joaquim Caetano, José Pestana entre outros.

⁴⁶ Fizeram parte da SPPC o Eng.º Fernando Henriques, Dr. Delgado Rodrigues, Arq.º José Aguiar, Arq.º Virgolino Jorge entre outros.

⁴⁷ Do qual se destaca o *Mestrado em Conservação e Restauro* e o *Mestrado em Ciências da Conservação*. Consultar <http://www.dcr.fct.unl.pt/>.

No âmbito de pós-graduações, mestrados e doutoramentos, existem diversos cursos em Portugal, que têm vindo a sensibilizar e a formar técnicos para intervir, de modo capacitado e científico, na área da conservação do património construído⁴⁸.

O Instituto José de Figueiredo, a única Instituição estatal especializada na conservação e restauro de bens móveis, teve a necessidade de instituir uma nova estruturação e autonomia. Em 2000, foi extinto o IJF e criado o IPCR – Instituto Português de Conservação e Restauro (Decreto-Lei n.º 342/99), integrado no Ministério da Cultura. O IPCR manteve-se durante seis anos, período em que modernizou os seus Laboratórios, divulgou intensamente as suas actividades e trabalhou com a mesma competência e empenho que lhe foi legada desde a sua criação.

No final de 2006, início de 2007, foi um período marcado por transformações na área da conservação do património. A pioneira DGEMN é extinta, algumas das suas divisões foram integradas no recém-criado IRHU – Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana (Decreto-Lei n.º 223/2007). O IPPAR é igualmente dissolvido, sendo criado o IGESPASR – Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico; como também é extinto o IPCR, com a criação do IMC – Instituto dos Museus e da Conservação, ambos sob a tutela do Ministério da Cultura (Decreto-Lei n.º 215/2006).



Fig. 3, Exemplo de diversas intervenções de restauro

⁴⁸ São diversos os cursos a nível de pós-graduações existentes no País tais como: *Mestrado em Reabilitação da Arquitectura e Núcleos Urbanos* da Faculdade de Arquitectura, da UTL, de Lisboa; *Mestrado em Recuperação e Conservação do Património Construído* do Instituto Superior Técnico; *Mestrado em Reabilitação do Património Edificado* da Faculdade de Engenharia do Porto; *Mestrado em Metodologia da intervenção no Património Arquitectónico* – MIPA, da FAUP; *Mestrado em Engenharia Civil – Reabilitação de Edifícios*, da Universidade Nova de Lisboa; *Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico*, da Universidade de Évora; *Mestrado em Arte, Património e Restauro*, da Universidade de Lisboa entre outros. Existem igualmente diversos doutoramentos nesta área.

QUADRO 2

A CONSERVAÇÃO E O RESTAURO EM PORTUGAL – SÍNTESE CRONOLÓGICA

Período	A conservação e o restauro: principais acontecimentos	Referências bibliográficas
Século XVI	Francisco de Holanda e André Resende precursores da conservação em Portugal. O Pintor Diogo Gomes executa obras nas peças de arte do Paços Reais. Sabe-se da existência do pintor-restaurador Reymão d'Armas.	Rodrigues, 2007 Sousa, 2004
Século XVIII	1720 , criação da Academia Real de História – 1. ^a legislação portuguesa sobre a intervenção do património – Alvará de 20 de Agosto. Diversos monumentos arquitectónicos são restaurados no País.	Martins, 2003 Rodrigues, 2007
Século XIX	Alexandre Herculano precursor da Conservação neste século. 1833 , criação do 1. ^o museu – Museu Portuense. 1836 , criação da Academia de Belas Artes. Surtem intelectuais defensores da preservação dos monumentos nacionais. 1863 , criação da Associação dos Arquitectos Cívicos e Arqueólogos portugueses – debatem pela preservação dos monumentos. O restauro de pintura rege-se ainda em pôr o quadro no seu mais belo estado original. 1885 , Manuel de Macedo publica 1. ^o documento sobre normas para o restauro de pintura. 1890 , Diversos restauros de pinturas são efectuados por Abel de Moura e Luciano Freire. 1894 , criada a Comissão Permanente dos Monumentos Nacionais. 1898 , criado o Conselho Superior dos Monumentos Nacionais, posicionam-se contra os restauros “fantasiosos” da época.	Dá Mesquita, 1993 Neto, 2001 Rodrigues, 2007 Tomé, 2002
Século XX até aos nossos dias	1911 , José de Figueiredo cria o 1. ^o laboratório de restauro. 1929 , criação da DGEMN 1930 , O restauro de bens móveis assume carácter científico, são efectuados estudos prévios das obras. 1936 , criação de um novo edifício para o laboratório de restauro. 1965 , criação do IJF 1980 , criação do IPPC 1983 , criação do Instituto Politécnico de Tomar e do bacharelato de Conservação e Restauro 1989 , criação da escola de Conservação e Restauro, na Rua das Janelas Verdes em Lisboa. 1992 , criação do IPPAR 1996 , criação da Licenciatura de Conservação e Restauro no Politécnico de Tomar. 1999 , Licenciatura de Conservação e Restauro na Universidade Nova de Lisboa. 2000 , criação do IPCR 2006/2007 , extinção da DGEMN, do IPPAR e do IPCR, criação do IGESPAR e do IMC.	Dá Mesquita, 1993 Neto, 2001 Rodrigues, 2007 Tomé, 2002

2.5 A IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES COM BASE EM CAL

Os edifícios antigos, ou seja, aqueles construídos antes do advento do betão armado, possuem em geral as paredes exteriores cobertas por um revestimento com base em ligantes minerais (cal, agregados locais e pigmentos terra). Estes revestimentos são elementos fundamentais da estrutura edificada, pois além de terem uma função protectora, devido às diversas camadas, também possuem muitas vezes, uma função decorativa relevante com uma variedade de texturas e aspectos, decorrente do uso de distintos materiais, permitindo obter diferentes efeitos estéticos, que vão desde a simples caição, à aplicação de barramentos coloridos ou à utilização de técnicas mais elaboradas como os fingidos, os estucos, os esgrafitos e a pintura mural decorativa.

Estes revestimentos, com distintas colorações, pintados através de uma caição, permitem destacar a presença de certas partes funcionais da fachada, com cores inimitáveis, cheias de *nuances*, conseguidas com a utilização dos pigmentos terra extraídos da própria região. Estas suaves camadas de pinturas, fazem ressaltar as irregularidades e as texturas das antigas construções, contribuindo desta forma para a individualidade da fachada exterior, transmitindo intenções formais da própria arquitectura, garantindo uma harmonia com a forma arquitectónica e tornando-a possuidora de uma beleza singular, como sublinha Aguiar «... *mais do que simples pinturas ou rebocos devemos falar, portanto, de linguagens e gramáticas arquitectónicas, que constroem formulações essenciais para a descodificação das mensagens potencias que cada tempo da arquitectura, enquanto arte, inevitavelmente contém na arquitectura que erigimos em monumentos*» (Aguiar, 2002a: 4).



Crato



Arronches



Sintra



Colares

Fig. 4. Revestimentos exteriores com distintas intenções estéticas

O reconhecimento da importância destes revestimentos como parte integrante e indissociável da autenticidade técnica e material dos edifícios antigos, é uma prática ainda recente da área da conservação e da reabilitação do património arquitectónico. A partir do final da década de setenta do século XX, a comunidade científica despertou o interesse pela descoberta do cromatismo original dos edifícios históricos, e diversas cidades europeias iniciaram estudos científicos, tendo como objectivo a implementação de um plano de cor para os seus centros históricos. Nesse sentido, os suportes destas pinturas, rebocos e outro tipo de revestimentos, foram indirectamente

conservados. Tanto quanto se pôde apurar, os estudos mais antigos neste âmbito, foram realizados em 1978, na cidade italiana de Turim, com uma duração de aproximadamente dez anos, onde foi dada importância, não somente às pinturas e às suas variadas cores, mas também às técnicas de revestimento. A este plano sucederam-se outros, como o de Roma, Siena, Marselha, Barcelona, Valência, etc.⁴⁹. Portugal não ficou alheio a esta nova abordagem e, em 1981, a cidade de Beja desenvolveu o seu plano de salvaguarda para o centro histórico, onde incluiu o seu plano de cor e, em 1982, a cidade de Guimarães realizou um projecto que foi para além da cor. O projecto de Guimarães foi baseado na recolha das técnicas antigas, sendo registadas todas as fases construtivas tradicionais dos edifícios do centro histórico da cidade, utilizando o conhecimento e o saber dos ainda existentes artesãos locais; resultando numa *praxis* construtiva, registada com pormenor⁵⁰.

No entanto, pelo que se pôde constatar da bibliografia consultada, nem todos os planos tinham como objectivo a preservação dos revestimentos originais, e muitos destes revestimentos continuaram a ser removidos e substituídos por outros novos, nem sempre compatíveis com a estrutura antiga (Tavares, 1998: 65-91).



Fig. 5, Variedade decorativa da arquitectura algarvia

É somente a partir da *Carta Italiana de 1987* (carta não proclamada), onde esse assunto é tratado com a relevância merecida, quando é referido, no Anexo B, que os revestimentos exteriores, sejam eles simples rebocos ou revestimentos decorativos, são elementos primordiais para a caracterização da estrutura edificada, devendo por isso serem conservados. A partir dessa data, assiste-se, dentro da comunidade científica, ao crescente interesse pelos estudos de caracterização químico-física das antigas argamassas e pelos estudos sobre a compatibilidade

⁴⁹ Sobre os diversos planos de cor consultar entre outros: G. Tagliasacchi - *Colore e ambiente-Sikkens nel restauro*, AKSO, Torino, 1991; R. Codello, *Il costruito a colori*, in *Recuperare*, n.º 3, Milano, Peg spa, 1994, p. 190-197; AAVV, *Traitements des façades*, Marselha, ICOMOS, 1987; AAVV, *El colore del centro historico-metodologia y carta de color en el barrio del Carmem*, Valencia, Ajuntamente de Valencia, 1990; AAVV, *Beja – Centro Histórico. Plano de Salvaguarda e Recuperação*, FADEPA, Câmara Municipal de Beja, 198, p. 118-126; B. Lange, *The Clours of Rome*, Rome, Danish Architectural Press, 1995.

⁵⁰ O projecto de reabilitação do centro histórico de Guimarães foi desenvolvido pelo Gabinete Técnico Local, integrando a participação do Museu Alberto Sampaio e da Associação Muralha, tendo como responsável a arquitecta Alexandra Gesta. Este projecto obteve o prémio Rainha Sofia, em Espanha e resultou entre outros na publicação de um pequeno manual técnico, Museu Alberto Sampaio e Muralha, *Técnicas de Construção Tradicional*, Associação de Defesa do Património, Caderno n.º 1 – Tintas.

das argamassas de substituição, fazendo ressurgir a importância das artes da cal e das suas diversas técnicas. Em Portugal, também neste período, diversos investigadores preocupados com esta temática, debruçaram-se sobre o assunto, com o interesse pela preservação das superfícies arquitectónicas dos diversos monumentos portugueses (Henriques, 1991b; Henriques, 1994; Aguiar, 1994; Aguiar, 1996a; Santos Silva, 1999).

Porém, dada a dinâmica das sociedades, os problemas de hoje ampliaram-se e por conseguinte, as discussões no âmbito da conservação, adquiriram um espectro mais abrangente. A *Carta de Cracóvia (2000)*⁵¹, refere que «... cada comunidade tem a sua memória colectiva, e consciente do seu passado é responsável pela identificação e gestão do seu património ... este património não pode ser definido de um modo único e estável». Assim e de acordo com esta *Carta*, para manter e conservar um lugar e a sua imagem urbana, torna-se necessário (Menezes, 2002: 766):

- Conservar os edifícios históricos e monumentos; mantendo a sua autenticidade e integridade.
- Conservar a decoração arquitectónica, esculturas e elementos decorativos; estes elementos fazem parte do património construído e devem ser conservados, a nível técnico e estético, por exemplo conservando as cores das fachadas dos edifícios, mediante um projecto específico.

No entanto, sabe-se que nem sempre estes revestimentos mereceram a atenção dos técnicos responsáveis pelo restauro destes imóveis, sendo considerados como “arte menor”; ainda hoje, durante o processo de restauro de um edifício, dá-se pouca importância aos rebocos e aos acabamentos originais. Muitos destes acabamentos são frequentemente substituídos por novos, perdendo-se, assim, parte da história técnica e material da obra; a moda restauradora de extrair todo o revestimento, deixando as paredes limpas com alvenaria à vista, é um factor que contribui para uma mais rápida deterioração da alvenaria. Importa ainda mencionar que os seus construtores, provavelmente não as conceberam para serem mostradas desprotegidas, como hoje vemos em muitas edificações intervencionadas, seja no seu interior ou no seu exterior.

A prática da conservação das superfícies arquitectónicas em Portugal é recente, somente em meados da década de noventa do século passado é que os restauros arquitectónicos visam a preservação dos revestimentos originais. Em 1995, iniciou-se a intervenção na fachada do Palácio Nacional de Sintra, sob a orientação do Professor Fernando Henriques, após algumas mudanças na proposta inicial de intervenção, que previa a remoção de todos os rebocos e substituição por outros compostos por cimento. Esta intervenção foi efectuada, conforme cita

⁵¹ Carta de Cracóvia, *Princípios para a Conservação e Restauro do Património Construído*, 2000.

Henriques «... baseada no princípio de que o que está funcional não deve ser alterado e ainda na utilização exclusiva de soluções tradicionais optimizadas, como forma de assegurar uma compatibilidade adequada com o edifício existente» (Henriques, 2002: 27-38). No final daquela década, efectuaram-se diversas intervenções na região de Évora, sob a orientação do Arquitecto José Aguiar, tendo também como objectivo principal a conservação das superfícies arquitectónicas dos revestimentos exteriores. Nesse sentido, foram restaurados: diversos estucos (*stuccos*) na Praça do Giraldo; um revestimento com fingidos de azulejo e esgrafitos, que estavam escondidos por diversas camadas de cal, na Rua 5 de Outubro⁵²; um revestimento em esgrafitos num edifício em Monsaraz (Aguiar, 1999b; Aguiar, 2006). Nota-se que actualmente, a consciência pela preservação máxima destes revestimentos exteriores já está patente entre a comunidade científica portuguesa; no entanto, ainda se assiste a restauros onde a *praxis* é a extracção dos revestimentos antigos com base em cal e a sua substituição por outros muitas vezes incompatíveis com a estrutura antiga.



Fig. 6. Edifício da Rua 5 de Outubro, Évora, antes e depois do restauro (foto J. Aguiar)



Fig. 7. Restauro dos esgrafitos, Monsaraz

É ainda fundamental referir, a pouca importância que tem sido dada aos revestimentos com base em cal, que cobrem as diversas fachadas dos edifícios da arquitectura moderna portuguesa. A maioria destes edifícios têm traços de relevantes arquitectos da geração moderna portuguesa, onde a arquitectura ia para além da forma, havendo uma preocupação com as técnicas e a qualidade dos materiais empregues. Na opinião da historiadora Sandra Costa «... No que respeita a técnicas, tecnologia e material empregue na edificação, estamos perante imóveis de extrema qualidade ... Este vasto universo construído responde ao programa encomendado, alia os bons materiais de construção a excelentes técnicas construtivas e surge edificado numa linguagem estética fruto de um tempo específico» (Costa, 2002: 107). No decorrer desta tese foi possível

⁵² É de referir que estes revestimentos foram descobertos pelo Arq.º José Aguiar durante a sua tese e foram restaurados pela Restauradora Ana Sofia Lopes, com orientação da Arquitecta e Restauradora Irene Frazão e do Arq.º J. Aguiar. Consultar J. Aguiar, *A salvaguarda dos revestimentos arquitectónicos e o problema da sua "apresentação"* (Parte I e Parte II). In Revista Pedra Cal, Ano III, n.º 9 e 10, Lisboa, GECORPA, 1999.

participar em dois importantes estudos sobre estes revestimentos efectuados entre a década de quarenta e cinquenta do século XX.

Neste âmbito, em 2006 foi restaurada a fachada do Edifício Principal do LNEC (edifício de 1950), sob a orientação da Eng.^a Rosário Veiga, tendo como princípio orientador a máxima conservação do revestimento original, no caso um revestimento a marmorite executado com cal. Nesta intervenção foram removidos apenas os revestimentos que estavam degradados, devido à oxidação da estrutura de ferro do betão; as zonas de lacunas foram colmatadas com argamassas semelhantes às originais (Veiga *et al.*, 2006a). Em 2007, efectuou-se um estudo de um edifício em Lisboa, projectado pelo Arquitecto Luís Cristino da Silva (prémio Valmor em 1944), sendo as paredes exteriores cobertas por um revestimentos de cal colorido, com incorporação do pigmento na própria argamassa. O revestimento encontrava-se em bom estado de conservação, notando-se destacamentos pontuais devido à presença de humidade. As recomendações para a intervenção foram efectuadas seguindo o princípio da conservação do revestimento original e as argamassas de substituição teriam de ser refeitas com materiais semelhantes aos existentes (Veiga *et al.*, 2007a).

Desta forma, pode-se constatar que muitos edifícios modernos portugueses, possuem as suas fachadas exteriores cobertas por revestimentos com base em cal, conjugando a aplicação da boa técnica construtiva e aplicação de excelentes materiais, originando uma linguagem estética, fruto de um tempo específico, e por isto merecem também ser conservados como testemunhos arquitectónicos e artísticos de uma época.

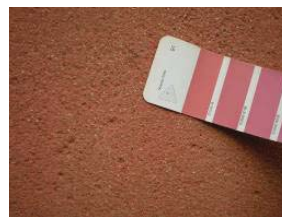


Fig. 8. Marmorite da fachada do Edifício Principal do LNEC

Fig. 9. Edifício com revestimento de cal, Lisboa (Prémio Valmor)

Brandi, em 1963, notou que a arquitectura goza da dupla e indivisível natureza do monumento histórico e de obra de arte. Assim o restauro da arquitectura implica igualmente a consideração de bases históricas, técnicas e estéticas (Brandi, 1995: 77).

Estes revestimentos exteriores, considerados usualmente como superfícies de sacrifício, devem ser preservados e a sua renovação, ao contrário das práticas dominantes, deverá ser feita só em casos que se justifiquem. A sua preservação contribuirá para uma historiografia mais atenta dos materiais de manufactura e assim surgirá um novo tipo de conhecimento, o conhecimento da arquitectura, através da identificação dos materiais e das técnicas utilizadas, que irá criar uma linguagem crítica da história da arte e da arquitectura. Por outro lado, deverá haver igualmente uma preocupação com a conservação da imagem que nos foi transmitida, sendo necessário definir os critérios das intervenções, actuais e futuras, visando a utilização de materiais compatíveis, detendo assim um potencial ecológico e económico, no que respeita à sustentabilidade da conservação e do seu desenvolvimento (Menezes e Tavares, 2008: 4).

Com efeito, estes revestimentos devem ser conservados, devido aos seguintes aspectos:

- Funcionais – são elementos importantes para a protecção da alvenaria antiga pois, sendo a “pele” dos edifícios, protege-os das acções climáticas, dos choques mecânicos e da contaminação ambiental; podendo ainda reforçar significativamente a resistência mecânica de alvenarias fracas, aspecto não desprezável, já que as paredes antigas têm, em geral, funções estruturais (Veiga, 2003b: 2).
- Estéticos – as distintas técnicas de acabamentos, lisos ou decorativos, são fulcrais para a leitura da arquitectura, realçando diferentes expressões estéticas de cada povo ou região, reflectindo-se em edifícios únicos e estando relacionadas com questões de moda, gosto ou estilo. Todas estas peculiaridades a nível estético, fazem parte da memória dos povos que habitam a cidade, sendo assim, estes revestimentos são elementos determinantes para a imagem do edifício, da sua arquitectura e do local onde se encontra inserido (Aguiar, 2002b: 8-10).
- Históricos, técnicos e materiais – as distintas camadas de argamassas, constituem testemunho tecnológico cultural de um povo. Com o avanço da tecnologia nesta área e com a contribuição da química, através de distintos ensaios laboratoriais, é possível identificar as diferentes composições destas argamassas (ligantes, agregados e aditivos) e a técnica de aplicação empregue. Assim, estas argamassas são documentos históricos fundamentais devido à diversidade de materiais e técnicas empregues, para além de identificar os produtos do seu território de natureza geológica, constituindo traços particulares de diferentes culturas e civilizações.

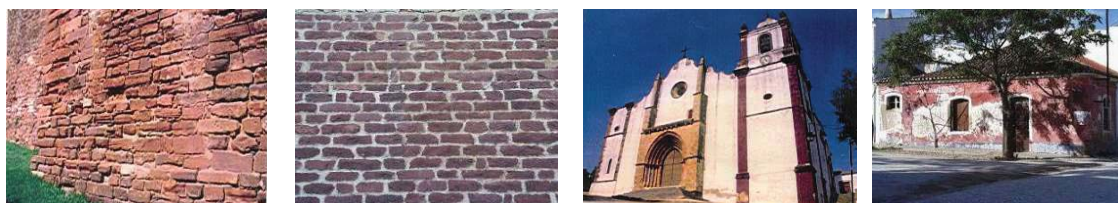


Fig. 10, A cor dos materiais da região transportada para a fachada exterior, Silves

Com efeito, é possível considerar que para manter e conservar um lugar e a sua imagem, torna-se necessário ter em conta os sentidos e valores simbólicos, sociais e culturais mas também as dimensões construtiva, técnica, decorativa e estética. Nesse sentido, a salvaguarda da imagem urbana, evoca a emergência de uma prática interdisciplinar de análise, avaliação, abordagem e intervenção (Menezes e Tavares, 2003: 4; Tavares *et al.*; 2005b: 2-8).



Fig. 11, A diversidade cultural portuguesa

Portanto, grandes desafios ainda aguardam soluções. Uma das dificuldades da conservação dos revestimentos antigos com base em cal está relacionada com o desconhecimento e/ou perda do conhecimento das técnicas e materiais utilizados, e com o desconhecimento das técnicas de restauro para conservá-los. Um dos objectivos desta tese, como já foi mencionado, é realizar um levantamento, tendo em vista a compilação das antigas técnicas de revestimentos e uma abordagem científica sobre as diversas formas de restaurá-los. Acredita-se que seja possível encontrar argumentos no sentido de minimizar estas perdas, trabalhando numa perspectiva da conservação urbana integrada, permitindo desenvolver propostas de intervenção adequadas às actuais dinâmicas económicas. É de referir ainda que melhorar a vida dos habitantes da cidade e salvaguardar a memória para gerações futuras é, sem dúvida, um dos principais desafios que se colocam ao nível da implementação de uma política de conservação (Silva e Tavares, 2004: 9; Menezes e Tavares; 2008a: 6).

QUADRO 3

REVESTIMENTOS EXTERIORES COM BASE EM CAL: DESAFIOS À CONSERVAÇÃO
(Menezes e Tavares, 2008)

Obstáculos à conservação	Aspectos favoráveis à conservação	Formas de actuação	Resultados esperados
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de registo dos elementos e técnicas preexistentes - Desconhecimento da composição e técnicas envolvidas - Exposição a acções destrutivas/degradação - Falta de manutenção e dificuldade de reprodução das técnicas construtivas - Reparação por meio da extracção dos elementos antigos - Substituição dos elementos antigos por modernos - Necessidade de utilização de materiais compatíveis 	<ul style="list-style-type: none"> - Acção protectora das paredes dos edifícios, com maior desempenho que os materiais modernos - Técnicas distintas e elaboradas - Registo de culturas arquitectónicas - Condicionam o aspecto exterior dos edifícios, influenciando a imagem urbana - Potencial ecológico (a partir da utilização de materiais tradicionais), económico e sustentável de salvaguarda e desenvolvimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento e o registo das antigas técnicas de revestimentos - Levantamento e registo do modo aplicação - Levantamento e registo dos instrumentos e materiais utilizados - Intervenção de restauro orientada pela máxima conservação e mínima intervenção, utilizando materiais compatíveis com a estrutura antiga, promovendo a utilização de materiais tradicionais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuir para a conservação do património arquitectónico - Aplicação prática de antigas técnicas de revestimentos, com o envolvimento da comunidade, através de ateliers de formação e <i>workshop</i> - Qualificação e integração profissional dos jovens, e (re)inclusão social dos antigos artesãos na comunidade - Criar plataformas interdisciplinares de trabalho para a promoção integrada da sustentabilidade - Promover o desenvolvimento das comunidades envolvidas

3 REVESTIMENTOS EXTERIORES – COMPOSIÇÃO E TÉCNICA

3.1 ENQUADRAMENTO

O interesse pela descrição dos sistemas de revestimento exterior de edifícios antigos quanto à sua função, a sua composição, os seus materiais e a sua metodologia construtiva surgiu face à deficiência normativa e técnico-científica sobre o assunto, pois para se poder intervir sobre um revestimento antigo é necessário conhecer a sua técnica de execução.

Neste Capítulo far-se-á uma descrição das principais argamassas utilizadas para o edifício antigo, dos diferentes componentes e das distintas técnicas existentes; contudo dar-se-á maior ênfase à cal e aos diferentes tipos de argamassas e revestimentos executados com este produto, por ser o principal material presente nos revestimentos exteriores estudados no âmbito desta tese. Com efeito, a terra, o gesso e a cal foram os ligantes mais comuns usados nos revestimento na Antiguidade. A cada tipo de suporte e a cada época, corresponde uma técnica com diferentes expressões.

3.2 A ESPECIFICIDADE DE CADA REVESTIMENTO

Os revestimentos de paredes usados na arquitectura desde os tempos mais remotos, têm como função principal proteger os suportes de agentes externos tais como: variações climatéricas; diversos agentes agressivos como a água, o vento, a poluição; as variações térmicas, etc., além de ter uma função decorativa, de natureza artística ou arquitectónica, de grande importância para a representação estética do edifício e da imagem urbana onde está inserido.

3.2.1 A Terra na Construção

A terra juntamente com a cal, é um dos ligantes mais antigos das argamassas; o seu uso é conhecido desde 6.000 a. C. em construções na Turquia (Veiga, 2007c: 20), marcando presença

em todos os Continentes e em todas as épocas através do recurso a variadas técnicas tais como a taipa e o adobe (Rodrigues, 2005: 2; Mendonça, 2005: 10; Segurado, 1936: 93):

- A taipa – é constituída por terras argilosas, resultando em construções de paredes monolíticas; a técnica consiste em assentar a terra para dentro de um molde, tradicionalmente de madeira, e depois comprimi-la com um pilão ou compressor pneumático; ao secar endurece, oferecendo resistências mecânicas consideradas razoáveis. É considerado um método mais rápido de execução relativamente ao adobe.
- O adobe – adopta forma de tijolo, é constituído por uma mistura de terra crua (bastante argilosa) com eventual mistura de fibras vegetais; a confecção dos tijolos pode ser efectuada à mão ou em moldes que posteriormente são secos ao Sol. Com a alvenaria de adobe podem ser executadas paredes, arcos, abóbadas e cúpulas com diferentes espessuras (Rodrigues, 2005: 2).

Os revestimentos de paredes de terra crua são geralmente formados por um sistema de camadas de argamassa constituídas por ligantes minerais, onde a terra e a cal são os mais utilizados. As argamassas constituídas por terra e cal, geralmente possuem pouca resistência mecânica e tendem a fissurar, devido ao elevado teor de finos. Para evitar esse efeito, são introduzidas fibras vegetais com a finalidade de diminuir esta fissuração e aumentar a sua resistência mecânica. As argamassas de terra possuem ainda cores e tonalidades distintas, que dependem da composição e origem do material (Rodrigues, 2005: 9-10; Veiga *et al.*, 2008: 15). Tanto a alvenaria de taipa como a de adobe recebiam uma camada de acabamento, geralmente constituída por uma argamassa de cal e terra. Conforme Francisco Sanchez, o mundo islâmico empregou intensamente a terra nas suas argamassas, criando um produto de grande qualidade que se tem conservado até aos nossos dias (Sanchez, 2002: 21).

Segundo Mariana Correia, a introdução na Península Ibéria das técnicas construtivas em terra, é uma prática que advém da pré-história, existindo vestígios no Neolítico e Calcolítico, como também da Idade do Ferro; contudo a mesma autora afirma que foram os muçulmanos os que mais divulgaram e generalizaram a técnica (Correia, 2003: 2). Em Portugal, este tipo de construção, difundiu-se essencialmente no Centro e Sul do País, nomeadamente nos edifícios de habitação e em fortificações militares. A utilização desta técnica em Portugal decaiu no século XX, vindo a ser gradualmente abandonada, devido principalmente a algumas desvantagens, tais como a baixa resistência mecânica, impossibilitando a construção em altura quando comparada com o tipo de construção actual, maioritariamente constituída por estrutura de betão armado e alvenaria de tijolo ou de blocos com argamassa de cimento Portland. A limitada resistência mecânica é particularmente desvantajosa em regiões sísmicas, assim como, a elevada susceptibilidade à água é outro problema deste material. Hoje em dia assiste-se a um crescente incentivo de acções

de reabilitação desta prática, sobretudo devido ao seu forte potencial ecológico⁵³, sendo fundamental o conhecimento da técnica dos revestimentos com base em terra, para conservar, de maneira eficaz, as construções existentes.



Fig. 12. Construção em taipa, Castelo de Paderne



Fig. 13. Revestimento em terra e palha, Vinhais



Fig. 14. Argamassas com colorações distintas

3.2.2 As Argamassas com Base em Gesso

O gesso foi muito utilizado pelos egípcios (3.110 a. C. a 30 a. C.), uma vez que possuíam este material em abundância nas margens do rio Nilo. Esta civilização empregou este produto como material principal na maioria dos seus revestimentos, conseguindo assim um maior domínio de uso e técnica, subsistindo ainda os revestimentos com gesso nas pirâmides de Keops (2.600 a. C.). Conforme Gárate, os egípcios foram os primeiros a desenvolverem a técnica da escaiola com o uso de gesso (Gárate, 1994: 22). J. Aguiar, refere na sua tese, que o gesso antecede a utilização da cal em revestimentos, um dos motivos para tal ocorrência, seria a fácil técnica de extracção e as baixas temperaturas de calcinação requeridas. O gesso é obtido através de uma calcinação mais simples, entre 130 a 170 °C, enquanto que para a cal são necessários 900 °C para obtenção cal viva de boa qualidade (Aguiar, 1999a: 226). O gesso pode ser considerado um ligante aéreo, pois só faz presa em contacto com ar embora a reacção de endurecimento seja hidráulica, portanto necessite de água (Ribeiro, 2000: 24). Desta forma, o gesso não possui a resistência nem a durabilidade da cal, para Rosário Veiga, a susceptibilidade à acção da água é um dos grandes problemas deste ligante, limitando a sua aplicação no exterior, sendo encontrado e utilizado sobretudo em regiões secas (Veiga, 2007c: 20). Carla Arcaolo, compartilhando da mesma opinião de Veiga, esclarece igualmente, que não se deve utilizar argamassa composta por gesso para o exterior (Arcaolo, 2001: 49), contudo, alguns autores espanhóis referem a utilização do gesso em revestimentos exteriores. Gárate, no livro *Arte de Los Yesos*, comenta que no século XVIII utilizou-se muito este produto para revestimentos de fachadas exteriores, como

⁵³ A Escola Nacional de Artes e Ofícios de Serpa, oferece cursos destinados à construções de terra. Várias Câmaras Municipais e Universidades têm vindo a desenvolver estudos práticos e teóricos nesta área. Existe ainda a Associação Centro da Terra formada por um grupo de pessoas com formações diversas destinadas a estudar e reabilitar a técnica da construção em terra, tendo uma acção muito activa no nosso País. Consultar: www.centrodatterra.org.

acabamento de imitação de pedra ou tijolo, com incorporação ou não de pigmentos. O autor refere que no século XVII, Luís XIV ordenou que todas as fachadas de madeira dos edifícios fossem recobertas por rebocos de gesso «... *tanto en el interior como en el exterior, de tal manera que se encuentren en situación de resistir el fuego...*». O mesmo autor comenta ainda sobre a utilização de gesso, em diversos edifícios do século XVIII em Paris e em edifícios do século XIX em Madrid, explicando sobre a composição deste rebocos e sobre os estudos laboratoriais efectuados sobre os mesmos, contudo não esclarece se são aplicados para o interior ou exterior (Gárate,1999: 55-56). Sanchez, em 1999, escreveu um texto sobre a tradição do uso do gesso no exterior na região de Aragón em Espanha; neste artigo o autor descreve sobre os diversos revestimentos exteriores, que analisados em ensaios laboratoriais comprovou-se que eram constituídos por cal e gesso (Sánchez e Zaragoza, 1996: 183-200). Em Portugal, no decorrer da pesquisa bibliográfica para realização desta tese e no decorrer dos trabalhos práticos de análises de argamassas antigas portuguesas, não se encontraram registos que comprovassem a utilização de rebocos de gesso no exterior de edifícios.

O gesso é muito utilizado para a confecção do estuque, misturado com cal aérea, em pasta ou em pó, para o interior das construções, com excepção de alguns casos detectados em revestimentos exteriores (Sánchez,2000: 184). É um revestimento empregue, sobretudo para revestir paredes ou tectos. Esta técnica denominada estuque, ressurgiu na Europa com a presença dos árabes e desenvolveu-se na Península Ibérica nos séculos XIV e XV, em composições extremamente rendilhadas e artisticamente trabalhadas com grande esplendor, como se encontra em Alhambra/Granada (Ribeiro, 2000: 14).

É importante esclarecer as diferenças entre estuque e estucos (*stuccos*). Neste documento descreve-se como *estuque*, o revestimento composto por gesso, utilizado principalmente para o interior, enquanto *estuco* descreve-se como sendo o revestimento composto por cal e areias finas, utilizado para ornatos em relevo, geralmente no exterior; porém pode igualmente ser encontrado no interior⁵⁴.

O estuque atinge o seu esplendor no século XVIII com o Barroco e, principalmente, com o Rococó. No século XIX, é muito difundido durante o Ecletismo, sendo igualmente difundido pelos movimentos de Arte Nova e Arte Déco. No decorrer do século XX, perde a sua exuberância decorativa e a sua importância estilística, mas mantém-se como um material muito apreciado e usado em Portugal, nos revestimentos interiores.

Em Portugal, segundo Cyrillo Volkmar Machado, a introdução do estuque deveu-se à vinda do italiano Giovanni Grossi (1719-1781) que, a convite do Marquês de Pombal, foi leccionar aulas de estuques e desenhos, formando diversos discípulos que disseminariam a técnica por todo o País

⁵⁴ Sobre os estucos (*stuccos*) ver capítulo 3.4.1.2 - *Revestimentos exteriores de acabamentos e decoração* desta tese.

(Machado, 1922: 215-216). Não obstante, Eduarda Vieira, na sua dissertação sobre os estuques no Norte de Portugal, cita a existência de fragmentos de estuques de uma casa romana pertencentes à Coleção Marciano d'Azuaga, hoje propriedade da Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia (Vieira; 2002: 257). Fátima Llera, em 2006 refere-se num artigo, sobre a descoberta de uma arca tumular decorada com padrões estilísticos do gótico (século XV) e de influência *mudéjar*, em gesso na Igreja de Faro, segundo a autora, é um exemplar singular desta época em Portugal (Llhera, 2006: 92-97). É de salientar mais uma vez, que os estuques em Portugal foram usados maioritariamente no interior e como revestimento decorativo, segundo Vieira, é no Norte de Portugal, que se concentra a maioria dos estucadores portugueses, principalmente em Afife, onde famílias inteiras exercem este ofício⁵⁵ (Vieira, 2002: 141). Conforme Ribeiro, em Portugal utilizam-se dois tipos de gesso para construção: o gesso para esboço (de cor escura ou parda) e o gesso para estuque (de cor branca); contudo as pedras de gesso brancas não existem em Portugal, sendo importadas de Espanha (Ribeiro, 2000: 22-24).



Fig. 15, Estuques Renascentistas, Charola de Tomar



Fig. 16, Estuques do século XIX, Igreja S. Francisco, Tavira

3.2.3 As Argamassas com Base em Cal

A cal, devido à sua versatilidade e natureza, é um dos materiais mais nobres e um dos primeiros que se tem empregue na arquitectura e nos revestimentos de paredes. Segundo referências bibliográficas consultadas, a utilização mais antiga de que se tem conhecimento da cal, foi na época neolítica, na Vila de Catal Huyuk na Turquia (6.000 a. C.) (Gárate, 1994: 61; Galindo, 2004: 97, Santiago, 2001: 207; Sanchez, 2002: 10).

Os gregos (século VII a. C. a II a. C.) terão sido os primeiros a usar argamassas de cal como revestimentos de paredes. De uma forma geral, as argamassas gregas eram constituídas por cal e areia fina, mas segundo as necessidades, acrescentavam aditivos para se conseguir argamassas mais duras e resistentes à humidade, como é o caso do uso da terra de Santorini (pó

⁵⁵ Sobre os estuques no Norte de Portugal é de grande interesse consultar a tese de Eduarda M.^a da Silva Vieira, *Técnicas tradicionais de fingidos e de estuques no Norte de Portugal. Contributo para o seu estudo e conservação*, Tese de Mestrado, Évora, 2002.

vulcânico), que conferia hidráulica às argamassas (Sanchez, 2002: 16). Foram também os gregos, conforme Galindo, os primeiros a aplicar a técnica de polimento sobre as argamassas, criando assim uma estrutura impermeável e mais duradoura (Galindo, 2004: 55). Contudo, foram os Romanos (século III a. C. a V d. C.), herdeiros da tecnologia grega, que dominaram a técnica de execução das argamassas de cal, popularizando-a e expandindo-a por todo Império, tornando-a muito mais eficaz na forma de revestimentos.

Não se sabe a data exacta da introdução da cal em Roma, sabe-se apenas que este material foi utilizado nos últimos séculos da República (século II e I a. C.). A grande inovação desta civilização foi a descoberta da argamassa *Opus caementicum* (cal + mistura de pedra vulcânica de Puzzoli triturada), conhecida como o cimento romano. No tempo do Imperador Augustus, era obrigatório o uso de argamassa com adições *pozolánicas* em todas as obras públicas, e desta forma, Roma foi construída nesse período com este tipo argamassa, que entretanto se generalizou por outras civilizações e culturas (Sanchez, 2002: 17). Para Lamprecht, citado por Veiga «o betão romano é a invenção mais notável da engenharia» (Veiga, 2007c: 22).

As argamassas romanas atingiram elevada qualidade e durabilidade, como demonstram inúmeros exemplos de construções ainda existentes, onde as argamassas de revestimento e de juntas sobreviveram a milénios de agressões, mantendo-se em bom estado de conservação até aos nossos dias. Existem provas evidentes da qualidade e durabilidade das argamassas romanas, e diversos estudos e análises têm sido realizados comparando as argamassas romanas com as argamassas actuais. A qualidade destas argamassas devia-se sobretudo:

- i) à boa selecção dos materiais;
- ii) à boa mistura dos componentes constitutivos; os elementos eram comprimidos com pilão, expulsando assim todo o ar;
- iii) ao uso de aditivos especiais que conferiam às argamassas propriedades hidráulicas, através da adição de substâncias com reacções pozolánicas, como terra vulcânica, telhas, tijolos ou argila;
- iv) e por fim, ao aperfeiçoamento da técnica de aplicação.

Foram igualmente os Romanos, que introduziram a aplicação da argamassa em várias camadas e subcamadas (Galindo, 2004: 99; Gárate, 1994: 65; Aguiar, 1999a: 227).

Vitrúvio, engenheiro e arquitecto romano, contemporâneo de Júlio César, viveu no séc. I a. C., deixando como legado, a sua obra *De Architectura*, em dez volumes, que trata das construções do período Greco-Romano.

No que diz respeito à utilização da cal no domínio construtivo, Vitrúvio refere que «... logo, porém, que se tenha atingido a norma da maceração da cal, e se tiver conseguido o melhor possível este

preparado para obra, tomar-se-á uma colher de pedreiro e, da mesma maneira que se talha a madeira, assim se temperará com ela a cal no seu recipiente. Se a colher encontrar cálculos, é sinal de que ela não está devidamente fervida; e também se o ferro sai seco e limpo, indicará que ela se encontra sem força e seca; porém quando se apresentar untuosa e correctamente preparada, aderindo em volta desta ferramenta como glúten, dará prova de que a todos os títulos, se encontra no ponto desejado» (Vitrúvio, 2006: 266).

Este autor recomenda que seja usado o traço 1:3 para as argamassas, descrevendo qual a melhor pedra para extracção da cal, comentando que «.. tendo areias disponíveis, deverá recorrer-se, com diligência, à cal, devendo ser queimada a partir da pedra branca ou de tufo calcário; será útil nas estruturas a que for de pedra sólida e mais dura, e nos revestimentos a de pedra porosa ... apagada a cal, misturar-se-á a argamassa, de modo a que se lancem nela três partes de areia, para uma parte de cal; se for de origem fluvial ou marinha, misturem-se duas partes de areia e uma de cal» (Vitrúvio, 2006: 78).

Quanto à técnica de aplicação para os revestimentos de paredes, este autor aconselha o uso de diversas camadas e a aplicação de pó de mármore para não haver fissuras, explicando que «... deverão ser rebocadas as paredes o mais asperamente possível e depois, por cima destes rebocos ainda em processo de secagem, passar-se-ão algumas demãos de areia, de modo que sejam niveladas, no sentido do comprimento, por régua e pelo cordel, no sentido da altura ... deste modo, será perfeito o aspecto dos revestimentos nas pinturas. Secando, lançar-se-á uma nova camada, e, ainda uma terceira; assim quanto mais compacto for o revestimento da mistura de cal e areia, tanto mais firme será a solidez do revestimento, para resistir ao tempo ... quando se tiverem aplicado pelo menos três camadas de areia, então deverão ser passadas demãos com pó de mármore triturado ... Após aplicação de uma grande camada e esta começar a secar, lance-se outra média ... e outra mais fina ... Assim quando as paredes forem consolidadas com três camadas de massa e areia e outras tantas de pó de mármore, não poderá sofrer gretas nem qualquer outro prejuízo» (Vitrúvio, 2006: 268).

Vitrúvio é sem dúvida, a fonte mais completa para o estudo dos elementos constitutivos das argamassas de cal desta época, sendo hoje em dia um documento de estudo indispensável, para todos os investigadores da matéria. Compreender a sua obra, no sentido de tentar reproduzir e aplicar as suas receitas é um objectivo para aqueles que acreditam nas capacidades e na durabilidade dos revestimentos de cal.

Em Portugal, são inúmeros os vestígios de construções deixadas por esta cultura romana. Actualmente, investigadores portugueses, preocupados em compreender cientificamente a técnica de execução e a durabilidade destas argamassas, têm vindo a estudá-las, como são os casos das argamassas dos sítios arqueológicos de Tróia, Conímbriga, S. Cucufate, Mértola entre outros (S. Silva *et al.* 2006; Veiga, 2007c: 7; Velosa, 2007a: 6; Adriano, 2007: 1).

Ana Velosa, na sua tese, estudou distintas argamassas romanas em diferentes aspectos, como por exemplo, a questão da composição e resistência. As argamassas romanas estudadas por Velosa foram as do sítio arqueológico de Tróia, de Conímbriga, do Criptopórtico do Museu Machado de Castro (em Coimbra) e da Barragem romana de Álamo (no Algarve). As argamassas designadas por *Opus Sgninum* foram recolhidas em locais onde havia a presença de água, constatando-se que o ligante utilizado foi a cal aérea com adição de fragmentos cerâmicos. A resistência mecânica apresentou resultados variáveis entre 3,1 MPa (segundo a autora similar à do betão romano) e 1,8 MPa, exibindo uma capacidade de absorção capilar e de secagem eficaz, sendo assim consideradas argamassas de boa qualidade e em bom estado de conservação (Velosa, 2006: 69-125).

Os químicos Santos Silva e Candeias têm igualmente analisado quimicamente diversas argamassas romanas existentes no País, mais propriamente as do sítio arqueológico de Tróia e de Mértola. As argamassas de Tróia por eles analisadas, foram argamassas de fundação e argamassa de acabamento. Para as argamassas de fundação, concluíram que estas se apresentavam bastante compactas e mais resistentes que a argamassa de acabamento, sendo compostas por cal aérea, ricas em carbonato de cálcio, areias siliciosas com adição de fragmentos cerâmicos, originando um composto hidráulico. A argamassa de acabamento era constituída igualmente por cal aérea, observando-se uma maior quantidade de agregados. Foi ainda verificado que as argamassas se apresentavam contaminadas por halite (cloreto de sódio) (Santos Silva *et al.*, 2006: 1643-1648).

Patrícia Adriano estudou duas amostras de argamassas da época romana da Torre do rio em Mértola, verificando que estas argamassas eram compostas por cal aérea, tipo calcítica, agregados siliciosos e fragmentes cerâmicos. A observação da amostra ao microscópio electrónico de varrimento, permitiu comprovar a presença de aglomerados de cristais de aluminatos de cálcio, provenientes possivelmente da reacção entre o ligante e os minerais dos agregados, nomeadamente do pó cerâmico (Adriano, 2007: 1-12).



Fig. 17, Argamassas romanas, Rabaçal (foto IN SITU)



Fig. 18, Argamassas romanas, Torre do rio, Mértola



Fig. 19, Argamassas do séculos XVI, Castelo de Amieira do Tejo

Perante estes estudos verifica-se que as argamassas do período romano estudadas em Portugal são compostas em geral por cal área aditivada com pó cerâmico, para conferir hidráulicidade, possuindo ainda uma boa resistência mecânica.

Na Época Medieval, as argamassas produzidas continuaram a ser elaboradas como as romanas, não havendo grande evolução técnica, embora fabricadas sem qualidade e sem uma selecção cuidadosa dos materiais. Segundo Gárate, no século XII, por motivos económicos, foram impostas restrições às construções que assim passaram a desenvolver argamassa com pouca quantidade de cal; estas eram executadas com materiais de deficiente qualidade, através de uma mistura de cal com areia e terra. Esta insuficiente qualidade das argamassas medievais foi também comentada por Viollet-le-Duc nos seus textos. No quadro seguinte apresenta-se uma síntese classificativa das argamassas medievais (Gárate,1994: 155; Sánchez, 2002: 57; Galindo, 2004: 100).

QUADRO 4

CLASSIFICAÇÃO DAS ARGAMASSAS MEDIEVAIS SEGUNDO VIOLLET-LE-DUC
(Gárate, 1994; Sanchez, 2002; Galindo, 2004)

Época (séculos)	Qualidade das argamassas
IX, X e XI	Medíocre, devido à perda dos conhecimentos romanos. Contudo, foram encontrados nestas argamassas fragmentos de telha.
XII	Misturas mais homogéneas; a qualidade começa a melhorar: Porém, foi observada mistura de carvão ⁵⁶ às argamassas e introdução de uma maior quantidade de areia.
XIII	Introdução de uma maior quantidade de areia e terra às argamassas de cal, devido às restrições económicas impostas na época.
XIV e XV	Novas melhorias nas argamassas, sobretudo na introdução de areia de qualidade.

O período que abrange o Renascimento e o Barroco (séculos XV a XVII), foi marcado pelo florescimento económico da Europa Ocidental, trazendo consigo um novo posicionamento artístico e arquitectónico que, por seu lado, contribuiu para a inovação conceptual e para um melhor conhecimento sobre os materiais e as técnicas utilizadas na Antiguidade.

No início do Renascimento, as argamassas eram constituídas por cal, pedaços cerâmicos triturados e terra; assiste-se ainda neste período ao reflorescer da prática do uso do estuque de gesso sobre os paramentos edificados (Sanchez, 2002: 31-33).

No Barroco verifica-se uma intensa produção de rebocos e estuques, como técnicas decorativas de revestimentos de paredes. Com efeito constroem-se fachadas exteriores de grande impacto

⁵⁶ O uso de carvão em argamassas pode ser para acelerar a carbonatação por facilitar o arejamento da argamassa ou simplesmente para conferir uma coloração cinzenta. Sobre o assunto consultar: Joaquim Caetano, *Revestimentos de imitação da pedra em Évora ou o gosto pela arquitectura erudita*, in: Revista Monumentos, n.º 26, Lisboa, DGEMN, 2007, p. 174-179 e Sofia Salema, *O esgrafito em Évora*, in: Revista Monumentos, n.º 26, Lisboa, DGEMN, 2007, p. 164-173.

cenográfico, sendo muito decoradas com pinturas efectuadas através da técnica do *afresco*. As argamassas utilizadas apresentam uma qualidade técnica e de intenções estéticas, como são os exemplos dos acabamentos fingindo pedra. Nesta época, foi muito usual o barramento colorido como revestimento, inclusive como acabamento final (Tavares, 1998: 63, Sanchez, 2002: 33; Gárate, 1994: 73-75).

A pesquisa efectuada no âmbito desta tese, permitiu constatar que, em Portugal, as argamassas do período que inclui os séculos XVII e XVIII, eram constituídas por cal aérea, e geralmente aplicada em três camadas. Na maioria dos revestimentos analisados, foi possível observar a existência de uma camada de barramento constituído basicamente por cal, em muitos casos aplicadas em duas subcamadas (Aguiar *et al.*, 1996b; Silva e Reis, 1998a; Silva e Reis, 1998b; Aguiar 2002c: 12; Tavares *et al.*, 2003).

O século XVIII demarca-se dos anteriores, nomeadamente no que respeita ao intenso desenvolvimento científico dos materiais. A cal aérea não possuía a propriedade de endurecer na presença de água, ou seja, não era hidráulica. Diante desta deficiência, e para a sua aplicação em ambientes húmidos, foram desenvolvidos diversos estudos sobre a cal e sobre os ligantes hidráulicos. Em meados do século, em 1755, o químico inglês Joseph Black, analisou cientificamente a questão da calcinação dos calcários e entre outros aspectos explicou a expulsão do dióxido de carbono como gás (Guimarães, 1998: 25). Ainda neste mesmo século, em 1756, o engenheiro inglês Smeaton, responsável pela reedificação do farol de Eddyston (Plymouth), sentiu a necessidade de realizar uma investigação sobre a cal mais adequada para ser utilizada em ambiente marítimo. Este engenheiro realizou estudos com diferentes tipos de cais, concluindo que as pedras mais impuras e que continham argilas, davam lugar a cais mais resistentes, mais hidráulicas, comprovando assim que a presença de argila era o factor principal que determinava a hidráulica, conferindo igualmente mais resistência às paredes dos monumentos (Gárate, 1994: 76; Sanchez, 2002: 34; Galindo, 2004: 102)⁵⁷.

Segundo Epitácio Guimarães, este material ficou conhecido por *cal d'água* e tinha cura mais rápida, em comparação com outras cais da época (Guimarães, 1998: 25). Nos finais deste século, em 1796, James Parker continuou, em Inglaterra, as investigações iniciadas por Smeaton e descobriu um cimento hidráulico natural, obtido da calcinação de nódulos de calcário impuro contendo argila muito rica em sílica e alumínio. Patentou este cimento ao qual chamou *cimento de Parker* ou *cimento Romano*⁵⁸ (Toraya, 2002: 1).

⁵⁷ Segundo bibliografia consultada as argamassas aplicadas por Smeaton duraram mais de cem anos, confirmando a sua resistência a ambientes marítimos. In: www.cimento.org/concreto.

⁵⁸ A fábrica de cimento de Parken ficou activa até 1810, ano que expirou a sua patente. in: www.cimento.org/concreto.

O cimento foi de facto conhecido e descoberto, no dealbar do século XIX, a sua origem etimológica está na expressão romana *opus caementicium* (obra cimentícia)⁵⁹. Os estudos avançaram com o objectivo de se obter um material de melhor qualidade e em 1812, o engenheiro J. Louis Vicat, realizou nesta nova centúria, os primeiros ensaios para produção de um cimento por calcinação, a partir de misturas artificiais de pedras calcárias e argilas. Este engenheiro chegou à conclusão que a sílica e a alumina eram os elementos que conferiam à cal as propriedades hidráulicas; divulgando assim o método para obter cal hidráulica de qualquer pedra calcária⁶⁰ (Aguiar, 1999a: 235; Sanchez, 2002: 34; Toraya, 2002: 1).

Em 1824, Joseph Aspdin, pedreiro inglês, requereu a patente, para um novo tipo de material, o cimento Portland⁶¹; a patente foi designada *Um aperfeiçoamento no método de produzir pedra artificial* e é conhecida como a de n.º 5022⁶². E foi a partir desta data que houve uma grande evolução tecnológica no fabrico deste cimento, que é conhecido e usado por todo mundo até aos nossos dias (Guimarães, 1998: 26; Toraya, 2002: 2).

Nos primórdios do século XIX, em Portugal, Ana Velosa, citando diversos autores, repara que o uso da cal ainda era frequente nas construções. Uma constatação desta prática, são os textos e manuais da época sobre a arte de bem construir, onde a cal é referida como um material de grande uso para as construções. Ainda no dealbar desta centúria, investigadores portugueses, como Castanheira das Neves e Sousa Coutinho, realizam estudos sobre as pozolanas nacionais, estudos de grande importância científica, que ainda hoje o são, para os investigadores da matéria (Velosa, 2006: 53).

No entanto, com a industrialização e com uma outra maneira de construir, o novo e revolucionário material, o cimento, paulatinamente, foi substituindo a cal. Em Portugal, a partir da década de

⁵⁹ Segundo o dicionário Porto Editora *cimento* é uma mistura de pó calcário e de argila cuja argamassa adquire muita dureza e resistência. (do latim *caementu*). In AAVV, Dicionário da Língua Portuguesa, Porto, Porto Editora, 2003, p. 359. Conforme Sanchez, *opus caementicium* refere-se a uma argamassa com propriedades hidráulicas obtidas a partir da mistura de uma pedra vulcânica de Puzzoli triturada e cal, por nós já ressaltada Sanchez, Ob. Cit., 2002, p. 34.

⁶⁰ Vicat lançou a obra *Investigações experimentais sobre a cal de construção, o concreto e as argamassas* onde descreve o método para obter cal hidráulica. In Juan das Cuevas Toraya, *A era do cimento*, In Vitruvius, Set 2002, <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq028/arq028>. Sobre os estudos de Vicat ler também J. Aguiar, Ob. Cit., p. 235-236.

⁶¹ O cimento Portland levou este nome devido à sua cor, após a hidratação lembrava o calcário da ilha de Portland. In J-Epitácio Guimarães, *A Cal - Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil*, São Paulo, Pini, p. 26.

⁶² A solicitação da patente afirmava textualmente «.. *O barro ou cascalho das ruas devem ser revestidas com pedra calcária, ou, se este material não puder ser obtido em quantidade suficiente, a pedra calcária calcinada tem que ser mesclada com uma quantidade determinada de argila e amassada com água por meio de trabalho manual ou com auxílio de uma máquina, até ser reduzida a uma massa impalpável. A pasta deve ser deixada para secar e, após se romper em pedaços, deve ser aquecida em um forno de cal, até que se esgote todo o ácido carbónico. O produto se reduz depois a pó com cascalhos e argamassas, estando pronto para o uso* ». In Juan das Cuevas Toraya, Ob. Cit.

cinquenta do século XX, começou a generalizar-se o uso de argamassas de cimento em revestimentos de paredes. As características deste material, de grande resistência, adequado para meios húmidos, homogéneo e com qualidade constante, a par do progresso na sua fabricação, são sem dúvida factores que levaram ao crescente uso deste material em detrimento da cal.

O cimento passou a ser usado extensivamente nas novas construções, mas também para o restauro de edifícios antigos, acarretando alguns problemas. Porém, é sabido que o cimento não é compatível com a argamassa antiga de cal, entre outros factores, devido à sua baixa porosidade, que dificulta a evaporação de água; o cimento contém ainda sais solúveis na sua composição, que irão afectar as argamassas existentes com base em cal, bem como possui elevada resistência mecânica e expansão térmica, o que pode provocar esforços e o surgimento de fissuras, danificando a estrutura antiga composta por materiais menos resistentes (Veiga, 2007d; Kanam, 2008: 25-26).

Em Portugal, o uso da cal aérea em revestimentos de paredes exteriores, acontece até meados do século XX, contrariando uma tradição oral em pronunciar que todos os revestimentos de finais dos séculos XIX e XX no País, eram constituídos por cimento. Os estudos efectuados no âmbito desta tese, sobre revestimentos exteriores em Portugal, incluindo o período que compreende o século XIX e início do século XX, comprovam o uso de cal área, nas diferentes camadas do revestimento (Aguar *et al.* 1996b; Tavares *et al.* 2003; Tavares e Veiga, 2006; Veiga *et al.*, 2006a; Veiga *et al.*, 2007b).

A busca de matérias-primas de baixo impacto, faz com que alguns materiais, como a cal e a terra, sejam vistos como os mais sustentáveis e portanto voltem a ser mais utilizados, e aos poucos vão substituir, em alguns casos, o cimento nas novas construções ditas ecológicas e sustentáveis. Assim, hoje em dia, são muitas as tentativas consumadas em diversas partes do mundo, para recuperar a tecnologia perdida de trabalhar com a cal, diminuindo o custo da construção tornando-a sustentável. No Quadro a seguir apresenta-se um resumo sobre a evolução e a descrição das argamassas antigas.

QUADRO 5

RESUMO DA EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS ARGAMASSAS DE CAL

Época		Tipo de argamassa	Bibliografia
Pré-História	Neolítico (6.000 a. C.)	A cal utilizada como acabamento e pintura.	Gárate, 1994; Sanchez, 2002; Galindo, 2004
Antiguidade	Egípcios (3.110 a. C. a 30 a. C.)	Maior uso do gesso.	Aguar, 1999a; Gárate, 1994; Veiga, 2007c.
	Gregos (VII a. c II a. C.)	Argamassas de cal, utilização da terra de Santorini como pozolana.	Sanchez, 2002; Galindo, 2004
	Romanos (III a. C e V d.C.)	Argamassa de cal + pozolanas de excelente qualidade (betão romano); aperfeiçoaram a técnica e difundiram.	Sanchez, 2002; Velosa, 2006; Galindo, 2004; Veiga, 2007c

QUADRO 5
(continuação)

Época		Tipo de argamassa	Bibliografia
Período Medieval	Românico e Gótico (Século V a XIII)	Argamassas de cal, mas de baixa qualidade.	Gárate, 1994; Galindo:2004
Período Moderno	Renascimento e Barroco (Século XIV ao XVIII)	Argamassas de cal, uso demasiado do barramento, estuques e revestimentos decorativos como os fingidos. Início dos estudos sobre os ligantes hidráulicos.	Gárate, 1994; Sanchez, 2002, Guimarães, 1998; Tavares, 1998
Contemporâneo	Do Neoclássico (XIX) ao nossos dias	Argamassa de cal até meados do século XIX (em Portugal usou-se até meados do século XX); descoberta do cimento. Actualmente a argamassa de cal volta a ser utilizada para o edifício antigo.	

3.3 DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS BÁSICOS UTILIZADOS NOS REVESTIMENTOS ANTIGOS

A escolha dos materiais é importante para a qualidade final da argamassa e do revestimento. É aconselhável uma boa selecção dos materiais, bem como efectuar uma boa mistura dos componentes constitutivos da argamassa. Os principais materiais usados nas antigas argamassas de revestimento, eram, fundamentalmente: cal; água; areia; pó de pedra; pó de cerâmica; pozolana; gesso, que se descrevem sucintamente a seguir.

Cal

A cal é o material obtido a partir da calcinação, a temperaturas da ordem de 800 a 1000 °C, de rochas carbonatadas, constituídas predominantemente por carbonato de cálcio (calcário) ou por carbonato de cálcio e magnésio (calcário dolomítico)⁶³. A qualidade do produto final dependerá da rocha originária (aspecto e composição), ou seja, diferentes tipos de rochas dão origem a diferentes tipos de cal (Coutinho, 2006: 15-27):

- A **cal aérea cálcica**, procedente de um calcário puro, é constituída maioritariamente por carbonato de cálcio. Quando contém 95% de CaCO₃ (carbonato de cálcio ou cal cálcica), esta cal pode ainda ser denominada de *gorda* ou *magra*:

⁶³ Para mais informações sobre a cal consultar: Gárate Rojas, Ob. Cit, 1994; J. P. Guimarães, *A Cal – Fundamentos e aplicações na Engenharia Civil*, São Paulo, Pini, 1998; AAVV; *Guia práctica de la cal y el estuco*, Leon, Editorial de los Oficios, 1998. A. S. Coutinho, *Pozolanas, betões com pozolanas e cimentos pozolânicos*, Memória n.º 136, Lisboa, LNEC, 1958.

- *Cal gorda*, quando o calcário tem menos que 1% de argila ou de outras impurezas; possui coloração branca. Estas cais possuem excelentes propriedades plásticas, pois trata-se de cais facilmente trabalháveis e bastante macias.
- *Cal magra*, quando o calcário contém entre 1% e 5% de argila ou de outras impurezas, que não sejam carbonatos. Podem ter colorações variadas como o amarelo, o rosa, o castanho e o cinza.
- A **cal dolomítica**, procedente de um calcário rico em $MgCO_3$ (carbonato de magnésio ou cal parda). Geralmente com coloração cinza ou castanha.
- A **cal hidráulica natural**, procedente de um calcário margoso (carbonato + argila < 5%).
- A **cal hidráulica artificial**, produzida em fábrica a partir de misturas de calcário e argila eventualmente com aditivos, sendo constituída principalmente por hidróxido de cálcio, silicatos de cálcio e aluminatos de cálcio.

Segundo a normalização europeia (NP EN 459-1: 2003), uma *cal aérea cálcica* designa-se por uma sigla que contém as letras **CL** e uma *cal aérea dolomítica*, designa-se por uma sigla que contém as letras **DL**. Segundo a Norma, a cal aérea é principalmente constituída por óxidos (cal viva) ou hidróxidos (cal apagada) de cálcio que lentamente endurecem ao ar, reagindo com o dióxido de carbono da atmosfera; não endurecem debaixo de água por não terem propriedades hidráulicas. A *cal viva* designa-se pela letra **Q** e a *cal apagada* pela letra **S** (Coutinho, 2006: 16). A sua classificação, segundo a Norma, é feita pela sua composição química, desta forma estas siglas geralmente vêm seguidas de um número que indica a percentagem mínima de óxido de cálcio e óxido de magnésio que a cal contém.

O processo de transformação da pedra calcária em cal viva, é realizado através do processo de cozedura, sendo que antigamente era executado em fornos artesanais, enquanto hoje o processo é realizado em fornos industriais. Actualmente em Portugal, segundo Margalha, ainda subsistem diversos fornos de cal antigos, sendo que alguns datam da época romana e cuja maioria se encontra no Ribatejo, no Alentejo e no Algarve, devido à morosidade do processo e à sua baixa rentabilidade económica o seu uso tem vindo a diminuir, sendo maioritariamente utilizada a cal aérea industrial, comercializada em saco (Margalha, 1997: 7). O produto que sai do forno ainda não está pronto a ser aplicado, é a chamada *cal viva ou cal virgem*.

A cal viva é um produto sólido, de cor geralmente branca, apresenta-se sob a forma de grãos de grandes dimensões [10 a 20 cm (blocos)] ou sob a forma de pó. Para posterior aplicação é necessário proceder-se à hidratação ou extinção da cal. De uma forma simplificada, a extinção da cal viva, poderá ser efectuada através de dois processos:

- Por **imersão**, mergulham-se as pedras de cal viva ou a cal viva em pó em água, obtendo-se uma pasta de cal que ao secar endurece lentamente. No caso da cal em pedra, a imersão deverá ser mais prolongada (no mínimo três meses).
- Por **aspersão**, borrifam-se os blocos de cal viva com a quantidade de água estritamente necessária à hidratação (borrifam-se 2 ou 3 vezes ao dia, mexendo e remexendo, energicamente, à pá) (Coutinho, 2006: 16).

Este processo de extinção, provoca uma reacção exotérmica (liberação de calor), por isto a incorporação da cal deve ser realizada com precaução, já que pode originar projecções e efervescências. Assim, do processo de extinção, resultará a cal em pasta (por imersão) ou a cal em pó (por aspersão), devendo serem peneiradas para eliminar os grumos não cozidos e que poderão prejudicar a argamassa. Após 24 horas da extinção, poderá ser removido o excesso de água e a cal em pasta está pronta para ser utilizada; se for mantida em água e em depósitos bem vedados, conserva-se por muitos anos (Ashurt; 1989: 1-5). Rodrigues comenta que, quanto mais tempo de maturação tiver a cal em pasta, melhor será a argamassa produzida, originando uma argamassa mais trabalhável e mais resistente, devido à redução da dimensão dos cristais de *portlandite* (Rodrigues, 2007: 67). Margalha, no seu estudo sobre a cal em pasta, esclarece que as argamassas confeccionadas com cal em pasta, possuem maior plasticidade e uma melhor adesão entre os ligantes e os agregados da argamassa do que com a cal em pó. (Margalha, 2006: 5).



Fig. 20, Antigo forno de cal, Marvão



Fig. 21, Extinção da cal por aspersão



Fig. 22, Diferentes tipos de cais (foto Goreti Margalha)

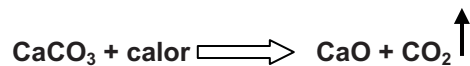
O endurecimento da cal aérea hidratada, como já foi abordado, faz-se ao ar, na presença do dióxido de carbono; assim quando a cal aérea hidratada é utilizada no preparo de uma argamassa e posteriormente aplicada, ocorre a seguinte reacção: a água excedente evapora e o dióxido de carbono presente na atmosfera penetra no revestimento, resultando na formação da carbonato de cálcio, semelhante à composição de "rocha carbonatada". Desta forma, a cal hidratada retorna à sua condição primitiva que era a de rocha calcária, resultando em um produto final (argamassa) estável e resistente.

Em resumo o endurecimento da cal aérea faz-se em duas fases:

- Na primeira fase, dá-se a evaporação da humidade em excesso, ao fim da qual a cal está firme ao tacto mas ainda é marcável com a unha.
- Na segunda fase, fase de carbonatação, dá-se uma reacção química muito lenta, ao ar, em que o hidróxido se reconverte em carbonato de cálcio por recombinação com o dióxido de carbono. A velocidade desta fase depende da temperatura, da estrutura porosa e da humidade da pasta, podendo levar anos a completar-se.

Nota-se também que o endurecimento se processa de forma lenta e de fora para dentro, requerendo uma superfície com uma certa porosidade para permitir a evaporação da água excedente e, ao mesmo tempo, permitir penetração do dióxido de carbono presente na atmosfera⁶⁴.

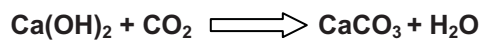
Para uma melhor compreensão, explicar-se-á o processo químico desta reacção. Ao aquecer a pedra calcária, o carbonato de cálcio (CaCO_3) liberta dióxido de carbono (CO_2) e transforma-se em óxido de cálcio (CaO), que é a cal viva, (Guimarães, 1998: 31-91). A equação da formação da cal viva a partir da reacção de calcinação do calcário é a seguinte:



Desta reacção obtém-se cal viva (CaO), que após o apagamento com água (processo de extinção), transforma-se em hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2 – cal apagada), através da reacção exotérmica:



A cal apagada, em contacto com a atmosfera, endurece lentamente ao ar e em contacto com o dióxido de carbono do ar transforma-se em carbonato de cálcio, libertando água, endurece e retorna à formação inicial de carbonato de cálcio, através do processo de carbonatação, fechando assim o reconhecido e chamado *Ciclo da cal*.



Como já foi salientado, a cal aérea foi o principal ligante usado em argamassas de revestimento de paredes até meados do século XX. Era empregue sob diversas formas:

- de pedra (cal viva a apagar no processo de fabrico da argamassa, misturando com areia molhada e deixando ao ar durante um ou vários dias);

⁶⁴ Por isto, é muito importante o processo de carbonatação, de endurecimento, e secagem de uma argamassa. Uma argamassa antiga, com cem ou mais anos, já está bem carbonatada, se estiver em bom estado de conservação o melhor é mantê-la, pois vamos demorar anos, para conseguir que a nossa nova argamassa de cal fique tão carbonatada e resistente como a antiga.

- de pasta de cal (apagada com excesso de água, geralmente por imersão ou por fusão);
- ou de cal em pó (apagada com menor quantidade de água, geralmente por aspersão) (Mateus, 2002: 174).

Este material de uso milenar, além de ser muito utilizado para argamassas de revestimentos, é igualmente empregue para argamassas de juntas, para pavimentos, fundações, confecções de estuques (sob a forma de pasta de cal com adição de gesso), estucos (utilizados para o exterior em trabalhos decorativos como por exemplo as cornijas) e ainda na preparação de tintas de cal, sob a forma de leite de cal.

Água

A água é um material imprescindível para a confecção de uma argamassa. A água utilizada deve ser isenta de substâncias orgânicas, óleos e sais em quantidades significativas (principalmente cloretos e sulfatos). Em geral a água potável é adequada (Mateus, 2002: 191) e deve estar dentro dos padrões estabelecidos nas normas, para se conseguir uma argamassa de boa qualidade. A quantidade de água exerce uma grande influência na resistência da argamassa, pelo que é importante que a utilizada seja bem dosada, para se conseguir uma plasticidade suficiente; o seu excesso favorece a diminuição da resistência e aumenta a porosidade.

Areia

A areia utilizada para as argamassas deve ser preferencialmente siliciosa, solta, fina, isenta de sais solúveis ou outras impurezas, com boa resistência mecânica e, de preferência, extraída de minas ou então de rios.

Para Vitruvius, a areia escolhida para a argamassa deveria ser «... *apropriada à mistura dos materiais e não haja terra misturada. As espécies de areias fósseis são estas: negra, branca, vermelha e carbúnculo (vulcânica tipo pozolana). Entre elas, será melhor a que fizer um estridor ao ser friccionada na mão; a que for terrosa, porém, não terá aspereza. Também se for posta num pano branco e depois de sacudida e lançada fora não o manchar nem ali deixar terra, será boa. Se todavia não houver arreeiros onde se possa explorar, então deverá ser recolhida dos rios ou de cascalho ...»* (Vitruvius, 2006: 77).

A areia, actuando como agregado, tem como função dar maior dureza e compacidade à argamassa, além de atenuar a retracção de secagem. A qualidade do agregado numa argamassa, é fundamental para o comportamento final da pasta. Dependendo da cor da areia, esta pode influenciar na cromaticidade da argamassa.

A granulometria e a forma dos grãos são muito importantes para o preenchimento dos espaços vazios na argamassa e influem na sua resistência e textura final. Numa argamassa, a areia é o material que corresponde à maior quantidade, influenciando assim de modo significativo na sua estrutura porosa, devido à sua forma e dimensão, aspectos estes, que influenciam o grau de compactação, ou seja, o volume de vazios para alojamento do ligante.

A areia é definida por um conjunto de partículas cuja dimensão está compreendida, maioritariamente, entre 0,063 e 4 mm. Existe assim uma distinção entre areia e *filler*, que são partículas que passam no peneiro de 0,063 mm. A forma da areia pode também variar muito, podendo ser alveolar, angular ou subangular (Rato, 2006: 33-50). Areias com maiores volumes de vazio exigem, numa argamassa, a introdução de uma maior quantidade de ligante (Margalha, 2007: 3).

As dimensões dos grãos alternam com as diversas camadas que constituem o reboco; assim para a primeira camada, pode ser utilizada uma areia de grãos mais grossos (< 4,75 mm), para aderir melhor à alvenaria; para a camada intermediária, poderá ser utilizada uma areia com grãos médio (< 2,00 mm) e por fim, a última camada poderá ser constituída por areia de grãos finos (< 1,00 mm), com baixa porosidade, de modo a resistir a infiltrações de água. A conjugação de areia com diferentes granulometrias proporciona diferentes efeitos nas propriedades físicas das argamassas, permitindo, segundo Higgins (citado por Mateus), aumentar a facilidade de trabalhabilidade e a resistência, tornando-as mais densas, pelo preenchimento dos vazios existentes nas argamassas (Mateus, 2002: 194-195). Conhecer a constituição da matéria fina do agregado é igualmente de suma importância, pois uma grande quantidade de argila numa areia pode contribuir para uma má resistência mecânica e uma má aderência da argamassa ao suporte. Com efeito, deve-se ter diversos cuidados ao seleccionar um agregado para a argamassa, como conhecer a granulometria, o teor de vazios e a constituição da matéria fina (Margalha, 2007: 2).

Pó de Pedra e Cerâmicos

Os pós de pedra constituem a classe dos agregados mais finos e são obtidos por moagem de pedra calcária, mármore ou ainda de tijolo ou de telha. Eram usados principalmente em estuques e barramentos, mas também podiam ser usados nas camadas de rebocos e esboços. Estes agregados aumentavam a compactação, a impermeabilidade e a resistência das massas e melhoravam o acabamento dos paramentos. Os pós de mármore eram particularmente considerados pela sua resistência, finura e pela cor e brilho, que lhes permitia atingir grande efeito estético. Os pós de tijolo ou telha, conferiam coloração sendo, portanto, usados como pigmentos em rebocos, barramentos e estuques; por vezes, tinham também características pozolânicas, conferindo hidraulicidade às argamassas de cal aérea. A sua pozolanidade dependiam da argila usada, da temperatura de cozedura dos tijolos ou telhas e da finura do pó usado (Velosa, 2006: 61-62).

O uso de pó de tijolo, como aditivo pozolânico em argamassas de edificações portuguesas, é usado desde há muitos séculos atrás. Segundo Ana Velosa, foram usados fragmentos de tijolos e cal nas argamassas aplicadas sobre taipa de diversas fortificações militares, como em Alcácer do Sal, em Juromenha, em Moura, em Paderne e em Silves, como também em distintas argamassas da época romana (Velosa, 2006: 63).

Outros Ligantes (Pozolanas e Cal Hidráulica)

Pozolanas

Desde sempre foi necessário usar argamassas capazes de endurecer dentro de água (cisternas, poços, muros de cais, etc.) ou em ambientes muito húmidos ou ainda resistentes a condições climáticas muito severas, com elevada pluviosidade.

A cal aérea, como já foi abordado, não confere, por si só, essas características, pelo que, para obter argamassas hidráulicas, usavam-se aditivos pozolânicos que, ao reagir com a cal e a areia, davam origem a compostos resistentes à água (silicatos e aluminatos de cálcio hidratados).

O conhecimento deste material é antiquíssimo; foram os gregos que primeiro utilizaram a pozolana natural, sendo a mais antiga conhecida, a da terra da Ilha de Santorini; posteriormente os romanos descobriram os tufo vulcânicos da zona de Nápoles, como regista Vitruvius: «*Existe uma espécie de pó que produz naturalmente soluções admiráveis. Surge nas regiões de Bais e nos territórios dos municípios que estão em volta do monte Vesúvio. Quando misturado a cal e pedra miúda, não só garante consistência aos vários tipos de edificações, como também torna sólidos os molhes construídos no mar, sob água*» (Vitruvius, 2006: 79). De entre esses aditivos, destacam-se as pozolanas naturais, constituídas por cinzas e tufo vulcânicos ricos em sílica amorfa, e as pozolanas artificiais, das quais, as mais usadas em épocas antigas, eram o pó de tijolo e de telha e o caulino (Coutinho, 1958: 2).

As pozolanas segundo a ASTM C 593-95, citada por Velosa, são definidas como «*materiais siliciosos ou silico-aluminosos que possuem poucas ou nenhuma propriedade cimentícia, mas que finamente divididos e na presença de humidade reagem quimicamente com alcalis e hidróxidos alcalino-terrosos a temperaturas vulgares, formando ou ajudando à formação de compostos com propriedades cimentícias*» (Velosa, 2006: 5).

As pozolanas são divididas em naturais, quando de origem vulcânica ou sedimentar, e em artificiais. As pozolanas naturais, de origem vulcânica, subsistem em locais onde existiu actividade eruptiva, podendo ser encontradas em diversos locais. São materiais constituídos por rochas, que por si só, têm propriedades pozolânicas, não tendo necessidade de qualquer tratamento artificial e têm características específicas de composição e até de cromatismo (Velosa, 2006:25); quimicamente são formadas por sílica e alumina, que reagem com o hidróxido de cálcio

na presença da água, formando silicatos e aluminatos de cálcio (Velosa, 2002a: 3). Estes compostos têm propriedades aglomerantes e são estáveis em água. Na Europa, os principais fornecedores deste material são a Itália e a Grécia, contudo encontra-se este material noutros países como Portugal, Espanha e França. Em Portugal, as pozolanas naturais de origem vulcânica conhecidas são: as dos Açores e da Madeira (Ilha de Porto Santo); embora não sendo portuguesas foi igualmente estudadas no País, as de Cabo Verde, da Ilha de Santo Antão.

As pozolanas naturais de origem sedimentar são oriundas de terras diatomácea ou diatomite, que podem ser encontradas no estado puro ou adicionadas de argila, neste caso, designa-se por *moler*. Um outro material pozolânico de origem sedimentar, é o *gaizer* que contém sílica reactiva, que a uma alta temperatura de cozimento forma uma pozolana artificial (Velosa, 2006: 28).

As pozolanas artificiais são obtidas de certas rochas ou outros materiais, que submetidas a um procedimento térmico adequado, adquirem propriedades pozolánicas; são assim auferidas através de tratamento de materiais com base siliciosa, induzindo a formação de sílica amorfa, ou são ainda materiais provenientes de subprodutos industriais. As principais pozolanas artificiais são: as argilas cozidas, os tijolos, as telhas moídas, o metacaulino, as cinzas de arroz, de cana-de-açúcar, de madeira, o vidro moído entre outros (Coutinho, 1958: 7; Velosa, 2006: 11-14).

O uso de pozolanas como aditivos para argamassas é corrente em Portugal e estudos recentes comprovam a sua utilização, que vai desde a Época Romana, passando pelo século XVI no Forte de São Julião da Barra, em Oeiras, até ao século XIX, sobre diversas construções ribeirinhas ou marítimas de distintos portos portugueses (Velosa, 2006: 61).

O interesse científico pelas propriedades das pozolanas nas argamassas é latente em Portugal desde a década de cinquenta do século XX, com o pioneiro estudo de Sousa Coutinho (Coutinho, 1958), embora já com meio século, é um trabalho bastante actual e deveras consultado pelos investigadores da matéria. Não obstante, a comunidade científica portuguesa, avançou nas investigações sobre este tipo de ligantes, e presentemente, estão a ser, desenvolvidos diversos trabalhos sobre a incorporação de pozolanas em argamassas de cal, para serem utilizadas como argamassas de substituição para o edifício antigo⁶⁵ (Rodrigues, 2004; Velosa, 2006; Fragata, 2007a e b).

⁶⁵ Além das teses defendidas pela Eng.^a Ana Velosa em 2006 e pela Eng.^a Paulina Rodrigues em 2004, os trabalhos na área continuam e recentemente são estudados outros materiais pozolanicos como por exemplo o vidro moído, no âmbito do Projecto Conservarcal, financiado pela FCT, desenvolvido no LNEC e na Universidade de Aveiro. Para mais informações consultar os artigos no site: www.conservarcal.lnec.pt.

Cal hidráulica

A rocha que dá origem à cal hidráulica provém de um calcário margoso que é composto por carbonato de cálcio e argila (< 50%); assim, a cal hidráulica é um produto que endurece tanto na água como no ar.

No século XVIII, foram iniciadas pesquisas para encontrar um ligante resistente a ambientes húmidos, com Smeaton em 1756, James Paker em 1796 e Vicat no século XIX, descobriram que os calcários impuros, que continham argilas ou margas, com elevadas proporções de silício e de alumina, geravam cais mais resistentes e hidráulicas, sendo assim descoberta a chamada *cal hidráulica natural*. Nestes casos, a cozedura da pedra tem que ser produzida a temperaturas muito superiores (da ordem dos 900 a 1200 °C) e os compostos obtidos são os silicatos, os aluminatos e os ferroaluminatos de cálcio (Velosa, 2006: 63), pelo que este tipo de cal só foi usado em épocas mais recentes, quando se tornou tecnologicamente possível. Segundo Guimarães, a extracção das margas para produzir cal hidráulica natural é difícil, trabalhosa e deve ser realizada com cuidado, para se manter a proporção desejada dos compostos químicos (Guimarães, 1998: 90). Segundo a NP 459-1: 2003, a classificação da cal hidráulica depende da sua resistência, sendo representadas pelas siglas **HL** (cal hidráulica) ou **NHL** (cal hidráulica natural), seguida do valor 2, 3, ou 5 conforme a classe de resistência.

A cal hidráulica é constituída por silicatos ($\text{SiO}_2 \cdot 2\text{CaO}$) e aluminatos de cálcio ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$), que, hidratando-se, endurecem na água ou ao ar, e também por óxido de cálcio (CaO) – pelo menos 3% – que continua livre e que vai endurecer por carbonatação, devendo ser calcinada em fornos e depois extinta, com o cuidado de somente utilizar a água necessária para hidratar a cal viva. O endurecimento da cal hidráulica compreende duas reacções (Coutinho, 2006: 12):

- Na primeira reacção dá-se a hidratação dos silicatos e aluminatos de cálcio, quer na água quer no ar.
- Na segunda reacção dá-se a recarbonatação da cal apagada, só no ar e em presença do dióxido de carbono.

Conforme João Mateus, as cais hidráulicas portuguesas são conhecidas desde o século XVII, sendo empregue a cal hidráulica do Cabo Mondego, como por exemplo na construção do Forte do Buarcos, na Figueira da Foz, e posteriormente, no século XIX, foram empregues em diversas obras públicas portuguesas como seja o caso do Porto de Leixões, Túnel Ferroviário do Rossio, linhas do Caminho de Ferro da Beira-Baixa, Ponte de Ílhavo e ainda no Coliseu dos Recreios de

Lisboa. Conquanto, a cal hidráulica do Cabo Mondego somente passou a ser produzida nacionalmente em grande escala, a partir de 1879⁶⁶ (Mateus, 2002: 176-11).

Hoje em dia, são comercializadas em Portugal diversas cal hidráulicas. Este material é muito utilizado em construções recentes, juntamente com o cimento Portland. Contudo, o seu uso para o edifício antigo, como argamassa de substituição, é ainda muito restrito, não sendo muitas vezes, aconselhável, devido às características distintas apresentadas, as mais próximas às cal aéreas e as que se assemelham ao cimento. É necessário uma caracterização das cal hidráulicas existentes no mercado, para verificar a sua compatibilidade com o revestimento antigo (Veiga, 2003d: 927-934; Veiga, 2005: 12).

Gesso

Para além dos materiais referidos, o gesso é também utilizado para argamassas, principalmente de estuques. Este material foi usado sobretudo para os revestimentos interiores, devido à sua susceptibilidade à humidade como já foi aqui salientado; entretanto é sabido do seu uso para revestimentos exteriores (Sánchez e Zaragoza, 1996: 183-200; Gárate, 1999: 46-78; Galindo, 2004: 96).

O gesso é um produto obtido a partir do mineral gipsita, que é uma rocha sedimentar de estrutura cristalina, constituída fundamentalmente por sulfato de cálcio bi-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). O gesso, usado como ligante em estuques e argamassas, é obtido por desidratação parcial da pedra de gesso natural e que é submetido a acção de calor, através de cozedura a temperaturas relativamente baixas, que variam entre 130 °C e 170 °C, sendo constituído, fundamentalmente, por sulfato de cálcio hemi-hidratado:



Uma das propriedades mais características do gesso é o seu rápido processo de secagem. É usado nas camadas de esboço, sob a forma de sulfato de cálcio hemi-hidratado amassado com água, cal e areia muito fina (areia de esboço). Para este fim pode ser usado um gesso escuro ou pardo, de granulometria não muito fina, designado por gesso de esboço (Ribeiro, 2007: 2).

⁶⁶ Diversos estudos foram e têm vindo a ser realizados sobre estas cal. Conforme João Mateus, em Portugal, os primeiros estudos sobre as cal hidráulicas foram efectuados por Nogueira Soares, aquando da construção do Porto de Leixões; a seguir Castanheira das Neves efectua estudos sobre as cal hidráulicas de Alcântara, Anadia, Cabo Mondego, Montemor-o-Novo, Vila Fernando, Escusa, e Aviz. Os resultados destes estudos podem ser consultados em J. P. Castanheira das Neves, *Estudos sobre algumas cal hidráulicas e magnesianas nacionais*, Revista de Obras Públicas e Minas, 1892 in J. M. Mateus, *Técnicas Tradicionais de Construção de Alvenarias*, Lisboa, Horizonte, 2002, p.175-182. Diversas Universidades e Instituições públicas portuguesas continuam actualmente esta investigação como, por exemplo, a Universidade de Aveiro, Universidade do Minho e o LNEC.

O gesso é usado em estuques, também sob a forma de sulfato de cálcio hemi-hidratado, em mistura com cal ou com um retardador de presa; é em geral branco e possui granulometria muito fina. Conforme Gárate, o gesso nunca deve ser misturado com cimento Portland ou com cais hidráulicas, pois na presença de água reage com os aluminatos presentes nestes materiais formando um composto expansivo, a etriginte (trisulfoaluminato de cálcio) que irá degradar as argamassas (Gárate, 1999: 55).

3.4 REVESTIMENTOS EXTERIORES. DESCRIÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES CORRENTES

Os revestimentos que cobrem as superfícies murarias das fachadas exteriores de um edifício histórico, são elementos fundamentais da estrutura edificada, pois além de terem uma função protectora, através das primeiras camadas, designadas aqui por *camadas de regularização e protecção*, são constituídos por várias camadas sobrepostas que garantem, pela sua espessura e composição, a durabilidade da alvenaria. Muitas vezes, também possuem uma função decorativa relevante, denominada aqui de *camadas de acabamento, protecção e decoração*. Com base na informação existente, uma sistematização das características dos revestimentos exteriores, utilizados em Portugal, é apresentada nos pontos que se seguem.

3.4.1 Constituição básica das camadas dos revestimentos exteriores

Um sistema de revestimento é formado por várias subcamadas de argamassas com funções distintas. Com efeito, os revestimentos das antigas paredes eram geralmente constituídos por diversas camadas, cada uma delas possuindo diferentes funções:

- *Camadas de regularização e protecção*: emboço, reboco e esboço.
- *Camadas de protecção, acabamento e decoração*: barramento (ou guarnecimento), pintura (em geral, mineral) simples ou de ornamentação.

Os paramentos a revestir eram deixados com uma superfície grosseira, para facilitar a aderência das massas e a composição do revestimento variava dependendo dos materiais utilizados.

O uso da sobreposição de camadas é descrito desde Vitruvius. Este tratadista destaca o uso de até sete camadas para um único revestimento. J. Aguiar, ao citar este autor explica quais são as diversas camadas consideradas por Vitruvius e que se apresentam em seguida (Aguiar, 1999a: 310):

- **Trullisatio**, camada de regularização da parede, também designada por emboço.

- **Arenatum**, o reboco, aplicado geralmente em três camadas; destas, a primeira camada seria formada por cal e agregados de granulometria grossa ou poderia ser utilizada uma camada com pó de tijolo (**Opus Sgninum**); para aumentar a hidraulicidade da argamassa sobre esta camada aplicavam-se ainda mais duas outras camadas de cal e areia (**Opus Arenatum**).
- **Marmoratum**, acabamento, aplicado em três camadas de um barramento feito com cal e pó de mármore.
- **Opus Albarium**, última camada, constituída por cal e pós de mármore finíssimos.

QUADRO 6

NÚMERO DE CAMADAS EXISTENTES NUM REVESTIMENTO DA ANTIGUIDADE

N.º de camada	Designação de Vitrúvio	Designação Actual	Composição
1	Trullisatio	Emboço	Cal e agregados granulometria grossa.
Arenatum (aplicado em 3 camadas)		Reboco	cal e agregados de granulometria grossa com ou sem pó de tijolo.
2	Opus Sgninum		
3			
4	Opus Arenatum		Cal e agregados menores que a camada anterior.
5	Marmoratum (aplicado em 2 ou até em 3 camadas)	Esboço	Cal, agregados finos e pó de mármore.
6			
7	Opus Albarium (com uma ou até 2 ou 3 finas camadas)	Barramento	Cal em pasta e pó de mármore finíssimos

A seguir descreve-se de forma sistemática as diversas camadas de um revestimento antigo.

3.4.1.1 Revestimentos de regularização e protecção

As várias camadas de regularização e protecção dos revestimentos exteriores eram executadas com distintos traços e composições, em conformidade com a natureza dos materiais utilizados, a qualidade, a textura do suporte e o fim a que se destinavam.

O conjunto das três camadas (emboço, reboco e esboço), devia ter uma espessura da ordem de 15 a 25 mm, podendo ir até 30 mm. Quando a irregularidade das alvenarias exigia espessuras superiores, recomendava-se a execução prévia de uma camada com encasques em que se usavam fragmentos de tijolo ou de pedra, ou “armava-se” a camada de emboço com “grandes agregados” (fragmentos de tijolo, telha ou pedra) ou com fibras vegetais (sisal) ou animais (pêlo de cabra, por exemplo) ou ainda com redes metálicas, para aumentar a resistência da camada e evitar a sua fácil desagregação com o tempo (Mateus, 2002: 249). Entretanto, na prática, é

frequente encontrar revestimentos com diversas subcamadas, conseqüentemente com espessuras muito superiores.

As camadas de regularização e protecção eram constituídas por argamassas de cal e areia, casualmente com adições minerais e orgânicas. Normalmente, as camadas internas, próximas ao suporte (alvenaria), tinham traços mais ricos em ligante, e granulometria mais grosseira que as externas, condição que influenciava a deformação e porosidade da argamassa. E segundo Rosário Veiga, desse modo, a deformabilidade e porosidade ia aumentando das camadas internas para as externas, provocando um bom comportamento às alterações estruturais e à água. Cada uma das camadas principais referidas podia, por sua vez, ser constituída por várias subcamadas com finas espessuras, permitindo assim uma melhor capacidade de protecção à água e uma maior resistência e durabilidade (Veiga, 2007c: 28).

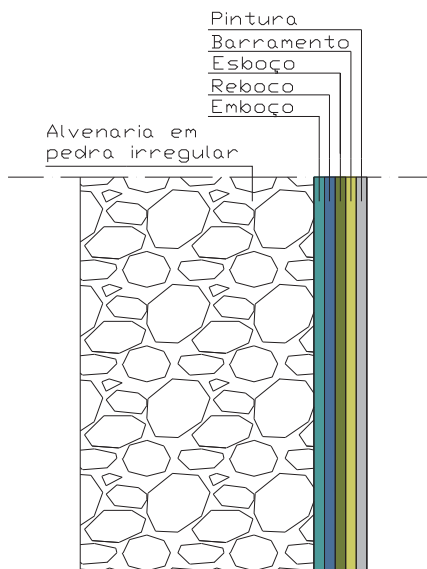


Fig. 23, Sistema de revestimento de uma parede

O Emboço

O emboço era a primeira camada, a que estabelecia o contacto com a alvenaria, logo a camada mais “grosseira” ou rústica, constituída por agregado de maior granulometria; tendo como função principal proteger a base do paramento, corrigir os defeitos de construção, criando assim uma camada adequada à aplicação dos estratos seguintes. Era aplicada sobre alvenaria limpa e humedecida, com uma espessura da ordem de 5 a 20 mm e com uma dosagem semelhante à de uma argamassa de assentamento 1 (cal aérea ou cal em pasta):2 a 4 (areia com granulometria média), sendo aplicada à colher ou com talocha e apresentava um acabamento áspero, para permitir melhor aderência da camada seguinte; deixava-se secar por um período que podia variar entre três e seis semanas e só após a secagem se aplicava a camada seguinte. Este período de

secagem era importante para a carbonatação da cal (Mateus, 2002: 249; Branco, 1981: 113; Segurado, 1939: 136; Veiga, 2007c: 28).



Fig. 24. Preparo da camada de emboço

O Reboco

O reboco era a camada *intermediária* ou de *regularização*, que servia de base aos acabamentos, sendo executada com espessura na ordem de 5 a 10 mm com agregados mais finos que o emboço, era bem apertada sobre este previamente humedecido. As proporções usadas nesta camada, tal como na seguinte, não são muito diferentes da usada na camada anterior, o emboço, embora se aplique a regra da *degressividade do teor de ligante*⁶⁷. Esta camada poderia ser também aplicada em várias subcamadas.

A aparência final do revestimento depende, em parte, do acabamento da camada de reboco, pelo que é imprescindível definir este acabamento antes da sua execução. Conforme Segurado o acabamento era executado da seguinte maneira «... o *pedreiro alisa o reboco com a desempenadeira e nos pontos onde haja depressões aplica mais argamassa com a colher, roçando seguidamente com a régua. Em trabalhos pouco perfeitos pode depois ser caiado à vassoura simplesmente*» (Segurado, 1939: 137). Esta camada podia ser a última, recebendo logo o acabamento final, segundo técnicas muito diversas e dando origem a texturas e acabamentos muito diversificados; podia ainda receber apenas uma simples pintura, normalmente uma caição. Com efeito, o acabamento poderia ser liso, onde disfarçaria as irregularidades do revestimento ou poderia ainda receber uma outra camada de acabamento, o barramento (Branco, 1981: 114; Veiga, 2007c: 29).

⁶⁷ A regra da *degressividade do teor de ligante* consiste em reduzir o teor de ligante nas várias camadas, a partir da camada mais próxima do suporte até à superfície do revestimento. Deste modo, o revestimento tinha deformabilidade e permeabilidade à água crescentes do suporte para a superfície. Consultar Veiga *et al.*, *Curso de Especialização sobre Revestimentos de Paredes*, Lisboa, LNEC, 1996.



Fig. 25, Aplicação da camada de reboco

O Esboço

O esboço era a camada de preparação para o acabamento. Possuía pequena espessura, com granulometria fina e, em geral, textura lisa, sendo aplicado directamente sobre o reboco. Por vezes esta camada, depois de seca, era picada, para proporcionar melhor aderência da camada seguinte. Nem sempre se observa esta camada nos edifícios, principalmente naqueles edificados de maneira menos cuidada, edifícios considerados populares ou pobres (Veiga, 2007c: 30).

A soma total das espessuras destas distintas camadas era, em geral, da ordem de 30 mm. O suporte onde seria aplicada cada camada deveria estar húmido antes de cada aplicação.

Se o suporte de aplicação da argamassa apresentasse grande incidência de água ou estivesse exposto a ambientes demasiadamente húmidos (cisternas, paredes de caves, fossas, aquedutos, etc.), utilizavam-se argamassas hidráulicas, em vez de argamassas compostas por cal aérea, sendo essa hidraulicidade conferida por pozolanas naturais ou artificiais (Mateus, 2002: 214; Segurado, 1939: 143). Ainda para ambientes húmidos, Vitruvius, no seu Tratado, recomenda a utilização de um reboco com cal e pó de tijolo; realça ainda que se a parede continuar molhada far-se-á uma outra ao lado, da seguinte maneira «... *levantar-se-á outra menos espessa um pouco afastada, até onde for possível, colocando-se entre as duas, a uma cota inferior à do chão do compartimento, um canal dispendo de respiradouros para um lugar aberto. Do mesmo modo, quando esta segunda parede estiver construída até ao alto, deixem-lhe também orifícios de respiração. Com efeito, se a humidade não puder sair por estas aberturas em baixo e em cima, muito mais se espalhará pela nova estrutura. Concluídas estas coisas, a parede será revestida com cerâmica de construção moída, e só então se passará ao revestimento*» (Vitruvius, 2006: 270).

É curioso que durante este estudo, observou-se uma solução semelhante a esta em Portugal. Durante uma visita às obras de restauro no Mosteiro de Santa Cruz em Coimbra, encontrou-se esta solução na Sacristia do Mosteiro, por detrás do arcaz. Como o ambiente neste espaço era

bastante húmido, para minimizar este problema foi construída uma outra parede, composta por um reboco de cal com pó de tijolo, contígua à parede estrutural. Tudo leva a crer que esta nova parede tenha sido levantada no século XVII com a finalidade de impedir que a humidade entrasse em demasia para o interior da sala. Da análise efectuada foi possível concluir, que esta parede foi edificada em conformidade com as descrições de Vitruvius⁶⁸. A solução da contra-fachada (por exemplo, com placas de gesso cartonado no interior ou com painéis de diferentes constituições no exterior) é ainda recomendada actualmente para problemas graves de humidades.



Fig. 26, Sacristia do Mosteiro de Sta. Cruz em Coimbra, nota-se a presença de intensa humidade e uma parede dupla com espaço de ar, para isolar da humidade, sendo esta segunda parede guarnecida por um revestimento de cal e pó de tijolo (esboço) .

Técnica de execução e aplicação de um revestimento

A qualidade final de um revestimento depende, para além da qualidade dos materiais e proporção, como já foi referenciado, do modo de preparo e da técnica de aplicação. As paredes devem estar adequadamente preparadas para receber o revestimento; é recomendável que o suporte esteja limpo e protegido do Sol e da chuva, ou seja, que a aplicação não seja efectuada em dias de intenso calor nem em dias muito chuvosos e frios, para assegurar um processo de secagem o mais natural possível. Conforme R. Veiga, a exposição solar pode facilitar a carbonatação da cal e, conseqüentemente, o seu endurecimento, mas se for em excesso pode aumentar a fissuração, devido à rápida secagem, e a aplicação com baixas temperaturas pode atrasar a carbonatação, afectando o comportamento do revestimento no futuro (Veiga, 2006b: 45).

O modo de preparo e os materiais constituintes das argamassas, são igualmente importantes para a qualidade do produto final, como já foi aqui ressaltado. Conforme R. Veiga, em 2006, descreve-se os diversos cuidados básicos que se deve ter em conta, em relação à qualidade final da argamassa e conseqüentemente do revestimento, no que diz respeito à confecção e aplicação, e que são os seguintes:

⁶⁸ Para mais informações consultar o relatório final do estudo realizado pela empresa IN SITU – Conservação de Bens Culturais para o IPPAR de Coimbra – *Projecto de conservação, restauro e valorização diagnóstico do estado de conservação dos elementos pétreos e revestimentos do conjunto monástico e proposta de intervenção*, Lisboa, In Situ, 2004. Ana Velosa em sua tese, também estudou a argamassa desta parede, sobre o assunto consultar: A. Velosa, Ob. Cit, 2006.

- **A quantidade de água da amassadura**

Deverá ser utilizada uma quantidade de água de amassadura limitada e bem controlada, obtendo-se uma argamassa bastante consistente; segundo R. Veiga «... *embora sendo mais difícil de aplicar, resulta num revestimento mais compacto, com uma maior capacidade resistente, menor tendência para fissurar e menor permeabilidade à água*» (Veiga, 2006b: 45; Cavaco, 2003: 2). Uma grande quantidade de água pode resultar num revestimento com uma secagem lenta e com tendência a fendilhar sem grande resistência.

- **A mistura da argamassa**

A argamassa deverá ser bem misturada, através de uma amassadura adequada, que pode ser efectuada com uma amassadora mecânica adaptada ao efeito, pois segundo R. Veiga, as betoneiras normais de eixo horizontal, não são muito indicadas para este tipo de argamassa; caso a mistura seja executada com esta betoneira, aconselha-se complementar com uma amassadura manual ou com um berbequim (Cavaco, 2003: 3).

- **Compressão da argamassa**

A argamassa deve ser bem apertada contra o suporte ou contra a camada anterior; conforme R. Veiga « ... no momento certo do início do endurecimento, é muito importante [apertar] já que contribui para garantir uma maior compacidade e uma menor fissuração ... » (Veiga, 2006b: 45).

- **Observações e adaptações**

Estes cuidados terão de ser adaptados se forem usadas argamassas com pozolanas (para conferir hidráulidade à pasta). Nesses casos, como refere R. Veiga é « ... particularmente importante manter o revestimento húmido durante os primeiros dias, de forma a facilitar as reacções pozolânicas, enquanto o controlo da quantidade de água da amassadura não é tão rigoroso como no caso da cal aérea sem aditivo ... » (Veiga, 2006b: 45).

- **Para aplicação da argamassa recomenda-se:**

Eliminar todas as sujidades presentes no suporte. Esta limpeza poderá ser executada através de uma escovagem e de uma lavagem do suporte, para eliminar as poeiras, manchas e todas as partículas soltas. Caso necessário, efectua-se o enchimento ou “encasque” das reentrâncias com casquilho de tijolo ou telha ou com cascalho envolvido em argamassa, idêntica à usada no assentamento das alvenarias. Assim, evitam-se grandes variações na espessura da primeira camada e criam-se zonas de encaixe que facilitam a ligação (Mateus, 2002: 248-251).

Humedecer bem o suporte, para que a mesma não absorva demasiadamente a água da argamassa a ser aplicada, permitindo uma lenta secagem e um melhor endurecimento (Gil, 1997: 89-90).

A argamassa deve ser aplicada em camada; do interior para o exterior e de cima para baixo do edifício, apertando fortemente contra o suporte, a fim de aumentar a aderência entre as camadas, utilizando-se uma talocha, preferencialmente de madeira (Cavaco, 2003: 3; Veiga, 2006b: 40; Gil, 1997: 89-90).

Só depois da primeira camada de preparação do suporte (emboço) estiver bem seca, é que se inicia as operações de aplicação dos revestimentos propriamente ditos (Veiga, 2007c: 32). Para R. Veiga os substratos devem ser aplicados em camadas finas, devendo ainda considerar « ... que um maior número de camadas, de menor espessura cada uma, diminui as tensões de retração, reduzindo também a fissuração e melhorando a capacidade de impermeabilização ... »(Veiga, 2006b: 45)⁶⁹.

A camada de reboco deve ter espessura mais fina que a anterior e a sua aplicação pode ser efectuada com a colher, removendo a massa excedente com a passagem de uma régua. Recomenda-se o humedecimento da base antes da aplicação da camada seguinte (Veiga, 2006b: 40).

A terceira e as sucessivas camadas devem ter igualmente espessuras mais finas que as anteriores, sendo geralmente aplicados à talocha, bem apertadas para compactação e com um bom acabamento (Veiga, 2006b: 40).

Caso este revestimento receba uma pintura, recomenda-se que esta seja no mínimo, realizada após vinte e oito dias, pois este é considerado o tempo de cura mínimo para a carbonatação da cal, ou seja, para que a argamassa ganhe a suficiente resistência.



Fig. 27. A mistura da cal em pasta em obra, Convento dos Inglesinhos (Obra EDIFER)

⁶⁹ A aplicação de um revestimento de cal em subcamadas é também muito utilizado sobre paredes com problemas de eflorescências salinas; devido a porosidade da argamassa a superfície atacada pelos sais apresenta-se pulverulenta tipo *algodão doce*, em vez de ostentar destacamentos em forma de placas; assim estas camadas mais exteriores funcionam como camadas de sacrifício podendo ser limpas e depois até substituídas.

Hoje em dia, ainda existe, alguma controvérsia na questão da aplicação das camadas; se estas devem ser sobrepostas após secagem da camada anterior ou com a esta ainda húmida. Gárate é a favor da aplicação da camada seguinte com a anterior ainda fresca. Conforme este autor, a humidade permite uma melhor aderência do estrato e a secagem poderia levar a formação de uma película de carbonato de cálcio, o que dificultaria a aderência da camada seguinte. Gárate ainda salienta que se por algum motivo a aplicação for efectuada após a secagem da camada, esta deve ser humedecida e raspada para eliminar a camada de carbonato de cálcio (Gárate, 1994: 135). Ao citar Francesco Miliza e Vitruvius, J. Aguiar recomenda a aplicação do estrato seguinte com a secagem da camada anterior devido à lenta carbonatação da cal (Aguiar, 1999a: 317).

Julga-se entretanto, que a maneira correcta de aplicação, seja esperar a secagem da camada anterior; pois a água excedente da argamassa irá evaporar e o dióxido de carbono da atmosfera penetrará no revestimento fazendo com que este endureça e, estabeleça a carbonatação. Contudo, este endurecimento processa-se de forma lenta e do exterior para o interior, por isso, ao aplicarmos a camada seguinte com a anterior ainda fresca, este endurecimento pode não ocorrer. A questão que Gárate refere relativa à formação de uma película de carbonato de cálcio entre camadas, pode até ser favorável para o aumento da resistência mecânica do substrato. Na opinião de Barahona, um revestimento de cal aérea pode demorar até um ano ou mais para secar completamente (Barahona, 1992: 81).



Fig. 28, Ferramentas utilizadas na aplicação e acabamento de um revestimento

3.4.1.2 Revestimentos de acabamento e decoração

Os diversos tipos de acabamentos decorativos executados nos rebocos e nas superfícies dos revestimentos, proporcionavam às paredes um aspecto estético diversificado, exprimindo diferentes intenções marcadas pelo gosto de uma época, como também tinham uma função protectora, como já foi ressaltado no ponto anterior. Em Portugal, alguns destes acabamentos são ainda utilizados, mas não necessariamente recorrendo às técnicas tradicionais, outros caíram em desuso, devido a mudança de um gosto estético ou devido ao desconhecimento da técnica de aplicação ou, ainda, por causa da vulgarização das novas técnicas de revestimento, que utilizam materiais e técnicas de fácil e rápida aplicação, gerando um produto final economicamente mais

viável. Originalmente, estes acabamentos eram executados com argamassas de cal e areia até que no século XX com a generalização e o fervor do uso do cimento, muitos deles passaram a ser aplicados com este material. Contudo, a recolha da técnica tradicional é de fulcral interesse, principalmente para o restauro, onde o saber fazer é de suma importância, durante as aplicações em obra deste tipo de acabamento⁷⁰. É de salientar que estes acabamentos devem ser aplicados com recurso a aplicadores especializados.

Barramentos

Os barramentos, que em Portugal também eram conhecidos como *guarnecimentos*, foram muito usados como acabamento de superfícies exteriores e interiores, devido à sua durabilidade, economia e qualidade expressiva. O barramento de pasta de cal era utilizado desde a Antiguidade Clássica e foi muito difundido por todas as civilizações, atingindo a máxima divulgação no período Barroco, onde foi aplicado em quase todos os edifícios de grande expressão arquitectónica. Esta técnica continuou a ser empregue frequentemente até ao início da segunda metade do século XX (Aguiar, 1999a: 322-336; Forti, 1997: 40). Conforme Manfred Koller, no século XVII o barramento colorido foi muito utilizado como revestimento de acabamento exterior em diversos edifícios na Itália, como também na Áustria, na Polónia e na Suíça (Koller, 1982: 13-18). Os barramentos têm um papel importante na protecção do reboco, verificando-se que, quando se destacam, se assiste a uma degradação rápida das camadas de reboco subjacentes (Gonçalves, 1996: 1).

Esse acabamento era constituído por finas camadas de pasta de cal com espessuras entre os 2 a 5 mm, incluindo agregados muito finos tais como: areia fina, pó de pedra, pó de mármore e por vezes, aditivos como o pó de tijolo, o pó de carvão e pigmentos, aplicadas sobre o reboco, geralmente humedecido, em duas a três subcamadas com finura crescente, da interior para a exterior (Veiga, 2007c: 30-31). Segundo a bibliografia consultada, é unânime a opinião de que o barramento era executado com pasta de cal e agregados muito finos como pó de mármore, tal facto é, no entanto, elucidado desde Vitruvius, no seu Tratado, onde esclareceu que «... os revestimentos constituídos por argamassa pouco espessa apresentam fissuras e se deterioram rapidamente; pelo contrário os que estão firmados solidamente numa espessura compacta de massa e de pó de mármore, quando submetidos a polimentos repetidos, não só ficam mais brilhantes como até reflectem deste acabamento, para os observadores, nítidas imagens.» (Segurado, 1939; Gárate, 1994; Gonçalves, 1996; Forti, 1997; Aguilar, 1999a; Arcalao, 2001; Vitorio, 2006; Veiga, 2007c).

⁷⁰ A descrição das antigas técnicas foram recolhidas de uma extensa bibliografia antiga e recente, portuguesa e estrangeira, como igualmente foi importante as aulas que frequentei juntamente com o Arq.º José Aguiar no curso “*Taller de los Revestimientos*”, em Santiago de Compostela, aulas ministradas pelos estucadores espanhóis Luís Prieto e Oriol Garcia e pelo conhecido Arquitecto Ignacio Gárate Rrojas, in SIPAC - Salón Internacional del Patrimonio Cultural, Setembro de 1997.

O barramento poderia ser colorido ou não; a coloração era conseguida através da adição de pigmentos, que eram previamente dispersos em água e depois adicionados à massa, utilizando-se preferencialmente pigmentos inorgânicos devido à sua compatibilidade com a cal. Em alternativa, o paramento deixado à cor natural da argamassa, podia ser pintado através de uma caiação.



Fig. 29, Barramento pigmentado (foto *El Color de València*, 1990, p. 15)

Algumas vezes e como mostra a literatura examinada, este acabamento era polido à mão, através de diversas técnicas. O polimento podia ser conseguido através da passagem de panos húmidos, de pedras-pomes, pó de mármore ou pó de tijolo e pano seco, com o revestimento ainda húmido ou ainda através de aplicações de ceras ou sabão. Complementando as descrições de outros autores, Gárate em *Artes de La Cal*, descreve o polimento com a utilização do sabão de coco; como também Oriol Garcia e Luís Pietro, usam este material para polir diversos revestimentos; todavia recomendavam, para além do sabão de coco, o uso de água e azeite ou o uso de cera de Carnaúba misturada com cera microcristalina. Estes estucadores aconselham ainda que não se deve hidrofugar este acabamento logo após a sua execução, devido à lenta carbonatação da cal, pois poderia impedir o endurecimento do revestimento⁷¹ (Aguiar, 1999a: 325-331; Gárate, 1994: 206-213).

Vitrúvio, no seu sétimo livro, fazendo alusão ao polimento dos barramentos, comenta que estes podiam brilhar como um espelho revelando que «.. os barramentos quando submetidos a polimentos repetidos, não só ficam mais brilhantes como até reflectem deste acabamento, para os

⁷¹ Segundo Oriol Garcia, um revestimento de cal aérea pode levar até dez anos para carbonatar. Estas descrições foram retiradas das anotações feita pela autora desta tese, durante o curso “*Taller de los Revestimientos*”, realizado em Santiago de Compostela em 1997.

observadores, nítidas imagens ...» (Vitrúvio, 2006: 269). Tal permite constatar que a arte de polir era também usual na Antiguidade.

A aplicação do barramento era geralmente feita com colher e as proporções volumétricas das argamassas comumente utilizadas eram de 1 (cal em pasta) : 0,75 a 1 (areia muito fina tipo pó de pedra) (Mateus, 2002: 211; Forti, 1997: 40). Na sua obra *Acabamentos de Construção*, o engenheiro português Segurado, comenta que o barramento poderia ser aplicado à colher, em duas camadas, sendo constituídas por um traço de 4 partes de cal em pasta : 3 partes de areia branca (pó de pedra) fina afagando muito bem a superfície (Segurado, 1939: 136).

Carla Arcalao, no seu livro *Le Ricette del restauro*, sobre o barramento esclarece que a areia era um elemento fundamental para criar uma aparência polida e sem fissuras, devendo ser usada uma areia muito fina, quase que com consistência de um pó. A mesma autora cita Vitrúvio e comenta que este tratadista indica para o barramento o uso de pó de mármore e que Alberti aconselha o uso de uma água ou leite de cal sobre esta ultima camada (Arcalao, 2001: 11-13), provavelmente com o intuito estético, ou ainda de aumentar a resistência mecânica.

Alguns estudos científicos já foram efectuados sobre este tema em Portugal. Em 1997 Teresa Gonçalves e Rosário Veiga, efectuaram algumas experiências práticas e os melhores resultados dos ensaios, foram conseguidos com as aplicações de um barramento de cal, areia e um pequena percentagem de resina acrílica (Gonçalves e Veiga, 1997: 8; Gonçalves, 1996: 6). Contudo, sabe-se a que a perfeição, a beleza e a durabilidade desta técnica está no saber escolher os materiais e mais ainda no saber aplicar; com efeito ainda temos muito que aprender com os antigos aplicadores.

No decorrer desta tese foram analisados diversos edifícios portugueses de zonas e épocas diferentes; edifícios dos séculos XVIII e XIX, de Lisboa e de Sintra, observando-se a presença da camada de barramento na maioria dos edifícios estudados. Verificou-se que esta camada era composta maioritariamente por carbonato de cálcio e apresentava-se bastante compacta (Tavares *et al.*, 2003, 2006)⁷².

Este tipo de acabamento é referenciado na bibliografia antiga e manuais práticos portugueses dos finais do século XIX e inícios do século XX, sobre os acabamentos nas construções, auferindo o nome de *Guarnecimento*. Segurado comenta que «... nas paredes exteriores, onde não se pode usar gesso, faz-se o guarnecimento, isto é, a aplicação de argamassa de cal e areia em primeira

⁷² Estes estudos foram realizados no LNEC no Departamento de Edifícios, juntamente com a equipa do NAU – Núcleo de Arquitectura e Urbanismo da qual fiz parte juntamente com o Arq.º José Aguiar e do NRI – Núcleo de Revestimentos e Isolamentos na pessoa da Eng.ª Rosário Veiga. Sobre o assunto consultar: Tavares *et al.*, *Conservação e restauro de antigos revestimentos exteriores: caracterização de alguns casos (do século XVII e XIX na zona de Lisboa)*, in V SBTA, São Paulo, 2003 e Tavares *et al.*, *Revestimentos exteriores de paredes do pavilhão de segurança do Hospital Miguel Bombarda – Identificação de camadas e estudo cromático*, Relatório 13/06-NRI, Lisboa, LNEC, 2006.

camada e de cal em pasta na segunda. Pode-se fazer a branco ou a cores ...» comprovando assim a sua aplicação em Portugal até ao início do século XX (Segurado, 1939: 136). Hoje em dia, esta técnica é ainda empregue, nomeadamente em obras de restauro de edifícios antigos.

Técnica de execução e aplicação do barramento

No texto *Fingidos de madeira e de pedra – breve historial, técnicas de execução, de restauro e de conservação*, J. Aguiar, expõe mais uma técnica descrita pelo renomado estucador espanhol Oriol Garcial, pronunciando que o barramento é executado igualmente com pasta de cal e pó de mármore muito fino; contudo elucida alguns pormenores sobre os materiais e a técnica que se pensa serem importantes para a qualidade final do trabalho e que se descreve a seguir (Águia *et al.*, 1997b: 11):

- A cal deve ser apagada mantendo-se entre os 100 e os 130 °C no momento da hidratação, até se obter uma pasta de cal (com uma diluição próxima do *iogurte*). Depois esta pasta é passada por um peneiro com malha de 0,8 mm para retirar as impurezas. Esta pasta de cal deve ser armazenada em depósitos com uma camada ligeira de água (água de cal) no seu topo, para evitar que seque (por carbonatação), e não deve ser utilizada antes de seis meses de imersão e repouso. Para Oriol, citado por José Aguiar «.. *quanto melhor e mais cristalina for a pedra da cal, melhor o brilho e o resultado final obtido com estas técnicas de decoração e acabamento e segundo este mesmo estucador não se deve utilizar cal em pó para fazer barramentos ou esgrafitos, pois este tipo de cal não só não fornece a plasticidade necessária, como também impossibilita a formação superficial da uma película de carbonatação para protecção dos pigmentos e superfícies.*»
- Os agregados utilizados devem ser obtidos a partir da trituração dos mármore, com partículas finíssimas na ordem dos 2,5 mm, 1200 µm, 800 µm e 350 µm.
- Caso se queira cor, deve-se adicionar pigmento à argamassa; utilizando preferencialmente pigmentos resistentes ao álcali e à luz do sol, como por exemplo, os inorgânicos devido à sua compatibilidade com a cal. A percentagem de pigmento não deve ultrapassar os 5 a 6% do peso total do ligante. Para Aguiar «.. *uma percentagem de pigmentos em excesso, não consegue aumentar a coloração da massa; o pigmento passará a comportar-se como mais um agregado, enfraquecendo a adesão e coesão do acabamento final com o agravante adicional de que, com a presença da água, poderá facilmente ocorrer a sua migração na parede, provocando desagradáveis manchas.* Explicando ainda que ... *deve-se sempre experimentar os pigmentos misturando-os com um pouco de massa de cal, o que permitirá rapidamente avaliar da sua compatibilidade ... o melhor será realizar teste colocando pequenas placas de argamassa revestidas com acabamentos feitos com cal e os*

pigmentos que se pretende testar, tendo o cuidado de tapar a metade dessas placas, e expondo-as ao sol, no exterior, durante um período de dois a três meses. Se não se verificarem diferenças de vulto, o pigmento é adequado.»

- A espessura deste acabamento não deve ultrapassar os 5 ou 7 mm, sendo a espessura ideal entre os 3 e 5 mm.
- A aplicação faz-se com uma colher de pequena dimensão e o acabamento é conseguido com uma talocha de madeira. Segundo Oriol, se for utilizada talocha de metal ou de plástico, a superfície final ficará muito lisa, trazendo água para a superfície. A talocha de madeira tem a vantagem de retirar o excesso de água das argamassas. Esta operação pode ainda ser intercalada com a passagem de uma esponja húmida.



Fig. 30, Os distintos materiais empregue na execução de um barramento, Conventos dos Inglesinhos, Lisboa (Obra EDIFER)



Fig. 31, A aplicação de barramento; observa-se a fina espessura da camada, Conventos dos Inglesinhos, Lisboa (Obra EDIFER)



Fig. 32, Materiais utilizados para a execução de um barramento, Palácio de Belém, Lisboa (Obra IN SITU)

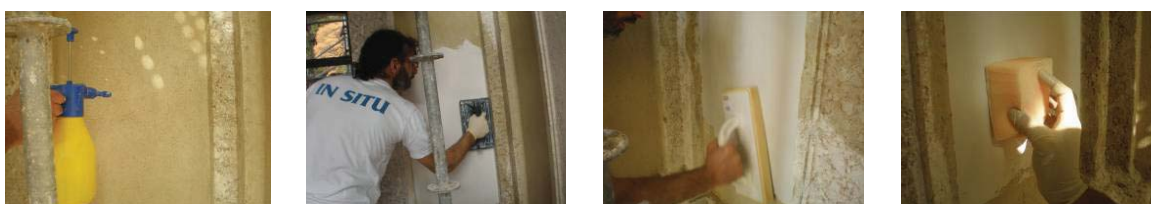


Fig. 33, Aplicação do barramento, Palácio de Belém, Lisboa (Obra IN SITU)

Acabamento Estanhado

Muito conhecido em Portugal, à excepção do modo de execução, este acabamento, é na sua generalidade muito semelhante ao barramento. Sobre o reboco ou esboço aplica-se uma camada fina de uma argamassa rica em ligante (cal aérea ou em pasta) com adição de um agregado muito fino, sendo aplicado à talocha, efectuando-se um acabamento bem liso, trazendo o ligante à superfície obtendo-se assim, um efeito vidrado ou areado. É um acabamento que, se bem executado, fica consideravelmente resistente e impermeável, conquanto, exige grande conhecimento do aplicador, se não, há uma grande probabilidade de ocorrência de fissuras. Pode ser também executado com cimento, gesso ou mistos (cal e cimento). É considerado caro, devido à delicada técnica de aplicação e morosidade. É um acabamento muito apreciado, em Portugal principalmente no Norte do País⁷³.



Fig. 34, Barramento pigmentado, Palácio de Mafra



Fig. 35, Acabamento estanhado, Capela Velha, Castanheira de Pêra (Obra IN SITU)

Acabamento Liso Talochado ou Polido

Este acabamento é executado através de sucessivas camadas de argamassas, alcançando espessuras de 5 a 7 mm, e é conseguido através de consecutivas passagens de uma talocha sobre a camada de acabamento ainda fresca (*i.e.* três a quatro horas após a sua aplicação), até se obter uma textura lisa e uniforme. Por vezes, na argamassa da última camada é utilizado o pó de mármore para se conseguir um acabamento mais liso e uniforme. Segundo Barahona, antes de secar, ou seja antes de completar as vinte e quatro horas, pode ser executada uma lavagem com água e escovas ou trinchas, com o objectivo de remover os grãos de areia que estejam sobressaindo. O aspecto final deste tipo de acabamento é de uma textura acetinada (Barahona, 2000: 28).

⁷³ Esta técnica foi descrita informalmente pela Eng.^a Rosário Veiga no decurso desta tese. O texto aqui referido é uma adaptação livre da autora, daquilo que foi referido pela Eng.^a Rosário Veiga.

É um acabamento de difícil execução, pois apresenta grande sensibilidade à fendilhação. A tendência para a formação de caminhos preferenciais de escoamento da água da chuva torna-o susceptível à acumulação de sujidade, sobretudo se os pormenores arquitectónicos e as cores não forem estudados para minimizar esses efeitos (Veiga *et al.*, 1996: 100).

Técnica de execução e aplicação do acabamento liso ou talochado

José Aguiar, esclarece sobre uma maneira de executar este acabamento aconselhada pelo estucador Oriol Garcia (Aguiar *et al.*, 1997b: 11):

- O acabamento é aplicado em três camadas sobre o reboco, que deve ser previamente lavado.
- Após a lavagem, com o reboco ainda húmido, aplica-se a primeira demão, feita com uma argamassa ao traço 1:1 de pasta de cal magra + pó de pedra mármore moída com 2,5 mm de espessura. Em rebocos de cal e areia bem executados e acabados, essa primeira camada é desnecessária.
- A segunda camada é aplicada ao traço 1:1,2 de pasta de cal magra + pó de pedra mármore com 1,2 mm de espessura.
- A terceira e última camada, a de acabamento, é efectuada com o traço 1:1 de pasta de cal gorda + pó de pedra mármore com 700 a 800 µm de espessura. O acabamento deste revestimento tem um aspecto muito liso, caso se queira dar cor, tal como no barramento, é só adicionar pigmento à massa, segundo as mesmas técnicas e princípios.

Conforme José Aguiar, existe um outro acabamento muito parecido com este, o *acabamento lavrado* que é feito com uma técnica análoga; a diferença consiste na camada de acabamento, em que se utiliza pó de pedra com uma granulometria maior (1,2 a 1,5 mm) obtendo-se um acabamento com textura mais rugosa.

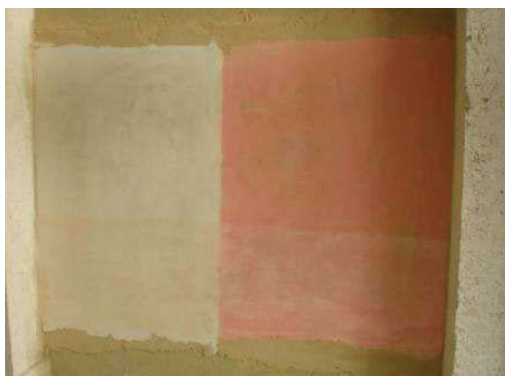


Fig. 36, Acabamento polido com e sem pigmento na massa (Acabamento executado pela FRADICAL)

Acabamento Polido a Quente

Este tipo de acabamento é realizado sobre um barramento, através da passagem final de ferros quentes com formas e tamanhos variados, resultando numa superfície lisa e brilhante⁷⁴. É uma técnica de origem italiana, que devido ao seu extraordinário polimento final, é utilizada para imitar diferentes tipos de pedra, como os mármore. É utilizada tanto para o exterior como para o interior. É uma prática ainda muito utilizada em Espanha, tendo praticamente desaparecido em Portugal; porém porque aqui foi igualmente empregue, importa descrevê-la.

Técnica de execução e aplicação do acabamento polido a quente

A argamassa utilizada é a mesma que o *acabamento polido*, a diferença está na prolixa técnica de aplicação, e que demora dois dias para executar. Os passos da sua aplicação são os seguintes:

- No primeiro dia, aplica-se o *acabamento polido* segundo técnica descrita anteriormente.
- No segundo dia, aplica-se uma camada de *tinta gorda de cal* que é uma mistura obtida com a diluição de pasta de cal em água quente na qual se misturam raspas de sabão de coco. As proporções da *tinta de gorda de cal* segundo instruções de Oriol Garcia e Luís Pietro são as seguintes: 2 litros de água + 400 gr de sabão de coco ralado + 10 a 15 kg de pasta de cal. O sabão de coco⁷⁵ é diluído primeiramente com a água a ferver, sendo a água acrescentada aos poucos. Depois, esta água de sabão, é adicionada à pasta de cal; mistura-se bem até esfriar completamente. Esta mistura pode durar até dois anos, se guardada hermeticamente fechada.
- Depois de fria, esta *tinta gorda de cal*, é aplicada sobre o revestimento com uma trincha em 4 demãos, primeiro na vertical, seguindo-se a aplicação na horizontal. Se se quiser cor, é só acrescentar pigmento a esta mistura.
- Após a passagem da *tinta gorda de cal*, passa-se a superfície, rapidamente, um ferro quente, aquecido num forno de carvão, que conferirá ao revestimento um brilho invejável;

⁷⁴ A técnica aqui descrita baseia-se em notas pessoais recolhidas no âmbito da participação no curso *Taller de los Revestimientos*, realizado em Santiago de Compostela em 1997 e do documento J. Aguiar, Martha Tavares e Isabel Mendonça, *Fingidos de madeira e de pedra - breve historial, técnicas de execução, de restauro e de conservação*, elaborado para o CENFIC, Lisboa, CENFIC, 1997. Gárate esclarece igualmente esta técnica no seu livro. Ignácio Gárate Rojas, Ob. Cit, 1994, p. 208-211.

⁷⁵ Segundo os estucadores espanhóis o mais indicado é utilizar o sabão de coco do Brasil.

podendo também ser utilizados os antigos ferros de engomar de secção arredondada (estes devem estar com a superfície limpa para não manchar o revestimento).

- Este revestimento tem a possibilidade de ter ainda um outro acabamento a imitar pedra (fingido). Esta imitação é conseguida através de uma pintura que é feita após a passagem do ferro com um pincel fino a imitar os veios da pedra desejada. Após esta pintura de fingimento, passa-se outra vez o ferro de brunir, até se conseguir o polimento e brilho desejado; sendo sempre esta a última etapa de execução.

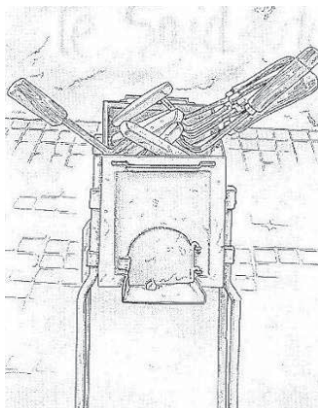


Fig. 37, Colocação dos ferros no forno e a passagem do ferro sobre o revestimento (foto *Guía El Estuco*, 1998, p.114)

Acabamento Raspado

Este acabamento apresenta uma superfície com textura áspera; aplica-se a primeira camada de argamassa ao traço volumétrico 1:3, constituída por uma granulometria grossa com aproximadamente 5 mm de espessura; após uma hora, estende-se a segunda camada de argamassa com granulometria mais fina que a primeira. O acabamento é obtido por raspagem geral do revestimento, após início de endurecimento da argamassa, utilizando uma lâmina denteada, uma prancha de madeira com pregos ou outro utensílio apropriado. Depois da raspagem, que deve ser feita com tempo seco, escova-se o paramento para assegurar a remoção das partículas soltas. É um acabamento de fácil execução, podendo ou não ser pintado após a secagem (Veiga *et al.*, 1996: 96 e Bellafont *et al.*, 1999: 17).

Acabamento Riscado ou Estriado

Este acabamento é executado com argamassas que contenham agregados relativamente grandes (“grossos”). Sobre a camada final, parcialmente endurecida, passa-se a talocha, que ao deslizar sobre o revestimento irá deixar estrias ou riscas (Veiga *et al.*, 1996: 97).

Acabamento Áspero ou Crespo (Tirolês)

Este tipo de acabamento é muito rugoso, conhecido por *tirolês*, ou ainda popularmente como *acabamento com vassoura* e a argamassa utilizada, deve apresentar certa fluidez. O acabamento

é executado projectando manualmente a argamassa com uma vassoura, de preferência curta e dura, que é “mergulhada” na argamassa e com a qual se vai “salpicando” a parede, de modo a apresentar uma superfície muito texturada e áspera, mas regular. Quando a primeira camada está seca, é aplicada mais uma ou duas outras até se obter o aspecto desejado. Para a argamassa não pingar e sujar o revestimento, Gárate aconselha o uso de um pano ou de uma placa de madeira por baixo da vassoura, para aparar os escorrimentos, explicando que a aplicação deste acabamento trata-se de um procedimento muito lento (Gárate, 1994: 147-148). A primeira camada, é aplicada perpendicularmente ao paramento com espessura de 5 mm, e a segunda com uma inclinação de 45° com espessura de 2 mm, com o objectivo de cobrir as irregularidades deixadas aquando a aplicação da primeira camada. Caso observe-se ainda irregularidades no paramento, aplicar-se-á uma terceira camada (Bellafont, 1999: 21).

Segundo Gárate, a composição e o traço da argamassa pode ser cal e areia na proporção 1:3,5 (Gárate, 1994: 147). Este mesmo autor, citando Quilez, explica que as juntas podem ser marcadas e cortadas sobre este revestimento com uma régua de madeira, simulando assim a estereotomia de um bloco de pedra (Gárate, 1994: 150). Para obter cor, acrescentam-se pigmentos à argamassa e para se conseguir rugosidade pronunciada, a aplicação é feita em mais de uma demão, como foi exposto. Segundo Segurado, este acabamento pode ser igualmente pintado pelo mesmo processo da vassoura embebida na tinta (Segurado, 1939: 10). Actualmente é comum a aplicação deste revestimento, através de projecção de meios mecânicos, conseguindo uma maior rapidez e rendimento.

É muito usual encontrar este tipo de acabamento em regiões de grande pluviosidade, por dificultar a penetração da chuva, devido ao aumento pronunciado da superfície o que leva à evaporação da água; também é frequente a sua utilização em zonas onde existe risco elevado de formação de gelo, por aumentar enormemente a área total de superfície com exposição ao ar e, portanto, de secagem após as chuvadas. Com efeito, é considerado um acabamento bastante resistente, sendo muito utilizado para socos, muros e elementos arquitectónicos. A designação de *tirolês* resulta do seu frequente emprego no Tirol austríaco, região que tem as características climáticas referidas, contudo é muito utilizado em Espanha tendo igualmente aplicação em Portugal, tanto através de argamassa de cal como mais recentemente de cimento (Veiga *et al.*, 1996: 98 e Barahona, 2000: 31).



Fig. 38, Acabamento áspero, soco de uma habitação, Porto



Fig. 39, Habitação com revestimento áspero em faixas revestindo o pano de fachada exterior, Sintra

Acabamento Escocês

Tem características idênticas ao *tirolês*, podendo considerar-se uma variante desse acabamento, embora tenha uma textura mais rugosa, pois é constituído por agregados com granulometrias mais grossas e encontra-se frequentemente na Escócia. É um acabamento indicado para regiões com condições severas de exposições climáticas, devido a sua resistência e durabilidade (Veiga *et al.*, 1996: 99).

Acabamento Picado

Este tipo de acabamento, também conhecido por *acabamento bujardado*, é executado com o reboco ainda fresco. Aplica-se a primeira camada de argamassa de cal + areia ao traço 1:3, com espessura de 4 a 5 mm; após secagem da primeira camada, estende-se a segunda camada com granulometria menor que a anterior sendo esta bem apertada com talocha. O acabamento é obtido golpeando a superfície com o ângulo inferior de uma espátula ou de outro instrumento perpendicular a ela ainda fresca; as texturas variam, dependendo do tipo de instrumento empregue para golpear, depois escova-se o paramento para assegurar a remoção das partículas soltas. Geralmente, este tipo de acabamento é executado com argamassas de areias grossas, que ficam à vista, tornando-se muito resistentes, sendo por isso frequentemente usado nas zonas inferiores das paredes dos edifícios (*socos*). Este acabamento tem como função estética simular a estereotomia da pedra (Barahona, 2000: 29; AAVV, 1998: 62; Bellafont *et al.*, 1999: 25).



Fig. 40, Fachada posterior do Convento de Cristo, Tomar



Fig. 41, Soco com acabamento picado, Convento de Cristo, Tomar

Acabamento imitando Pedra

Conhecido por *fingido de pedra* ou *simil pedra*, este acabamento teve um importante papel na decoração arquitectónica, representando materiais diversos e com diferentes tendências de gosto. Estes revestimentos são empregues na arquitectura desde há muitos séculos; no decurso da recolha bibliográfica efectuada conseguiu-se apurar que eram empregues com frequência na Europa desde o século XII, tendo o seu apogeu no período Barroco, período este que favoreceu a prática de uma decoração muraria mais diversificada quanto ao seu conteúdo e forma (Carr, 1998: 144; González, 2005: 123-1288). Segundo J. Aguiar, Andrea Palladio, italiano que viveu e trabalhou no século XVI, foi um dos arquitectos que mais recorreu ao uso desta técnica de fingimento; muitas das suas obras são revestidas por um acabamento de cal (*intonaco*) imitando

materiais nobres tais como a pedra, o mármore ou o tijolo (Aguiar, 1999a: 329). Isto é igualmente confirmado pelo Centro de Estudos Palladiano que evidencia a escolha deste arquitecto por materiais económicos, originando soluções de grande liberdade arquitectónica compositiva, com enorme impacte visual, conseguido através do contraste cromático dos materiais utilizados⁷⁶. Em Itália este tipo de acabamento está presente em diversas regiões e sobre diferentes tipos de estruturas arquitectónicas, sendo a Sicília a região que mais amplamente acolheu esta técnica de imitação principalmente no que diz respeito aos edifícios do século XIX (Musso, 2001: 27-35; Margagliotta, 2001: 280-288).

No período Neoclássico, verificou-se uma diminuição do uso deste tipo de acabamento. A recuperação do seu uso deu-se com o emergir do Eclétismo, no século XIX, sendo estendido até praticamente finais do século XIX, início do XX.



Fig. 42. Vista geral da Loggia de Capitanio em Vicenza; o uso de um revestimento imitando tijolo na fachada exterior do edifício (foto in www.cisapalladio.org)



Fig. 43. Pormenor de uma coluna com revestimento fingindo tijolo em contraste com o branco do mármore (foto in www.cisapalladio.org)



Fig. 44. Pormenor de um capitel com um acabamento de cal de fingido de tijolo (foto in www.cisapalladio.org)

Em Espanha, este tipo de acabamento, foi e ainda é muito aplicado, Gárate, descreve diferentes tipos de acabamentos que imitam a pedra, alguns mais aplicados em Espanha do que em Portugal como o *revoco martillina*, *revoco madrillenos* entre outros, contudo na sua obra existe uma extensa descrição técnica destes acabamentos (Gárate, 1994: 149-154). Rafael Ruíz Alonso, na fabulosa obra *El Esgrafiado*, explica que o *acabamento imitando pedra*, para simular diferentes elementos da arquitectura, pode ser igualmente executado através da técnica do esgrafito, complementando «.. *Es más se puede hablar de muchos revocos de una auténtica vocación mimética (martillina, estuco lustro etc.)*». Este historiador da arte, esclarece-nos sobre os diversos tipos destes acabamentos existentes na região de Segóvia em Espanha, explicando que estes poderiam ser executados de forma rectangular, circular ou ainda através de linhas sinuosas, características do século XVIII. A disseminação desta técnica deve-se sobretudo às frágeis

⁷⁶ Sobre o assunto consultar www.cisapalladiano.org e <http://www.boglewood.com/palladio/malcontenta.html>.

alvenarias das edificações, que exigiam uma protecção, sendo este acabamento a melhor opção, devido à simplicidade do seu traçado e a rapidez de execução (Ruiz, 2001: 308).

Em Portugal, esta situação não é divergente. O restaurador Joaquim Caetano, explica que este tipo de acabamento é mais usual no Sul de Portugal⁷⁷. Conforme o mesmo autor, no Norte do País observa-se um outro tipo de simulação, que é conseguida apenas com a marcação das juntas, sobre a alvenaria de pedra regular, através de uma argamassa de cal. Este tipo de solução é igualmente encontrado em outros países. Como refere Gárate, que designa estes acabamentos com diferentes denominações dependendo da do suporte e da forma estética alcançada, como «.. *rejuntado, juntas biseladas, juntas recortadas em verdugadas ou juntas paneadas dependendo da forma e da alvenaria do suporte.*» (Gárate, 1994: 157-158).

Segundo Caetano, este modo de tratar as juntas só ocorre em Portugal, em edifícios com alvenaria de pedra regular, principalmente em edifícios religiosos românicos ou de transição para o gótico, localizados geralmente no Norte do País (Caetano, 2006: 8). As juntas são locais preferíveis e sensíveis de entrada de água para a estrutura edificada, é uma forma de torná-la mais resistentes e com aspecto estético agradável, na opinião de Caetano, foi ornamentá-las com a sobreposição de mais de uma camada de argamassa de cal, assim, no local das juntas é aplicada uma argamassa num plano superior à pedra. Esteticamente o paramento do edifício apresenta-se marcado através da definição dos blocos, reforçando a estereotomia da pedra e a estrutura torna-se bastante mais protegida e resistente (Caetano, 2006: 8). No interior do edifício, este modo de revestir as juntas é também observado, contudo por motivos diferentes; Caetano complementa as suas descrições esclarecendo que «...*este modo de tratar as juntas refechadas num plano superior ao da pedra no interior das edificações não corresponde a uma solução funcional mas decorativa e de preocupação de reforçar a leitura da estereotomia do paramento; sendo prática corrente nos séculos XV e XVI embora mais comumente encontrado no interior do que no exterior*» (Caetano, 2006: 4-5).

José Aguiar tem vindo a documentar os vestígios destes tipos de acabamento existentes em Portugal, sensibilizando a sociedade (nomeadamente estudantes, técnicos, investigadores e autoridades) para a importância da preservação dos mesmos. Na sua tese concluída em 1999, faz referência a diversos acabamentos fingindo pedra existentes ainda no País comentando que «... *foi sempre frequente a imitação das formas e texturas de outros materiais com o reboco. Entre estas eram particularmente frequentes as imitações da estereotomia das texturas da pedra, de silhares e juntas imitadas com a passagem do ponteiro, quando as argamassas ainda estavam frescas*» (Aguiar, 1999a: 320).

⁷⁷ Confirmado também por nós durante a execução desta tese.

No âmbito do presente estudo, analisou-se, o revestimento fingindo pedra no interior da Sé de Évora⁷⁸; este monumental e importante templo medieval deixa sua marca na imagem da cidade como também provoca grande impacto a quem o visita. É de sublinhar que as paredes exteriores de granito conservam ainda hoje um revestimento fingindo pedra, com grande expressão estética, e segundo observação visual *in situ* algumas zonas encontram-se bastante resistentes; embora em outras situações observem-se apenas vestígios das antigas camadas⁷⁹.

O revestimento estudado embora tratar-se de um revestimento interior e não ser o tema de âmbito principal desta tese, pensa-se ser importante descrever algumas considerações relevantes, em especial para a sua técnica de execução. As paredes de todo o interior da igreja incluindo as abóbadas, são cobertas por um revestimento fingindo pedra, constituído por uma argamassa de cal dolomítica (Adriano, 2006: 70-75), devido às diversas intervenções sofridas ao longo dos séculos, foram observadas duas distintas técnicas de aplicação, uma provavelmente executada através da técnica do *esgrafito* ou do *grafito* e outra através de um revestimento com sobreposição de uma argamassa de cal para simular a junta. Contudo, a situação mais comum é o fingido de estereotomia de alvenaria de pedra, apresentando um padrão rectangular de dimensões variáveis, recorrendo a um reboco executado em várias camadas, deixando um acabamento áspero, com as juntas em alto-relevo (Tavares *et al.*, 2005a: 14)⁸⁰. O guarnecimento das paredes através de um revestimento fingindo pedra iria assim fornecer a imagem adequada a tão nobre monumento. Assim pode-se até considerar que um dia a Sé de Évora teve os seus paramentos exteriores e interiores amplamente revestidos por um acabamento fingido pedra.



Fig. 45, Fingido de pedra na entrada principal da Sé de Évora (exterior)

Fig. 46, Pormenor do fingido exterior da Sé de Évora

⁷⁸ Este trabalho foi efectuado para o IPPAR de Évora, fez parte da equipa do LENC a Eng.^a Rosario Veiga, Dr. Santos Silva, Dra. Martha Tavares, Eng.^a Ana Magalhães e ainda o Arq.^o José Aguiar na época funcionário do LNEC. Sobre o trabalho consultar: M. Tavares; R. Veiga; A. Magalhães, J. Aguiar, *Relatório preliminar sobre os revestimentos interiores da Sé de Évora*, Relatório 272/05-NRI, Lisboa, LNEC, Agosto de 2005 e R. Veiga; M. Tavares; A. Magalhães, *Conservação dos revestimentos interiores da Sé de Évora diagnóstico e recomendações*, Lisboa, Relatório 233/07-NRI, LNEC, 2007.

⁷⁹ É de salientar que o revestimento exterior da Sé de Évora não foi alvo deste estudo. Observa-se este tipo de revestimento nas paredes da entrada principal e em diversas fachadas exteriores, inclusive nos Torrões.

⁸⁰ É de salientar que até hoje é notório o problema de humidade no interior da Sé Évora acarretando outras anomalias, observadas durante o estudo. Tavares *et al.*, Ob. Cit, 2005.

Este tipo de revestimento é comum na cidade de Évora, onde se nota a aplicação deste acabamento em diversos edifícios correntes de arquitectura doméstica e em outros mais aprimorados ou, ainda, em edifícios religiosos ou de cunho militar, ora aplicados como revestimento contínuo ora apenas para simular algum elemento arquitectónico. Pode-se assim considerar que este tipo de acabamento foi muito usual na cidade de Évora e muito provavelmente desde o século XVI.



Fig. 47, Pormenor de um fingido de pedra, Igreja São Francisco, Évora



Fig. 48, Acabamento fingido pedra sobre o paramento exterior da Casa Garcia Resende, Évora

Contudo, não foi só a cidade de Évora que teve o privilégio de transformar visualmente uma estrutura simples, e desprovida de decorativismo constituído por materiais nobres, num elemento da arquitectura erudita, através da utilização de um revestimento de imitação.

Durante a execução desta tese, pode-se observar a aplicação desta solução sobre diferentes edificações espalhadas pelo País, observando que a região Centro e Sul regista abundantemente esta prática, quer aplicada através de uma técnica mais aprimorada, representando a pedra mais cara, quer de maneira mais simples, recorrendo a um simples revestimento de cal com textura e cor semelhante à da pedra. Observa-se a existência deste tipo de acabamento cobrindo todo o paramento exterior do edifício, como também são frequentes as imitações de cantaria em elementos arquitectónicos do exterior de edifícios – cunhais, pilastras, rodapés, socos, frisos, cornijas, molduras – sobretudo em habitações de carácter popular, sugerindo materiais de difícil obtenção, quer pelo custo quer pela sua raridade, no local de construção; são também comuns as imitações de alvenarias de tijolo e, mais raros em exteriores, os fingidos de madeira. A par destas soluções, observa-se ainda a presença deste acabamento demarcando simplesmente alguns elementos decorativos presentes no edifício. Este tipo de acabamento fingindo pedra marca, sem dúvida, de forma eloquente, uma transformação espacial, formal, técnico-construtiva e estética as edificações construídas.



Fig. 49, Acabamento fingindo pedra cobrindo alvenaria exterior de um edifício na Freguesia da Sé, Évora



Fig. 50, Torre do Palácio Conde de Bastos Vista com vestígios de um acabamento fingindo pedra, Évora



Fig. 51, Acabamento fingindo pedra na Igreja de São Francisco, Évora



Fig. 52, Vestígios de um acabamento fingindo pedra cobrindo alvenaria exterior da Igreja Sta. Clara, Évora

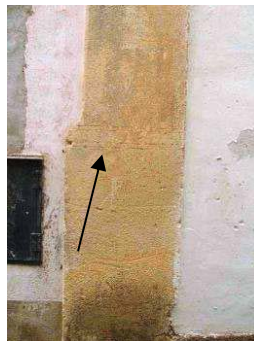


Fig. 53, Simulação de soco e cunhal, através de um acabamento fingindo pedra, nota-se a incisão, pela técnica do grafito, para marcar as diferenças arquitectónicas, Évora



Fig. 54, Acabamento fingido pedra, aplicado por cima da cantaria original embasamento de um edifício na Praça do Giraldo, Évora

Sem dúvida que a região do Alentejo é onde se nota uma intensa exploração deste acabamento decorativo, sendo igualmente a região que detém a maioria dos vestígios originais; sendo o cunhal o elemento arquitectónico mais imitado. Embora existam inúmeras adulterações, mas em muitas, a estética e a técnica original podem ainda ser recuperadas, através de uma adequada metodologia de restauro. É de referir, que durante os recentes restauros de diversas igrejas alentejanas, tem sido encontrado este tipo de acabamento por baixo de diversas caições, como também por baixo de antigas pinturas murais, concluindo-se que este gosto decorativo, por imitar materiais nobres, antecedeu o programa decorativo da pintura mural⁸¹.

⁸¹ Este tema foi igualmente observado e tratado por Joaquim Caetano em 2006, este autor faz referência a diversos exemplos de acabamentos fingidos pedra por baixo de pinturas murais em diferentes igrejas portuguesas. Consultar: Joaquim Caetano, *400 anos a fingir ou acabamentos nas paredes dos edifícios dos séculos XV e XVI*, in Revista ARTIS, Revista do Instituto da Arte da Faculdade de Letras de Lisboa, n.º 5, 2006, p. 125-144.



Fig. 55, Acabamento fingindo de pedra, Torre Castelo, Moura



Fig. 56, Revestimento fingindo cunhal, Crato



Fig. 57, Acabamento fingindo pilastral, Cabeço de Videl



Fig. 58, Acabamento fingindo cunhal; nota-se a simulação da estereotomia da pedra em alto relevo, Portel



Fig. 59, Acabamento fingindo cunhal, Moura



Fig. 60, Acabamento fingindo pedra por baixo de diversas camadas de caições na Igreja de São Francisco, Portalegre (foto e Obra IN SITU)

Na cidade de Lisboa, observa-se também a presença deste tipo de acabamento, em inúmeras construções do século XIX e início do século XX, em alguns edifícios mais antigos da época Pombalina e anteriores. Nos edifícios do século XIX e inícios do XX, nota-se a presença deste revestimento, sendo empregue para simular elementos arquitectónicos como socos, cunhais, elementos decorativos ou ainda como revestimento contínuo, cobrindo todo o pano de fachada da estrutura edificada. Nos edifícios mais antigos é comum encontrar este revestimento, simulando apenas os elementos arquitectónicos como cunhais, sendo rara a presença como revestimento contínuo. Observou-se que os edifícios que não foram intervencionados possuíam ainda um reboco constituído por argamassa de cal (observação efectuada à vista desarmada). Os que receberam intervenção recentes apresentavam-se em geral bastante alterados, sendo comum a utilização de argamassas inadequadas, provavelmente de cimentos, que alteraram a sua estética e técnica original.



Fig. 61, Acabamento fingindo pedra no embasamento de um edifício em Lisboa



Fig. 62, Acabamento fingindo pedra, Praça da Alegria, Lisboa



Fig. 63, Destacamento da camada de acabamento do revestimento



Fig. 64, Edifícios apresentando revestimento contínuo imitando pedra, Lisboa



Fig. 65, Revestimento contínuo imitando pedra, Lisboa



Fig. 66, Pormenor do revestimento, apresentando destacamentos, Lisboa



Fig. 67, Revestimento contínuo imitando pedra, Casa Henrique Sommer, Cascais



A região de Sintra, em especial a Vila de Sintra, constituída por uma arquitectura eminentemente dos finais do século XIX e inícios do século XX, eclética e romântica, é um dos cenários ideais de utilização deste acabamento, marcando de forma constante o seu ambiente arquitectónico. A Vila de Sintra é muito marcada por uma imagem cenográfica, onde todos os meios artísticos e técnicos disponíveis, típicos da cultura pré-industrial, criam formas, decorações e ambientes tipicamente românticos, tornando-a num local específico, onde a maioria dos seus edifícios ostentam técnicas decorativas de fachadas exteriores muito elaboradas, tais como os fingidos de pedra ou de tijolo (o mais corrente) ou ainda o fingido de madeira, como é o caso do excepcional Chalé da Condessa D'Edla. Com efeito, uma parede lisa tornava-se numa complexa alvenaria de tijolo ou de pedra,

outras eram revestidas por painéis apainelados fingindo mármore, outras cobertas por rebocos fingindo tábuas de madeira exóticas e outras soluções comumente observadas, refere-se a aplicação de revestimentos simulando a pedra em faixas horizontais de cores contrastantes, exprimindo atitudes de fantasia e de simulação, típicas da arquitectura romântica. Assim, passear por Sintra, olhar a sua paisagem, admirar e confrontar com as fachadas exteriores dos seus mais diversos edifícios é reviver o romantismo do passado que lhe confere uma identidade própria de reconhecimento cultural, influenciando assim o nosso actual imaginário.



Fig. 68, Cunhal com acabamento em cal fingindo pedra, Sintra



Fig. 69, Revestimento contínuo fingindo pedra, Sintra



Fig. 70, Cunhal com acabamento em cal fingindo pedra, Sintra

Os acabamentos contínuos fingidos de pedra, são um exemplo da reformulação das superfícies arquitectónicas exteriores que podemos igualmente encontrar em Sintra. É também frequente observar-se pilastras simulando a pedra, compostas por argamassa de cal sem pintura, onde a imitação da cor e a expressão da pedra se obtinha através da escolha criteriosa dos agregados acrescentados, dependendo da pedra a imitar.



Fig. 71, Acabamento fingindo pedra, Quinta da Regaleira, Sintra



Fig. 72, Pormenor do revestimento alterado, devido às intervenções, Quinta da Regaleira, Sintra



Fig. 73, Nota-se por baixo do actual acabamento um outro revestimento fingido, Quinta da Regaleira, Sintra

Durante esta tese, foram estudadas algumas amostras de revestimento de edifícios em Sintra, constatando-se que estes revestimentos são constituídos por rebocos de cal e areia, geralmente aplicados em duas ou três camadas, sobre os quais se assentava um barramento, aplicado também em duas camadas, sendo uma de acabamento. Algumas vezes, este barramento, apresentava-se à cor natural, outras vezes era pintado, ou ainda pigmentado, geralmente com a introdução na argamassa de pigmentos inorgânicos (óxidos de ferro), sendo as cores mais observadas os ocre e os vermelhos tijolo (Tavares, 2003: 5).

No decurso da pesquisa efectuada, foram várias as soluções técnicas encontradas para execução deste tipo de acabamento; o que se conclui, que depende muito do que se queira imitar, do local onde será executado, dos materiais existentes e ainda da técnica tradicional empregue em cada região e, claro, da capacidade técnica do aplicador. Algumas técnicas são executadas de maneira mais elaborada, como o *esgrafito*, com pelo menos duas camadas de argamassa geralmente com cores diferentes e através do desbastamento de uma delas ou com a utilização de moldes prefabricados; ou ainda através do simples *grafito*⁸², que é efectuado através de uma pequena incisão com um ponteiro na argamassa ainda húmida, para apenas marcar levemente a junta. A par destas soluções mais elaboradas, outras simulações são conseguidas através da adição de diferentes tipos de agregados à argamassa dependendo da pedra que se queira imitar.

Técnica de execução e aplicação do acabamento imitando pedra

Nestes últimos anos notou-se um crescente interesse por este tema e alguns artigos têm sido publicados a respeito desta antiga técnica.

Após a recolha bibliográfica⁸³ sobre as diferentes descrições do acabamento imitando pedra, realizada com marcação das juntas, descrever-se-ão as três principais técnicas que embora semelhantes, são executadas de forma diferenciadas. Deste modo para cada técnica adoptou-se uma denominação, também distinta (Gárate, 1994: 150; Aguiar, 1999a: 321; Barahona, 2000: 29; Caetano, 2007: 174; Salema, 2007: 169; Ruiz, 2001: 308-310):

- ***Fingindo de pedra borjardado ou acabametro lavrado***

Esta técnica caracteriza-se por ser bastante resistente, reproduzindo bem uma alvenaria de pedra, além de ser de fácil execução. A técnica aqui descrita é relatada com base nas descrições de diversos autores (Gárate, 1994: 150; Aguiar, 1999a: 321; Barahona, 2000: 30):

⁸² Segundo Salema Grafito é «... um desenho executado com lâminas ou ponteiros que realiza uma incisão ou sillo sobre a superfície do reboco que ainda não ganhou presa, está associado à grafia enquanto técnica de gravação com um estilete, como a grafia incisa sobre os tabuletes de cera.» S. Salema, *As superfícies arquitectónicas de Évora. O esgrafito: contributos para a sua salvaguarda*, Tese apresentada à Universidade de Évora para obtenção de grau de Mestre, Évora, 2005, p. 23-25. A diferença existente entre esgrafito e grafito é que no *grafito* não há remoção de camadas nem de argamassa, e no *esgrafito* há remoção de argamassas.

⁸³ Durante a execução deste técnica e para um melhor entendimento da mesma, teve-se algumas conversas com o restaurador David Llanos e trocas de impressões por *e-mail* com a arquitecta Sofia Salema, conversas estas que foram igualmente importantes para a compreensão da execução deste tipo de acabamento.

- Executa-se um revestimento com três camadas, de cal + areia, com o traço variando entre 1:4 ou 1:3,5, sendo a última camada, mais fina e com acabamento liso. A seleção dos agregados é importante, devendo-se escolher agregados semelhantes à pedra a imitar.
- A estereotomia da pedra é marcada através da passagem de rolos ou picando com borjardadas o acabamento, simulando diferentes texturas da pedra a imitar. Termina-se passando uma escova para remover os grãos de areia.

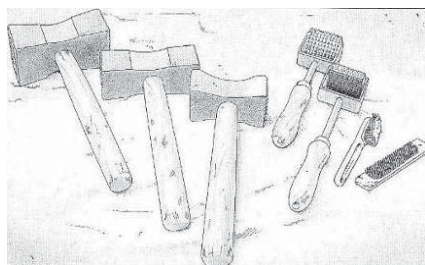


Fig. 74, Instrumentos utilizados para executar o fingido de pedra borjadado (foto *Guía El Estuco*, 1998, p. 62)

- ***A imitação de alvenaria de pedra, através da técnica do esgrafito, com argamassa em duas cores***

A realização deste revestimento implica a realização de diversas camadas de argamassas (rebocos e barramentos) compreendendo, basicamente, as seguintes operações:

- Estende-se uma camada de argamassa de preparação com areia de grão médio.
- Depois é aplicada com talocha de madeira, uma segunda camada com areia mais fina com agregados na cor da pedra que se queira imitar.
- Seguidamente após algum tempo de secagem da camada anterior, aplica-se uma camada de barramento (pasta de cal + pó de pedra ou apenas pasta de cal) com acabamento muito liso, geralmente à cor do ligante (branco se for utilizada cal pura).
- Com um molde, marca-se a dimensão da pedra, definindo a estereotomia a imitar, ou seja, das figuras geométricas, que irão imitar uma alvenaria de pedra.
- Corta-se o barramento e depois, com um instrumento apropriado, “esgravata-se” (em técnica de esgrafito), retirando o barramento branco do interior do retângulo até se encontrar a camada subjacente, deixando à vista essa argamassa, com a textura desejada. Quando o molde é retirado, ficam à vista as zonas onde o barramento foi preservado, simulando juntas em alto-relevo (Ruiz, 2001: 308-310).

Esta técnica exige grande habilidade do aplicador, além de haver um grande desperdício de material, já que a última camada de acabamento (o barramento branco neste caso) é quase

que totalmente removida; desta forma pensa-se que não seria uma técnica empregue para grandes superfícies, devido à pouca rentabilidade da mesma.

- **A imitação de alvenaria de pedra, através da técnica do esgrafito com argamassa em uma só cor**

A execução desta técnica é semelhante à anterior, só que a camada de acabamento seria uma argamassa semelhante à camada antecedente, em cor e textura, e não um barramento branco. Esta última camada seria desbastada, as juntas ficariam simuladas na mesma cor de todo o revestimento, que posteriormente poderiam ser pintadas de branco para haver o contraste da simulação da estereotomia pretendida (Ruiz, 2001: 308-309).



Fig. 75. As diversas etapas da execução de um fingido de pedra (foto *Guía El Estuco*, 1998, p. 142)

- **A imitação de alvenaria de pedra através da técnica do grafito**

Esta técnica é relatada com base nas descrições anteriores de Célia Barahona (Barahona, 2000: 9-30).

- Aplica-se uma camada de argamassa (esboço), sobre esta executam-se várias outras camadas com espessura fina, de modo a alcançar uma espessura variável entre 4 e 20 mm. Para se conseguir imitações perfeitas usam-se areias provenientes da pedra a imitar.
- Caso se queira um acabamento com o grão à vista, quando a argamassa estiver quase que endurecida, faz-se uma lavagem da superfície com água e escova-se com escova de pêlo rijo ou de metal, removendo assim parte do ligante, deixando à vista os grãos da pedra cuja imitação se pretende conseguir.

- A última camada pode ainda ter um acabamento liso, através de um polimento, e sobre esta ainda húmida, desenha-se o aparelho da pedra que se quer imitar e marca-se as juntas por incisão⁸⁴.
- A marcação das juntas é conseguida através de uma incisão sobre a última camada ainda húmida pela da técnica do grafito, usando uma régua e um instrumento cortante (tipo colher de fazer juntas ou estilete); caso se queira, conceder um maior destaque, a zona marcada pela incisão poderá ser pintada, geralmente de branco. Neste caso, não há remoção de argamassas.

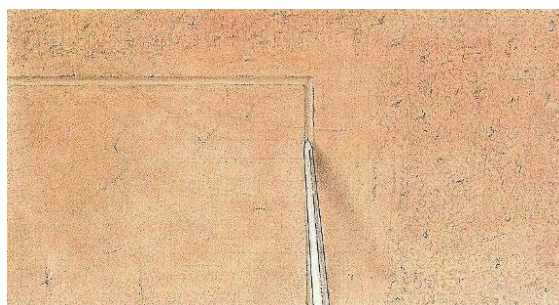


Fig. 76, O fingido de pedra através do grafito (foto *Guía El Estuco*, 1998,p.132)

- **A imitação de alvenaria de pedra através da marcação das juntas com argamassa sobreposta**

A técnica de execução é semelhante à anterior. A marcação das juntas é efectuada com o revestimento ainda húmido, usando uma régua e um instrumento cortante. Neste local é aplicada uma linha de juntas com uma colher de fazer juntas, bem apertada, usualmente com ajuda de um molde, executada com um barramento de cal e pó de pedra, ficando assim as simulações das juntas em alto relevo aplicadas sobrepostas ao reboco.

- **Fingido de pedra através de moldes prefabricados segundo José Aguiar**

Uma outra maneira de imitar a pedra com argamassa de cal, é como já ressaltou José Aguiar, através de moldes prefabricados.

Conforme referido por Aguiar, por vezes recorre-se a técnicas muito mais sofisticadas para realizar o acabamento fingido de pedra, aplicando argamassas em moldes prefabricados em placas de reboco que, posteriormente, são coladas nas paredes, imitando silharias. Esta técnica também é designada por pedra artificial⁸⁵ (Zerbinatti, 2003: 1257), sendo ainda hoje

⁸⁴ Consultar <http://www.construmatica.com/construpedia/Estucos>.

⁸⁵ A técnica descrita por Marco Zerbinatti neste texto, é uma solução comum na Itália no século XIX, sendo executada com uma argamassa constituída por cimento. J. Aguiar refere-se a esta técnica em moldes prefabricados em placas executadas com argamassa de cal.

encontrada em Portugal, principalmente em algumas pequenas cidades históricas do Alentejo (Aguiar, 1999a: 349).



Fig. 77, Fingido de pedra, provavelmente executados com moldes prefabricados, Castelo de Moura

Marmorite

A marmorite, é um outro tipo de revestimento, que também tem por objectivo imitar a cantaria. É um revestimento obtido através da aplicação de uma argamassa de cal, pó de pedra e diferentes tipos de agregados, geralmente com cores e tamanhos distintos, dependendo da pedra que se queira imitar e do efeito decorativo pretendido. A combinação das diversas cores e tamanhos dos agregados conferirá, ao revestimento, uma tonalidade específica, que é conseguida através de um jogo de vibrações cromáticas dos seus agregados, que constitui um paradigma deste revestimento.

É comum encontrar-se este revestimento executado com cimento, como é referido na Especificação E 5 LNEC de 1952, embora tenha-se registado alguns com base em cal, como foi o exemplo estudado no âmbito desta tese, ou seja, a marmorite da fachada do Edifício Principal do LNEC, contrariando assim uma tradição oral que afirmava que toda a marmorite seria constituída por cimento⁸⁶. A marmorite foi deveras utilizada principalmente nas décadas de 50 a 70 do século XX, período marcado pela força expressiva da variedade de novos materiais; tanto para o interior (em piso e bancadas de casas de banho e de cozinhas), como para o exterior, assinalando apenas alguns elementos arquitectónicos ou cobrindo toda a fachada do edifício, podendo ainda ser colorido ou não. O acabamento pode ser polido, geralmente quando utilizado para o interior, ou lavado com agregado à vista, para o exterior do edifício. Este texto ocupar-se-á apenas da marmorite aplicada no exterior.

⁸⁶ Inicialmente pensou-se que este revestimento fosse executado com cimento. Contudo os ensaios químicos realizados, permitiram afirmar que este revestimento era constituído unicamente por cal aérea. Consultar Rosário Veiga *et al.*, *Reparação das fachadas de marmorite do edifício principal do LNEC*, Relatório 262/06-NRI, Lisboa, LNEC, 2006.



Fig. 78, Fachada do Edifício Principal do LNEC revestida a marmorite.



Fig. 79, Pormenor da marmorite do LNEC, observa-se o jogo cromático e de vibrações dos distintos agregados.



Fig. 80, Amostra do revestimento com as diversas camadas.

A marmorite é um tipo de acabamento muito encontrado em Portugal, sobretudo observado na arquitectura do período do Estado Novo, marcado pela nova forma de edificação, pela utilização de materiais economicamente viáveis, quer nas grandes cidades quer nas vilas no interior do País apresentando distintas composições. Além da pedra, alguns exibem como agregado o vidro, exaltando um grandioso brilho⁸⁷, outros apresentam cor através da introdução de um pigmento na argamassa, provocando diversos efeitos decorativos e diferentes resultados estéticos. Verifica-se assim, diversas composições clássicas de estrutura de betão, que são revestidas por um revestimento que apresenta soluções estéticas inovadoras e resistentes como a marmorite.



Fig. 81, Acabamento em marmorite verde, Palmela



Fig. 82, Acabamento em marmorite com agregado de vidro, Palmela



Fig. 83, Acabamento em marmorite vermelha com destacamento, Vila Franca de Xira



Fig. 84, Fachada principal do séc. XVIII e fachada lateral séc. XX do edifício da Sé de Aveiro com marmorite

⁸⁷ É de referir que este acabamento utilizando o vidro como agregado observou-se principalmente nas pequenas cidades e vilas do interior do País.



Fig. 85, Amostras da marmorite, Sé de Aveiro

Em Lisboa, observa-se este revestimento em diversos edifícios habitacionais, sendo a maioria, construídos na década de cinquenta do século XX, e a princípio vocacionados para uma nova população emergente, que fez uso sobretudo de soluções e materiais economicamente viáveis. Os edifícios apresentam o pano de fachada exterior coberto por um acabamento de marmorite geralmente colorido, resolvido em painéis de diferentes dimensões. O embasamento, os cunhais e os frisos superiores que arrematam o edifício, são geralmente constituídos por pedra. Contudo, algumas obras de restauro efectuadas mais recentemente, têm vindo a descaracterizar estes revestimentos, designadamente por causa da aplicação de uma tinta plástica cobrindo-o todo, em vez da opção pela reparação somente das partes degradadas e pela preservação do original. Tais práticas contribuem não só para a perda das obras em causa, incluindo a história técnica e material da obra, como a perda da imagem e da intenção estética pretendida aquando a sua aplicação primordial⁸⁸.



Fig. 86, Diversos acabamentos em marmorite com distintas colorações na zona de Lisboa

⁸⁸ É comum ouvir comentários que este tipo de revestimento é de baixa qualidade e, talvez por isto, no decorrer de obras de reabilitação dos edifícios que o apresentam, a opção seja a sua remoção. Contudo, é importante notar que um revestimento de marmorite bem executado é bastante resistente e poderá durar muitos anos se bem conservado.

Técnica de execução e aplicação da marmorite

As descrições da técnica aqui enumeradas, foram compiladas da Especificação E 5 LNEC de 1952 e do Relatório *Reparação das fachadas de marmorite do edifício principal do LNEC* (Veiga *et al.*, 2006a):

- Preparação do suporte:
 - Escovagem para eliminação de poeiras e elementos desagregados.
 - Humedecimento uniforme do suporte.
- Preparação e aplicação da marmorite:
 - A argamassa que constitui a marmorite poderá ser composta por cimento ou por cal (aérea ou hidráulica), pó de pedra e agregados de diversas cores, com tamanhos distintos; recomenda-se a utilização de agregados com dimensões entre os 5 e 15 mm. O traço é bastante rico em ligante, por exemplo, de 1:1 ou de 1:2 em volume. Todos os compostos devem ser bem misturados a seco; e só depois é que se acrescenta a água necessária, até obter uma mistura trabalhável.
- Aplicação:
 - A aplicação da marmorite é efectuada sobreposta à camada de regularização ou de reboco, é aconselhável que esta esteja o suficientemente endurecida para receber o acabamento.
 - A marmorite deve ser aplicada numa camada única, segundo as especificação LNEC, com espessura 1,2 vezes a dimensão máxima do granulado, que entretanto não deverá ultrapassar os 8 mm.
 - A camada da marmorite deve ser bem apertada contra a camada de regularização ou de reboco com auxílio de rolos, e a superfície nivelada com talocha metálica.
 - O acabamento é adquirido através de sucessivas lavagens e escovagem da superfície, de forma a deixar os agregados à vista. Deste modo, após algumas horas de aplicação da marmorite, antes da secagem completa, far-se-á lavagem do revestimento com água, utilizando-se o mínimo possível a passagem de uma escova de cerdas macias, de modo a remover a leitança da cal numa profundidade desejada, ficando os agregados à vista, reflectindo num jogo de cores e vibrações.



Fig. 87, Escolha dos agregados para a marmorite de reparação da fachada do Edifício Principal do LNEC



Fig. 88, A argamassa, antes da aplicação e água para lavagem



Fig. 89, Diversas amostras de marmorite para o restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC



Fig. 90, Aplicação da marmorite numa lacuna na fachada do Edifício Principal do LNEC



Fig. 91, Nivelamento do revestimento da fachada do Edifício Principal do LNEC



Fig. 92, Passagem da escova, para remoção da leitança de cal da fachada do Edifício Principal do LNEC

Acabamento Fingindo Alvenaria de Tijolo através da Técnica do *Esgrafito*

A técnica de acabamento fingindo de tijolo, é normalmente referida como sendo executada através do *esgrafito*, no entanto esta tecnologia pode também ser executada através de uma simples pintura. Estes revestimentos quando executados com rigor, simulam com primor a estereotomia das alvenarias em *tijolo burro*.

Os fingidos de tijolos são muito comuns em Portugal, sobretudo na região de Sintra, onde muitos edifícios possuem as suas fachadas exteriores cobertas por este distinto e singular acabamento, que contribui para dissimular a imaginação de quem o admira, transformando o ambiente e a sua imagem, num local único de fantasia e romantismo, podendo ser considerado como um paradigma da região. Na zona de Colares, é comum encontrar este revestimento aplicado em duas cores, que para além de simular a alvenaria de tijolo, a disposição cromática em forma de faixa no pano de fachada, provoca um verdadeiro jogo cromático enfatizando o edifício no seu conjunto.

Contudo, a maioria destes edifícios, encontram-se em situação precária de conservação, necessitando urgente de restauro. Outros sofreram intervenções inadequadas, verificando-se que alguns foram pintados com tintas plásticas, outros com cores divergentes da original, perdendo com isso a imagem e a intenção estética provocada por este revestimento, além da sua história técnica e material tão singular.



Fig. 93, Acabamento fingindo tijolo em duas cores, Colares, Sintra



Fig. 94, Pormenor do acabamento fingindo tijolo, Colares, Sintra



Fig. 95, Acabamento fingindo tijolo, Palácio Estói, Faro



Fig. 96, Acabamento fingindo tijolo aplicado em faixa com duas cores, Colares, Sintra

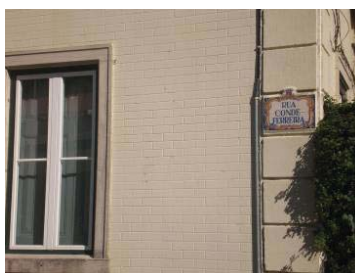


Fig. 97, Pintura plástica por cima do revestimento fingindo tijolo, Sintra



Fig. 98, Acabamento fingindo tijolo, centro histórico de Sintra



Fig. 99, Lacuna e perda de aderência num revestimento, Sintra



Fig. 100, Perda total da última camada de acabamento fingido, Sintra

No âmbito desta investigação, foram analisados em laboratório, dois tipos de acabamentos fingindo tijolo da região de Sintra. A análise estratigráfica e a observação à lupa binocular destas amostras, evidenciaram que estes revestimentos são formados por três camadas: a primeira composta por um reboco de cor clara, constituído por cal aérea bastante arenosa; a segunda era um barramento branco compacto e rico em cal com agregados finos; a terceira e última camada era um barramento de cor vermelho tijolo com aproximadamente 1 a 2 mm de espessura. A composição destas duas últimas camadas variou entre as duas amostras:

- a *amostra 1*, mostrou-se de melhor qualidade, sendo o barramento composto basicamente por cal, agregados extremamente finos e pigmento de óxido de ferro;
- a *amostra 2*, apresentou uma camada pobre em cal e rica em agregados siliciosos.

Com efeito, comprovou-se que estes acabamentos, foram executados através da técnica do *esgrafito* com argamassas de cores distintas. Estes acabamentos se apresentavam bastante fissurados e com intensa colonização biológica no seu interior, sendo notória esta anomalia na última camada de barramento vermelha (Tavares, 2003: 6).

Técnica de execução e aplicação do acabamento fingindo alvenaria de tijolo

Fingido de tijolo com argamassa numa só cor

O processo mais corrente e simples de imitar alvenaria de tijolo burro em paredes exteriores, era a execução apenas de uma camada de barramento cor de tijolo através de uma técnica similar à do *esgrafito*, isto é, executando um barramento com a cor do tijolo (misturando à pasta de cal, pó de pedra e pigmentos ou pó de tijolo), que era aplicado sobre o reboco, depois, utilizavam-se régua para marcar as fatias de barramento colorido que deveriam ser removidos; tentando assim a imitação das juntas. Estas tiras eram cortadas com uma lâmina até a cor do reboco subjacente ficar bem visível, imitando assim a argamassa das juntas. As zonas das juntas podiam ou não ser pintadas. Quando pintadas eram, geralmente da cor branca (Aguiar *et al.*, 1997b: 40, Tavares, 1998: 77 e Ruiz, 2001: 318).

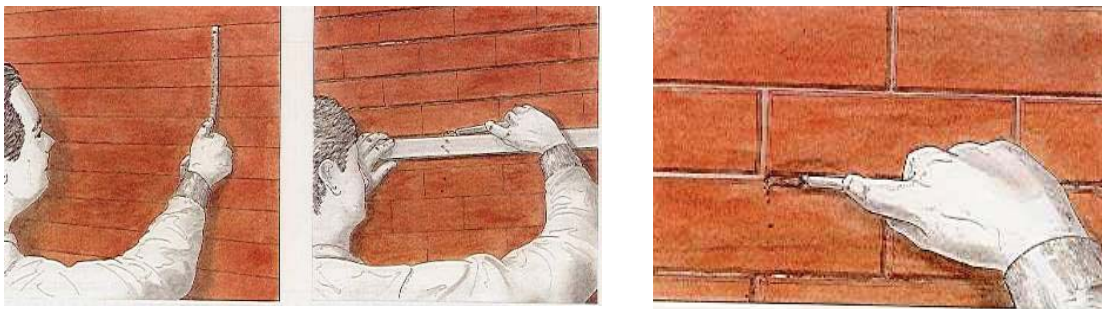


Fig. 101, As diversas etapas da execução do acabamento imitando tijolo burro (foto livro *Guía El Estuco*)

Fingido de tijolo com argamassa de cores distintas

- Preparação do suporte:

Escovagem para eliminação de poeiras e elementos desagregados e humedecimento do suporte.

- Preparação e aplicação do fingido de tijolo:

A argamassa, que constituiria o acabamento fingindo tijolo, era formada por um barramento, geralmente composto por cal em pasta, pó de pedra e pigmentos que davam a coloração do tijolo (óxidos de ferro). Recomendava-se que a cal em pasta fosse passada por um peneiro, para remoção de todos os grumos ou sujidade que daí adviessem. Utilizava-se a seguinte proporção 1:2, sendo 1 de cal em pasta para 2 de pó de pedra com grãos finos. Todos os componentes eram bem misturados a seco, depois é que se adiciona a água, o mínimo, para tornar a argamassa trabalhável. A aplicação era feita com colher e o acabamento à talocha, esperava-se que secasse e aplicava-se a segunda camada de barramento com pigmento.

Este barramento, com espessura entre os 2 a 5 mm, era geralmente aplicado em duas camadas com uma colher sobre o reboco e com uma talocha de madeira, deixava-se repousar, evitando que secasse por completo. Iniciava-se a marcação da estereotomia do tijolo com uma régua ou molde.

Depois, com uma lâmina afiada, cortava-se o barramento nessas zonas até atingir o barramento branco, e de forma a poder imitar a espessura da junta. Com uma colher de fazer juntas ou outro instrumento, retirava-se a massa excedente, até sobressair a cor branca do barramento.

Acabamentos *Esgrafitados* ou *Esgrafitos*

O acabamento *esgrafitado* é um processo de decoração mural e cerâmico que remonta à Antiguidade Clássica; este texto ocupar-se-á do *esgrafito* como técnica de decoração mural. Este acabamento foi muito utilizado na Idade Média, tendo ressurgido na Europa no Renascimento, sendo igualmente aplicado nos séculos XIX e XX durante os períodos da Arte Nova e do Ecletismo.

Antes da descrição técnica deste acabamento decorativo, far-se-á um esclarecimento sobre as palavras *esgrafito*, *grafito* e *graffiti*⁸⁹ que, embora sejam soluções decorativas distintas, muitas vezes a referência é confusa em termos técnicos como artísticos. José Aguiar em 1999 e Salema em 2005, elucidam em termos técnicos e artístico sobre tais distinções (Aguiar, 1999a: 336-350 e Salema, 2005: 23-52).

A palavra **esgrafito**, segundo o dicionário da Língua Portuguesa da Porto Editora, significa *Pintura ou desenho ornamental a fresco imitando baixo relevo – (provém do italiano sgraffito – arranhado)* (AAVV; 2003: 667). Aguiar, esclarece ainda que «... na língua portuguesa o prefixo “es” exprime a ideia de separação, afastamento, extracção, “para fora” ou “fora de”, provindo do latim “ex” para fora, daí resulta o nosso esgrafitar, ou esgrafito» (Aguiar, 1999a: 338). O esgrafito é uma técnica decorativa mural executada sobre um reboco; o desenho é adquirido através da incisão com estilete ou outro instrumento cortante, removendo-se posteriormente a camada superficial para a argamassa subjacente ficar à vista. O resultado é um acabamento composto por um jogo de sombras, volume e cores.

O **grafito**, segundo o Dicionário da Língua Portuguesa da Editora Porto, provem do grego “grafhos”, que é um sufixo nominal que exprime a ideia de escrever, registar, gravar (Aguiar, 1999a: 337; Salema, 2005: 23; AAVV, 2003: 844). O grafito é considerado por Salema apenas uma técnica de gravação, através da incisão do desenho, igualmente executado com um instrumento cortante. Esta técnica é usada desde a Pré-História, como são os exemplos das gravuras rupestres. A cultura grega e egípcia utilizaram muito esta técnica nos túmulos, colunas e obeliscos (Salema, 2005: 25). É de salientar que no grafito não existe a extracção de argamassa.



Fig. 102, Esgrafitos do séc. XVI num edifício na Eslovénia (foto Maria Lins)



Fig. 103, Gravura rupestre de Foz Côa, executada através de grafito



Fig. 104, Graffiti num edifício antigo em Lisboa

⁸⁹ O *graffiti* é também designado um movimento artístico que nasceu nos Estados Unidos na década de sessenta do século XX, e é a arte de pintar em muros, paredes e mobiliários urbanos, numa crítica à sociedade e à cidade, mas não com incisões e sim com tintas *sprays*. Consultar S. Gunes, *Understanding graffiti in the built environment – the case in Ankara, Turkiye, Turkiye*, in 42nd Congress ISOcarRP, 2006, p. 1-11. Os artistas que executam esta arte são conhecidos como *grafiteiros*.



Fig. 105, Esgrafitos antigos em Salamanca e na Eslovénia, cobrindo todo o paramento do edifício

A expansão do esgrafito como arte decorativa murária vulgariza-se na época Medieval, embora se tenha conhecimento da sua utilização desde a Antiguidade. Foram encontrados vestígios de esgrafitos durante as escavações das termas romanas de Tito em Roma (Salema, 2005: 27); o esgrafito foi também muito utilizado pelos árabes e reapareceu na Europa no início do Renascimento.

Ferragni, esclarece que o esgrafito surge na Itália na época Medieval, e comenta que inicialmente ocorre como uma simples decoração de painéis a branco e preto, com desenhos menos elaborados. Nesta época nota-se a presença intensa desta técnica conjugada com a imitação da alvenaria de pedra.

No período Barroco, este acabamento assume grande expressividade na fachada, tal como culminou o uso da pintura mural exterior. O esgrafito acompanha esta tendência decorativa e surge impondo-se através da representação de novos motivos com desenhos eruditos. As representações figurativas foram patentes neste período, como também novos efeitos como a luz, a sombra, o volume e novas cores foram empregues (além do preto passou-se a utilizar o cinzento, o castanho e o vermelho), decorando diversos elementos arquitectónicos como janelas, cornijas e portas, outras vezes aplicados como revestimento contínuo, marcando deste modo o pano de fachada de diversos monumentos italianos (Ferragni *et al.*, 1984: 33-43; Pallotino, 1998: 288-298). Salema, na sua tese, citando Gandola, reafirma igualmente que o esgrafito era originariamente, aplicado com duas cores, usualmente com composições a branco e preto.

Em Itália, o estudo sobre esta técnica de acabamento decorativo desenvolveu-se muito, nomeadamente desde Vasari⁹⁰, arquitecto italiano que viveu no século XVI, sendo a sua utilização descrita e transmitida ao longo dos séculos. Deveras são os artistas esgrafitadores conhecidos desde então e muitos são os investigadores que hoje em dia se debruçam sobre o assunto, descrevendo e inventariando estes revestimentos numa tentativa de conservar esta prática. Maria Enrico, citada por Salema, esclarece que a maioria dos esgrafitos italianos foram empregues sobre edificações já existentes, muito possivelmente para esconder o mau estado de conservação

⁹⁰ Além das suas obras de arquitectura, Vasari ficou conhecido através dos diversos documentos que escreveu sobre os artistas e as técnicas de pintura, como o célebre livro "*Les vies des meilleurs peintres, sculpteurs, et architectes, 1550-1568*" onde descreve a técnica do *esgrafito*.

do paramento, ou simplesmente por motivo de gosto, como forma de redecorar as fachadas consideradas menos expressivas, numa tentativa de torná-las mais belas (Salema, 2005: 27-29). Os esgrafitos italianos apresentam uma técnica de execução elaborada, de grande complexidade e de uma máxima expressão plástica. Esta técnica foi transportada para outros países que a assimilaram e a adaptaram, conforme a cultura e os meios técnicos existentes.

Segundo Gárate, o esgrafito é uma técnica de origem oriental, embora não fundamente muito sobre esta teoria, deixando pairar dúvidas. A Espanha possui fachadas ricamente decoradas por este acabamento e, na opinião do autor foram os islâmicos que muito utilizaram esta técnica neste país, pois muito são os exemplos existentes em Granada e em Segóvia. Já os exemplos da região da Catalunha têm influência italiana, de provável matriz genovesa, principalmente no que diz respeito ao desenho de traço erudito (Gárate, 1994: 159).

Rafael Ruiz, comenta que os primeiros esgrafitos espanhóis são da Idade Média e têm influência *mudéjar*. Na mesma linha de raciocínio de Gárate, afirma que os esgrafitos da Catalunha, do século XVII, são de origem italiana e que utilizam na sua última camada um fino barramento com pó de pedra, permitindo desenhos mais elaborados como os figurativos. Ruiz, na sua obra *El Esgrafitado*, procura identificar a origem e a evolução decorativa da técnica espanhola, esclarecendo que esta nunca é traçada de um mesmo modo, podendo ser classificada conforme os desenhos ou conforme as técnicas.

O esgrafito é uma técnica de acabamento com grande valor estético e decorativo, que imita o baixo-relevo, através de esquemas figurativos, geométricos e de efeitos de contraste claro-escuro, conseguido através da aplicação de diferentes argamassas coloridas ou não. Estão representados nas fachadas exteriores, através de faixas longitudinais, de motivos regulares, geométricos, simétricos, assimétricos, figurativos, decorando sanefas, cornijas, cunhais ou até cobrindo todo o pano de fachada, num jogo de cores, sombra e relevo. Algumas vezes era utilizado com o intuito de modificar a escala do edifício, mas a verdadeira intenção, era o de fornecer aos paramentos exteriores uma grande expressividade plástica.



Fig. 106, Pormenor de um esgrafito num cunhal de um edifício em Évora.



Fig. 107, Pormenor do esgrafito, no tecto da Igreja de Amieira do Tejo.



Fig. 108, Esgrafitos decorando um cunhal em Évora.

A expansão do esgrafito em Portugal

Em Portugal, desde o século XVII que se tem conhecimento escrito desta técnica. O tratadista português, Filipe Nunes, no seu livro *Arte da pintura* escrito em 1615, ao abordar a pintura a fresco, descreve também a técnica do esgrafito, embora sem classificá-la com esta designação⁹¹ (Nunes, 1982: 74).

Em 1908, João Barreira e Vasconcelos estudam este acabamento e comentam os diversos exemplos existentes na região de Coimbra, de Évora e de Beja. Estes autores descrevem também sobre a técnica de execução e chamam a atenção para a beleza decorativa desta arte, alertando ainda para o desaparecimento de alguns destes acabamentos, devido ao mau estado de conservação dos revestimentos (Barreira, 1994: 147-167 e Vasconcelos, 1961: 179-182).

João Segurado, em 1939, na sua obra *Acabamentos de Construção*, faz uma explanação da técnica como sendo de origem italiana, comenta as descrições de Vasari e descreve em pormenor o modo de execução da mesma (Segurado, 1939: 12-14). Em 1992, Mónica Braga e Alexandra Charrua lançam o *Guia de Estuques e Esgrafitos de Évora*, e esclarecem que os árabes utilizaram este revestimento em diversas construções mouriscas. Neste pequeno guia são apontados diversos exemplos deste acabamento, principalmente na região do Alentejo, sendo citado os exemplos encontrados nas muralhas de Vila Viçosa, Serpa e Elvas. As autoras, explicam ainda que, quanto ao esgrafito português, pouco se sabe sobre a sua herança, se é árabe ou italiana, concluindo sobre a necessidade de aprofundar esta investigação. Este primeiro guia, embora de pequena dimensão, teve uma importância crucial numa nova geração, fazendo renascer o gosto por esta arte e a vontade de estudá-la e conservá-la (Braga, 1992: 2-25).

Em 1997, no documento *Fingidos de madeira e de pedra*, a técnica de execução deste revestimento é descrita a partir da distinção entre o esgrafito barroco e modernista (Aguiar *et al.*, 1997b: 32-28). Em 1998, Tavares na sua dissertação de mestrado, para realçar a importância da conservação deste revestimento, descreve a técnica baseada nas descrições de Segurado e Braga. (Tavares, 1998: 71-73). Em 1999, Aguiar na sua tese, dedica especial atenção a este acabamento, esclarecendo sobre as diferenças existentes entre o esgrafito e grafito através dos exemplos italianos, espanhóis e portugueses e esclarece sobre os diversos tipos de esgrafitos existentes em Portugal⁹² (Aguiar, 1999a: 336-350).

⁹¹ Rafael Ruiz comenta que o esgrafito pode ter tido origem na pintura a fresco, onde antes da execução da pintura desenha-se com o reboco ainda húmido, através da técnica do estresido, igualmente como acontece no esgrafito. O autor acrescenta ainda que por isto encontra-se muitos esgrafitos que, após a gravação, eram pintados através da técnica a fresco. In Rafael Alonso, *Ob. Cit.*, p. 87. Desta forma entende-se porque Filipe Nunes descreve o esgrafito como sendo uma variante da pintura a fresco.

⁹² Como são os exemplos existentes no Fundão – Casa dos Paços das Donas, nas muralhas do Castelo Mendo e na Igreja de São Facundo em Morcovo, além dos já conhecidos esgrafitos alentejanos. In Aguiar, *Ob. Cit.*, p. 336-350.



Fig. 109, Esgrafitos ornamentando cimalha, Coimbra



Fig. 110, Esgrafitos adornando cimalha, Alcácer do Sal



Fig. 111, Esgrafitos decorando uma platibanda, Palmela

Em 2005, Sofia Salema, debruçou-se sobre o tema dos esgrafitos em Évora, fazendo um levantamento e registo sistemático e uma explanação geral sobre a técnica e a respectiva propagação em diversos países da Europa, aprofundando o caso português, nomeadamente o caso de Évora, onde numa primeira tentativa de datação analisa de forma constante os moldes e as técnicas utilizadas. A autora chama a atenção para o facto que a qualidade técnica do esgrafito nem sempre é comparada com a qualidade estilística do edifício a que se destina, pois observou que existem edifícios de carácter pobres e popular que foram decorados por esgrafitos que apresentam grande qualidade técnica (Salema, 2007: 169). Segundo a autora, o exemplo mais antigo de utilização desta técnica, é datado dos finais do século XV, tendo o seu apogeu ocorrido nos séculos XVIII e XIX. Afirma que a maioria dos esgrafitos da cidade intramuros, de Évora, encontram-se em cimalhas e por cima de janelas, havendo frequentemente uma repetição da gramática decorativa, concluindo assim que houve a utilização sistemática de moldes; esclarece ainda que 81% dos esgrafitos inventariados acham-se ocultos por debaixo de diversas camadas de pinturas e 87% representam uma temática vegetalista e geométrica, encontrando-se em menor escalas os temas figurativos e zoomórficos (Salema, 2005; Salema, 2007: 164-173).



Fig. 112, Esgrafitos Convento dos Capuchos, Alportel



Fig. 113, Esgrafitos decorando cunhal, Moura



Fig. 114, Esgrafitos numa fachada em Alcacer do Sal

Em Portugal, os esgrafitos são muito usuais nas pequenas cidades, nomeadamente na região do Alentejo, mas ocorreram também na região Centro do País. Podem ser empregues no exterior e no interior dos edifícios, ornamentando uma simples parede ou cobrindo todo o tecto de uma igreja. O testemunho mais antigo de esgrafitos exteriores de que se tem conhecimento no País é

o revestimento existente na Ermida de São Brás em Évora, datado dos finais do século XV, todavia, o apogeu desta arte, resplandeceu no século XVI (Braga, 1992: 21; Salema, 2005: 30).

Como já foi abordado anteriormente, o esgrafito era frequentemente empregue no exterior dos edifícios, sobre diferentes tipologias arquitectónicas; podia revestir paredes de edifícios religiosos, fortificações, de edificações apalaçadas, ou muitas vezes, sobre uma simples edificação vernacular. Verifica-se que os desenhos figurados exibem simples representações artísticas, expondo na sua maioria uma gramática decorativa geométrica, noutras vezes, são utilizadas diferentes simbologias, de acordo com o local ou a época vigente. Notam-se frequentemente desenhos de flor de lis, elementos vegetalistas, grotescos, figuras de anjos, querubins, símbolos ligados à Igreja Católica, símbolos da época Manuelina, como a esfera armilar etc.. Porém, é no interior dos edifícios que se verifica a existência de esgrafitos com desenhos mais eruditos e técnicas mais rebuscadas. As diferenças de relevo e os diferentes cromatismos conseguem-se consoante a complexidade decorativa, desta forma, a técnica mais rebuscada de confecção do esgrafitos é quando são utilizadas diversas camadas de colorações diferentes, além do preto e branco, o cinzento, os ocres e o vermelho (adição de pó de tijolo moído). Os esgrafitos com argamassa de cor vermelha não são muito comuns em Portugal; até à presente data, observou-se este acabamento de cor vermelha, no portal de entrada da cidade de Sintra e um outro assinalado por Salema, na fachada da Capela de Nossa Senhora entre Água, em Avis (Salema, 2007: 168). O esgrafito podia ainda ser utilizado em conjunto com outras técnicas como os fingidos de pedra ou de tijolo (como já foi abordado no ponto anterior) ou em combinação com o estuque e a pintura mural. Évora é sem dúvida, a cidade portuguesa que melhor conserva a arte do esgrafitado.



Fig, 115, Esgrafitos ornamentando uma janela em Serpa



Fig. 116, Esgrafitos ornamentando uma janela em Évora



Fig. 117, Esgrafitos em Évora

Técnica de execução e aplicação dos esgrafitos

Existem diversas maneiras de executar o *esgrafito* conforme a época, os materiais disponíveis e a qualidade técnica do aplicador. Antes de tudo, é imperativo destacar que o acabamento esgrafitado necessita ser bem executado, incluindo a utilização de instrumentos específicos para a sua execução. O tipo de ferramenta a empregar é muito pessoal e específica de cada esgrafitador, podendo ser utilizados: compasso; régua; pregos; estiletes; facas e esgrafiadores. O trabalho deve ser muito bem planeado, a sua execução necessita de pessoas habilitadas sejam elas estucadores, rebocadores, desenhadores, esgrafiadores ou pintores com domínio da técnica e aptidão manual. A cal é o material escolhido tradicionalmente como principal ligante destes revestimentos. As camadas de revestimentos do *esgrafitos* devem ser aplicadas sobre uma argamassa de cal, que deve ser humedecida, com acabamento rugoso, para haver uma boa aderência das camadas seguintes. Seguidamente descrevem-se as técnicas mais conhecidas de execução do *esgrafito* em concordância com os autores citados (Vasari, 1999: 142; Segurado, 1939: 13; Ferragni, 1984a: 33; Gárate, 1994: 165-166; AAVV, 1998: 71; Aguiar, 1999a: 348; Ruiz, 2001: 40; Vieira, 2002: 132; Salema, 2005: 23-52):

Esgrafitos na Idade Média segundo Vassari

O *esgrafito* nesta época era executado através da aplicação de duas camadas de argamassas bicromáticas, utilizando as cores preto e branco: uma era constituída por argamassa de fundo de coloração acinzentada pigmentada com adição de carvão ou palha queimada; outra, um barramento constituído por cal e agregados finos⁹³ (Vasari, 1999: 143; Ferragni, 1984: 33; Aguiar, 1999a: 347; Salema, 2007: 167).

Esgrafito com uma camada de argamassa

É a técnica mais simples de execução; era aplicada apenas uma única camada de argamassa sobre o emboço com espessura máxima de 6 mm, bem apertada, e com acabamento liso. Antes de endurecer, marcavam-se sobre a superfície, os motivos pretendidos que depois vão ser removidos com instrumentos apropriados, tipo estiletes. Ao apertar a argamassa sobre o emboço a água ascende por capilaridade juntamente com a leitança da cal, deixando a superfície com uma coloração esbranquiçada, isto é, mais clara que a camada anterior. Esta técnica resulta num acabamento com pouco relevo apresentando um efeito final de pouco contraste de cor e textura (Ruiz, 2001: 40).

⁹³ Segundo Salema, no decorrer da sua investigação, foram observados apenas quatro revestimentos com estas colorações em Portugal, incluindo o revestimento da Ermida de São Brás e os *esgrafitos* do tecto da Capela de São João Baptista em Amiera do Tejo, in Sofia Salema, Ob Cit., p. 167.

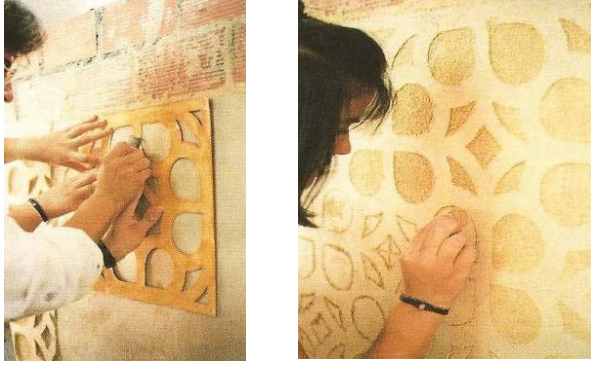


Fig. 118, A técnica de execução do *esgrafito* com uma camada de argamassa (foto *El Esgrafiado*, 2001, p. 40)

Esgrafito com acabamento através de uma pintura de cal

É uma técnica de origem italiana conhecida por *esgrafito* com acabamento a cal e que foi descrita por Vasari, como uma variante da pintura a fresco (Ruiz, 2001:41-42). A técnica consiste na aplicação de três camadas de argamassa semelhantes sem adição de pigmentos, correspondendo às seguintes etapas:

- a) Aplicava-se uma camada de argamassa (emboço) com acabamento rugoso.
- b) Aplicava-se uma segunda camada de argamassa com granulometria fina.
- c) A terceira e última camada do revestimento era uma argamassa com granulometria mais fina que a anterior, com acabamento afagado. Nesta camada seria posteriormente pintada com uma caliação e a seguir era feito o desenho e depois a extracção das argamassas.

Segundo Ruiz, o *esgrafitado* deveria ser executado com rapidez, antes da secagem completa da caliação, pois poderia haver risco de destacamentos por escamas da pintura.

De acordo com Ruiz, uma variante desta técnica, refere-se à aplicação de uma pintura de cal sobre as diversas argamassas anteriores. Para o autor, esta variante, onde a cor é obtida através de uma pintura, permite trabalhar com desenhos mais ricos em detalhes e efeitos de luzes e sombras, porém, obtém-se um revestimento com pouca resistência com desprendimentos das camadas de tinta de cal (Ruiz, 2001: 42).

Esgrafito bicromático com duas camadas de argamassa

É a técnica mais usual jogando com efeitos de textura, cor, relevo e contrastes de luz e sombra. A execução requer os seguintes passos (Ruiz, 2001: 43; AAVV, 2001: 162):

- Aplicava-se uma camada de emboço de argamassa fluída, composta por cal + areia ao traço 1:4 ou 1:3. Esta argamassa, de espessura máxima de 5 mm, é aplicada com um impulso (uma distância de cerca de 0,50 m da parede), apertada com uma colher e com acabamento rugoso para permitir a aderência da próxima camada.

- Aplicava-se a primeira camada do revestimento, com espessura de 2 a 2,5 mm, executada com areia mais fina, geralmente com coloração mais escura, podendo já incluir pigmentos e pó de carvão ou pó de tijolo. Esta argamassa deveria estar mais seca que a anterior, deveria ser bem apertada e aplicada sempre sobre a camada anterior, previamente humedecida.
- Aplicava-se a segunda camada constituída por um barramento bem apertado, composto por cal em pasta e pó de pedra com acabamento liso de espessura de 2 a 2,5 mm. Era nesta camada que se realizava o desenho, o esgrafitado propriamente dito.
- A transposição do desenho para o paramento era realizada por marcação, seguindo um molde ou pela técnica do estresido⁹⁴, que incluía os seguintes passos: colocava-se sobre a superfície uma folha de metal (de zinco), madeira ou de papel cartão com o desenho picotado com uma agulha, que era assente sobre a parede com pregos. Sobre o picotado batia-se uma “boneca” embebida em pó de carvão ou grafite, de modo que, ao retirar o molde, o desenho ficava na superfície através de um risco ou ponteado escuro.
- As zonas marcadas com o desenho, eram as que ficavam em profundidade (baixo-relevo), e as que deveriam ser removidas.
- O corte do barramento de pasta de cal era feito depois de um ligeiro endurecimento e ainda húmido. Primeiro, efectuava-se o corte das bordas com estilete, faca ou navalha afiada, com uma inclinação a 45°, para não haver um acúmulo de água, o chamado *corte a bisel*; raspava-se a superfície com ferramentas apropriadas para esgrafiar, tipo estiletos de aço, garfos de ferro ou ponteiros. Os desenhos ficavam à vista revelando o fundo com a cor da argamassa subjacente (geralmente de cor amarela ou ocre, cinza escuro, preto ou vermelha), sendo por vezes avivados com cal branca ou com retoques a outras cores.
- Após a extracção da argamassa removiam-se os grãos de areias depositadas, utilizando-se trinchas e escovas de cerdas macias.

⁹⁴ *Estresido* é a técnica de passagem de um desenho para uma superfície, picotando os traços e passando-lhe pó de lápis ou carvão. Consultar: L. M. Teixeira, *Dicionário Ilustrado de Belas Artes*, Lisboa, Presença, 1985, p. 106.

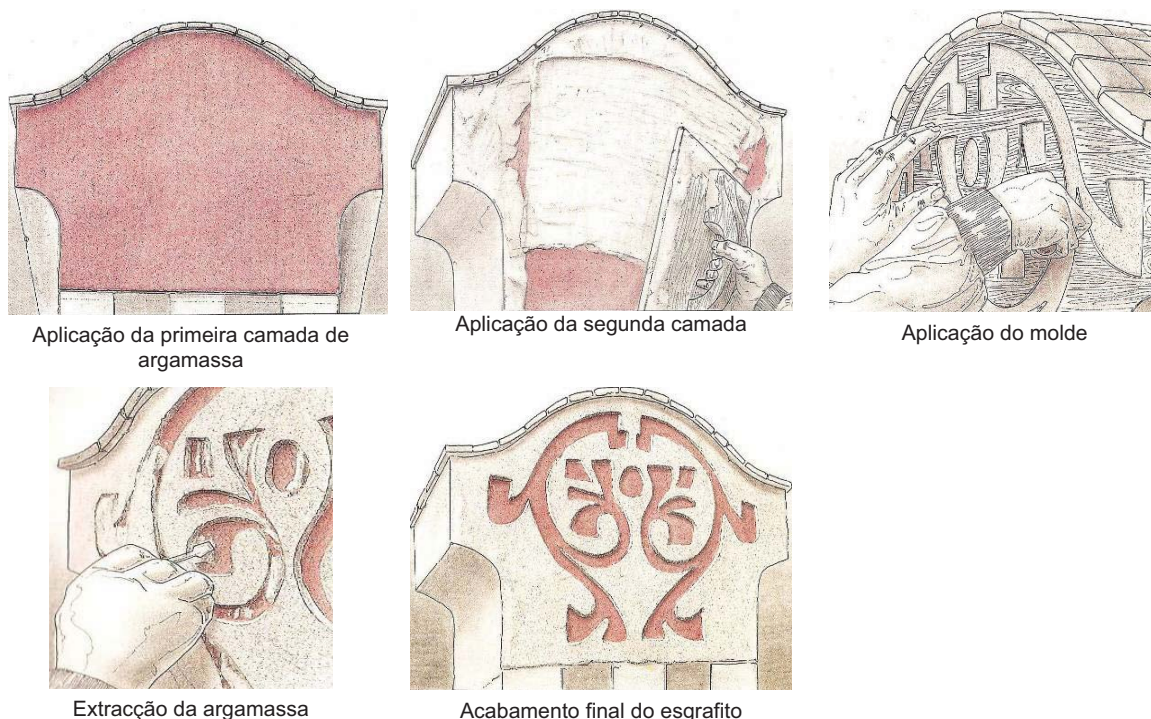


Fig. 119. As diversas etapas de execução do esgrafito com duas camadas de argamassa (foto *Guia El Estuco*, 1998, p. 165)

Esgrafito com três ou mais camadas coloridas⁹⁵

A técnica de execução é semelhante às descrições anteriores, a diferença consiste na aplicação de mais de uma camada com diversas colorações, correspondendo as seguintes etapas (Ruiz, 2001: 44):

- Aplicava-se uma camada de argamassa com acabamento rugoso.
- Aplicava-se a segunda camada do revestimento com granulometria fina, podendo já incluir pigmento, geralmente as camadas mais interiores eram constituídas por cores mais escuras, dependendo da complexidade do desenho e do esquema decorativo.
- A terceira camada do revestimento era um barramento composto por cal e pó de mármore que poderia ser pigmentada segundo o desenho e a decoração pretendida.
- Poderia ainda ser aplicada uma outra camada de barramento pigmentada com composição análoga a anterior, incluindo uma granulometria mais fina e espessura de 2 a 2,5 mm.
- A última camada deveria ter acabamento liso e era a camada onde seria efectuada o desenho e depois a extracção da argamassa (conforme descrição feita no ponto anterior).

⁹⁵ Até a presente data não se tem conhecimento da existência deste tipo de acabamento em Portugal.

Ornamentos em Alto-Relevos – Estucos

Os *estucos* são designados neste texto como sendo os ornamentos decorativos arquitectónicos em alto-relevo, presentes geralmente nas fachadas exteriores de um edifício. Consistem em composições escultóricas feitas com argamassa de cal e areia, por vezes acabadas com massas muito finas (areia fina ou pó de pedra com ou sem pigmentos), resultando em soluções similares aos barramentos, com acabamentos lisos ou texturados. Como foi esclarecido anteriormente o *estuco* ou *stucco*, é uma técnica de acabamento distinta do estuque⁹⁶.

É importante ainda elucidar que se observam, tanto na bibliografia nacional como na estrangeira, diferentes denominações para estas distintas técnicas: estuque, estuco e *stuccos*. Alguns autores estrangeiros alertaram sobre esta ambiguidade na definição da técnica do *stucco*; Raffaella Manaresi (Manaresi, 1992: 133-146) esclarece que na bibliografia italiana se encontra outras técnicas sendo igualmente denominadas por *stucco* como o *marmorino*, o *stucco veneziano* ou ainda o *intonaco*. Desta forma, a autora denomina *estuco plastici* os ornamentos em alto-relevo (esculturas ou elementos arquitectónicos), constituídos por argamassas de cal, presentes nas fachadas exteriores. No *Guia prática de la Cal y Estuco* é referido que são muitas as técnicas descritas como *estuco* em Espanha e a ausência de uma terminologia normalizada, dificulta estabelecer uma tipologia que compreenda todas elas, assim os autores concluem que o mais correcto para classificar a técnica é compreender o seu processo de execução (AAVV, 1998: 44).

No Dicionário da Língua Portuguesa da Porto Editora, *estuque* significa argamassa feita com cal, areia e gesso. Na bibliografia portuguesa consultada, o *estuque* é igualmente considerado como sendo um revestimento composto por cal e gesso (AAVV, 2003: 703; Vieira, 2002: 126; Vasconcelos, 1961: 2). José Aguiar, na sua tese, refere-se aos *stuccos* como *estuques exteriores* (técnica decorativas das fachadas urbanas), aponta ainda diversas decorações em *stuccos* existente em Portugal, atestando que esta prática se manteve intensa no País até meados dos anos cinquenta do século XX (Aguiar, 1999a: 361-364). Esta denominação, *estuques exteriores*, foi igualmente adoptada por Florido Vasconcelos (Vasconcelos, 1961: 3) e por Mónica Braga; esta autora elege ainda um outro cognome: o de *massa de areia* (Braga *et al.*, 1992: 21).

O *estuco* é utilizado para moldar os ornamentos em alto-relevo, composto por cal e areia, é uma técnica decorativa muito antiga, registada pelos egípcios, gregos e romanos, sendo empregue na Europa a partir do século XVI. O seu apogeu foi no período Barroco ressurgindo com grande

⁹⁶ Como já foi ressaltado no capítulo anterior o estuque aqui neste documento é tratado como uma técnica decorativa composta por uma argamassa constituída por gesso, enquanto o estuco ou *stucco* não utiliza gesso na sua composição.

fevror no Eclétismo, revelando grande expressividade na decoração de fachadas exteriores de inúmeros edifícios (Constantinides *et al.*, 2003: 1-6; Grimeer, 1990: 120)⁹⁷.

As técnicas e os materiais utilizados nos estucos variavam conforme o período e a zona geográfica, podendo serem empregues no exterior ou no interior do edifício. A argamassa utilizada geralmente era composta por cal preferencialmente hidráulica, areias com finas granulometrias, pó de pedra, pó de tijolo, palha e fibras vegetais (com o objectivo de dar consistência à argamassa) (Toniolo, 1988: 201-208 e Braga *et al.*, 1992: 21). Era muito usual a aplicação desta técnica no exterior do edifício para execução de cornijas, sancas, frisos, remates dos quadros dos vãos, como também para ornamentar frontão ou fachadas de diferentes tipologias construtivas. Estes ornatos podiam ser de cor branca ou coloridos, consoante a cor dos agregados ou através da incorporação de pigmentos na massa, ou ainda pintados com uma pintura lisa ou com fingidos. Estes acabamentos são componentes fundamentais da arquitectura, sobretudo devido à importância estética que desempenham no edifício. Todavia, alguns destes guarnecimentos cumprem também um papel funcional para a parede do edifício, como é o caso das cornijas em argamassas que impedem que a água incida directamente sobre o paramento.



Fig. 120, Cornija em argamassa, Boliqeime, Algarve



Fig. 121, Cornija em argamassa, Sintra

Em Portugal, encontram-se estes adornos em todas as regiões, sendo particularmente vulgares sobretudo nas regiões do Alentejo e do Algarve. Florido Vasconcelos, na Introdução do *Guia Estuques e Esgrafitos de Évora*, comenta que «... só os ornatos de estuque em volta da janelas salvam da monotonia e pobreza arquitectónica – quantos mais exemplos poderia aduzir e quantos mais, ainda, calaria por desconhecer!» Conclui o seu texto chamando a atenção para o facto destes acabamentos serem também obras de arte, daí merecerem ser conservados e integrados no património histórico da cidade de Évora (Braga *et al.*, 1992: 3).

⁹⁷ Conforme Grimmer até 1890 o *stucco* com base em cal era nos Estados Unidos da América denominado por *plaster*, *plastering* ou *rendering*, a partir desta data passou a utilizar mais a denominação estuco tal como na Inglaterra, contudo as outras denominações podem ser igualmente utilizadas. A. Grimmer, *The preservation and Repairs of Historic Stuco*, 1990, p. 2.

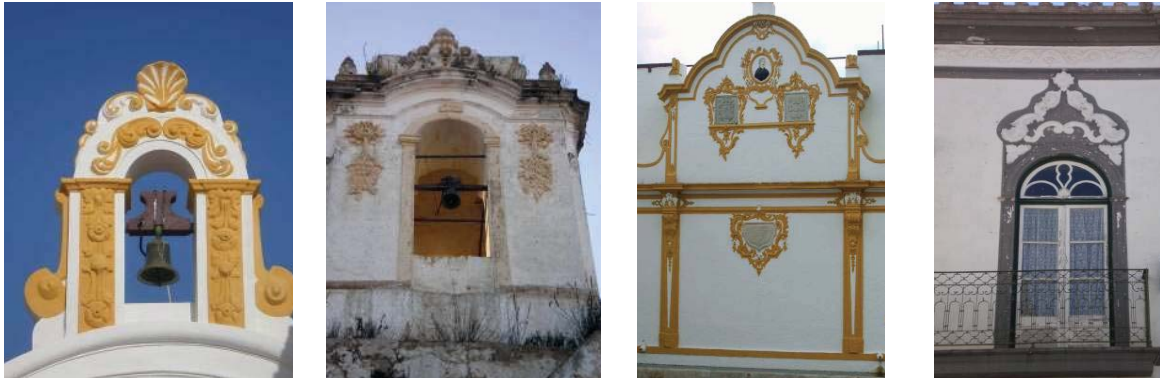


Fig. 122, Decorações com estucos em distintos edifícios portugueses



Fig. 123, Estucos decorativos em Óbidos

Fig. 124, Decoração com estucos, torre campanário da Igreja de S. Francisco, Tavira

Fig. 125, Frontão decorado por estucos no Convento do Carmo, Moura

A região de Lisboa não ficou indiferente a esta técnica e ainda se observa em diversos edifícios dos finais do século XIX e meados do século XX a utilização deste revestimento como forma decorativa para animar as diversas fachadas dos distintos edifícios da Arte Nova ou Modernista. É de referir que actualmente a maioria destes revestimentos da capital portuguesa, apresentam-se em elevado estado de degradação.



Fig. 126, Distintas decorações em estucos em diversos edifícios em Lisboa

Técnica de execução e aplicação dos estucos

A técnica de execução dependia do tipo de decoração pretendida, a modelagem poderia ser efectuada *in situ* ou através de moldes e aplicados posteriormente sobre a fachada, a utilização de

moldes era sobretudo comum para execução de cornijas e frisos ou quando os motivos decorativos repetiam-se ao longo do pano de fachada.

Como já foi elucidado, geralmente a argamassa era composta por cal em pasta juntamente com areia de granulometrias finas, pó de pedra e pó de tijolo, para dar maior resistência era acrescentado sisal, palha, crinas ou pêlos de animais às argamassas. Mais recentemente foi também utilizada a cal hidráulica. (Braga *et al.*, 1992: 21; Aguiar 1999a: 363).

O estuco pode ser aplicado de diferentes formas e com distintas decorações:

- como elementos decorativos aplicados sobre o paramento exterior podendo ter variadas formas;
- como frisos corridos (tipo cornija), frisos corridos ou circulares para ornatos de vãos.

Aplicação de estucos decorativos

Os motivos ornamentais poderiam ser moldados *in situ* na parede; aplicava-se a argamassa e com ela ainda fresca, passava-se o desenho do ornamento pretendido. Este desenho poderia ser conseguido através da técnica do estresido ou utilizando moldes feitos com folha de zinco ou de papel de cartão; após a passagem do desenho, os ornatos eram moldados. Este trabalho exigia uma hábil e especializada mão-de-obra de um estucador. Os motivos decorativos poderiam igualmente ser executados fora da parede, ou seja, pré-moldados; os moldes poderiam ser de madeira ou uma espécie de carimbo com os quais se imprimiam os esquemas decorativos, depois eram colados no paramento com colas e pregos de latão ou cobre. A utilização de moldes prefabricados era usual quando os motivos se repetiam ao longo da fachada (Segurado, 1939: 13; Aguiar, 1999a: 363-364).

Aplicação de frisos (cornijas) com moldes “corridos”

O trabalho era geralmente feito em diferentes etapas. As argamassas de cal eram inseridas nos moldes horizontais, que poderiam ter diferentes formas decorativas e eram projectadas, geralmente, na parte superior da parede (cimalha).

A primeira operação era executar o molde do elemento decorativo; o molde poderia ser de zinco ou outro metal que fosse maleável, depois sobre este era fixado um suporte (uma régua) de madeira, que era fixado à parede com tacos e pregos. Holmes comenta, que pode ser passado um lubrificante neste molde, para que a argamassa não adira e o molde saia depois com facilidade (Holmes *et al.*, 2000: 127-149).

A segunda etapa consistia em encher o molde com argamassa e deveria ser colocada por camadas. A primeira camada poderia ter uma espessura de 12 mm e deveria ser bem apertada

sobre a parede; a segunda camada, a final de acabamento, poderia ter uma espessura de 3 mm, deveria ser bem apertada sobre a camada anterior e ter o acabamento desejado.

A terceira etapa consistia na passagem do molde sobre a argamassa. Depois que a argamassa estivesse resistente e bem aderente à parede, mas ainda facilmente moldada, deveria haver a passagem rápida do molde ao longo de toda a cornija; esta passagem do molde “corrido” era para que o elemento adquirisse uma melhor forma. Este trabalho necessitava de duas pessoas para ser efectuado, exigindo pessoas hábeis e com conhecimentos artísticos e técnicos especializados (Arcalao, 2001: 47-59; Segurado, 1939: 10-13).



Fig. 127, Nota-se o desenho preparatório do ornamento pretendido

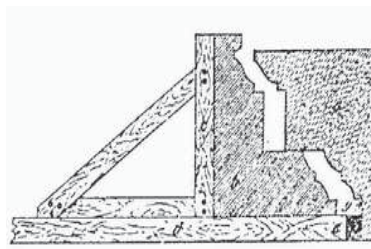


Fig. 128, A execução de cornijas com moldes (In www.ceci-br.org)

Pintura

A pintura de uma superfície arquitectónica possui uma função decorativa e protectora, impedindo a desagregação e a alteração dos materiais, protegendo-os contra as intempéries e agentes destruidores do meio ambiente. A utilização de pinturas sobre as fachadas de distintas edificações remonta ao período Paleolítico, sendo o carvão, o giz e as terras coloridas, os materiais utilizados para representar as pinturas rupestres encontradas em diversas cavernas desta época (Eusébio *et al.*, 1990: 2). Com efeito, a pintura consiste num revestimento de superfície, conseguido por meio de substância mais ou menos fluída, podendo ter cores variadas, e que se convertem em uma película sólida, após aplicação em camada fina (Kai Uemoto, 1993: 2; Eusébio e Rodrigues, 1991: 8).

Ao longo do tempo, diferentes técnicas e materiais foram utilizados na pintura exterior dos edifícios. A coloração das superfícies dos revestimentos em arquitectura era, muitas vezes conferida pela incorporação, na última camada do reboco ou no barramento, de agregados com cor seleccionada, de terras ou outros pigmentos minerais; outras vezes, era obtida por uma aplicação posterior de pintura, geralmente feita com cal branca ou colorida, ou era incorporado pigmentos e outras adições minerais. As fachadas podiam ser cobertas por uma pintura lisa ou decorada, utilizando técnicas distintas como a pintura de cal a seco ou a fresco, a pintura de fingido, a texturada, a esponjada ou ainda a pintura com tintas de silicatos. O recurso à pintura e

ao colorido dos paramentos, perdurou e até se intensificou ao longo do tempo, tanto nos interiores como nos exteriores da massa arquitectónica.



Fig. 129, Diferentes tipos de pintura sobre o paramento exterior

A arquitectura grega é considerada, como o primeiro momento da arquitectura europeia, no balanço de um processo evolutivo dos diferentes modos de utilizar a pintura e a cor nas fachadas arquitectónicas. O mundo helenístico acolheu abertamente o uso das pinturas coloridas, mesmo os templos, construídos por silhares de mármore, eram pintados com cores vivas para acentuar com clareza os elementos arquitectónicos (Tavares, 1998: 59-60; Gage, 1995: 11-21). Com efeito, a caiação e as tintas de silicatos são conhecidas desde a Antiguidade Clássica, sendo vários os tratados escritos sobre os segredos da tinturaria e sobre a técnica da pintura deste período. Devido ao interesse técnico o *Tratado de Arquitectura* de Vitruvius (Vitruvius, 2006), o livro *Il Libro dell'Arte* de Cennini de Cennini (1943) e os Tratados portugueses “*Arte da Pintura*” (Filipe Nunes, 1982: 74) e *Da pintura Antiga* (Francisco de Holanda, 1984), são até hoje fundamentais para o estudo da pintura antiga.

Vitruvius, por exemplo, refere-se a caiação como uma forma usual de pintura dos edifícios. Filipe Nunes elucida sobre os pigmentos *sombra* da região de Sintra, utilizados para a pintura a fresco (Casal, 2007a: 2) e sabe-se que foram encontrados silicatos alcalinos nas pinturas dos frescos de Pompeia e Herculano⁹⁸ (Gettwer, 1998: 596-603). Segurado, na sua obra editada em Portugal em 1939, afirma que a pintura é o principal acabamento de uma construção (Segurado, 1939: 207). Liberato Telles, em 1898, identifica os diversos ofícios de um pintor, pois a cada um deles compete um género de pintura do qual depende o conhecimento técnico e artístico, bem como o tipo de construção. Hoje em dia, não existe esta diversidade de classificação para o pintor, resumindo-se basicamente ao *pintor* da construção civil, que é aquele que executa a generalidade das pinturas da obra edificada e ao *pintor decorador*, que é aquele que executa os trabalhos artísticos nas diferentes construções. Designadamente Telles distingue o ofício do seguinte modo (Telles, 1898: 12-14):

⁹⁸ Por causa do uso restrito dos pigmentos minerais, as caiações e as tintas de silicatos têm poucas gamas de cor. Contudo, são tintas compatíveis com o revestimento antigo composto por cal por isto é aconselhável a sua utilização sobre o paramento antigo.

- *O pintor decorador* – considerado um artista com formação em Belas Artes, indicado para decorar os edifícios monumentais.
- *O pintor vulgar* – pessoa com conhecimento de desenho geométrico, de ornato e das artes, deveria saber compor e misturar as tintas.
- *O pintor fingidor* – pessoa igualmente com conhecimentos artísticos com capacidades de imitar as madeiras, pedras, etc.
- *O brochante* – é considerado um pintor secundário, apenas aplica uma pintura lisa, não sabendo prepará-las.
- *O estucador* – pessoa que para além de estucar pode igualmente pintar os fingidos.
- *O pedreiro* – pessoa indicada para realizar as caiações lisas.

Para realização de uma boa pintura, é necessário o paramento estar seco e limpo de qualquer impureza e todas as fendas devem ser colmatadas, caso existam pinturas anteriores em desprendimento devem ser removidas. É igualmente essencial a utilização de ferramentas apropriadas e a existência de um local adequado para a manipulação e o preparo das tintas⁹⁹. A seguir descrever-se-ão as principais técnicas de pinturas aplicadas sobre o paramento exterior de um edifício antigo.



Fig. 130, Pincéis para caiar (Foto Pedro Gomes in <http://galerias.escritacomluz.com>)



Fig. 131, Leite de cal (Foto Pedro Gomes in <http://galerias.escritacomluz.com>)



Fig. 132, A espera para caiar (Foto Pedro Gomes in <http://galerias.escritacomluz.com>)

Pintura de cal

A pintura com base em cal é empregue desde a Antiguidade para proteger e decorar as superfícies arquitectónicas. A caiação pode ter aspectos diversificados, podendo ter diluições

⁹⁹ Sobre os requisitos básicos para se efectuar um revestimento por pintura consultar: Eusébio *et al.*, *Tintas, vernizes e Revestimentos por pintura para a construção civil*, LNEC, Lisboa, 1990; Eusébio e Rodrigues, *Revestimento por pintura para a construção civil*, LNEC, Lisboa 1991.

variadas, desde ser muito espessa (obtida com um leite de cal espesso), até ser uma simples aguarela, conforme o tipo de superfície a ser pintada e o aspecto final desejado. Em edifícios antigos, é corrente a existência de sobreposições de camadas de pintura de cal, que harmoniza de forma surpreendente as fachadas dos edifícios. Este tipo de pintura, constituída por material de elevada alcalinidade, é uma das mais compatíveis com as antigas argamassas de cal e areia, apresentando qualidades importantes, do ponto de vista económico e da sua fácil aplicação. Todavia, para se obter uma caiação duradoura, deve ser primorosa a sua execução e aplicação, bem como é imprescindível o recurso a materiais de eficaz qualidade.

A pintura com cal, ou caiação, é obtida pela aplicação do leite de cal (suspensão de cal em água) puro ou aditivada com pigmentos. Em geral, o pigmento é disperso em água ou directamente no leite de cal. O tipo de cal é extremamente importante, dependendo dela a coesão da camada de carbonato de cálcio que constitui a caiação. Para garantir maior poder de cobertura, melhor aderência ao suporte e maior durabilidade recomenda-se a utilização de cal aérea em pasta, bem apagada, em vez da cal aérea hidratada em pó. A utilização da cal aérea, é desaconselhável devido à menor reactividade que normalmente apresenta, contudo é também utilizada (Gonçalves e Tavares, 1999: 3; Tavares *et al.*, 2002a: 2; Tavares, 2002c: 14; Holmes, 2000: 49).



Fig. 133, A brancura da cal em contraste com outros materiais, Monssaraz

Os pigmentos utilizados devem ser de origem inorgânica, pois nem todos os pigmentos são compatíveis com a alcalinidade da cal (acontece uma reacção de queima dos tecidos orgânicos) sendo os mais empregues os provenientes de terras naturais (Gonçalves e Tavares, 1999: 4). O objectivo da utilização do pigmento é trazer cor ao leite de cal, podendo ser utilizados os pigmentos inorgânicos naturais (terras ou os ocres) e os pigmentos óxidos de origem artificial. Os pigmentos inorgânicos naturais, dos quais algum têm uma grande capacidade de coloração, são pouco homogéneos, pois dependem da zona de onde foram extraídos; enquanto que os pigmentos óxidos de origem artificial, o seu emprego é recente, surgindo apenas nos finais do século XIX, possuem um elevado grau de pureza, maior estabilidade térmica e química e uma

uniformidade de cor (Rocha-Gomes, 2007: 6). Com efeito, os pigmentos são utilizados nas pinturas murais desde a Antiguidade, tanto na cultura Grega como na Romana¹⁰⁰.

É de realçar que nem todas as terras são adequadas para serem empregues como pigmentos, estas têm que possuir uma quantidade em ferro suficiente e uma composição mineralógica adequada, com elevada pureza e fineza granulométrica. Casal comenta que as terras corantes ricas em argilas são igualmente adequadas para conferir cor às caiações (Casal, 2007a: 5) a sua cor deve-se à presença de alguns minerais de ferro, nomeadamente a goetite ([α -FeO(OH)] responsável pela cor amarela) e a hematite ([Fe₂O₃] responsável pela cor vermelha). A cor castanha (ocre castanho), é conseguida devido a mistura de uma goetite com hematite e nas terras sombras devido à presença do dióxido de manganês (MnO₂) (Cruz, 2007: 17).

A relação cal/pigmento/água tem de ser feita com precisão, a água desempenha um papel essencial no fornecimento de plasticidade à caiação. A dosagem água/cal depende também da textura que se pretenda obter. De facto, uma grande quantidade de água faz migrar com mais facilidade a cal para a superfície, ao passo que uma quantidade insuficiente pode dificultar a aplicação da cal e a sua homogeneidade.

Os pigmentos incorporados na tinta de cal, vão dar-lhe um tom mais forte ou esbatido, consoante o tipo de pigmento e as quantidades utilizadas. A concentração do pigmento na caiação é indicada pela percentagem do seu peso em relação ao peso da cal¹⁰¹, ao utilizar-se uma grande quantidade de pigmento este comporta-se como agregado, diminuindo a aderência ao suporte e a coesão interna da pintura, podendo ser facilmente removido. Canonge aconselha a utilização de apenas 5% de pigmento em relação ao volume de cal, pois a partir de uma certa percentagem o pigmento não irá modificar a vivacidade da cor, pelo contrário irá condensar a mistura, contudo, este valor pode modificar-se consoante o tipo e a densidade de pigmento utilizado (Canonge et al., 1995: 138) e (Veiga e Tavares, 2002a: 8).

A adição de pouca percentagem de pigmento resulta numa caiação com tons claros, necessitando algumas vezes da utilização de maior quantidade de pigmento, para isto recomenda-se a adição de fixadores, mas é preferível utilizar uma menor quantidade de pigmentos evitando assim esta adição, para não mudar em demasia as características químicas do leite de cal. Ao adicionar

¹⁰⁰ Vitruvius e Plínio descrevem os diversos pigmentos utilizados naquela época (ver Quadro 7).

¹⁰¹ Determina-se o peso da cal multiplicando o seu volume pela sua densidade. Por exemplo para 20 litros de tinta de cal (cal em pó) com 5% de pigmento terra de Siena Natural, utilizam-se 20 litros de água e 10 litros de cal aérea em pó (densidade 0,5 = 5 kg cal aérea), ter-se-á: 5 kg x 5% = 0,250 kg de Terra de Siena adicionados à tinta de cal branca de base. Segundo Canonge, as tintas de cal saturam com 25% do peso de cal em relação ao peso das terras ou ocre e com 15% do peso da cal para os óxidos. In: Pascal Canonge *et al.*, *Techniques et Pratique de la Chaux*, Paris, Ecole d'Avignon, 1995, p.137-138.

pigmentos ao leite de cal, recomendam-se ainda testes prévios, para verificar se haverá ou não alteração da cor, geralmente ao secar as cores tendem a clarear¹⁰². Kai Uemoto, indica a utilização de pigmento somente na segunda demão de pintura, sendo a primeira geralmente aplicada somente com cal (de cor branca) desempenhando o papel de uma tinta de fundo (Kai Uemoto, 1993: 17). No quadro a seguir apresentam-se os principais pigmentos utilizados nas caiações da Antiguidade até aos nossos dias.



Fig. 134, Distintos pigmentos terra

QUADRO 7

PIGMENTOS UTILIZADOS DESDE A ANTIGUIDADE (Adaptado de Cabral, 1992: 57-64; Kai Uemoto, 1993: 16; Cruz, 2004: 85)

Cor	Designação actual	Designação de Vitruvius e Plínio	Composição	Época de utilização
Amarelo	Terra de Siena ocre (ocre amarelo)	Sil ou <i>ochra</i> (grego), o <i>sil falso</i>	Óxido de Ferro hidratado $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Óxido de chumbo	Massicote (escória de chumbo)	Óxido de chumbo – PbO (inorgânico artificial)	Desde a Antiguidade
	Ouro-pigmento, ouro pimenta	Auripigmento	Sulfureto de arsénio- As_2S_3 (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Ocre queimado	Usta	Óxido de ferro (hematite) Fe_2O_3 (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Amarelo Cromo	Não há referências na bibliografia consultada	Cromato e Sulfato de Chumbo – $PbCrO_4$ (inorgânico artificial)	Século XIX (a partir de 1818)

¹⁰² Sobre o assunto consultar também Rodríguez-Gordillo, J. *et al.*, *Color y restauración. Efectividad cromática de pigmentos en morteros de restauración (cal hidráulica e yeso)* in: *Óptica pura y Aplicada*, Vol. 37, n.º 1, 2007. Alguns pigmentos são pouco estáveis à luz, outros podem reagir com os poluentes atmosféricos, ocasionando mudança da cor, como por exemplo o escurecimento, isto acontece com os pigmentos branco de chumbo (formam sulfureto de chumbo) e verde de cobre (formam Sulfureto de cobre). In António J. Cruz, *Ob. Cit.*, p. 8, in <http://ciarte.no.sapo.pt> (consultado em Novembro de 2007).

QUADRO 7
 (continuação)

Cor	Designação actual	Designação de Vitruvius e Plínio	Composição	Época de utilização
Azul	Azul egípcio ¹⁰³	Caerulium	CaCuSi ₄ O ₁₀ (inorgânico artificial)	Desde a Antiguidade
	Azurite (azul montanha)	Armenicum	Carbonato de cobre – 2CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂ (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Azul ultramarino natural	Caerulium scthicum	Obtido a partir da pedra semi-preciosa lápis-lazuli ¹⁰⁴ (inorgânico artificial)	Desde a Antiguidade
	Azul ultramar natural		Silicato de alumínio e sódio com enxofre – (Na,Ca) ₈ [(SO ₄ , S,Cl) ₂ [(AlSiO ₄) ₆]]	Desde o séc. XI ao séc. XIX
	Azul da Prússia		Ferrocianeto férrico – Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃	Desde o séc. XVIII (1704)
Branco	Branco de Chumbo ¹⁰⁵ (alvaiade)	Cerussa	Carbonato de chumbo - 2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂ (inorgânico artificial)	Desde a Antiguidade
	Cré	Paretónio	Carbonato de cálcio - CaCO ₃ (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Melino (terra branca)	Melinum	Caulinite (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Cré ou terra branca	Creta	(inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Gesso	Não há referências na bibliografia consultada	Sulfato de cálcio CaSO ₄ ·2H ₂ O (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Branco de Barite	Não há referências na bibliografia consultada	Sulfato de bário - BaSO ₄ (inorgânico artificial)	Desde a Antiguidade
	Branco de Titânio	Dióxido de titânio	TiO ₂ (inorgânico artificial)	Século XX a partir de 1916

¹⁰³ O pigmento *Azul egípcio* é considerado como o primeiro pigmento sintético, fabricado no 3.º milénio a. C., muito embora tenha caído em desuso a partir do século IX. In António J. Cruz, *Os pigmentos naturais utilizados em pintura*, in *Pigmentos e Corantes Naturais*. Entre as artes e as ciências, Évora, Universidade de Évora, 2007, p. 12.

¹⁰⁴ Este pigmento é considerado um dos mais importantes, devido a beleza da sua cor. Contudo, devido à complexidade no processo de fabrico, é considerado muito caro para utilização na pintura. António Cruz esclarece que, Filipe Nunes no século XVII comentou que por ser muito caro, o azul ultramarino natural foi pouco utilizado em Portugal. In: António J. Cruz, *A matéria de que é feita a cor. Os pigmentos utilizados em pintura e a sua identificação e caracterização*, p.1-25, in <http://ciarte.no.sapo.pt>.

¹⁰⁵ Conforme Cabral, na Antiguidade este pigmento era preparado com base na reacção do vinagre com o chumbo, Ob. Cit., 1992, p. 63. O chumbo é um metal pesado extremamente tóxico para o ser humano, este pigmento não é mais fabricado nem utilizado, tendo sido substituído pelo branco de titânio.

QUADRO 7
(continuação)

Cor	Designação actual	Designação de Vitruvius e Plínio	Composição	Época de utilização
Castanho	Terra sombra natural (ocre castanho)	Não há referências na bibliografia consultada	Óxido de ferro hidratado $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Terra de sombra queimada (Úmbria)	Não há referências na bibliografia consultada	Óxido de Fe, Mn, Al (inorgânico natural)	Desde o séc. XVI
Verde	Verde malaquite (verde montanha)	Chrysocolla	Carbonato de Cobre $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade ao séc. XVIII
	Terra Verde	Creta viridis	Óxido de ferro e magnésio $\text{K}[(\text{Al}, \text{FeIII}), (\text{FeII}, \text{Mg})]$ $(\text{AlSi}_3, \text{Si}_4) \text{O}_{10}(\text{OH})_2$ (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Verdigris (azinhavre, verdete)	Aeruca ou aerugo	Acetato de cobre – $(\text{CH}_3\text{COO})_2 2\text{Cu}(\text{OH})_2$ (inorgânico artificial)	Desde a Antiguidade
	Verde óxido de crómio		óxido de crómio - Cr_2O_3 (inorgânico artificial)	Século XIX (a partir de 1809)
Vermelho	Terra de Siena – Ocre vermelho (almagre)	Não há referências na bibliografia consultada	Óxido de ferro – Fe_2O_3 (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Terra vermelha de Siena	Rubrica e sinopis	Óxido de ferro – Fe_2O_3 + argila (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Vermelhão (cinábrio ¹⁰⁶)	Minium	Sulfureto de Mercúrio – HgS (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Vermelho de chumbo (Mínio, zarcão)	Sandaraca	Óxido de chumbo - Pb_3O_4 (inorgânico artificial)	Da Antiguidade ao séc. XIX
	Vermelho de cádmio		(inorgânico artificial)	Século XX (a partir de 1907)
Pretos¹⁰⁷	Negro de fumo (carbono)	Atramentum	Material carbonatado (carbonato amorfo), C (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade
	Negro de osso	Não há referências na bibliografia consultada	Material carbonatado $\text{C} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{CaCO}_3$ (inorgânico natural)	Desde a Antiguidade

Ao longo da história da pintura foram adicionados aditivos à caiação com diferentes finalidades. Hoje em dia, a tinta de cal pode igualmente ser aditivada com uma resina acrílica, após testes e escolha da resina adequada e da quantidade apropriada, para dar maior durabilidade e resistência a esta tinta. No entanto, o uso de uma quantidade excessiva de

¹⁰⁶ O *Cinabrium*, conhecido como o vermelhão, era um mineral encontrado em certos jazigos da Espanha, Etiópia e Ásia Menor. De entre os pigmentos romanos é um dos mais caros. In: João Peixoto Cabral, *História breve dos Pigmentos: das artes Grega e Roma* in: Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, SPQ, 1992, p. 57-64.

¹⁰⁷ Segundo Cabral, os tratadistas referem que na Antiguidade, os pigmentos pretos poderiam ser artificiais de origem vegetal (derivados de fuligem, madeira e da borra do vinho) e de origem animal (os derivados dos ossos e do marfim), Ob. Cit., 1992, p. 64.

resina pode endurecer e tornar quebradiça a camada de pintura e reduzir significativamente a sua permeabilidade ao vapor de água (Gonçalves e Tavares, 1999: 5). No quadro a seguir, apresentam-se os distintos aditivos utilizados na Antiguidade e os utilizados hoje em dia, apontados por diversos autores.

QUADRO 8

**ADITIVOS ADICIONADO À CAIAÇÃO NA ANTIGUIDADE E ACTUALMENTE
(Guimarães,1998; Ashurt, 1998, Ribeiro, 2002)**

Aditivos	Objectivos
Clara de ovo, leite desnatado, caseína, goma arábica, cola de origem animal, amido de milho e gelatina	Fixar a pintura ao suporte – substâncias com propriedades aglutinantes que permitem a formação de filme.
Óleos de linhaça, de soja, de milho, de mamona	Fixar a pintura ao suporte – substâncias que formam película, com função aglutinante, polimerizando por reacção com o ar.
Cloreto de sódio (sal de cozinha), cloreto de cálcio alúmen e fixadores de cal	Acelera a carbonatação da cal (agentes dispersantes), consequentemente aumenta a coesão da camada de tinta ¹⁰⁸ .
Formaldeído, ácido bórico e sulfato de amónio	Agentes bactericidas que ajudam na preservação da pintura.
Sabão em pó, metilcelulose	Agentes dispersores ou retentores de água aumentam o poder de retenção de água da pintura, impedindo uma secagem rápida.
Gesso, crê (branco de Espanha) e caulino	Agentes nivelantes, para conferir maior poder de cobertura à pintura.
Cola branca, PVA, Acetato polivinil	Resinas sintéticas utilizadas como fixadores, aumentando a coesão da camada de tinta.

Em finais do séc. XVIII e no decurso do século XIX, o uso da caiação popularizou-se, não só devido à sua economia e facilidade de aplicação, mas também devido às suas propriedades antissépticas e antibacterianas (Tavares, 2002a: 8).

A caiação em Portugal

A caiação é uma técnica de pintura ainda empregue em Portugal, nas pequenas cidades do interior, principalmente nas regiões do Centro e do Sul, sendo comum encontrar na época da Primavera, populações inteiras caiando as suas casas. Com a crescente reabilitação dos centros históricos, tem aumentado o interesse de diversos profissionais pelo uso das técnicas tradicionais de construção, neste caso, pela aplicação da caiação como forma de revestimento do edifício antigo. Diversos estudos têm sido produzidos sobre este assunto, em 1997, Maria Leonor Lopes, descreveu as diversas formas de caiações tradicionais existentes na zona de Santarém, ao fazer uma recolha de informação oral com antigos pintores e identificou os fornos de cal e locais de

¹⁰⁸ Sabe-se hoje em dia que a adição de alúmen e sal de cozinha às caiações pode trazer grandes inconvenientes que são as eflorescências salinas, sendo como tal desaconselhável o seu uso.

extracção de pigmentos na região¹⁰⁹. A maioria dos pintores entrevistados por Leonor comentaram que o acto de caiar é um trabalho para ser realizado particularmente pelas mulheres, afirmaram ainda que utilizam aditivos à caiação, como por exemplo azeite, cola, grude ou sebo de animal. O azeite foi o mais referido, conquanto alguns deles não adicionam nenhum tipo de aditivo. Os entrevistados elegeram a época da Primavera e Verão como a melhor para a execução das caiações, geralmente no período da manhã ou no final da tarde, ou seja sem muito Sol, para que não houvesse uma secagem rápida da pintura. A autora realizou ainda em laboratório, ensaios com diversas caiações seguindo as especificações dos antigos pintores e concluiu que a adição de aditivos (azeite e sebo) conferem a argamassa com maior pulverulência e um maior desgaste no ensaio de envelhecimento acelerado, além de não se conseguir uma boa reaplicação da pintura, o que não acontece com as caiações simples ensaiadas (sem aditivos) que apresentaram um melhor envelhecimento e uma maior resistência (Lopes, 1997: 131). Os pigmentos geralmente utilizados na região de Santarém eram os pigmentos terras, extraídos de barreiras locais, com cores nas gamas dos ocres e vermelhos, sendo denominados pelos antigos pintores de *occa e almagre*. Em 1999, Gonçalves e Tavares realizam diversos ensaios em laboratório, incluindo aplicações *in situ* em muretes, sobre diferentes tipos de caiações, concluindo que as caiações com cal em pasta são mais resistentes que as caiações com cal em pó (Gonçalves e Tavares: 1999).

Casal, em 2007, efectuou um estudo sobre os pigmentos terras extraídos em Portugal. Esta autora, comenta que já no século I d. C., Plínio na sua obra, fez referência à utilização de pigmentos portugueses da região do Algarve. No século XVIII, Portugal é citado como sendo um País rico em minerais, em especial para utilização nas Artes. A autora complementa as descrições citando um documento manuscrito do século XIX, onde é mencionada a existência de «... *ocras amarelas e encarnadas para o uso da pintura e que não faltavam para este mesmo fim, as argilas, brancas, encarnadas, amarelas e a terra verde junto ao Bussaco, assim como a terra sombra em Sintra e em Soure*» (Casal, 2007b: 2-4). Seguindo as descrições de outros autores, Casal, aponta no seu texto as zonas de extracção dos antigos pigmentos citados: Buçaco (terra verde, argila encarnada, argila amarela, argila branca); Sintra e em Soure (terra sombra); Barrancos – margens do Lena e Leiria (Ocre amarelo e vermelho); Idanha-a-Nova – margem do Lena (argila cinzenta azulada). A autora observa que cada região portuguesa possuía cores próprias devido aos diferentes minerais presentes no seu solo, produzindo assim tonalidades

¹⁰⁹ Conforme Leonor Lopes, os principais fornos de cal encontram-se nas seguintes localidades: Barca do Pego, Lagoa do Furadouro (Ourém), Pé de Pedreira (Santarém). O principal local para compra de pigmentos hoje em dia é na *Fábrica de tinta em pó do cerejal* (Torres Novas) e nas drogas locais. As principais fábricas de cal da região são: Manuel Piedade Baptista e Irmãos, Lda em Alcanede; LUSICAL em Valverde, Alcanede, e a CALCIDRATA em Santarém. In: Maria Leonor Lopes, *A caiação tradicional no Distrito de Santarém, testemunhos contemporâneos*, Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade de Évora, Évora, 1997, p. 130-135.

diversificadas, por fim, conclui que no Alentejo não houve aproveitamento industrial dos solos e a extracção de pigmentos era feita de forma empírica e individual¹¹⁰ (Casal, 2007b: 4-6).



Alcácer do Sal



Carrapateria



Tomar

Fig. 135, A caição ainda presente em diversos paramentos exteriores portugueses



Moura



Cabeço de Vide



Cascais

Fig. 136, A transparência da cal conjuga beleza e harmonia sobre os muros rústicos e tradicionais



Carrapateria



Rio Maior

Fig. 137, O colorido das caições presente na arquitectura vernacular portuguesa

¹¹⁰ Casal analisou em laboratório e *in situ* diversos pigmentos terras amarelos e vermelhos de diferentes regiões do Alentejo; no seu texto para cada pigmento estudado enumera a quantidade de ferro e outros minerais existentes. As informações apresentadas por Casal são importantes, para quem desejar estudar os pigmentos terras extraídos em Portugal ou para quem apenas procura as antigas extracções para execução de novas tintas com base em cal. Sobre o assunto consultar: M. Gil Casal et al, *Yellow and red ochre pigments from southern Portugal: Elemental composition and characterization by WDXRF and XRD*, in Nuclear instruments & methods in physics research, 2007b, p. 728-731.

Técnica de execução e aplicação da caição

A aplicação da caição, é feita em camadas de pequenas espessura, com a parede húmida, para não fissurar; as finas películas obtidas com o leite de cal resultam num filme poroso, que permite a passagem de vapor de água, propriedade desejável em alvenarias antigas e sobre superfícies húmidas. Conforme diversas bibliografias a tinta de cal pode ser preparada da seguinte forma (Bennett: 1997:3; Vadstrup: 1999: 1-7, Gonçalves e Tavares, 1999: 7; Holmes, 2000: 49-58):

- *Preparação do leite de cal*

Preferencialmente deve-se utilizar a cal em pasta, Esta deve estar numa vasilha coberta com água no mínimo por dois anos; retira-se e coloca-se num balde, e com uma batedeira (manual ou mecânica), bate-se bem a pasta de cal, para que a mesma fique bem macia e sem grumos.

Junta-se água limpa aos poucos, mexendo bem. A água desempenha um papel essencial e irá conferir plasticidade ao leite de cal; a dosagem água/cal depende da textura que se pretende obter. Caso queria um leite de cal mais espesso, poderá ser utilizada uma proporção em volume de 1 (cal) : 2 (água), ou caso queria um leite de cal mais translúcido a proporção é de até 1:6, ou se desejar uma pátina, a proporção poderá ser de 1:20¹¹¹. A mistura resultante deve ter uma consistência de leite mais “gordo” ou menos “gordo”.

Se for utilizada cal em pó, para 1 kg de cal em pó utiliza-se 4 a 5 litros de água (proporção 1:4 ou 1:5).

Aconselha-se peneirar este leite de cal, para remoção de todas impurezas e armazenar num recipiente com tampa bem vedado. Antes de cada utilização, o leite de cal deve ser bem agitado. Caso se forme uma película fina de carbonato sobre a superfície, esta deve ser removida antes da utilização do leite de cal; se necessário, adiciona-se mais água ao leite de cal.

Caso se utilizem pigmentos, estes devem ser previamente bem macerados, transformando-as num pó fino e solto. Aconselha-se que os mesmos sejam previamente misturados em água quente, a quantidade de água deverá ser a mesma utilizada para o leite de cal (1:2) e a quantidade do pigmento não deve ultrapassar os 10% do volume da cal, como já foi salientado. Esta mistura de água e pigmento deve ser bem agitada num recipiente com tampa, depois adiciona-se ao leite de cal, misturando bem.

¹¹¹ A pátina pode ser utilizada durante obras de restauro para envelhecer alvenarias antigas de pedras, ou aquando aplicações parciais de rebocos ou barramento, obtendo-se um aspecto aquarelado e transparente permitido uniformizar e envelhecer diferentes zonas de um revestimento.

O leite de cal pigmentado é depois filtrado através de um pano fino, estando pronto para ser utilizado.

- *Preparação do suporte:*

A superfície a cair deve estar limpa e isenta de poeira, de materiais friáveis ou substâncias orgânicas. Em paredes antigas aconselha-se uma escovagem do suporte antes da caiação.

Caso exista desenvolvimento de colonizações biológicas, estas também devem ser eliminadas e se necessário dever-se-á utilizar um biócida adequado.

Vadstrup, recomenda a aplicação de uma água de cal sobre o suporte, antes da aplicação do leite de cal, com o objectivo de humedecer a superfície, como também de fortalecer o suporte (Vadstrup, 1999: 5).

- *Aplicação do leite de cal*

Recomenda-se que a aplicação deva ser executada em circunstâncias controladas de humidade e temperatura, nunca devendo ser feita sob a incidência directa do Sol. Conseguem-se melhores resultados com caiações efectuadas logo de manhã ou no final do dia, nunca em pleno Verão ou Inverno.

Deverão ser utilizadas ferramentas apropriadas como trinchas grandes e largas, preferencialmente com cerdas de animal ou “pinceleto”, que é uma ferramenta usada antigamente, feita com uma vara ou cana, onde na ponta era atado o pincel para pintar.

O leite de cal aplicado é preparado no dia anterior à aplicação; aconselha-se preparar de uma só vez uma quantidade suficiente para cobrir o paramento a ser pintado.

A primeira demão é aplicada 24 horas após o humedecimento e o tratamento com água de cal, uma vez que esta necessita de um período para carbonatar. Contudo, aconselha-se o humedecimento prévio do paramento com água normal, para melhorar a penetração nos poros e evitar eventuais fissuras.

A aplicação é feita geralmente em duas demãos cruzadas de pequena espessura. A primeira demão é aplicada bem diluída, para selar a superfície e a segunda mais consistente, para dar o acabamento final. Antes de aplicar uma nova demão, a superfície da parede deve ser humedecida. Aconselha-se um intervalo de 24 horas entre demãos.

Durante a aplicação agita-se frequentemente o leite de cal dentro do recipiente, para evitar formação de depósitos e garantir uma certa uniformidade à pintura.

Para aplicação de um leite de cal pigmentado, Uemoto e Vadstrup recomendam aplicar a primeira demão em branco (caiação branca), pois o branco irá brilhar, ou seja reflectir, um pouco através das demãos coloridas (Kai Uemoto,1993: 17; Vadstrup, 1999: 6).

Devem-se ter em conta as características de absorção do suporte, que podem condicionar a quantidade de leite de cal que nele penetrar e conseqüentemente a coloração final. Às vezes pode ser necessário a aplicação de mais uma demão, devido às heterogeneidades do suporte (diferentes estruturas porosas ou diferentes quantidades de teor de água), podem ocorrer manchas na superfície pintada, devido a uma absorção diferente do leite de cal.

Caso a caiação não esteja formando uma camada com recobrimento satisfatório, poderá ser aplicada a terceira e até a quarta demão. A técnica de aplicação é igual as anteriores.

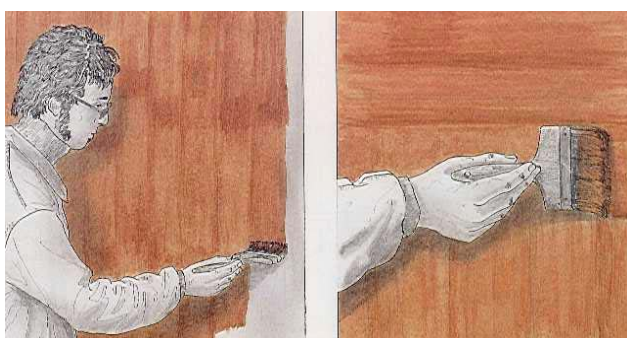


Fig. 138, Aplicação da caiação (foto *Guia El Estuco*,1998, p. 184)

A caiação segundo a tradição do Ribatejo

A técnica de execução do leite de cal simples no Ribatejo era a seguinte (Lopes, 1997: 133):

- Coloca-se uma ou duas pedras de cal num balde ou outro recipiente preferencialmente de madeira, aos poucos vai-se introduzindo água, que vai ferver (para 2 pedras de cal adiciona-se 1 balde de cinco litros de água limpa).
- Mexe-se com cuidado, para não encaroçar.
- Uma vez extinta a cal, deixa-se o produto repousar antes da sua utilização.

A caiação pode ainda ser empregue através de diferentes técnicas, a seco ou a fresco:

- Pintura de cal a seco – é o método mais comum e mais fácil de execução; consiste na aplicação de uma ou mais camadas de leite de cal, realizado a partir de cal em pasta, com ou sem pigmento, sobre o reboco endurecido.
- Pintura de cal a fresco – uma técnica também muito utilizada. Neste caso, a tinta de cal é preparada de modo idêntico às descrições anteriores, mas usando um leite de cal com um grau de diluição variável conforme a cor e a transparência pretendidas, que podia ser apenas uma aguarela. Esta tinta de cal, em geral mais diluída que no caso da pintura a

seco, é aplicada sobre o reboco fresco, portanto não carbonatado. A cal pigmentada impregna-se no reboco fazendo a secagem, com a conseqüente carbonatação, conjunta com integração nos pigmentos e conseguindo-se assim uma pintura muito mais durável.

A caição actualmente é bastante utilizada devido a diversos factores, quer seja eles ambientais, ecológicos, económicos, técnicos quer estéticos. Em Portugal, o processo não é divergente e actualmente, em várias cidades e vilas do País (como por exemplo: Óbidos, Santiago do Cacém e Beja), assiste-se na Primavera a uma campanha para caição das casas, onde em geral a Câmara oferece o material à população para tal prática, desse modo contribuindo para a manutenção e para perpetuação das técnicas tradicionais.



Fig. 139, A caição em Santiago do Cacém (Fotos Pedro Gomes in <http://galerias.escritacomluz.com>)

Fig. 140, A caição no Alentejo uma tradição feminina (Foto José Varella in <http://raiosdesul.blogspot.com>)

Pintura com tintas de silicatos

As pinturas com tintas de silicatos são conhecidas desde a Antiguidade Clássica, tendo sido encontradas nos frescos que adornam as ruínas de Pompeia e Herculano. Nessa época as tintas utilizadas eram obtidas por dissolução do vidro moído em água, denominadas por pintura de “vidro solúvel” (Gettwer *et al.*, 1998: 596). Este produto foi modificado pelo químico J. N. Von Fuschs, em 1825, obtendo-se um novo produto solúvel em água a ferver com base em vidro solúvel (silicato de sódio), onde foram adicionados a terra siliciosa, o potássio, o quartzo e o carbonato de potássio com consistência viscosa. Fusch propôs um método de pintura com estes materiais, a que chamou de *estereocromia*, esta tinta quando secava constituía uma camada de pigmento aglutinado com sílica (Mayer, 1996: 423). Estas tintas eram ainda um produto muito duro, a sua aplicação era difícil e incómoda; acontecia que estes silicatos quando aplicados endureciam a pedra, o tijolo e a argamassa, dando-lhes um aspecto vitrificado. Mais tarde, em 1880, Adolf Keim, aperfeiçoou a pintura de silicato e designou o novo produto de *pintura mineral*, ou *pintura mineral de Keim*, que consistia num sistema de dois componentes: uma solução de silicato de potássio e uma formulação de pigmentos e cargas em pó (Doerner, 1988: 88). Com efeito, o

produto era comercializado na forma de dois componentes, e a mistura só podia ser efectuada aquando a sua aplicação, pois a sua estabilidade mantinha-se apenas durante algumas horas. Esta mistura apresentava alguns problemas, principalmente de reprodutibilidade, dando por vezes origem a uma falta de homogeneidade cromática quando aplicada sobre o suporte, além de se degradarem com muita facilidade na embalagem, ou seja, o tempo de armazenamento era muito curto. Estas características negativas limitaram durante algum tempo o emprego dos produtos com base em silicatos de potássio (Ribeiro, 2002: 129), embora ainda seja usado, mas apenas por especialistas, devido a algumas dificuldades técnicas de aplicação e de mistura dos componentes.

A indústria das tintas continuou a conceber estudos sobre os silicatos e desenvolveu uma tinta de silicato modificada com uma dispersão orgânica, chamado de tinta *de emulsão de silicato*, sendo comercializada a partir de 1967 e vendida numa embalagem pronta para utilização, necessitando apenas de ser diluída com água. Neste caso, para se conseguir um produto com apenas um componente estável e ainda com carácter predominantemente inorgânico, adicionava-se uma quantidade mínima de ligante polimérico, por exemplo acrílico (do tipo poliacrilato). No entanto, a adição de polímero, segundo a norma DIN 18363, não deve ser superior a 5%, afim de manter o carácter inorgânico da tinta, tornando-a mais flexível e conseguindo assim uma melhor aplicação. Desta maneira, as novas tintas de silicatos precisavam de um ligante (polímero) para facilitar a ligação com o suporte (Tavares *et al.*, 2002b: 3; Gettwer *et al.*, 1998: 599).

Na aplicação da tinta de silicato, o aditivo polimérico tem como função formar uma película muito fina de tinta à superfície do suporte, de modo que durante o endurecimento aumente a aderência ao suporte, evitando o destacamento e diminuindo o tempo de secagem. Durante a secagem a película deixa de ser contínua.

Os silicatos alcalinos actualmente usados nestas tintas, são os silicatos de potássio, que constituem o ligante mineral da tinta. Estes silicatos de potássio, em contacto com o dióxido de carbono do ar, transformam-se em carbonato de potássio que, por sua vez, em contacto com a água, cristaliza em menor quantidade que o carbonato de sódio (formado pelo silicato de sódio usado antigamente na tintas de silicatos). O carbonato de potássio forma uma película transparente que se dissolve facilmente em contacto com água, enquanto o carbonato de sódio forma eflorescências brancas na superfície, por isto o silicato de sódio deixou de ser utilizado como ligante destas tintas (Gettwer *et al.*, 1998: 598).

Actualmente, os constituintes destas tintas são, basicamente: água, um ligante inorgânico (silicato de potássio), um ligante orgânico (com base num polímero, por exemplo uma emulsão acrílica), cargas (por exemplo, calcite, caulino etc.), pigmentos (inorgânicos) e algum produto auxiliar (por exemplo do tipo CMC – Carboxi Metilcelulose). Na mistura destes componentes, a quantidade e a qualidade, é muito importante para se ter uma boa tinta. As cargas e os pigmentos não devem conter catiões polivalentes reactivos (como Ca^{2+} ; Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+}), pois podem causar um endurecimento dos produtos e formar compostos insolúveis (Tavares *et al.*, 2002b: 3; Gettwer *et al.*, 1998: 599).

As tintas de silicatos têm uma gama de cores reduzida, assim como a cal, devido ao uso restrito dos pigmentos minerais, como os óxidos de ferro. É desaconselhável o uso de pigmentos orgânicos, devido à sua propriedade cáustica, pois pode acontecer uma reacção de queima desses pigmentos, devido ao meio fortemente alcalino.



Fig. 141, Distintos edifícios pintados com tintas de silicatos

QUADRO 9

PRINCIPAIS PRODUTOS UTILIZADOS NA COMPOSIÇÃO DA ACTUAL TINTA DE SILICATO
(Gettwer et al., 1998: 596-603)

Ligantes	Cargas, pigmentos e aditivos
Inorgânicos	Cargas
solução de silicato de potássio solução de silicato de potássio preestabilizado silicato de potássio hidratado em pó	Quartzo, calcite, caulino, talco, materiais fibrosos, silicatos de alumínio
Orgânicos	Pigmentos
Poliacrilatos, estireno-acrilatos	Pigmentos inorgânicos (não reactivos), Dióxido de titânio
	Aditivos (produtos auxiliares)
	Dispersantes: poliacrilatos, fosfonatos, etc., Agentes humidificantes: tensioactivos aniónicos, catiónicos, etc, Antiespumantes: emulsões de silicone, etc., Estabilizadores, Aditivos derivados da celulose: CMC – carboximetilcelulose – e outros, Repelentes de água: emulsões de cera, siloxanos, etc., Fungicidas.

Pintura de fingidos (exterior)

A pintura de fingidos é um tipo de decoração que consiste em imitar materiais considerados nobres como a pedra, o mármore ou a madeira, sendo aplicada sobre revestimentos arquitectónicos interiores e exteriores. Pode ser usada sobre pedra, alvenaria ou madeira e tem como o objectivo conseguir uma imitação barata de materiais dispendiosos ou difíceis de obter ou apenas numa atitude de imitação, ostentação e fantasia. Este tratamento decorativo produz belos efeitos, recriando inúmeras sugestões imaginárias e atingindo, por vezes, uma elevada qualidade técnica e uma alta capacidade de imitação.

Esta técnica de pintura decorativa, é usada desde a Antiguidade, pelos egípcios, em arquitectura e nas decorações dos sarcófagos e desenvolveu-se nas culturas pré-helénicas e romanas, atingindo-se uma rigorosa qualidade técnica imitativa. Vitruvius no seu Tratado, no capítulo V, referente a pintura, dedica uma parte sobre a pintura de fingido, comentando que as primeiras pinturas de fingidos foram as imitações de mármore, de cornijas e molduras e que posteriormente surgiram as imitações de colunas e de frontões (Vitruvius, 2006: 272)

No período Romano, alguns dos melhores e mais bonitas variedades de mármore eram exclusivamente utilizadas nas propriedades dos Imperadores. O vislumbre dessas casas por sorte do restante da população, enfatizou o recurso a este tipo de decoração de pintura de fingidos, embelezando assim diversas edificações romanas (Aguiar *et al.*, 1997b: 20).

A pintura de fingido continuou a ser utilizada no final da República e nos primeiros anos do Império Romano, notam-se representações de fingidos de mármore cobrindo diversas catacumbas no período Paleocristão em meados do século IV (Aguiar *et al.*, 1997b: 11).

Na Idade Média, a pintura de fingido exterior não é tão patente nas fachadas das edificações, o seu uso restringe-se sobretudo ao interior destas observando-se a utilização da pintura fingindo tecidos, aplicada na parte inferior e superior das paredes como se fossem verdadeiras sanefas (Aguiar *et al.*, 1997b: 13).

No Renascimento, na Itália, este tipo de decoração adquirirá nova importância e diversos edifícios civis e religiosos tiveram os seus paramentos tanto interiores como exteriores, ornamentados com decorações de pinturas fingindo os mais variados materiais. É de ressaltar que é no interior do edifício, que esta decoração atinge o máximo esplendor, observam-se pinturas fingindo das mais variadas pedras exóticas e distintas madeiras (Aguiar *et al.*, 1997b: 15).

O período Barroco, é sem dúvida, como já elucidado, o período onde as artes decorativas mais se desenvolveram. A pintura de *trompe l'oeil* foi muito aplicada nesta época e outros tipos de pinturas de fingidos foram igualmente muito empregues em diversos paramentos exteriores e interiores. A par das pinturas de fingidos já conhecidas, nota-se a utilização da pintura fingindo cascas de tartarugas e as imitações de lacas chinesas (*chinoiserie*) como forma de expressão decorativa em diversos monumentos (Aguiar *et al.*, 1997b: 19). O período seguinte, o Rococó, continuou a utilizar fortemente a pintura de fingido, como forma de expressão decorativa em diversos monumentos, principalmente como decoração de interior.



Fig. 142, Igreja Asamkirche em Munique; portal com pinturas fingindo pedra (foto M. Lins)

No século XIX, continuou-se a aplicar intensivamente os marmoreados e as imitações de madeiras, quer em igrejas quer em residências senhoriais quer em habitações burguesas. Porém, em meados do século XX, com a introdução de novos materiais e de outras formas de concepção arquitectónica, pouco a pouco este tipo de pintura foi deixando de ser utilizada.

Especificidades da pintura de fingido em Portugal

Em Portugal, a pintura decorativa vai utilizar com frequência diferentes tipos de fingidos, tanto para o exterior como para o interior. É raro a igreja ou palácio, principalmente no decurso dos séculos XVIII e XIX, que não possua no seu interior uma decoração executada através de uma pintura de fingido, sendo muito comum a utilização do fingido de mármore (marmoreado) ou de madeira. Esta arte era muito conhecida e apreciada, sendo consequente a produção de uma literatura técnica em que a mesma é descrita, sobretudo no século XIX.

Segundo Segurado, foi a partir de 1830 que esta arte começou a generalizar-se no território nacional. Depois de Itália, Portugal é um dos países onde mais se encontram mármore de diferentes cores e o emprego deste material nobre nem sempre seria viável, por isto o País acolheu tão bem e soube explorar magnificamente a técnica dos fingidos por meio da pintura (Telles, 1898: 15, Segurado, 1939: 25).



Fig. 143, Fingindo pedra de brecha, Igreja São Sebastião, Tavira



Fig. 144, Fingidos de pedra e madeira, Igreja S. Sebastião, Tavira



Fig. 145, Pintura fingindo tecido, Embaixada do Brasil, Lisboa.

No auge das artes decorativas, em finais do século XIX e no primeiro quartel do século XX, os fingidos exteriores tornam-se uma expressão decorativa corrente, algumas vezes cobrindo integralmente todo o pano de fachada; outras vezes, a pintura de fingido surge no edifício apenas para simular distintos elementos arquitectónicos, como os remates de paramento imitando a mais nobre alvenaria de pedra, como os cunhais ou o soco. A imitação de marmoreados em exteriores é comum na decoração da arquitectura religiosa, em edifícios civis e encontra-se também frequentemente na arquitectura doméstica das pequenas cidades históricas portuguesas. A manifestação por este tipo de pintura é observada em diversas edificações populares principalmente na região do Algarve, é de sublinhar que nesta região, ainda hoje existe a tradição de decorar as fachadas exteriores com este tipo de pintura decorativa. Um outro material que também se fingiu em Portugal foi o azulejo, sobretudo em zonas afastadas dos grandes centros. A aplicação da pintura fingindo azulejo, é observável tanto no interior como no exterior do edifício, observam-se alguns exemplos desta técnica no interior do País, por exemplo na região Centro e Sul.



Fig. 146, Moldura com pintura fingindo pedra, Évora



Fig. 147, Pintura fingindo tijolo por baixo das caiações, Viana do Alentejo



Fig. 148, Pintura fingindo um cunhal, Portel



Fig. 149, Pintura fingindo cunhal, Portel



Fig. 150, Pintura fingindo cunhal, Moura



Fig. 151, Pintura fingindo pedra, Boliquireme



Fig. 152, Pintura fingindo cunhal, Silves



Fig. 153, Pintura fingindo pedra, Boliquireme



Fig. 154, Pintura fingindo pedra, Boliquireme



Fig. 155, Pintura fingindo azulejo, Constança



Fig. 156, Diversas pinturas de fingido nos paramentos exteriores de diversos edifícios, Boliquireme

Sintra, como já elucidado, acolheu bem todas estas manifestações decorativas correntes do período romântico do século XIX, tornando a urbe num espaço cenográfico e de intensa fantasia. A pintura fingindo tijolo burro é evidente na região de Sintra, contudo é no interior do Parque da Pena, que encontra-se uma pequena e original construção, típica do Romantismo, o Chalé da Condessa D'Edla, provavelmente construído em finais do século XIX, numa iniciativa do Rei D. Fernando e da própria Condessa (Pereira, 1988: 106). O exterior dessa edificação singular encontra-se revestido por um revestimento fingindo madeira de cor ocre, em algumas zonas imitando tábuas de madeira, noutras apresenta uma pintura que reproduz troncos de árvores, sendo os vãos adornados por cortiça numa perfeita integração com o meio onde está inserido. Cada compartimento interior possui uma decoração individual com cores vibrantes como a *sala das heras*, ornamentada por uma decoração com pinturas vegetalista, o *hall* com pinturas a imitar madeira e o *quarto* da Condessa com pinturas a fingir tecido com rendas brancas (Tavares, 1996:

17-18). Ao observar o Chalé da Condessa D'Edla, percebe-se que os revestimentos decorativos foram pensados com técnica e arte, dentro de um soberbo diálogo com a natureza. Sem dúvida, que este singelo edifício, uma construção típica do romantismo, representa um sublime exemplo com grande originalidade, na forma e estilo, pela variedade de motivos decorativos representados e pela variedade de técnicas de revestimentos empregues. É de salientar, que além das diversas pinturas de fingidos existentes no exterior e interior do edifício, existe uma sala inteiramente revestida por cortiça, não se conhece outro exemplo que tenha empregue este material como elemento decorativo na arquitectura portuguesa. As singularidades expostas fazem deste edifício uma construção *sui generis* no País. Porém, este edifício “indefeso” ficou fechado dentro de um parque, no mais profundo silêncio e abandono, encontrando-se actualmente em estado eminente de ruínas, clamando pelo seu restauro desde 1995; um monumento inegável de interesse artístico, que deve ser recuperado¹¹².



Fig. 157, Revestimento exterior fingindo madeira, Chalé Condessa D'Edla, Sintra



Fig. 158, Diversidade de revestimento no interior do Chalé Condessa D'Edla, Sintra

Ao longo dos séculos, os fingidos tiveram um papel importante na decoração arquitectónica, representando materiais diversos e diferentes tendências de estilo. São muitos os processos encontrados de execução deste tipo de pintura, dependendo do material que se desejava reproduzir. As imitações de aparelhos de pedra, são frequentes em cunhais, pilastras e molduras, representando pedras caras como os mármore e as brechas; comuns são também as imitações de alvenarias de tijolo e, mais raros em exteriores, os fingidos de madeira.

¹¹² O IST – Instituto Superior Técnico tem um projecto de restauro para o edifício. No entanto, até ao momento as obras não foram efectuadas. Sobre os revestimentos do chalé consultar: Nuno Gil e António Lamas, *Restoration studies of the rendering of historical buildings in Parque da Pena (Sintra, Portugal)*, 1997. Neste estudo foram analisados os rebocos e barramento do edifício, concluindo-se que se trata de um revestimento rico em ligante (cal).



Fig. 159, Pintura fingindo cunhal, Idanha-a-Velha

Técnica de execução e aplicação da pintura de fingidos

Liberato Telles, é sem dúvida quem melhor descreve a técnica do fingido. Ao enumerar em pormenor as diferentes formas de execução do fingido, assinala como se faz uma imitação de diversos tipos de madeira como: nogueira, carvalho, mogno, cedro etc.; mármore como: lioz vermelho, brecha entre outros. Foi baseado neste manual e em outros textos recentes, que far-se-á a descrição da técnica da pintura de fingido (Telles, 1898: 175-176; Gárate, 1994: 208; Aguiar *et al.*, 1997b; Vieira: 2002: 210-220).

O acabamento de fingido existe através de pintura, mas também pode ser conseguido através de uma argamassa. Liberato Telles, anuncia esta diferença, dividindo o acabamento com fingido em dois tipos distintos em: *Stucolustro* e o *Stucomármore* (Telles, 1898: 175-176). Gárate, em *Artes de la cal*, descreve igualmente em pormenor a técnica do *Stucolustro* (Gárate; 1994: 180). Seguidamente faz-se a descrição das técnicas.

- *Stucco-Lustro (Stucolustro)* é a técnica de fingimento conseguida através de uma pintura geralmente feita sobre um reboco liso (de cal e de areia finíssima ou com pó de mármore) ou feita sobre estuque, pintando-se a fresco ou a seco, com pigmentos e água ou pigmentos e óleos. No fim a pintura é polida, podendo levar ou não um acabamento final, a cera ou o verniz.
- O *Stucco-marmo (Stucomármore)*, também conhecida por *Escaiola*, é a técnica executada com uma argamassa ou pasta, em geral, de gesso (ou gesso e pasta de cal), sendo o pigmento carregado na argamassa. As diferentes cores e veios das pedras eram conseguidas através da mistura de diversas argamassas com diferentes cores. O acabamento é conseguido igualmente através de um polimento com pedras de polir (Aguiar *et al.*, 1997b: 27).

Este texto ocupar-se-á do fingido através da técnica de pintura, o *Stucco-Lustro*, pois a outra técnica, o *Stucco-marmo*, foi mais explorada para o interior do que no exterior do edifício.

Técnica e ferramentas utilizadas

A pessoa responsável pela execução da pintura de fingido chamava-se fingidor e o trabalho consistia em duas etapas: uma era executada pelo brochante e outra pelo fingidor. O brochante era aquele que executava a pintura lisa na cor que o fingidor solicitava e o fingidor era a pessoa que executava os fingidos dos veios, fazia as vergadas, os nós, os mosqueados, enfim todas as representações que se viam numa madeira ou numa pedra. Actualmente existem em Portugal vários pintores decoradores que executam esta técnica, sendo efectuada apenas por uma pessoa que realiza as duas etapas da pintura (Aguiar *et al.*, 1997b: 57; Vieira, 2002: 210-220). As ferramentas mais utilizadas são as que se descrevem no Quadro a seguir¹¹³:

QUADRO 10

PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA EXECUÇÃO DA PINTURA DE FINGIDO (Telles, 1898; Aguiar *et al.*, 1997b)

FERRAMENTAS	FINALIDADE
Trinchas	A principal ferramenta do “fingidor”, com a qual este executava a maior parte do seu trabalho.
Pincéis comuns	Utilizado para fazer os fundos e os veios, como o “de pelo de paco”, de várias espessuras.
Brocha de Javali	Brocha chata, de barbas fortes e compridas, servindo para distribuir a tinta e ao mesmo tempo imitar os tecidos da madeira ou do mármore.
Brocha Chata	Brocha de tamanho menor que a anterior, utilizada para fazer os veios e picados de certa espécie de madeira ou mármore.
Brocha Chata de pêlo curto	Para fazer os ondulosos e mosqueados.
Pincel em forma de pente (ou pentes)	Para execução dos veios
Cadilho	Para imitar os veio de tons claros, em geral empregava-se um pedaço de couro velho em forma de pente (ao qual chamavam de “cadilho”), ou um pincel em forma de pente, o qual, passando sobre a superfície pintada arrastava a tinta.
Pincel (“Brocha de texugo”)	para retoques e acabamentos
Espátulas de ferro e de madeira	Para espalhar a massa ou amassar o pigmento.
Esfuminho e esponjas	Para executar os esbatidos
Ferros	Para o polimento e obter brilho
Pedras de polir	Para o polimento final, como a pedra-pomes,

¹¹³ Segundo os actuais artifices são muito utilizados os dedos para fazer os pormenores da pintura como por exemplo um nó de madeira que pode ser feito com a cabeça dos dedos. Consultar Aguiar *et al.*, Ob. Cit., 1997, p. 58.

Na manualística portuguesa, são diversas as técnicas descritas, para a execução da pintura de fingidos, dependendo do material que se queira imitar e do saber de quem a executa. O certo é que o artista devia conhecer e estudar bem a amostra que pretendia imitar, fosse ela de pedra ou de madeira, dependendo disso o resultado final do conhecimento técnico da arte, da destreza e da habilidade artística do profissional. Tais condições são importantes para a qualidade final do trabalho, uma pintura ou um acabamento mais ou menos semelhante às madeiras ou pedras que se pretendiam imitar.

A pintura era executada sobre um suporte que poderia ser um reboco, um barramento ou um estuque (no caso do interior). Os materiais mais utilizados nos períodos áureos da técnica eram a cal, o gesso (para o interior), os pigmentos naturais (ou terras), a água ou o óleo de linhaça, o pó de mármore, as aguarrás, a caseína, as colas, etc. Seguidamente foram introduzidos novos materiais como as tintas de óleos de fabrico industrial.

O processo de execução da pintura de fingidos consistia nos seguintes passos (Telles, 1898: 175-176):

- Estudar atentamente a madeira ou a pedra que se pretendia imitar, observando todas as *nuances* do objecto, como os veios e os nós.
- Dependendo do que se queira imitar, preparava-se o fundo na cor desejada. Esta pintura de base deve ser conseguida com a diluição do pigmento em água ou em óleo de linhaça fervido com aguarrás. Deixava-se secar.
- Executavam-se os veios, ou outros desenhos, com cores e tons específicas para imitar a pedra ou a madeira pretendida. Utilizavam-se diversas ferramentas, como as esponjas, esfuminho e pincéis apropriados; o pigmento na cor desejada deveria ser bem amassado com espátula e diluído em óleo de linhaça.
- O acabamento da superfície era conseguido através de um polimento ou através da aplicação de um verniz ou ceras. O acabamento com pedra-pomes era efectuado da seguinte maneira: primeiro, passava-se a pedra-pomes e, simultaneamente, a esponja ou “boneca” embebida em aguarrás. Depois de seca a superfície passava-se uma demão de cera misturada com óleo de linhaça e aguarrás, seguida de um pano seco para “puxar” o brilho. A superfície fica brilhante como a madeira ou como a pedra original.~



Fig. 160, Execução de um marmoreado de uma igreja, Àgueda (Obra IN SITU).



Fig. 161, Execução de uma pintura de fingido num cunhal (foto *Colori di Liguria*,1997, p. 274)

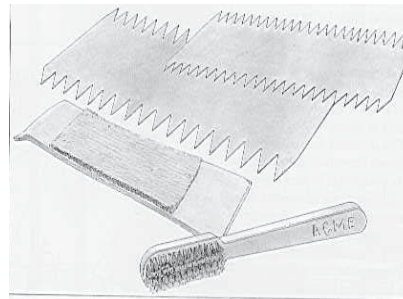
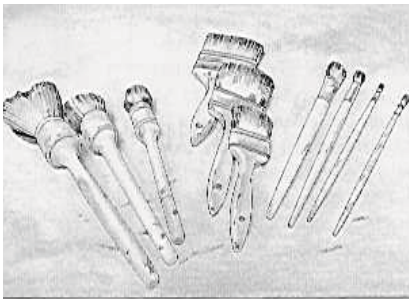


Fig. 162, Diversas ferramentas utilizadas na pintura de fingido. (foto *Guía El Estuco*,1998, p. 62)

Fingido de tijolo burro através de pintura

Um dos processos mais simples consiste na impressão de um molde ou régua no reboco ainda fresco, sendo posteriormente os altos-relevos imitados com a pintura da cor do tijolo pretendido. As reentrâncias marcadas e que imitavam a argamassa das juntas entre os “tijolos”, deveriam ser deixadas à cor natural, ou por vezes eram pintados, geralmente de cor branca.

Pintura mural exterior

É uma designação aplicada à pintura decorativa – figurativa ou com motivos geométricos – executada sobre uma superfície arquitectónica que lhe serve de suporte directo. A pintura mural é parte integrante da arquitectura, pode ser usada no exterior como no interior, sendo as pinturas do interior mais divulgadas, sobretudo devido à sua maior durabilidade, pois estão mais protegidas. É difícil encontrar referências bibliográficas que tratem apenas da pintura mural exterior, as literaturas consultadas sobre pintura mural, referem-se, quase que exclusivamente, às executadas no interior. Contudo, são nestes textos que se encontram referências sobre as pinturas murais exteriores existentes nas diferentes épocas. É de referir que muitas das técnicas de pintura mural empregues para o interior, foram as mesmas para o exterior, conquanto é no interior que a técnica apresenta-se muito mais desenvolvida e assume um carácter mais artístico, logo são mais apuradas e exigentes. Neste texto será referenciada a pintura mural exterior como forma decorativa, já que o interior do edifício não está no âmbito deste estudo. Todavia, sem dúvida, há uma relação entre as duas técnicas pictóricas, por isto a pesquisa bibliográfica foi realizada nos textos específicos sobre a pintura mural para o interior e exterior do edifício.

A pintura mural é, sem dúvida, uma das primeiras manifestações artísticas do ser humano e a cada tipo de suporte mural (pedra, taipa, adobe, reboco de cal) e a cada época, corresponde uma técnica pictórica diferente como o fresco, a têmpera, o óleo, a encáustica¹¹⁴, etc. O desenvolvimento do restauro e os estudos científicos recentes sobre estas pinturas, têm contribuído para melhor compreender esta arte, fornecendo indicações sobre a técnica utilizada em diferentes civilizações e períodos históricos. Usada pela arte rupestre, foi executada directamente sobre a pedra, sem reboco ou camada de preparação, tendo as técnicas utilizadas sido rudimentares com recurso a pigmentos naturais como o carvão.

Os pigmentos eram misturados numa base fixante, constituída de gordura, de urina ou de outros elementos orgânicos, o que possibilitava a sua aderência ao suporte (Botto, 1998: 9). Exemplos desta época são pinturas pré-históricas de Lascaux, de Altamira e de Foz Côa em Portugal.

Na Mesopotâmia e no Egipto, o suporte mais utilizado era o adobe e o gesso. No período Grego, a maioria do suporte usado era a terra, embora se utiliza-se o reboco, nalguns deles com pigmento na argamassa, sendo as pinturas executadas com base em pigmentos naturais.

É na época Romana (509 a. C.-27 a. C.), que a pintura mural teve o seu período áureo, esta cultura fomentou um novo significado estético de representação decorativa com o surgimento da pintura ilusionista e de fingido. A par do desenvolvimento estético, houve igualmente um avanço quanto às técnicas de pintura; a utilização da técnica a fresco, é comprovada pelo testemunho de Vitruvius, que a descreve ao pormenor. Além do fresco, foi igualmente utilizada a pintura a seco, empregue sobre um reboco de cal com diversas camadas e com acabamentos diferenciados utilizando-se pigmentos das mais variadas cores. Muitas construções deste período tinham desse modo os seus paramentos decorados por uma pintura mural (Mora, 2001: 103; Morales, 1995: 24; Vitruvius, 2006: 268)

A idade média continuou a utilizar a técnica do fresco e a pintura a seco com pigmentos naturais e água de cal, tendo como o suporte geralmente a pedra, sendo a pintura efectuada directamente sobre o suporte ou sobre um reboco de cal.

¹¹⁴ *Fresco* – quando a pintura é executada sobre uma argamassa com base em cal, ainda fresca. Os pigmentos são aplicados com água e fixados pela carbonatação da cal da argamassa que reage com o anidrido carbónico do ar, in Irene Frazão, *Pintura Mural textos de Apoios*, Escola Superior de Conservação e Restauro, Lisboa, s/d. *Têmpera* – é uma técnica onde a pintura é aplicada sobre uma argamassa de cal e areia ou de gesso e cal. Os pigmentos são misturados num meio aquoso ou numa emulsão que os fixa quando seca. Os ligantes mais usados são o ovo, a caseína e algumas resinas vegetais, in Irene Frazão, Ob. Cit., s/d. *Pintura à óleo* – é uma técnica de pintura aplicada sobre uma argamassa de cal ou cal e gesso; os pigmentos são diluídos em óleo de linhaça, de linho ou de semente de papoila, in Irene Frazão, Ob. Cit., s/d. *Encáustica* – é uma técnica executada com cera quente onde o pigmento é incorporado à cera derretida.

No período Românico (séc. XI-XIII), o suporte mais utilizado continua a ser a pedra, tanto para o monumento religioso como para o civil. Alguns desses edifícios eram revestidos por uma camada fina de argamassa de cal e decorados com pinturas das mais diversas representações pictóricas (Tavares, 1998: 60).

No Gótico (séc. XIII-XIV), continuou-se a utilizar a pedra como suporte, adornado com pinturas executadas com as mais variadas técnicas a fresco ou a seco, além da utilização da têmpera e da pintura à óleo.

Nos períodos compreendidos entre o Renascimento (séc. XIV-XV) e o Barroco (séc. XVI-XVII) a pintura mural foi bastante difundida e muitos monumentos civis e religiosos tiveram as suas paredes decoradas com esta técnica. É no Barroco, período marcado pela profusão e sumptuosidade dos elementos ornamentais, onde a exploração de luz e da cor é intensa, que surgem nas fachadas os diversos tipos de decoração, assim como a pintura mural era muito aplicada e difundida, como forma de decoração, tanto para o exterior como para o interior das edificações. As técnicas utilizadas eram igualmente variadas, podendo ser a fresco, a seco, a têmpera e a óleo sobre argamassas de cal e de cal e gesso (Mora, 2001: 103; Morales, 1995: 24; Muraro, 1960: 26).

No Neoclássico (séc. XVIII), a arquitectura assume a tendência clássica da brancura dos mármore e a forma e o desenho se sobrepõem à cor e a pintura. Nessa época, a decoração mural exterior e interior quase que desaparece e as cidades tornam-se monocromáticas. Em meados do século XIX, com o surgimento do Eclectismo, o revestimento decorativo e a pintura mural reassume lugar de destaque na arquitectura. O uso de novas técnicas e novos materiais é explorado e as fachadas passam a exibir um acabamento exótico e ilusionista. No século XX ainda se assiste ao uso da pintura mural revestindo os interiores de diferentes edificações, contudo no exterior esta arte foi pouco explorada.



Fig. 163, Fachada exterior ricamente decorada com pintura mural, Baviera (Foto in www.babyinviaggio.it)

A pintura mural em Portugal

Em Portugal, a pintura mural mais antiga de que se tem conhecimento, segundo o historiador Dagoberto L. Markl, é o São Cristovão que decora a Charola do Convento de Cristo, em Tomar, que provavelmente datada de finais do século XII (AAV, 1999: 12). Outro exemplo de pintura

mural do período medieval português, são os frescos do Santuário de S. Cucufate (Botto, 1998: 11). Os historiadores das artes em Portugal, têm tido nos últimos vinte anos, um interesse pela historiografia da pintura mural, o que permitiu aprofundar os conhecimentos técnicos e estéticos desta técnica. Com efeito, muitos artigos e teses têm sido escritos neste âmbito, isto culminou num igual interesse pela conservação destas obras de arte e muitas pinturas murais têm sido restauradas.

Diversas edificações civis e religiosas, de Norte a Sul do País, apresentam distintos paramentos cobertos por uma pintura mural. Botto, citando Pedro Dias, comenta que a pintura mural portuguesa foi mais praticada no interior e nas zonas rurais do País, muito provavelmente devido a questões económicas, já que se conseguia grandes áreas para revestir com reduzida despesa (Botto, 1998: 11). A partir do século XV desponta no País um grande apreço por esta arte, sendo muito os edifícios com os seus paramentos revestidos por pinturas murais, geralmente, a pintura mural portuguesa apresentava uma temática figurativa muito ligada a temas religiosos. Mas a partir do séc. XVI a produção da pintura mural torna-se muito mais criativa e além das figuras religiosas, evolui para a decoração arquitectónica, criando espaços virtuais e simulando detalhes de cunho arquitectónicos. A partir do séc. XVII, em algumas zonas do País, a pintura mural passa a ser complementada por um novo tipo de revestimento, o azulejo, e paulatinamente, foi sendo substituída por outras expressões decorativas como por exemplo os retábulos e a talha policromada (Botto, 1998: 12; Gonçalves, 1999: 34). É de salientar as descobertas que vêm sendo consumadas na região do Alentejo, culminando na criação de um projecto turístico-cultural, em 2001, o *Rota do Fresco do Alentejo*¹¹⁵, que, além de promover o conhecimento desta arte tem tentado sensibilizar mecenas e impulsionar a prática da conservação. Refira-se que a maioria destas representações acham-se no interior das edificações.

A pintura mural exterior não é encontrada com frequência em Portugal, como em outros países da Europa. Porém, algumas recentes descobertas são provas da sua importância, como é o caso de alguns paramentos do Palácio da Vila de Sintra, de um edifício da Rua 5 de Outubro em Évora com pintura fingindo azulejos, e da fachada do Palácio do Lيدador em Beja, todas restauradas. Contudo, há muito que fazer e por descobrir, pois muitas dessas pinturas encontram-se escondidas por baixo de diversas camadas de cal e através de uma procura atenta, descobrir-se-á mais pinturas murais exteriores ornamentando as edificações portuguesas.

¹¹⁵ Rota do Fresco foi criada em conjunto com a Associação dos Municípios do Alentejo Central, para maiores informações consultar www.amcal.pt/cgi-bin/rota.php.



Fig. 164, Pintura mural na fachada exterior da Igreja de S. Francisco, Évora



Fig. 165, Pintura mural na fachada de uma igreja, Penafiel.



Fig. 166, Pormenor da pintura mural decorativa do Palácio do Lidador, Beja.

A pintura a fresco pode ser considerada como a principal técnica da pintura mural. Todavia, encontram-se igualmente diversas pinturas murais efectuadas através de outras técnicas como a pintura a seco onde poderiam ser executadas à têmpera ou a óleo. Existe referência sobre a pintura meio-seco (*mezzo fresco*) que conjuga as duas técnicas (fresco e seco), contudo, Botto, refere que esta designação de *meio fresco* não será adequada, pois as técnicas a fresco ou a seco dependem, do estado do reboco sobre o qual são aplicadas as pinturas (Botto, 1998: 65). É de mencionar que existe um equívoco comum de denominar as pinturas murais como *pintura a fresco*; é um erro, pois são diversas as técnicas de pinturas murais. A pintura mural só pode ser considerada a fresco quando pintada com o reboco ainda húmido (fresco), entretanto, a comprovação da técnica muitas vezes só é possível após exame laboratorial de uma amostra. Desta forma, o mais correcto é, antes de conhecer a técnica aplicada, apenas designá-la por pintura mural.

Técnica de execução e aplicação da pintura mural

A pintura afresco

A técnica básica do fresco consiste em pintar troços (ditos *jornadas*) de paredes revestidas com uma argamassa de cal ainda fresca, recorrendo a pigmentos dispersos em água ou em água de cal. Quando a argamassa seca, endurece, através do processo de carbonatação e fixa os pigmentos, que impregnam as superfícies de revestimento, estabelecendo ligações químicas com a cal, o que dá uma enorme durabilidade a estas pinturas. É uma pintura que exige habilidade e perfeição técnica na sua aplicação, pois deverá ser pintada rapidamente e com traços rápidos, de modo a preencher gradualmente o desenho realçado através da técnica do *estresido*. É também uma pintura de aspecto agradável, sem reflexos, podendo ser observada de qualquer ponto com a mesma visibilidade, revelando-se com grande poder de intensidade no claro e escuro (Mora, 2001: 13; AAVV, 1987: 55).

A execução de um fresco envolve as seguintes principais etapas (Frazão, s/d; Frazão, 1993: 65):

- Preparação do desenho ou execução do cartão – faz-se o desenho desejado sobre um cartão que é copiado para uma folha de papel vegetal resistente; as cores a usar são ensaiadas no cartão, pois durante a execução do fresco não poderão ser feitas correcções significativas na pintura.
- Preparação da parede – a parede é marcada nas dimensões do desenho desejado e é picada com um martelo ou outro instrumento adequado para receber as várias camadas habituais de argamassas: o *emboço* (em italiano designado por *escamado* ou *arriccio*), é constituído por uma argamassa de cal e areia com granulometria média. Esta camada pode ser executada no dia anterior. O *reboco* (*intonaco* em italiano), é formado por uma ou duas finas camadas, constituídas por uma argamassa com granulometria pequena. A última camada deve receber um acabamento liso.
- Transposição do desenho – transpõe-se o desenho pelo papel vegetal, através da técnica do *estresido*, designada também por *picotado* ou *spolvero*, onde as linhas do desenho são picotadas no papel e transferidas para o reboco, passando uma “boneca” com carvão ou pigmento sobre o papel encostado à argamassa.
- Pintura – a estrutura estratigráfica de um fresco é normalmente a seguinte: desenho preparatório, tom de fundo, tons médios, sombra e luz. Os pigmentos utilizados eram geralmente terras naturais ou outros pigmentos inorgânicos, por serem mais compatíveis com a cal; estes são dissolvidos em água ou em água de cal. Geralmente, a pintura era executada de cima para baixo com a parede húmida e várias tonalidades eram escolhidas, tendo em conta que a cor tende a clarear depois de seca. O trabalho tinha de ser executado com rapidez, antes da base secar, o que exige grande habilidade técnica do executante. Como acabamento, quando a superfície estava bem seca, podia ou não ser realizado um brunido a ferro quente ou simplesmente passar-se uma flanela embebida com aguarrás e cera branca.

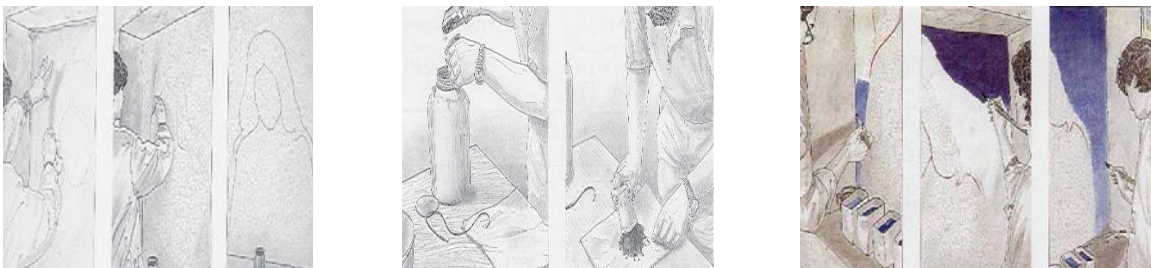


Fig. 167, As diversas fases da execução da pintura a fresco: transposição do desenho, confecção da “boneca” e realização da pintura (foto *Guia El Estuco*, 1998, p. 194)

A pintura a seco

A pintura a seco consiste em aplicar a pintura sobre o reboco carbonatado ou já seco, também designada por *falso fresco*. Esta pintura pode ser conseguida através de pigmentos diluídos em água de cal, ou pintados através da técnica à têmpera ou a óleo. A aderência do pigmento ao suporte produz-se por carbonatação superficial, o que faz com que esta técnica não tenha a mesma durabilidade de um fresco (Botto, 1998: 64).

A pintura mixta (meio seco)

É uma pintura onde a base é executada a fresco com o reboco húmido e o acabamento é efectuado depois com o reboco já seco.

Em seguida, apresenta-se no quadro 11 uma síntese das principais técnicas tradicionais de revestimentos exteriores.

QUADRO 11

SÍNTESE DAS TÉCNICAS TRADICIONAIS DE REVESTIMENTOS EXTERIORES

Técnica	Camada	Aplicação em obra	Acabamento
Emboço	Camada de protecção e regularização. Primeira camada constituída por argamassa de cal e areia.	Apertada à colher ou à talocha	Áspero
Reboco	Camada de protecção e regularização é a camada base para outras, constituída por argamassa de cal e areia, com aditivos ou não.	Apertada à colher ou à talocha	Quando este era a última camada podia ter diferentes acabamentos: <ul style="list-style-type: none">• Liso ou polido• Estanhado• Polido a quente• Raspado• Riscado ou estriado• Tirolês ou áspero• Picado• Imitando pedra (fingidos)• Esgrafitado
Esboço	Camada de preparação para o acabamento.	Apertada à colher ou à talocha	Geralmente liso
Barramento	Camada de protecção, acabamento e decoração. Constituída por até três camadas de espessura fina, com argamassa de cal e areia, com aditivos ou não.	Apertada à colher ou à talocha	Liso com adição de pigmento ou não.
Pintura	Camada de protecção e decoração	Com trincha, pincel, ou rolo	Lisa: a cal – a seco e a fresco Silicato Manchada – texturada ou esponjada Decorada através de pintura de fingido: cunhal, tijolo, mármore, madeira, azulejo. Pintura Mural decorativa

4 O PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO PARA OS REVESTIMENTOS EXTERIORES – O CONHECIMENTO PRÉVIO DAS SUPERFÍCIES ARQUITECTÓNICAS

4.1 ENQUADRAMENTO

O modo de actuação sobre a conservação dos revestimentos exteriores é complexo, nomeadamente no que respeita ao processo de restauro. São escassos os documentos que definem uma correcta metodologia sobre as superfícies arquitectónicas exteriores, pois nem sempre foi dada a devida importância a estes revestimentos, por serem considerados habitualmente como camadas de sacrifícios. Nesse sentido, a escolha do tipo de intervenção técnica a adoptar, deve estar ligada, como já abordado, a um projecto de intervenção, que deve ser executado com base na recolha do maior número possível de dados sobre o edifício e o revestimento em questão. Neste Capítulo faz-se uma abordagem sobre a importância de um projecto de restauro, esclarecendo as diversas etapas que devem compor os trabalhos prévios de observações e registos antes da intervenção, tendo como objectivo um melhor conhecimento do revestimento, no que se refere à sua história, técnica e estado de conservação¹¹⁶. A qualidade final do tratamento de restauro das superfícies arquitectónicas exteriores está intrinsecamente ligada aos conhecimentos prévios adquiridos sobre o objecto a tratar, para a salvaguarda das técnicas, da funcionalidade e do aspecto estético original da fachada exterior.

Ao longo do texto, serão igualmente incluídas algumas práticas destas metodologias, desenvolvidas no âmbito desta tese.

¹¹⁶ As orientações descritas neste Capítulo estão em conformidade com os princípios orientadores da conservação descritos nas diversas Cartas de restauro (*Carta italiana do restauro de 1987*, *Carta de Cracóvia* e a *Carta do ICOMOS para o restauro de pintura mural*).

4.2 O PORQUÊ DE UM PROJECTO DE RESTAURO – PRINCÍPIOS ORIENTADORES DA INTERVENÇÃO

Um projecto de restauro é vasto e algumas vezes complexo, dependendo do objecto a restaurar, deve estar articulado com o conhecimento preliminar da obra, requer conhecimento de diferentes especialistas e uma abordagem científica interdisciplinar. Observa-se que a perda da integridade, e da autenticidade, bem como dos muitos processos de deterioração, são causados por intervenções inadequadas, por substituições indevidas, pela aplicação de materiais e de produtos incompatíveis e ou irreversíveis, causando danos e perdas irreparáveis ao património (Feiffer, 2000: 16). A finalidade das acções de conservação e restauro é assegurar a integridade material necessária, para manter e evidenciar os valores históricos, técnicos e estéticos das obras de arte, sejam elas móveis ou imóveis. As intervenções de conservação levantam questões histórico-críticas e estéticas, exigindo do técnico dirigente do projecto uma grande capacidade de análise da superfície arquitectónica, implicando no saber olhar o objecto para compreender a sua complexidade, além de um domínio sólido da teoria da conservação, para assim poder orientar os recursos, às técnicas de restauro preconizadas (Aguiar, 1999a: 553-560). Com efeito, o projecto de restauro não deve apenas conter a definição tecnológica do tratamento da degradação e de intervenção, mas também uma avaliação atenta de todas as soluções, assim, o coordenador de projecto, deve ser uma pessoa com formação na área da conservação e do restauro. Deste modo, um projecto de restauro deve conter estudos prévios mínimos e as técnicas de restauro recomendadas, devem estar em conformidade com os princípios básicos da conservação e que, na generalidade, suportam os seguintes aspectos:

- **Intervenção mínima**

Ao nível dos revestimentos, a aplicação deste princípio significa manter ao máximo as técnicas originais e os materiais, evitando a sua remoção e substituição.

- **Respeito pela autenticidade histórica e técnica da obra**

A autenticidade abrange uma multiplicidade de aspectos tais como: estética, histórica, técnica e material. Significa manter ao máximo os materiais e as suas expressões estéticas originais, ao mesmo tempo que deverão ser identificadas, ao pormenor, as alterações, acrescentos e os novos materiais que são introduzidos.

- **Registo detalhado das anomalias apresentadas**

Reconhecer os problemas que a obra apresenta, para tal, é necessário realizar um estudo rigoroso das anomalias detectadas e das suas prováveis causas, antes de qualquer tratamento.

- **Utilização de materiais compatíveis**

As tecnologias e os materiais a utilizar deverão possuir características químicas, físicas e mecânicas compatíveis com os materiais originais e antigos. A introdução de novos elementos não deverão conduzir a comportamentos diferenciais entre as partes novas e as antigas, devendo possuir um desempenho muito similar aos dos materiais originais e ter capacidade de envelhecimento de forma semelhante.

- **Registo rigoroso das intervenções efectuadas, sem falsificar as intervenções, ou seja, diferenciar o restauro da obra original**

O acto de conservar ou de restaurar, passa a fazer parte integrante da história do objecto, pelo que deve ser reconhecível e por isto registado. Ao conservador-restaurador impõe-se a necessidade da consciência de que a sua intervenção altera a materialidade do objecto, exigindo um grande respeito pelo edifício e pelos seus elementos decorativos, incluindo os revestimentos. O conservador-restaurador deve relevar que antes de tudo, importa conservar para não restaurar.

- **Realização de um plano de manutenção da obra após a intervenção**

Após o restauro toda a obra, deverá possuir um plano de manutenção para o acompanhamento dos trabalhos efectuados. Esta manutenção servirá igualmente para averiguar o envelhecimento, ou seja, o comportamento dos materiais utilizados durante o restauro, ao longo do tempo. A ausência de um plano de manutenção implica, após alguns anos, um novo restauro, o que, economicamente, sairá bem mais dispendioso.

- **A especificidade de cada restauro**

Cada edifício, cada revestimento, tem a sua história, a sua técnica de execução, a sua lógica de envelhecimento, diferindo de objecto para objecto. Pelo que o tratamento efectuado, deverá ser sempre individualizado, pensado para aquele objecto. O restauro não pode ser executado através de “receitas”, cada caso é um caso, com identidade e problemas colocados pela individualidade dos edifícios e dos seus revestimentos.

A seguir discriminam-se as várias fases de trabalho, que deve compreender o estudo prévio de conhecimento do revestimento, e que deverá está inserido no projecto de restauro.

4.2.1 Observações e registos: investigação histórica e técnica sobre o revestimento e o seu processo de transformação

A necessidade de elaborar uma investigação histórica antes de qualquer intervenção de restauro, está estabelecida desde a *Carta de Veneza* de 1964, onde se lê que «...O restauro será sempre precedido e acompanhado de um estudo arqueológico e histórico do monumento».

Essa investigação, a que chamar-se-á de *memória histórica*, tem como objectivo servir de apoio ao projecto de restauro e deve permitir dar a conhecer o processo histórico completo da obra, do revestimento, desde a época da construção até ao momento da intervenção, permitindo situá-la no seu contexto histórico, caracterizando o seu período social, político e económico (D'Ossat, 1982: 6). Deve ainda ser realizada uma análise estilística e técnica, se possível identificando o artista, o arquitecto ou o engenheiro da obra, o ano da sua construção e as principais transformações que sofreu ao longo do tempo, bem como fornecer dados sobre os materiais e as técnicas usados. Essa pesquisa pode ser realizada recorrendo a bibliografia de época e actual, a fontes de arquivos documentais e históricos, mapas, plantas e desenhos (fachada, tipologia, estrutura, ornamentação, materiais construtivos, técnicas de revestimento, cores, texturas, etc.) e do seu entorno e ainda através de uma inspecção visual, onde devem ser anotadas e analisadas as inscrições, datas e símbolos encontrados no edifício e no revestimento. Muitas destas marcações fornecem dados preciosos para a história do edificado (Quinzaños, 1999: 16-18).

Paralelamente, é necessária uma inspecção da fachada e do revestimento, a fim de avaliar a técnica construtiva utilizada, o seu processo de envelhecimento e o seu grau de deterioração. Para que o máximo de informação seja recolhida nesta inspecção, é essencial uma observação atenta, mas também recorrer ao toque, à fotografia, a desenhos e esquemas, para Ramos «...*los edificios son como la escritura, que constituye un conjunto de signos que, si se conocen, permiten interpretar el significado de una frase*» (Ramos, 1999: 125). Todas estas informações são compiladas em forma de textos, gráficos, fotografias para posteriormente ser analisadas e interpretadas, por pessoas com formações específicas, para isso, é imprescindível, nesta fase, a presença na equipa de projecto, de um historiador da arte, além de outros técnicos. Assim, de forma sistemática, a investigação histórica e técnica sobre os revestimentos exteriores compreenderá as seguintes etapas:

- Recolha histórica, através de pesquisa em arquivos documentais, bibliografia actualizada, fotografias, plantas e alçados do edifício e cadernos de encargo da obra.
- Recolha e registo das intervenções anteriores, assinalando os materiais e técnicas utilizados nestas intervenções, para isso é importante a leitura dos livros de registos de obras.
- Estudo geográfico da envolvente do edifício.
- Análise arquitectónica, estilística e técnica da obra em questão, identificando artistas, arquitectos e engenheiros envolvidos nela.
- Observação visual, ou com auxílio de lupas, da fachada e do revestimento, identificando as datas, símbolos e as inscrições encontradas.

- Identificação do número de camadas, através de uma observação visual ou com auxílio de binóculos, onde devem ser descritas a técnica de execução, as argamassas utilizadas, a sua provável composição, textura e cor, através de registos escritos, gráficos e fotográficos. Assim, pode ser efectuada uma cartografia dos materiais das superfícies arquitectónicas, ao fotografar os elementos observados, transportá-los para o papel à escala 1:100 e depois registá-los graficamente em desenhos, recorrendo ao programa CAD, e representá-los em diferentes camadas (*layers*).

4.2.2 Registo fotográfico da obra

O registo fotográfico deve acompanhar todas as etapas de estudo prévio e de intervenção da obra. Este registo é importante para documentar a história do edifício, do revestimento, devendo ser fotografado os aspectos gerais e os pormenores do revestimento, que regista assim a sua técnica, o seu estado de conservação e todo o processo de intervenção a ser posteriormente efectuado. Várias técnicas fotográficas, podem ser utilizadas:

- Fotografia simples e macro – simples, para realizar fotografia convencional da obra e macro, para detalhes, a preto e branco ou a cores.
- Fotografia com iluminação tangencial ou rasante – com ângulos de 5 a 30°, para observar o estado geral e as irregularidades da superfície (faltas de verticalidade, abaulamentos, empolamentos, etc.).
- Fotografia com lentes de aumento – para observar detalhes do revestimento.
- Fotogrametria – é uma técnica muito eficiente para o levantamento arquitectónico, na fase preliminar do restauro, em especial para o estudo da arqueologia da arquitectura. A fotogrametria, realiza a medição de um objecto a partir de fotografias e é uma operação segura e imediata, que não causa danos à obra. Esta técnica permite obter levantamentos planimétricos baseados na observação do mesmo objecto em dois ou três ângulos diferentes, possibilitando a reconstituição de uma imagem espacial a partir de imagens bidimensionais. Através desta técnica em versão digital e de um sistema informático especialmente concebido, é possível a reconstituição da geometria de monumentos históricos ou simplesmente apenas de fachadas ou de objectos. A técnica viabiliza desenhos a escalas variáveis, consoante as necessidades, fornecendo informações importantes de ordem histórica ou arqueológica, bem como referencia as patologias apresentadas pelos elementos levantados (Almagro, 1996: 96).

4.2.3 Inspeção visual – identificação das anomalias e das intervenções anteriores

O estudo preliminar e visual do estado de degradação de uma obra, como consequência da acção do tempo e antrópico, está na base de qualquer intervenção, sendo de fulcral importância para o

projecto de restauro. Este estudo, juntamente com a análise das intervenções anteriores será o chamado *Diagnóstico do estado de conservação*.

Deve ser efectuado um estudo sistemático das anomalias da construção, incluindo os revestimentos exteriores, que vai identificar o seu grau de risco, de modo a aprofundar as causas e formas de manifestações, levando à elaboração de um correcto diagnóstico. O diagnóstico de uma anomalia, consiste em investigar de forma profunda e sistemática, o problema encontrado; sendo necessário algumas vezes elaborar uma metodologia apropriada para cada caso. O técnico que irá realizar esta inspecção, deve estar muito bem munido da máxima informação sobre o edifício ou do revestimento em questão; tem de ter bom conhecimento das técnicas construtivas e dos materiais, bem como capacidade para pré-identificar os prováveis factores que influenciam na sua utilização e incompatibilidade. Tem ainda de ter uma visão global e observadora do assunto, isto é, um sentido muito agudo de análise das anomalias, para assim poder determinar a causa que o produziu e compreender todo o processo de deterioração.

Nem sempre é possível seguir um processo linear e, muitas vezes, não existe apenas uma só causa, devendo primeiro identificar-se a causa principal e a sua relação com as demais; por vezes é necessário repetir o olhar e a inspecção; observar o edifício em diferentes horas do dia e se possível em diferentes épocas do ano.

O diagnóstico do estado de conservação pode ser efectuado através de uma inspecção visual atenta e profunda, bem como através de recolhas de dados sobre o revestimento e o monumento em questão. Para complementar o diagnóstico, podem ser recolhidos dados sobre o entorno do monumento, como por exemplo, aberturas ou não de vias, escavações próximas, passagem de água (rios, nascentes, lençol freático, esgotos), tipo de vegetação, localização dos tubos de queda de água pluviais, etc.; no caso dos revestimentos exteriores, muitas vezes, a água pode incidir directamente sobre o revestimento ou por capilaridade, quando se está em presença de um lençol freático no sítio da obra. Podem ainda ser estudadas as condicionantes externas, tais como: a orientação, os ventos predominantes, as chuvas, os valores médios e extremos de humidade relativa e de temperatura, para prever de que modo, afectam os materiais construtivos e como contribuem para o processo de degradação.

Muitas das anomalias são causadas por intervenções anteriores decorridas na obra (no revestimento ou no edifício). Na maioria das vezes, essas intervenções introduziram novos materiais que vão ter degradações mais rápidas ou são incompatíveis química, física e esteticamente com os materiais originais. Desta forma, para além da identificação das anomalias presentes sobre os revestimentos, devido a causas intrínsecas e extrínsecas, devem ser identificadas as intervenções anteriores, efectuando igualmente uma análise da possibilidade ou não da sua eliminação. Por vezes, a sua remoção pode acarretar danos irreparáveis, outras vezes a sua permanência danificará ainda mais a obra, logo deve-se fazer um registo da evolução das intervenções. Para isso, é importante conhecer a natureza dos restauros anteriores, ter

acesso aos relatórios de obra, e algumas vezes recorrer ao emprego de metodologias científicas e a ensaios de laboratórios (Matteini, 2001: 21).

Para realização desta inspecção visual, incluindo a identificação das anomalias e das intervenções anteriores, para além da observação à vista desarmada, muitas vezes, é necessário a utilização de alguns instrumentos básicos como a máquina fotográfica, as réguas graduadas, as fitas métricas, o fissurómetro, as lanternas, as bússolas, as lupas, os martelos, as etiquetas, etc. Pode ainda ser essencial para se conseguir identificar o grau da anomalia ou as suas causas, recorrer a algumas técnicas auxiliares e a realização de alguns exames *in situ* não destrutivos e superficiais.

A informação recolhida deverá ser descrita através de fotografias, fichas de obras e gráficos desenvolvidos para o efeito. Devem ser registados em desenhos a identificação, a descrição e a quantificação das tipologias de degradação, a alteração dos materiais e dos elementos construtivos das anomalias presentes nas diferentes zonas do revestimento. Este registo deve ser efectuado de forma sintética, permitindo identificar de forma inequívoca a anomalia em causa, logo é importante que estes indicadores de alterações sejam designados mediante uma nomenclatura precisa, evitando-se terminologias ambíguas ou genéricas. Com efeito, para haver uma unificação dos termos utilizados para a identificação das anomalias, deve-se regir pelas normas internacionais como, por exemplo, a NORMAL, elaborada pelo Instituto de Conservação e Restauro de Roma¹¹⁷, entre outras já existentes. É de referir, que ainda não existe uma nomenclatura internacional para as anomalias sobre os revestimentos exteriores de cal, existe sim uma nomenclatura definida para os revestimentos pétreos, que é adaptada para a definição das anomalias sobre os revestimentos com base em cal (Normal 1/88; Ordaz, 1988; Alcade, 2003: 58-69; Henriques *et al.*, 2005).

¹¹⁷ Em 1977 o ICR – Instituto Central para o Restauro de Roma – criou uma comissão de especialistas, denominada de NORMAL (Normativa Materiale Lapidei) com o objectivo de definir normativas e metodologias comuns para análise de intervenção. Os documentos são publicados como “RACCOMANDAZIONI”, e são definidos em quatro capítulos: Diagnóstico de alteração; Método de intervenção; Controle da eficácia da intervenção; Intervenção em obra. As Raccomandazioni Normal constituem um grande suporte valioso ao projecto de restauro marcadamente por carácter operativo in Cesare Feiffer, La conservazione delle superfici intonacate – il metodo e le tecniche, Milano, Skira, 2000, p. 237. Consultar <http://www.icr.beniculturali.it/Normal>.

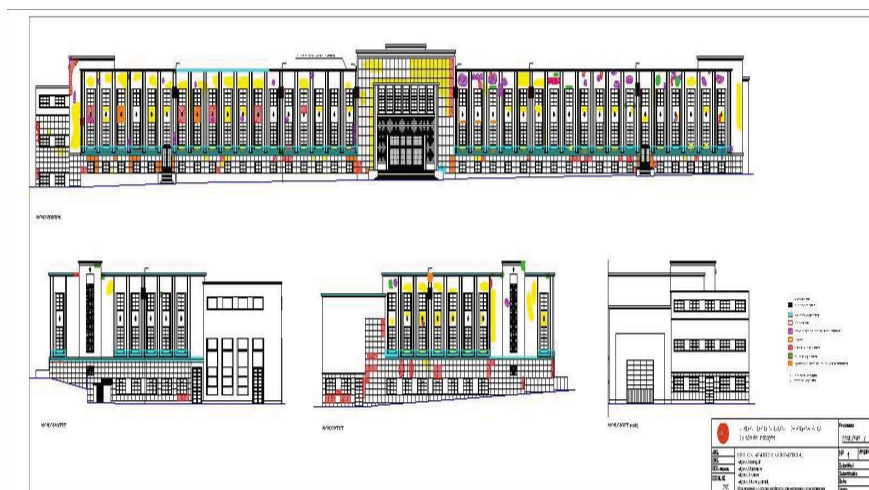


Fig. 168, Mapeamento das anomalias na fachada do Edifício Principal do LNEC (desenho Ricardo Martins, LNEC)

4.2.4 Técnicas de registo

4.2.4.1 Estudo da Arqueologia da Arquitectura e dos revestimentos

A Arqueologia da Arquitectura é uma disciplina nova, do ramo da Arqueologia, que se tem vindo a afirmar internacionalmente, através da qual se elabora a história do edifício. Surgiu em Itália, na década de setenta do século XX, no âmbito de estudos aplicados à arquitectura medieval, tendo como objectivo conhecer a histórica construtiva do edifício (Caballero, 2006: 33). O edifício histórico é composto por diversos estratos, que foram adicionados ou perdidos ao longo do tempo, onde cada elemento tem uma importância específica. Cada fracção da história estratificada de um edifício, representa mais do que um simples fragmento material, é o testemunho de uma determinada época, de uma determinada forma de pensar e de construir, é a memória de um passado que importa entender e preservar (Lacerda, 2006: 6).

O estudo das fracções estratificadas do edifício, é realizado através de uma análise estratigráfica muraria, utilizando o Método de Registo de Harris, a partir do qual se criam as unidades estratigráficas murarias (UEM), método considerado pouco destrutivo, onde o importante não é escavar, mas sim documentar. Uma das condições da implementação deste método, é possuir uma documentação gráfica rigorosa, sendo a fotogrametria a ferramenta mais adequada (Caballero, 2006: 37; Ramalho, 2002: 21). Os métodos estratigráficos são excelentes para descodificar e ordenar diacronicamente a complexidade construtiva de edifícios históricos, o que os torna instrumentos de grande utilidade para a definição do projecto de restauro. Essas análises directas, geram um conjunto de dados sobre a matéria do edifício, que contribuem para (Tirello, 2006: 1):

- Definir o processo histórico de transformação do edifício, de modo a reconhecer o que foi removido e o que foi acrescentado; identificar as diferentes técnicas construtivas;

esclarecer sobre as ambiguidades construtivas existentes; viabilizar a leitura e a interpretação da estrutura edificada.

- O estudo da degradação dos materiais e das anomalias apresentadas.
- Definir uma correcta metodologia de intervenção, definindo o que pode ser eliminado e o que deve ser conservado.

Todavia, nem sempre este estudo se resume numa simples e fácil interpretação, como refere José Aguiar «... *expor na fachada de um edifício todos os traços do tempo, pode muito facilmente passar de um contido exercício de arte e saber, para o projectar de um absurdo “queijo suíço”... um puzzle de simultaneidades formais, uma amalgamada colagem que nega o processo histórico*» (Aguiar, 2006: 68). Desta forma, saber ler, descodificar e interpretar as diversas soluções encontradas durante o processo arqueológico, em conjunto com as diferentes valias profissionais envolvidas no projecto, é de fulcral importância para a qualidade final da intervenção. A Arqueologia da Arquitectura é, sem dúvida, um método de investigação de grande importância para o estudo prévio, constituindo uma fase fundamental no processo de reconhecimento do edifício, podendo estabelecer interessantes relações com outros estudos preliminares (tal como a investigação histórica documental, arqueologia dos revestimentos, estudo das anomalias, etc.), contribuindo para um consensual e correcto projecto de restauro.



Fig. 169, Prospecção de um revestimento; nota-se a alvenaria antiga com forma arredondada, Hospital Miguel Bombarda, Lisboa.



Fig. 170, Descoberta do desenho de uma âncora sobre a alvenaria do edifício, Hospital Miguel Bombarda, Lisboa.



Fig. 171, Surgimento de arcos arredondado na antiga estrutura do edifício, Hospital Miguel Bombarda, Lisboa.



Fig. 172, Cunhal revestido por um barramento com forma arredonda na antiga estrutura do edifício, Hospital Miguel Bombarda, Lisboa.

4.2.4.2 A arqueologia dos revestimentos

Análises estratigráficas *in situ*

O estudo estratigráfico das camadas de revestimento é uma técnica já muito utilizada no restauro de bens móveis (pintura de cavalete, pintura mural, etc.). No entanto, nos últimos anos tem vindo a ser empregue nos paramentos exteriores dos edifícios históricos, para o conhecimento das distintas camadas de revestimento. Nas fachadas exteriores, este método foi primeiramente empregue para a realização dos Planos de Cores dos centros históricos de várias cidades europeias, na busca da cor original dos distintos edifícios que compõem o núcleo urbano¹¹⁸, depois foi utilizado, não só para o conhecimento das diversas camadas de tintas, como também das diferentes camadas de argamassas existentes sobre o paramento exterior. O método pode ser utilizado através de sondagens estratigráficas *in situ*, sem extracção de amostras, apenas com a remoção das distintas camadas de revestimento ou, em complemento, através da extracção de uma amostra, para observação à lupa binocular das diversas estratigrafias, em laboratório.

Como assinala J. Aguiar, tal como as paredes, os revestimentos são como uma estratificação da história, das arquitecturas, ou seja, das formas como foram projectadas para serem lidas. São textos que contém mensagens sobrepostas da história e que devemos descodificar, interpretar e quando possível, restituir a possibilidade da sua leitura, através de projectos de restauro (Aguiar, 2006: 60).

A consciência técnica e histórica sobre os revestimentos antigos é uma das componentes fundamentais para o projecto de restauro e para a qualidade da sua conservação, incluindo a sua técnica (decorativa ou não), como também o colorido original da fachada. Não é simples reconhecer as diversas fases de um revestimento, pois muitas vezes é necessário relacioná-las com as diferentes épocas históricas e com as transformações ocorridas ao longo do tempo no edifício ou na fachada.

O estudo estratigráfico das camadas de revestimentos é importante para:

- Identificar o número e espessuras das camadas de argamassa utilizadas, reconhecendo inclusive as diferentes campanhas de obras que o paramento sofreu ao longo do tempo.
- Identificar as diversas camadas de pinturas e as cores utilizadas.

¹¹⁸ Tanto quanto conseguiu-se apurar, o estudo mais antigo neste âmbito foi o Plano de Cor, para a cidade italiana de Turim, iniciado em 1978, com duração aproximada de dez anos. In Martha Tavares, *A rua do Bom Jesus no bairro do Recife – um estudo sobre o uso da cor nas fachadas de edifícios históricos*, Tese de Mestrado, apresentada à Universidade Lusíada, Lisboa, 1999, p. 91.

- Identificar as diferentes tipologias das argamassas reconhecendo: a técnica, as cores, a textura do revestimento, a granulometria e a tipologia do agregado, os aditivos utilizados (como, por exemplo, tijolo, carvão, palhas, etc.).
- Descrever o seu estado de conservação e das diversas camadas de argamassas.

Este estudo, pouco destrutivo para o revestimento, é simples de ser realizado, contudo exige pessoal qualificado para a sua execução, aconselha-se assim, que seja efectuado por um conservador-restaurador com olhar perspicaz e capacidade crítica para interpretar a história do revestimento em causa.

Para a realização da estratigrafia *in situ* das camadas de revestimentos, descrevem-se a seguir as principais etapas que deverão ser cumpridas:

- Primeiramente, deve ser efectuada uma observação visual criteriosa da fachada, para a escolha da zona mais adequada para realização da sondagem. A zona de sondagem deve basear-se no estado de conservação do revestimento e na presumível preservação das camadas mais antigas, ou seja, devem ser escolhidos locais onde possa ser fornecido um maior número de informação sobre a quantidade de camadas e os diferentes revestimentos presentes no paramento. Com o intuito de não realizar danos aos revestimentos, preferencialmente escolhe-se zonas junto a lacunas ou fissuras já existentes no revestimento.
- A abertura de janelas de sondagem, efectua-se mecanicamente, recorrendo ao uso de bisturi, tendo sempre cuidado no seu manuseamento, de forma a não remover os revestimentos (rebocos e policromia) originais. Sempre que possível, faz-se aberturas de janelas com formas quadradas ou rectangulares, não havendo necessidade de ângulos rectos perfeitos, tentando mostrar as diversas camadas do exterior até à camada pictórica. Nalguns casos, a remoção das diversas camadas não é fácil, principalmente quando o revestimento está muito aderente ou, no caso das pinturas, quando há sobreposições das camadas de caiações, e estas encontram-se bastantes carbonatadas. Nestes casos, as janelas de sondagens podem ser feitas em formas irregulares e em pequenas dimensões. Noutras situações, é ainda necessário recorrer a ajuda de algum tipo de solvente para a remoção das camadas de pinturas.
- A abertura das janelas de sondagens deverá ser acompanhada por um registo fotográfico e um mapeamento gráfico com a localização das janelas nos diversos paramentos, onde são identificados assim como o número de camada existentes. A numeração deverá ser feita sempre do interior para o exterior, ou seja o número zero, será sempre a camada mais interna, que pode ser a alvenaria, seguida das camadas de argamassas até as camadas de acabamento (pinturas ou revestimentos decorativos).

- Para a identificação das cores das diversas camadas de argamassas e de pinturas, poderá ser utilizada a observação directa por comparação visual com uma amostra padrão, que poderá ser o sistema cromático NCS (Natural Color System). Podem ainda ser utilizadas lupas para uma observação atenta dos grãos, da técnica de execução e também um aparelho para medir as espessuras das diversas camadas do revestimento¹¹⁹. Todas estas informações devem ser registadas em fichas da obra executada para o efeito.

Desta forma, a arqueologia do revestimento, contribui para melhor conhecer a sua história e, em conjunto com outros estudos prévios e com outras análises, inclusive laboratoriais, pode fornecer importantes informações para o projecto de restauro e consequentemente para definir a intervenção a ser efectuada.



Fig. 173, Identificação estratigráfica das diversas camadas de revestimento, Sé de Évora



Fig. 174, Identificação das cores dos revestimentos através do atlas de cor NCS.



Fig. 175, Observação à lupa das camadas de revestimento.

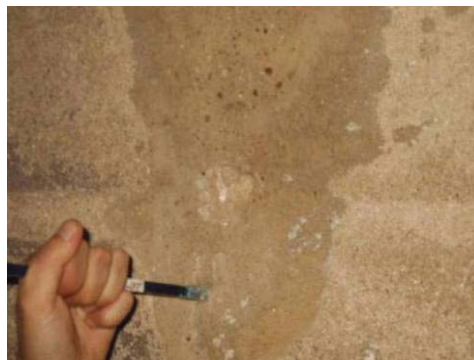


Fig. 176, Extracção de uma amostra de revestimento.

¹¹⁹ O aparelho utilizado nesta tese foi um Medidor de espessuras de revestimentos Universal referência 021 3000 (cumpre as normas UNE 4803180). Realiza-se um corte do revestimento, com um estilete, e este é observado com uma lupa reticulada de 50X com luz, contida no aparelho.

Análise estratigráfica das camadas de pinturas – o estudo cromático do revestimento antigo

É necessário investigar as cores históricas, conhecer as técnicas de revestimento empregues e realizar um estudo dos processos de renovação, para estabelecer a linguagem formal e cromática da arquitectura. Um Plano de Cor é um instrumento metodológico que tem como objectivo a regularização cromática da fachada de um edifício, preservando os revestimentos e repondo o modelo de decoração original; não se tratando apenas de um problema estético, mas histórico, crítico e técnico, deste modo tem grande importância na operação de reabilitação do ambiente construído. A estratigrafia das cores do edifício e as análises técnico-científicas, podem definir a policromia original e, por consequência, ajudar a estabelecer o tipo de intervenção. Num processo de conservação ou de reabilitação, a recuperação da cor e a preservação de superfícies ainda originais é fulcral para conseguir preservar a identidade e o carácter específico do edifício. Hoje em dia, são raros os casos em que os revestimentos originais (rebocos e pinturas) ainda estejam presentes nos paramentos exteriores. Eles vão sendo renovados com obras de reabilitação e frequentemente uma das primeiras decisões do projecto de reabilitação é a “picagem até ao osso” com a substituição dos revestimentos existentes, apesar de muitas vezes se encontrarem em relativo bom estado de conservação, perdendo-se assim toda a história técnica e cromática do edifício (Aguiar, 1996a: 1-11; Tavares e Valverde, 2000)

Para Aguiar «...as superfícies e as cores são do tempo em que cada época possuía sua cultura arquitectónica à qual correspondia uma específica cultura cromática e uma capacidade produtiva. São legados culturais e antropológicos, instrumentos simbólicos do poder...» por isto a importância do estudo da conservação da cor dos edifícios históricos e dos revestimentos antigos (Aguiar, 2006: 60).

Não é simples reconhecer as diversas fases da cor de um edifício, a verdadeira cor de um edifício não existe como algo isolado, é necessário relacionar os diferentes cromatismos com as diversas épocas históricas. Há sempre uma relação directa entre cor e tipologia arquitectónica, a escolha arbitrária de uma cor muda a história da vida cromática do edifício, pois é também responsável pela leitura da composição arquitectónica do edifício. O uso de uma única cor no acabamento de uma fachada composta por elementos decorativos (pilastras, soco, cornija, etc.) uniformiza-a, podendo subverter a leitura compositiva da arquitectura original (Tavares, 2002d: 11-12).

O projecto cromático deverá dispor do maior número de dados possível sobre a evolução histórica, arquitectónica e cromática do edifício. Para esse efeito, propõe-se uma metodologia científica composta das seguintes fases:

- Pesquisa histórica baseada em fontes documentais e iconográficas sobre o colorido do edifício ou do conjunto urbano.
- Estudo das técnicas usadas nos revestimentos.

- Pesquisa arqueológica das pinturas efectuada *in situ*, através da remoção das diversas camadas.
- Caso se justifique, deverá ser realizada a extracção de amostras de revestimento de locais representativos da fachada, para exames laboratoriais: observações à lupa binocular ou físico químicos.

A pesquisa arqueológica das cores, será executada de forma semelhante à descrita anteriormente para a arqueologia dos revestimentos. Deverá ser realizada uma análise estratigráfica em todos os elementos que compõem a estrutura formal do edifício, nomeadamente nos paramentos, nas cornijas, nos socos, nos cunhais e ainda nos elementos decorativos, abrindo janelas de sondagens, através de remoção mecânica das camadas com auxílio de bisturi. As cores são identificadas do interior para o exterior, através de observação directa por comparação visual com amostras-padrão. Todos os locais estudados devem ser identificados através de gráficos e fotografias.

São diversas as formas de identificação das cores, o primeiro atlas cromático surgiu no início do século XX, em 1905, quando o pintor Albert H. Munsell criou um mostruário de tintas, inspirado num tronco de árvore. Munsell definiu as cores segundo três parâmetros: brilho, saturação e tonalidade, resultando num padrão muito fácil de utilizar, sobretudo na comparação directa com as pinturas antigas. Hoje em dia, este mostruário é comercializado em forma de tabelas e paletas, *Munsell Book of Color*, onde a cor é definida por um sistema de números e letras. Segundo as especificações de Munsell, a identificação da cor amarelo ocre HUE 7,5 YR7/10, será a seguinte: HUE é o tipo de tinta ou o tom; 7,5 YR é a cor yellow red (amarelo vermelho ou ocre); 7 é a luminosidade 10 é a saturação. Estes padrões cromáticos são reproduzidos em cartões pintados por pigmentos estáveis (Tavares, 1998: VII-VIII Anexo).

Um outro sistema, mais recente, criado em 1979, é o NCS (Natural Color System), desenvolvido pelos suecos Anders Hard e Lars Sivik, surge em consequência do desenvolvimento das teorias de Heering sobre a interpretação humana das cores complementares. O atlas NCS é um mostruário de diferentes cores, onde os seus criadores partem da teoria das cores complementares com base na percepção visual humana. Fundamenta-se num sistema de seis cores-base (círculo de cor) – amarelo, vermelho, azul, verde, branco e preto – e todas as outras cores podem ser descritas a partir destas seis, em diferentes proporções. Assim, a maior ou menor quantidade de branco, de preto, de amarelo, de azul, de vermelho e de verde existentes na cor-base do objecto em análise determina a sua localização geométrica e numérica, definindo uma escala cromática.

No NCS dividiram-se as tonalidades cromáticas em quatro grandes grupos: Amarelo e Vermelho (Y – Y90R), Vermelho e Azul (R – R90B), Azul e Verde (B – B90G), e Verde e Amarelo (G – G90Y). Desta forma, a notificação NCS 1050 Y90R descreve que: 1050 é o matiz da cor, ou seja o aumento ou diminuição da mesma cor (grau de semelhança com o preto); os dois primeiros

dígitos, indicam a quantidade de preto nesta cor, neste caso é de 10%; os dois dígitos seguintes, indicam a cromaticidade (posição no diagrama CIE¹²⁰), neste caso é de 50%; o Y90R descreve a semelhança percentual da cor com as duas cores primárias, neste caso são o amarelo e o vermelho, existindo 90% de vermelho para 10% de amarelo¹²¹. Também há padrões NCS para as cores típicas de pinturas de cal e de tintas de óleo executadas com pigmentos tradicionais, e o seu uso actualmente generaliza-se entre fabricantes de tintas e projectistas, podendo considerar-se como um padrão internacional de identificação cromática (Aguiar, 1999a: 117-211).

Actualmente, a evolução tecnológica disponibiliza determinados meios técnicos e instrumentos de análise extremamente rigorosos para “medição da cor” com vista à apreciação, qualificação e afinação das cores com a máxima precisão. A forma mais rigorosa de identificar a cor é, portanto, “medi-la” com instrumentação específica (colorímetros e espectrocolorímetros) e expressá-la em termos numéricos, o que permite um maior rigor na reprodução de determinada cor, podendo assim afirmar-se que a identificação cromática se tornou num campo de aplicação das ciências exactas. A técnica de medida e de graduações das cores diz respeito a intensidade de um corpo luminoso em relação a uma cor e é identificada através de coordenadas cromáticas, que se traduz em números. O espectrocolorímetro é um aparelho que permite identificar a cor, através da medição do espectro de reflectâncias da onda de luz visível e substitui o olho humano por um detector fotoeléctrico; utiliza-se um espectrofotómetro associado a uma fonte de luz, o qual para cada comprimento de onda, mede a luz reflectida ou transmitida. O sistema e escalas de cor utilizadas podem ser o CIE (X y z) ou L*a*b*¹²².

Para alguns investigadores esta leitura não traduz a realidade da cor que se observa, pois estes aparelhos medem apenas o que é chamado estímulo da cor, que é a leitura da reflexão do espectro de um feixe de luz padrão predefinida sobre uma superfície, tendo-se para isto que se isolar a amostra de cor do olhar humano e da luz ambiente. Para Pernão, do ponto de vista da percepção, a leitura através do espectrocolorímetro pode muitas vezes não ser a mais indicada, aconselhando também a utilização do sistema NCS, pois «...o NCS é fundamentado na percepção aparente das cores e define como parâmetros os atributos com os quais podemos descrever o que vemos. E é o que vemos que procuramos nomear. A notação NCS indica a aparência de uma cor» (Pernão, 2006: 4).

¹²⁰ Sobre este assunto e para consultar o diagrama CIE ver o site <http://www.unicornio.com.pt/ncs/>

¹²¹ O NCS é um sistema de cores com marca registada pelo *Scandinavian Colour Institute* AB, podendo considerar-se como um padrão internacional de identificação cromática. Consultar: www.ncs.com e J. Aguiar, Ob. Cit., 1999, p. 117-211.

¹²² O triângulo CIE (X, y, z) foi criado em 1931 e é sobretudo usado para fins científicos; o X representa o valor da luz e z a posição no diagrama cromático, podendo ser estabelecidas relações com os valores de saturação e cor. O sistema CIELAB foi criado em 1975, onde L equivale aos valores de luminosidade e a* e b* estão relacionados com a saturação e com a cor base. Consultar Martha Tavares, Ob Cit., 1999, Anexo, p. IX.

Contudo, sabe-se que em trabalhos científicos, quando se deseja identificar as diferenças cromáticas, às vezes subtis, o espectocolorímetro é um instrumento de análise muito utilizado devido à sua precisão, não invalidando com isto a utilização, por comparação, visual do NCS.

Após a identificação das diversas cores do edifício ou do conjunto urbano, através de um atlas cromático ou de um espectocolorímetro, ter-se-á a história cromática do edifício, representada pela identificação da sua “paleta de cores”. Com efeito, a consciência técnica e histórica sobre os revestimentos antigos é uma das componentes fundamentais para o projecto e para a qualidade da conservação destes paramentos e do colorido original de uma fachada.

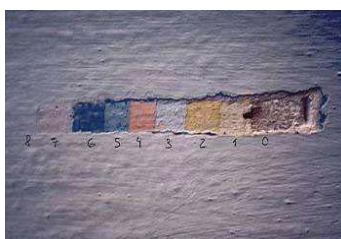


Fig. 177, Estudo estratigráfico de um revestimento, Bairro de Recife

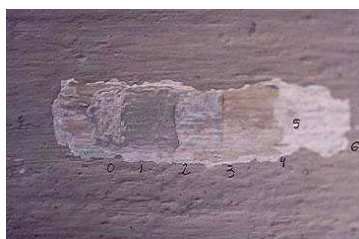


Fig. 178, As diversas camadas de pintura num edifício antigo em Lisboa

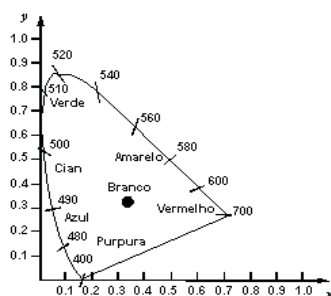


Fig. 179, Triângulo CIE de identificação das coordenadas cromáticas (in www.ncs.com)

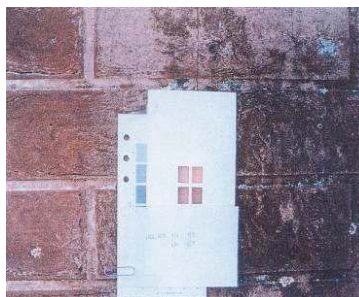


Fig. 180, Identificação da cor com o atlas Munsell.



Fig. 181, Atlas cromáticos NCS.



Fig. 182, Estratigrafia de revestimentos exteriores, Bairro do Castelo, Lisboa



Fig. 183, Identificação com Atlas NCS e Musell, Bairro do Castelo, Lisboa



Fig. 184, Medição da cor com espectocolorímetro, Estação de ensaio do LNEC.

A escolha da nova cor¹²³

A escolha da cor para o exterior de um edifício tem de levar em conta alguns parâmetros ou critérios: a forma do edifício, época de construção, materiais usados, luz, clima, região envolvente e suas tradições culturais, preservando a harmonia através do inventário das riquezas cromáticas (tentando contra todas as formas de poluição visual). O projecto deve basear-se num método eficaz de análise, capacidade de síntese e de sensibilidade do projectista que conheça a história da arquitectura, no entanto, as opções cromáticas variam de acordo com a posição teórica que cada um dos autores dos Planos defende relativamente à reabilitação. Porém, todas as vias são possíveis, se devidamente sustentadas, nesse sentido, tornam-se válidos alguns critérios de intervenção, mediante as circunstâncias em que se inserem (Tavares, 2002d: 1-14; Tavares e Valverde, 2000):

- A recriação do cromatismo original dos edifícios – justifica-se no caso de edifícios de arquitectura erudita, em que a expressão cromática original é parte integrante da ideologia arquitectónica que o edifício representa. Alterar o seu cromatismo, pode por vezes subverter a leitura arquitectónica do edifício em causa.
- Uma nova interpretação da paleta original – pode justificar-se no caso dos núcleos antigos de arquitectura corrente, isto é, núcleos ou edifícios sem grande valor arquitectónico, cuja cor faz parte do passado cromático de um edifício ou de um conjunto. A escolha da nova cor deve basear-se na paleta original, dando por vezes uma nova interpretação e integrando-a no actual conjunto envolvente.
- Liberdade total na escolha da cor – justifica-se no caso de requalificação de conjuntos ou edifícios degradados, sem qualquer valor arquitectónico, histórico ou cultural. O dinamismo da cidade ao longo das épocas resultou muitas vezes da mudança introduzida pela cor dos seus edifícios, constituindo um percurso natural da história da cidade e da arquitectura. O bom senso pode guiar estas intervenções, a novidade pode constituir uma mais valia, para a cidade e para a expressão arquitectónica.

Qualquer que seja a circunstância em causa e o caminho escolhido, o respeito pelos elementos que pertencem à expressão arquitectónica original do edifício devem ser mantidos, de forma que a sua leitura não seja subvertida (ou modificada), salvaguardando os valores técnicos e estéticos tradicionais. Assim, alguns critérios também devem ser estabelecidos:

¹²³ Sobre a conservação da cor no património português, consultar Aguiar, Ob. Cit., 1999. Existe na FA/UTL – Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa, um Laboratório da cor também vocacionado para estudar questões relativas à cor no património. Consultar: www.apcor.org.

- Devem ser tratados os elementos construtivos e decorativos, de forma a não se perder o contraste cromático original.
- Preservar as técnicas de acabamentos como os rebocos, fingidos e esgrafitos, os elementos arquitectónicos, decorativos, figurativos, assim como o tipo de pintura, pois, dar cor a um edifício, implica também numa adequada escolha de tinta: brilho, textura, opacidade e uniformidade. Tais factores são determinantes na expressão final da fachada do edifício.
- Garantir a compatibilidade com a argamassa do reboco original. Deste modo, a nova tinta para pintar o edifício em questão, deve ser compatível com o revestimento original.

Ao ter em conta estes dados, no âmbito de conceitos já estabelecidos e de uma interpretação estética, histórica e científica, poderá estabelecer-se com mais segurança uma tabela ou Plano de Cor e efectuar-se a pintura ou a pigmentação da camada de acabamento.

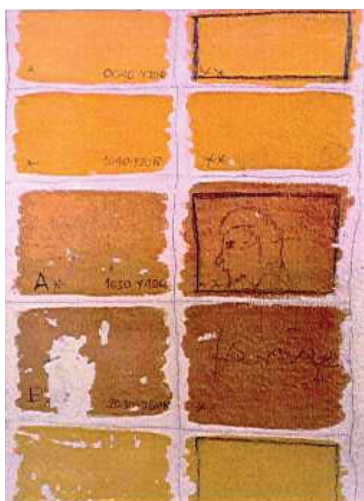


Fig. 185, Ensaio com novas cores, para o Bairro do Castelo, Lisboa



Fig. 186, Edifícios após aplicação de um Plano de Cor, Porto Fino, Itália

Análises estratigráficas com recolhas de amostras para estudos de laboratório

Para um maior conhecimento dos revestimentos e das suas camadas, em relação à técnica e à cor, os técnicos podem recorrer, para além da observação a olho nu, a diversas técnicas auxiliares como, por exemplo, a extracção de uma amostra do revestimento, que se considera uma análise destrutiva, com o objectivo de realizar ensaios laboratoriais. O ensaio denominado *Microscopia óptica*, é executado através do corte estratigráfico e da observação à lupa binocular das amostras. Estas amostras são retiradas após um exame minucioso sobre o estado de conservação do monumento e do revestimento; o local de extracção deve ser devidamente identificado através de fotografias e gráficos, as amostras são armazenadas e etiquetadas. As amostras são geralmente extraídas das áreas menos degradadas dos edifícios, para o conhecimento da sua estratigrafia e morfologia.



Fig. 187, Extracção de uma amostra (Estudo Bairro do Castelo, LNEC)

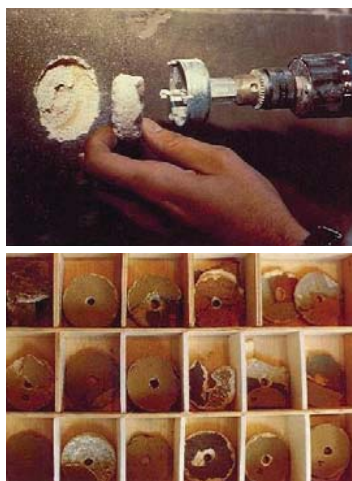


Fig. 188, Extracção de amostra (Estudo Cores de Barcelona, foto Juan Casadevall)

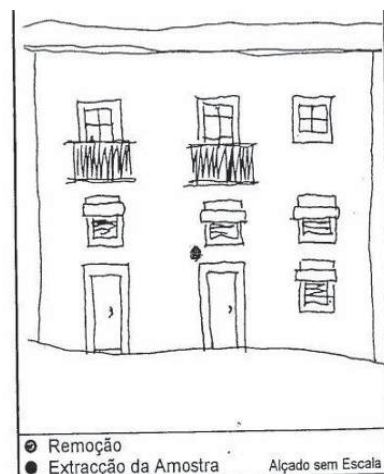


Fig. 189, Localização em gráfico da remoção estratigráfica e extracção de amostra (Estudo Bairro do Castelo, LNEC).

A Microscopia óptica é um ensaio que tem como objectivo identificar as diversas camadas existentes na amostra e fornecer informação sobre a história do revestimento, dos processos tecnológicos empregues na sua execução, sobre o colorido da fachada em questão, composição, estrutura e estado de conservação do revestimento (Santos Silva, 2002: 90).

As amostras em laboratório são impregnadas sob vácuo com uma resina adequada e depois são polidas, cortadas e observadas através de uma lupa binocular, se possível com possibilidade de registos fotográficos. Com efeito, o corte estratigráfico e a observação à lupa são métodos usados para a identificação das diversas camadas existentes nas amostras, que devem ser numeradas do interior para o exterior e descritas com indicação da sua cor e de outros elementos, como o seu aspecto óptico, os pigmentos identificados, as dimensões dos grãos e a sua transparência ou opacidade. É de referir que este ensaio é complemento à estratigrafia do revestimento. Com o recurso à lupa binocular consegue-se muitas vezes observar camadas com pequenas espessuras e que não foram visíveis a olho nu, além de que estas lupas têm recursos a diversos aumentos, por conseguinte, todos os pormenores do revestimento podem ser melhor examinados.



Fig. 190. As diversas etapas do tratamento da amostra de revestimento para observação à lupa binocular em laboratório.

Outros ensaios de laboratório podem ser executados com as amostras extraídas do edifício, tendo como objectivos caracterizações específicas sobre os materiais constituintes e a sua conservação, dependendo da finalidade pretendida no estudo do revestimento como, por exemplo: a Difracção de Raios-X (DRX), a observação ao Microscópio Electrónico de Varrimento (MEV), a análise térmica (Termogravimetria e Análise Térmica Diferencial (TG-ATD), entre outras (Santos Silva, 2002: 87-101).

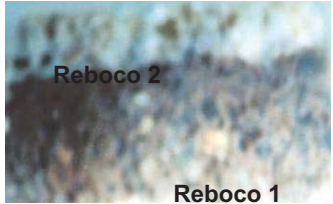



Antes da extracção de uma amostra para análises laboratorial, aconselha-se a realização de um estudo estratigráfico do revestimento, para identificação da técnica de execução e da camada de argamassa que será analisada em laboratório. Pois se o objectivo do estudo for a análise dos constituintes da argamassa antiga, caso o paramento tenha tido intervenções, pode vir a verificar-se a remoção da argamassa de uma camada mais externa, ou seja, uma argamassa recente, com constituição diferente da antiga e sem interesse para a investigação em curso. Assim, as outras camadas não devem ser desprezadas; aconselha-se que seja efectuado o seu registo através de gráficos, fotografias e observações acerca da técnica e da aplicação. Esta etapa deve ser acompanhada por um conservador-restaurador que saiba olhar e identificar o revestimento a ser estudado. É ainda de ressaltar, que como se trata de revestimentos históricos, as amostras a serem extraídas devem ser limitadas, em quantidade e número, devido ao critério lógico de produzir o menor dano possível ao monumento.

4.2.4.3 Identificação estratigráfica de alguns revestimentos portugueses

No decorrer desta tese teve-se a oportunidade de participar em diversas equipas do LNEC, que estudaram distintos revestimentos históricos portugueses, desde o século XVII ao início do século XX, onde foram realizadas análises estratigráficas e observações à lupa binocular. Tais estudos contribuíram para entender a história da construção dos revestimentos, dos seus materiais e das suas especificidades tecnológicas. A seguir, resume-se num quadro os principais aspectos observados destes revestimentos e faz-se uma breve análise deste estudo (Santos Silva, 1998; Aguiar *et al.*, 1996b; Tavares *et al.*, 2003, 2004, 2005b, 2006, 2008; Veiga *et al.*, 2007).

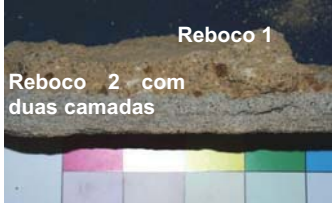


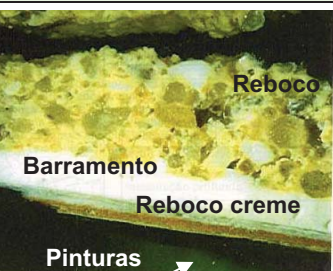

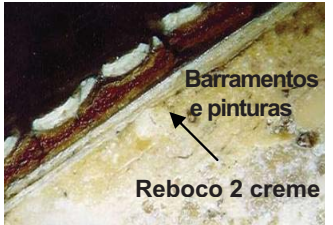
QUADRO 12

RESUMO DE ALGUNS CASOS DE ESTRATIGRAFIA *IN SITU* E DAS OBSERVAÇÕES À LUPA BINOCULAR¹²⁴

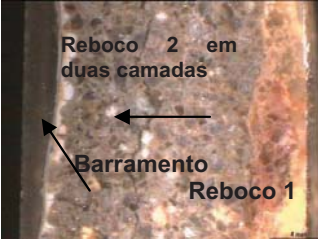

Edifícios e revestimentos estudados – tipologia e época	Resumo das estratigrafias dos revestimentos e observações efectuadas		Observações à lupa binocular e à vista desarmada
Edifício do século XII, tipologia religiosa (zona de Évora) Revestimentos observados, séculos XVII e XVIII	1.º revestimento	Duas camadas de reboco de cal; a primeira de coloração castanha, a segunda com coloração creme, contendo agregados com formas, tamanhos e cores distintas.	
		Uma camada de barramento (cal). Nota-se fragmentos cerâmicos na camada de reboco.	
	2.º revestimento	Uma camada de reboco de cal com coloração creme.	
		Uma camada de barramento branco compacto (cal).	
	3.º revestimento	Uma camada de reboco de cal com coloração castanha.	
		Barramento de cor branca (cal).	
Uma camada de pintura de cor castanha			

¹²⁴ A lupa usada foi uma Olympus–SZH com possibilidades de registo fotográfico. Os ensaios foram efectuados no Núcleo de Materiais Metálicos, do Departamento de Materiais do LNEC, sob orientação do Dr. Santos Silva e da Técnica Paula Menezes.

QUADRO 12
(continuação)

Edifícios e revestimentos estudados – tipologia e época	Resumo das estratigrafias dos revestimentos e observações efectuadas	Observações à lupa binocular e à vista desarmada
Edifício do século XVIII, arquitectura civil barroca (palácio) zona de Lisboa, Mafra	Três camadas de rebocos de cal; a primeira de cor amarela e as outras duas com coloração creme. Apresentavam-se compacto com agregados de cores e tamanhos distintos. Barramento compacto de cor branca (cal) Cinco camadas de pinturas, sendo a mais antiga de cor ocre (caiação).	
Edifício do século XVIII, arquitectura civil barroca (palácio) zona de Lisboa, Queluz	Reboco compacto de cal, cor creme, com agregados de cores tamanhos distintos. Barramento branco (cal). Duas camadas de pinturas, sendo a mais antiga de cor azul	
Edifício do século XVII e XVIII, arquitectura militar (forte), zona de Lisboa	Reboco de cal, com coloração amarelo creme (amarelo). Barramento com coloração ocre. Duas camadas de pinturas, sendo a mais antiga de cor salmão.	
Edifícios de arquitectura civil corrente, século XVII, XVII e XIX de um bairro histórico de Lisboa (Castelo).	A maioria dos rebocos observados geralmente apresentavam colorações rosada ou amarela, bastante arenosos, com agregados de tamanhos e cores distintas. Quase sempre notou-se a presença de uma camada de barramento de cor branca. Verificou-se inúmeras camadas de pinturas; as mais antigas sendo caiações nas cores ocre e branco, as recentes tintas plásticas.	
Edifícios pombalinos da zona da Baixa de Lisboa	Observou sempre mais de uma camada de reboco, sendo a mais antiga de cor rosada, bastante arenoso. Notou-se quase sempre pedaços de conchas do mar. Apresentavam sempre uma ou mais camadas de barramento, quase sempre compacta, espessa e uniforme. Foram observadas diversas camadas de pinturas, as mais antigas caiações nas cores ocre e branco e as mais recentes tintas plásticas;	 

QUADRO 12
(continuação)

Edifícios e revestimentos estudados – tipologia e época	Resumo das estratigrafias dos revestimentos e observações efectuadas	Observações à lupa binocular e à vista desarmada
Edifícios do século XIX com acabamento de fingidos (Sintra)	<p>A maioria dos rebocos apresentava cor clara (creme) bastantes descoesos com bastante agregados, fissuras e colonização biológica.</p> <p>Todos apresentavam uma ou mais camadas de barramento de cor branca.</p> <p>O fingido era conseguido através de um barramento, ora de cor vermelha, ora de cor cinzenta, dependendo do material a imitar.</p>	
Edifício do final do século XIX, de Lisboa, arquitectura civil (antigo hospital)	<p>Três camadas de rebocos, a mais antiga de cor creme-rosado, e as outras cinzentas, bastante arenosa. Alguns locais apresentavam uma camada de barramento.</p> <p>Cinco ou mais camadas de pinturas, sendo as mais antigas nas cores branca e creme.</p>	
Edifício do início do século XX, arquitectura civil corrente, zona de Lisboa.	<p>Duas camadas de reboco de cal, bastante arenosa e descoesa, de cor castanho claro com espessura de 20 mm.</p> <p>Apresentava cinco camadas de pintura (caiação), sendo a mais antiga de cor branca.</p>	

Considerações sobre os revestimentos analisados

Após a realização dos diversos estudos, efectuados no LNEC, da estratigrafia dos revestimentos de diversos edifícios portugueses, criou-se uma nova metodologia, conjugando técnicas provenientes da disciplina da Arqueologia da Arquitectura, que permitiu uma maior capacidade de entendimento dos revestimentos exteriores antigos, um maior rigor na leitura das estratificações históricas, ao distinguir as diversas camadas constituintes, mostrando a sua composição e técnica, e fez compreender melhor a história da construção e dos materiais com um novo rigor mais científico.

Far-se-ão aqui algumas considerações para cada grupo ou edifício estudado, que se consideram mais relevantes:

- Quase todos os edifícios estudados apresentaram uma ou mais camadas de barramentos, ricos em ligante, quase sempre aplicados antes das camadas de pinturas. Provavelmente executados com pasta de cal (ou pasta de cal e pó de pedra ou ainda pasta de cal e areia fina siliciosa). Apenas os edifícios mais recentes, do século XX de várias zonas de Lisboa, não apresentaram a camada de barramento.

- Observou-se a aplicação sistemática da técnica multi-camada, ou seja, de diversas camadas de argamassas de revestimento e de acabamento (emboco, reboco, esboço, barramento) aplicados com finas espessuras, muitas vezes, constituídas pela mesma argamassas, mas com distintos objectivos: mecânicos e estéticos.
- O edifício mais antigo estudado, do século XIII (situado no Alentejo), foi aquele que apresentou maior número de camadas e diferentes sistemas de revestimento¹²⁵, e foi possível identificar as diversas campanhas de obras que sofreu ao longo do tempo. O reboco mais antigo identificado neste edifício, tinha coloração escura, tendo como ligante a cal dolomítica e agregados granitóides, comprovado posteriormente pelas análises laboratoriais. É de referir que a cal dolomítica, designada por *cal parda* foi muito utilizada no Alentejo. Todas as camadas de rebocos eram precedidas por uma camada de barramento de cor branca, rica em cal (Adriano, 2006; Tavares, 2007).
- O edifício militar da zona de Lisboa e localizado próximo do mar (Forte de Santa Marta, Cascais), apresentava o revestimento mais antigo composto por uma argamassa de cal e através dos ensaios *in situ* efectuados, constatou-se que ainda estava bastante coeso e aderente; os novos e posteriores revestimentos observados eram compostos por cimento (Tavares *et al.*, 2008: 2).
- Em muitos dos revestimentos observados, notou-se a presença de colonização biológica, afectando em alguns casos, a coesão das argamassas. Nos edifícios da Baixa de Lisboa registou-se ainda a formação de gesso resultante da poluição atmosférica. Foi também verificado que em diversos edifícios da Baixa de Lisboa e do Bairro do Castelo, apresentavam a utilização de uma argamassa semelhante em cor, rosada. Conclui-se que era comum a utilização de um mesmo tipo de areia, rica em hematite para a confecção das argamassas da Baixa de Lisboa, da Época Pombalina.
- Os edifícios do século XIX da região de Sintra, foram os que apresentaram revestimentos de pior qualidade. Mas apesar da má composição das camadas de revestimento, estes foram os edifícios que apresentaram maior riqueza em relação às técnicas ornamentais de acabamento, nomeadamente o recurso às técnicas de fingidos (típicos do Romantismo e do Eclétismo que marca a arquitectura da zona), pode-se observar que as últimas camadas de acabamento eram sempre constituídas por barramentos coloridos ou à cor natural. Vale a pena salientar que a zona de Sintra apresentava um maior índice de humidade relativa do ar, logo os revesetimentos eram mais susceptível para a colonização biológica e para as diversas outras anomalias relacionadas com a presença da humidade nas construções.

¹²⁵ Designa-se por revestimento o conjunto de diversas camadas de argamassas sobrepostas num determinado local.

- Os dois Palácios do século XVIII estudados, como era esperado, apresentaram melhores e mais cuidadas composições das argamassas, revelando esmerado cuidado técnico na sua execução e aplicação, provável resultado de empreitadas mais cuidadosamente controladas do que os edifícios mais correntes, não só a nível do projecto de arquitectura e de engenharia, como também ao nível da execução.

5 A DEGRADAÇÃO DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES

5.1 ENQUADRAMENTO

Os revestimentos exteriores dos edifícios históricos encontram-se sujeitos a inúmeras acções agressivas, devido a vários factores físicos, mecânicos, químicos ou biológicos, que conduzem à sua degradação. Não obstante, as principais causas de deterioração, são em geral as mesmas que afectam a estrutura edificada e que são múltiplas, sendo de fulcral importância a sua compreensão, para eliminá-las. Neste ponto, far-se-á uma breve explanação das principais anomalias observadas sobre os revestimentos exteriores. A temática das anomalias sobre os revestimentos exteriores históricos, é um assunto que tem vindo a ser abordado de forma sistemática, por diversos autores¹²⁶ (Massari, 1993; Villanueva, 1999; Monjo, 1999; Barohana, 2001, Mora *et al.*, 2001 e Magalhães, 2002). Desta forma, este assunto será aqui tratado sinteticamente, pois este não é o objectivo principal desta tese, mas é importante compreendê-lo, ter conhecimento das causas que provocaram o surgimento das degradações, para que se possam tirar conclusões pertinentes que permitam tomar medidas preventivas e reparadoras, definindo deste modo a técnica de restauro adequada para o seu tratamento.

¹²⁶ *Degradação dos revestimentos de paredes de edifícios antigos em Portugal: metodologias de diagnóstico e critérios de actuação.* Recentemente foi desenvolvido pelo LNEC e publicado pelo INH actual IHRU) o Guia Técnico de Reabilitação Habitacional onde são igualmente referidas as principais patologias que ocorrem tanto no edifício recente como no antigo. Sobre o assunto consultar: AAVV – *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*, Lisboa, INH-LNEC, 2006.

5.2 PRINCIPAIS INDICADORES DE ALTERAÇÃO

5.2.1 Humidade

A humidade pode ser considerada um dos principais problemas observados sobre os revestimentos exteriores, tanto pela sua frequência, como pela quantidade de causas secundárias que lhes estão associadas. A humidade em excesso altera: a resistência mecânica do revestimento, os materiais utilizados na confecção das argamassas, o revestimento por pintura e os pigmentos utilizados nos acabamentos decorativos; provoca alteração estética como, por exemplo, o surgimento de manchas de variadas colorações, para além de alterar os tratamentos de restauros que a obra já tenha sofrido anteriormente. Pode ainda provocar o surgimento de eflorescências salinas sobre os revestimentos; os sais presentes nas águas dos terrenos ou nos materiais de construção são dissolvidos e transportados através das paredes. Desta forma, a humidade causa deteriorações do tipo físicas e químicas nos revestimentos; em casos extremos esta acção pode chegar a desintegrar a obra. O conteúdo de humidade de um revestimento pode variar em função das condições climáticas e podem ser favoráveis ou prejudiciais para a evaporação da água (Sousa, 2005: 3).

É ainda de referir que a água numa parede, segundo Henriques (Henriques, 2001: 1-41), evapora através de três fases distintas: (i) primeiro acontece a evaporação da água superficial; (ii) em seguida há a evaporação da água contida nos poros de maiores diâmetros, num processo demorado (iii) e por fim há a libertação da água contida nos poros de menores dimensão, processo extremamente lento. Desta forma, subentende-se que a secagem total de uma parede, pode acontecer ao longo de muitos anos (Henriques, 2001: 3). Com efeito, a humidade sobre um revestimento, pode provocar: perda de aderência, perda de coesão, erosão, dissolução, desagregação, formação de sais solúveis e o surgimento de contaminação biológica.

A humidade num edifício e num revestimento, pode ter várias origens. A seguir descrevem-se as principais fontes de manifestação da humidade (Massari, 1993: 7-31; Magalhães, 2002: 71-83; Mora *et al.*, 2001: 198-219).

Humidade de Terreno (ou Humidade de Ascensão Capilar)

Este tipo de humidade ocorre quando a parede está em contacto com a água do solo e é frequentemente provocada pelas correntes freáticas ou por águas superficiais no terreno. Por conseguinte, esta manifestação acontece quando: (i) a fundação da parede está situada abaixo do nível freático, deste modo a parede absorve a água do terreno pela fundação; (ii) quando o nível freático do terreno tem elevada capilaridade, provocando a ascensão da água, mesmo quando a parede está situada acima do nível freático; (III) quando a parede foi construída em terrenos pouco permeáveis, fazendo com que as águas das chuvas ou de outras fontes entrem em contacto com esta parede (Henriques: 2001: 8-9).

Esta humidade surge em consequência da ascensão da água por capilaridade através da estrutura porosa do material, assim quanto menor o diâmetro dos poros do revestimento, maior a altura que a água poderá atingir. A humidade por capilaridade pode ascender até vários metros de altura, esta altura está relacionada com diversos factores: (i) espessura da parede, paredes com grandes espessuras permitem ascensão com grande altura; (ii) orientação das paredes, paredes viradas a Norte são mais afectadas que as viradas a Sul. (Henriques, 2001: 5; Ferrer, 1995: 68). Esta humidade pode provocar o surgimento de eflorescências salinas sobre o revestimento, devido aos sais existentes no terreno e nos próprios materiais de construção, após terem sido dissolvidos pela água são transportados através da parede; quando a água atinge as superfícies das paredes e se evapora, os sais cristalizam e ficam aí depositados provocando diversas anomalias como: a perda de coesão e destacamentos. A humidade por capilaridade, manifesta-se geralmente com o surgimento de manchas, comumente de cor escuras, nas zonas baixas da parede. É ainda habitual observar-se nas bordas destas manchas, uma linha de eflorescências, que quando a humidade diminui, a zona húmida do revestimento seca e a área de eflorescência vai ampliando e, com isto, aumentando a degradação do revestimento (Gonçalves, 2003: 8).

Humidade de Construção

Todos os materiais utilizados nas construções necessitam de água para a sua confecção, inclusive as argamassas dos revestimentos, logo os danos começam a surgir quando não existe um tempo de secagem mínimo para uma perfeita evaporação destas águas (Magalhães, 2002: 71). Conforme Henriques, as anomalias provocadas por este tipo de humidade, cessam ao fim de um período mais ou menos curto (Henriques, 2001: 3).

Humidade de Infiltração – (ou devida a causas fortuitas)

Esta humidade é causada pela penetração directa da água nas paredes do edifício ou do revestimento. Geralmente tem origem accidental ou em falhas de manutenção no edifício, entre as causas mais frequentes, destacam-se: os defeitos na cobertura, as canalizações obstruídas ou com rupturas, a falta de escoamento de água pluviais (caleiras, gárgulas ou tubos de queda entupidos). A manifestação da humidade no revestimento, geralmente manifesta-se próximo à origem, sendo por isto mais fácil de detectar, como também de solucionar (Henriques, 2001: 40; Magalhães, 2002: 73).

Humidade de Condensação

Esta humidade é causada pela concentração de vapor de água nos paramentos ou no interior dos elementos de construção. Na composição do ar, além de gases, existe uma determinada quantidade de vapor de água, sendo a sua quantidade máxima designada por limite de saturação e varia em razão da temperatura. Com efeito, quando uma massa de ar é arrefecida, certa

quantidade de vapor se condensa, dando origem à formação de nevoeiro. Esta condensação geralmente surge quando no espaço interior do edifício não há ventilação suficiente nem adequado isolamento térmico; um dos efeitos mais desagradáveis é o surgimento de fungos sobre as paredes (Paiva, 1969: 8-13; Henriques, 2001: 21-23).



Fig. 191, Humidade presente em diversos revestimentos

5.2.2 Sais

A presença de sais¹²⁷ solúveis nos poros dos revestimentos é um problema fundamental para a conservação¹²⁸, para que esta anomalia floresça é necessário haver humidade e sais solúveis no revestimento. Os sais que surgem no revestimento podem ter origens diversas como: dos próprios materiais de composição da argamassa, do solo (terreno que contém matéria orgânica); da decomposição do próprio material ou de fontes externas (atmosfera); da presença de animais (excrementos de pombos por exemplo); de alguns matérias de restauro utilizados (como produtos de limpeza, aditivos, retardadores ou aceleradores de secagem, por exemplo) (Borelli, 1999: 3; Charola, 2000: 328).

Os sais manifestam-se no revestimento em forma de criptoflorescências ou eflorescências. As *criptoflorescência*, são formações constituídas por cristais salinos, resultantes da cristalização de sais solúveis no interior dos poros das argamassas, provocando graves anomalias aos revestimentos (como, por exemplo, a perda de coesão e perda de aderência). As *eflorescências*, são películas superficiais de cor branca, constituídas por cristais salinos, designadas comumente na construção civil por *salitre*. A presença destas manchas apresenta-se como um fenómeno superficial, não prejudicando em demasia a durabilidade do material, pois os cristais de sais formam-se fora dos poros, desta forma o efeito de ruptura é menor (Gonçalves, 2007: 13-15; Gonçalves e Rodrigues; 2005: 1; Torraca, 1982: 36).

¹²⁷ Um sal é um composto iónico formado por um catião (excepto o H⁺) e por um anião (excepto o OH⁻ e o O₂). Uma reacção química entre um ácido e uma base produz um sal e água, in Teresa Gonçalves, *Patologia e reabilitação das construções, edificios, antigos, paredes. Salitre*, LNEC, Lisboa, 2003, p. 7.

¹²⁸ Sobre a questão da presença de sais nas argamassas consultar Teresa Gonçalves, *Salt crystallization in plastered or rendered walls*, Tese de doutoramento, Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Julho de 2007.

O grau da anomalia desencadeada pela presença dos sais, depende do tipo de sais presentes no revestimento (sais hidro-solúveis ou insolúveis), e ainda da porosidade da argamassa. A razão entre o volume dos poros pequenos e a dos poros grandes, determina a magnitude das tensões provocadas pelos sais, sendo as maiores sempre desenvolvidas em materiais com larga percentagem de poros pequenos (Torraca, 1982: 37). A presença de mais de um tipo de sal na argamassa, pode aumentar ainda mais a degradação do revestimento. Com efeito, é importante conhecer o tipo de sal e a sua origem, para entender as degradações que ocorrem no revestimento e planear uma estratégia de conservação (Veiga, 2007: 55).



Fig. 192, A presença de eflorescências salinas sobre os revestimentos

5.2.3 Perda de aderência

A perda de aderência é a separação entre as diferentes camadas do revestimento ou entre o revestimento e o suporte. Esta degradação provoca no revestimento o surgimento de várias outras anomalias como: descolamento, abaulamento, fissuração, destacamento e lacunas. Esta anomalia tanto afecta o revestimento de protecção (reboco) como o revestimento de acabamento; se surge apenas sobre a pintura, provoca distintas degradações como: empolamento, descamação, destacamento, e lacunas (I. Eusébio *et al.*).

Quando um revestimento apresenta perda de aderência, o primeiro sintoma que aparece é o *descolamento*, que é o afastamento do revestimento ao suporte, sendo fácil de detectar, através de ligeiros toques com os dedos, que ao percutir, a superfície do revestimento emite um som oco, indicando a existência de um vazio sob o reboco, são as designadas “bolsas de ar”. O segundo sintoma que surge é o *abaulamento*, sendo reconhecido através de uma superfície côncava que se forma à superfície do revestimento (Normal 1/88, Villanueva, 1999: 275, Barahona, 2000: 164, Magalhães, 2002: 78; Sánchez; 2002: 122). Quando a perda de aderência se apresenta em estado grave de deterioração, ocorre o *destacamento*, que é a separação completa do revestimento ao suporte, surgindo uma *lacuna* que é perda total do revestimento resultante de uma queda ou perda do revestimento (Normal 1/88 e Henriques *et al.*, 2005: 23).

No revestimento de acabamento por pintura as anomalias que surgem são geralmente: o *empolamento ou bolhas*, que caracterizam-se por uma deformação convexa sobre a película de tinta; a *descamação*, que é a perda da aderência de pequenas áreas de película de tinta (< 3 mm) sob a forma de escama e o *destacamento*, que é a separação da película de tinta ao seu substrato (NP EN ISO 4618-2: 2002; Rodrigues, 2006: 22-29).

As causas que originam a perda de aderência num revestimento podem estar relacionadas com diversos factores (Barahona, 2000: 164; Magalhães, 2002: 79-80):

- A presença de humidade. A água ao penetrar pelas fissuras existentes sobre o revestimento e após a presença prolongada, provoca a perda de aderência e o surgimento de eflorescências salinas que provocam igualmente a perda de aderência.
- A presença de salitre no interior das argamassas. Os sais presentes nos microespaços entre o suporte e o revestimento, ao cristalizarem aumentam de volume, ocasionando uma ruptura no revestimento.
- Os movimentos diferenciais entre o suporte e o revestimento (dilatações e contracções térmicas) podem provocar fissuras e descolamento do revestimento.
- Os defeitos na execução e aplicação do revestimento: excesso de água na execução da argamassa, composição inadequada da argamassa; aplicação do revestimento sobre um suporte demasiado absorvente, seco, liso ou com sujidade; aplicação de camadas de argamassas demasiadas espessas; aplicação do revestimento com temperaturas inadequadas (extremamente altas ou demasiadas baixas); aplicação de um revestimento rígido sobre um suporte mais fraco, tudo isto contribui para a perda de aderência com o surgimento de fissuras e rupturas sobre o revestimento.



Fig. 193, A perda de aderência em distintos revestimentos

5.2.4 Perda de coesão

A perda da coesão, é a perda da resistência mecânica dos constituintes da argamassa do revestimento. Isto decorre devido ao enfraquecimento das ligações entre as partículas, transformando o revestimento num material frágil e passível a degradação, provocando o surgimento de várias outras anomalias, tais como: desagregação (ou arenização), farinação e pulverização. A *desagregação* (ou arenização), caracteriza-se pelo destacamento de partículas de dimensões da areia, destacando-se grão a grão; a *pulverização*, caracteriza-se quando o desprendimento ocorre sob forma de pó ou grânulos; a *farinação* caracteriza-se quando o desprendimento ocorre sob a forma de um pó muito fino (Ordaz, 1988: 40, EN ISSO 4618-2: 2002; Magalhães, 2002: 81; Henriques *et al.*, 2005: 13).

As causas que originam a perda de coesão num revestimento podem estar relacionadas com diversos factores (Monjo, 2000: 116; Magalhães, 2002: 79-81; Sánchez, 2002: 121):

- A presença de humidade. A acção directa e contínua da água sobre os revestimentos, pode solubilizar o ligante, enfraquecendo-o até a sua dissolução.
- A cristalização dos sais nos poros da argamassa, que ao aumentarem de volume provocam tensões originando a desagregação da argamassa.
- A presença de microrganismos que geram substâncias nocivas aos revestimentos (como os ácidos), colaboram para a desagregação.
- Os compostos naturais ou artificiais presentes na atmosfera (poluição). Todos estes factores contribuem para a desintegração dos materiais constituintes da argamassa, provocando a perda da coesão intergranular.



Fig. 194. A perda de coesão nos revestimentos

5.2.5 Erosão

Compreende, de uma forma geral, a destruição ou o desgaste do revestimento, implicando perda de material ou unicamente a alteração da superfície no seu aspecto ou textura exterior. Estes fenómenos resultam da acção erosiva de agentes mecânicos, físicos ou químicos (Normal 1/88 e Henriques *et al.*, 2005: 16).

Entende-se por erosão todo o desgaste, sejam eles de ordem mecânica, física, química ou biológica, que ocorrem sobre o revestimento e que conduz a diversas alterações como: alveolização, corrosão e abrasão (Monjo, 200: 110; Feiffer, 2000: 210; Magalhães, 2002: 82).

As causas que provocam a erosão num revestimento podem ser distintas:

- Acções mecânicas – os seres vivos e os objectos que estão em contacto com o edifício podem provocar o desgaste de forma natural ou através da utilização de instrumentos abrasivos sobre o revestimento. Dependendo do nível de exposição da fachada, o vento pode ter uma forte acção abrasiva, ou seja, ao arrastar as partículas em suspensão do ar, estas são projectadas contra a fachada e produz um leve choque; com o tempo este leve impacto vai desagregando as partículas do revestimento, que somada com a presença da água, esta acção pode provocar erosões ainda mais profundas.

- Acções físicas – as mudanças de temperaturas e a presença de água no interior dos poros das argamassas provocam contracção e dilatação que conduz a uma erosão no material.
- Acções químicas – as reacções químicas entre os materiais ou entre estes e os agentes atmosféricos podem criar processos erosivos sobre os revestimentos.
- Acções biológicas – alguns microorganismos e líquenes que atacam o revestimento e desagregam os materiais, provocando erosão.



Fig. 195, Erosão presente nos revestimentos

5.2.6 Biodeterioração

Engloba todo o conjunto de alterações provocadas pela presença de um organismo vivo, seja animal ou vegetal (algas, líquenes, bactérias, fungos, plantas, animais) que deterioram as superfícies dos revestimentos, quer pela simples presença quer pelos produtos do seu metabolismo. Os factores ambientais como a luz, o ar, a temperatura e a água são determinantes para o desenvolvimento destes organismos. O aspecto morfológico das alterações variam, conforme as espécies presentes, a natureza do substrato e a temperatura ambiente. Os revestimentos exteriores são mais susceptíveis a este tipo de alteração, podendo ser atacados de diversas formas e por distintos organismos, dependendo da sua composição mineralógica, da sua porosidade, da exposição ambiental e do microclima.

A actividade biológica na superfície dos revestimentos provoca a formação de biofilmes que se caracterizam através de manchas de variadas cores, de incrustações e de órgãos vegetativos e reprodutivos. Alguns microorganismos desenvolvem-se apenas à superfície do revestimento, enquanto que outros preferem habitat mais protegidos como são: as cavidades e as fissuras. Em geral, os revestimentos compostos por cal, apresentam uma porosidade elevada com grande capacidade para reter água, por isto são muito passíveis ao surgimento de microflora. Para além do que, muitas argamassas de protecção ou acabamento, podem estar aditivadas com aglutinantes, pigmentos ou outras substâncias que podem influir para a biodeterioração (Caneva, 1991: 88; Tiano, 2002: 2; Allsopp *et al.*, 2004: 6; Garcia, 2006; 57-66). As causas mais comuns que favorecem este tipo de degradação podem ter origens diversas como: a humidade e as temperaturas altas, as acumulações de pó, a terra, a sujidade e os poluentes.

Em Portugal, a maioria dos revestimentos exteriores são afectados por este tipo de deterioração; contudo, a biodeterioração sobre os revestimentos pétreos tem sido alvo de diversos estudos¹²⁹, porém, os revestimentos com base em cal tem tido pouca atenção dos investigadores, necessitando com urgência de um maior planeamento da matéria. A seguir, descrevem-se sinteticamente, os principais organismos capazes de alterar um revestimento exterior:



Fig. 196, Diversas formas de biodeterioração sobre os revestimentos

Bactérias

As bactérias são os organismos mais simples encontrados na maioria dos ambientes naturais, necessitam de um alto índice de humidade para o seu desenvolvimento e existem em grande número e numa variedade de espécies. Os revestimentos compostos por cal constituem um meio propício para o seu desenvolvimento, principalmente após a carbonatação da cal, quando há uma diminuição do pH. As bactérias produzem substâncias que atacam quimicamente os revestimentos. O índice de alteração do revestimento, depende do tipo de bactéria, dos produtos que expõem (ácidos inorgânicos, orgânicos, nítrico, sulfúrico) e dos materiais constituintes da argamassa. As anomalias mais comuns observadas são a formação de biofilmes (crostas negras), a perda de coesão (pulverulênica, enfarinhamento) e a alteração das cores de alguns pigmentos (Tiano, 2002: 4; Garcia, 2006: 58).

Cianobactérias

As cianobactérias são um dos organismos mais antigos da terra. Segundo Gaylarde¹³⁰ são organismos procarióticos, uma característica peculiar às bactérias, possuem uma estrutura simples com distintas colorações e as suas células não têm núcleo bem definido, encontrando-se o corpo da matéria livre sem membrana a volta. São mais resistente aos raios UV (ultravioleta), a ambientes secos e não necessitam de nutrientes orgânicos para o seu desenvolvimento.

¹²⁹ Sobre o assunto consultar: Ascaso *et al.*, *Caracterização de comunidade litobióticas in situ em monumentos*, in 3.º ENCORE, Miller *et al* *Primary bioreceptivity: a comparative study of different Portuguese lithotypes* in: *International Biodeterioration & Biodegradation*, n.º 57, 2006, p. 136-142.

¹³⁰ As informações foram obtidas no decorrer do curso *Workshop em Biodeterioração*, Instituto Politécnico de Tomar, 17 a 20 de Outubro de 2006, ministrado pelos professores Cristiane Gaylard e Dennis Allsopp. Salienta-se que a professora Christine Gaylarde investiga sobre a presença das cianobactérias no património construído há vários anos, identificando as espécies e o modo como elas contribuem para a deterioração dos variados tipos de revestimentos.

Além disso, são organismos geralmente associados a ecossistemas aquáticos, mas que podem também se instalar em ambientes terrestres, sendo muito frequente a sua presença sobre revestimentos constituídos por cal. As cianobactérias, apresentam geralmente uma coloração azul-esverdeada, são extremamente resistentes, apenas necessitam de condições mínimas para sobreviver: luz, humidade e uma pequena quantidade de sais minerais; já foram denominadas algas diferenciadas e classificadas no reino das plantas. É de referir que só recentemente que as cianobactérias foram consideradas como pertencente a família das bactérias¹³¹ (Gaylarde & Gaylarde, 2000: 94; Crispin, 2003: 25; Crispin & Gaylard, 2005: 1-9).

Inicialmente, os danos provocados por estes organismos são apenas estéticos, mas com o passar do tempo a deterioração aumenta. O crescimento das colónias destes microrganismos, junto com sua actividade metabólica, pode causar danos químicos e físicos, que levam à degradação dos revestimentos. Estes organismos dissolvem os carbonatos, penetrando no substrato e formando micro cavidades com distintas morfologia. Em Portugal, tem-se observado a presença destes organismos em diversos monumentos, manifestando-se muitas vezes através da formação de uma película de coloração rosa. A formação desta película rosa sobre distintos revestimentos, tem por consequência, sido objecto de estudo de diversos autores e identificada por alguns com sendo cianobactérias¹³². Contudo, devido a grande incidência deste tipo de alteração, é necessário a realização de estudos mais aprofundados, de modo a melhor identificar as espécies e o modo como alteram os revestimentos.

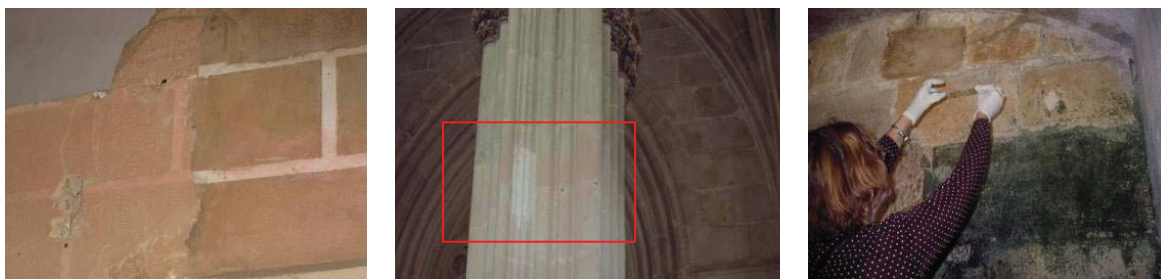


Fig. 197, Presença de cianobactérias em diversos monumentos portugueses

¹³¹ É de salientar que somente a partir de 2001, é que as cianobactérias, constam nos livros de identificação de bactérias.

¹³² Foram observadas estas colorações rosadas sobre diversos revestimentos interiores e exteriores do Mosteiro de Sta. Cruz e Mosteiro de Lorvão em Coimbra e no Mosteiro da Batalha. Foram realizados estudos laboratoriais destas películas, pela empresa IN SITU – Conservação de Bens Culturais. Consultar Pedro Lourenço *et al.*, *Biological coloration of calcareous stone surfaces in portuguese ecclesiastic monuments*, in: Heritage, Weathering & Conservation, Madrid, Junho de 2006. Foram observadas estas películas rosadas no Museu Machado de Castro em Coimbra, consultar Catarina Alarcão, *Estudo de uma coloração rosa em substrato biológico e tentativa de eliminação*, in www.mnmachadodecastro.imc-ip.pt/ (consulta em Abril de 2008). Foram igualmente verificadas a presença desta coloração rosada no interior da Sé de Évora, sendo identificada pela Professora Christine Gaylarde como *cianobactéria Gloeocapsa e Gloeotheca*, in Rosário Veiga *et al.*, *Conservação dos revestimentos interiores da Sé de Évora – Diagnóstico e recomendações*, Relatório 233/2007-NRI, Lisboa, LNEC, Julho de 2007, p. 13.

Algas

As algas são organismos capazes de se desenvolver em revestimentos sempre que ocorra uma combinação adequada de humidade, temperatura e luz. As algas podem crescer tanto na superfície como no interior do revestimento e contribuem para deterioração destes através do seu processo respiratório: retendo água e liberando ácidos ou compostos. Geralmente, são mais resistentes a superfícies húmidas e possuem uma estrutura molecular mais complexa, formando áreas com grande extensão de biofilmes. Segundo Caneva, as algas mais comuns são as epilíticas, e formam patinas ou películas que variam de extensão, grossura, espessura e cor (cinzas, pretas, verde, laranja, amarelo, vermelha) dependendo da temperatura, da intensidade de luz e da humidade no local. Estas pátinas apresentam-se bem coladas ao revestimento e podem aderir pó, terras, resíduos orgânicos e muitas outras substâncias que podem contribuir para deterioração do revestimento (Canevas, 1991: 95).

Líquenes

Os líquenes são uma associação simbiótica entre um fungo (chamado de micobionte) e uma alga ou cianobactéria (ambas chamadas de ficobiontes), comportam-se e reproduzem-se como uma planta única e independente (Crispin, 2003: 12). Os líquenes surgem geralmente nas zonas mais húmidas e mais expostas do revestimento, verificando a sua presença superficialmente ou no interior da argamassa. A alteração dos líquenes sobre o substrato ocorre através de diferentes processos (Caneva, 1999: 197; Garcia, 2006: 62):

- físicos – exercem uma pressão física no substrato mediante a contracção e expansão do talo em função da humidade, portanto da absorção de água, provocando fissuras no revestimento;
- químicos – produzem ácidos que atacam o substrato de distintas formas;
- estéticos – produzem pigmentos que alteram a coloração original do revestimento.

Alguns autores defendem que estes organismos não provocam danos ao revestimento e que até podem servir como agente protector (Caneva *et al.*, 2000: 131). De facto, estes organismos podem proteger o revestimento principalmente da acção directa da água e do vento, conquanto, a sua permanência sobre o paramento não pode ser uma constante. A sua remoção ou não deverá ser estudada consoante os problemas intrínsecos do revestimento em causa.

Fungos

Os fungos são organismos heterótrofos, ou seja, só se alimentam de substâncias orgânicas, desenvolvem-se sobretudo em ambientes com temperaturas e humidades relativas altas; sendo comum a sua presença particularmente em revestimento com pinturas.

Apresentam-se sobre o revestimento em forma de manchas superficiais, geralmente de cor escura, devido a liberação de pigmentos ou da presença do micélio (conjunto de filamentos que constitui a parte vegetativa do fungo). Os fungos, tal como os líquenes, alteram o revestimento através de distintos processos (Caneva *et al.*, 2000: 123):

- físicos – o micélio fúngico pode penetrar no revestimento até 10 mm e provocar a perda de aderência e o desprendimento das camadas;
- químicos – também produzem ácidos que contribuem para o processo de degradação do revestimento;
- estéticos – altera a cor original do revestimento.

Plantas Superiores

Este tipo de organismo representa um grave problema para a conservação dos revestimentos, provocando principalmente alterações mecânicas, mas também químicas. A acção mecânica faz-se sentir sobretudo através das suas raízes, que se instalam em zonas de fissuras e fendas e exercem pressões no interior do revestimento provocando o desprendimento do mesmo; é de referir que as raízes crescem preferencialmente em locais de menor resistência (zonas com perda de coesão ou de aderência). A acção química destaca-se através do intercâmbio iónico nas pontas da suas raízes e da produção de ácidos que corroem e degradam o revestimento (Garcia, 2006: 64).

Animais

Nas áreas urbanas, os animais que provocam a biodeterioração sobre os revestimentos são sobretudo os pombos; nas áreas costeiras e fluviais as gaivotas e nas zonas subterrâneas, como as grutas, os morcegos. Não obstante, é na zona urbana onde se concentram a maioria dos revestimentos exteriores, sendo os pombos os maiores causadores da biodeterioração dos revestimentos, provocando a corrosão química através dos seus dejectos, que contêm substâncias ácidas que reagem com o substrato, e uma degradação paulatina do revestimento, além de criar outros problemas de natureza estética e higiénica. Este agente, associado às patologias introduzidas pela poluição, é uma das maiores causas de degradação de monumentos (Garcia, 2006: 64).

Contaminação Atmosférica

A poluição atmosférica é designada pela contaminação no ar de substâncias ou formas de energia que alteram a qualidade do ar (Aires de Barros, 2001: 221). Esta poluição resulta sobretudo da evaporação dos gases dos automóveis e das indústrias, que unem-se com outros materiais suspensos no ar (pó e terras) e, ao combinar-se com outros elementos atmosféricos como a

temperatura, o vento, a radiação solar, a chuva afectam e atacam a durabilidade dos materiais constituintes do revestimento, provocando em primeiro lugar sujidade com formação de *crosta negra* e depois a sua deterioração. Com efeito, as crostas negras são causadas pelos depósitos superficiais de variados gases, sendo os agentes químicos mais agressores o dióxido de carbono (CO_2) e os gases sulfurosos (SO_2). Estes gases, combinam-se com a água presente na atmosfera e reagem com o carbonato de cálcio, provocando a sua dissolução e transformando-se em CaSO_4 (gesso) formando assim crostas superficiais sobre o revestimento que podem provocar a sua deterioração (Aires de Barros, 2001: 233-237; Grossi, 2006: 441). Actualmente os revestimentos exteriores inseridos nos centros urbanos, sofrem intensamente com a contaminação atmosférica, cada vez mais abundante, notando-se um acentuado agravamento no seu estado de conservação.



Fig. 198, Diversas formas de contaminações atmosféricas sobre revestimentos na cidade de Lisboa

5.2.7 Fendas e fissuras

Entende-se por *fenda* qualquer abertura longitudinal que atravessa toda a espessura do revestimento, provocando o rompimento. Por *fissura* considera-se qualquer abertura longitudinal que afecta somente as camadas superficiais de acabamento do revestimento. Em geral as fendas apresentam um maior tamanho que as fissuras; estas variam entre micrometros e milímetros, podendo ser classificadas conforme o seu tamanho e tipologia (Monjo, 1999: 11; Villanueva, 1999: 275; Barahona, 2000: 162; Veiga, 1997: 93; Magalhães, 2002: 73):

Quanto ao tamanho são classificadas em:

- Microfissuras – são aberturas lineares, com aspecto irregular, com largura inferior a 0,2 mm; quando são superficiais não penetram mais que 1 mm no revestimento.
- Fissuras médias ou normais – são aberturas lineares com largura compreendida entre 0,2 e 2 mm e podem afectar a espessura do revestimento.
- Fendas ou fracturas – são aberturas que apresentam uma largura maior que 2 mm e afectam toda a espessura do revestimento.

Quanto ao seu aspecto são classificadas como:

- De direcção única e aspecto arredondado; escalonadas, em quadrícula, ramificadas ou patas de galinha, mapeadas ou rendilhadas; ou tipo pele de crocodilo, em teia de aranha (Villanueva, 1999: 276; NP EN ISO 4618-2; Magalhães, 2002: 74).

Através das fendas e fissuras penetram água e outros agentes nocivos provocando a destruição do revestimento. Elas podem estar estáveis ou não sobre o revestimento, sendo por isso necessário acompanhar a sua movimentação e comprovar se alcançaram a sua estabilidade, devendo-se para isso investigar as causas que as originaram para poder eliminá-las.

As causas que produzem as fendas e fissuras sobre um revestimento podem ter origens distintas (Barahona, 2000: 163-164; Veiga, 1997: 96; Magalhães, 2002: 73-76), podendo ser de âmbito:

- Estrutural – verifica-se geralmente o surgimento de fendas que se apresentam em qualquer direcção, devido principalmente aos movimentos dos diferentes materiais do suporte.
- Aplicação em obra – verifica-se comumente o surgimento de fissuras sobre o revestimento sendo as causas mais frequentes: a secagem deficiente da argamassa, a argamassa com excesso de água, a absorção excessiva da água da argamassa pelo suporte, a espessura do revestimento (uma espessura elevada pode levar ao desprendimento), o modo de aplicação e a própria constituição da argamassa (teor de ligante, agregados e aditivos). Para minimizar o surgimento de fissuras, as argamassas de revestimento devem ter em geral uma retracção moderada, um módulo de elasticidade reduzido e uma elevada capacidade de distensão.
- Suporte – verifica-se o surgimento de fissuras ou de fendas, sendo a causa mais comum: a elevada rigidez do suporte que provoca tensões com tracções elevadas que originam fissuras sobre o revestimento (retracção do revestimento), geralmente, apresentam um aspecto de rede ou ramificado ou em mapa de fissuras. A perda de aderência devida aos diferentes coeficientes de dilatação térmica e de humidade, provocam o surgimento de fendas; a presença de sais no suporte provoca igualmente o surgimento de fissuras sobre o revestimento.



Fig. 199, Fissuras no revestimento

5.2.8 Alteração cromática

É uma alteração que se manifesta nos revestimentos coloridos (revestimentos por pintura e alguns barramentos e estuques), através da variação de um ou mais parâmetros que definem a cor¹³³: o tom, a luminosidade e a saturação, apresentando vários aspectos diferentes, tais como: o esmaecimento, o embaciamento, o deslavamento, o abatimento, o amarelecimento, a descoloração, o deslavamento, a flutuação de cor, a opalescência, o escurecimento, etc. (Normal 1/88).

Estas alterações surgem, em geral, associadas a fenómenos fotoquímicos (luz solar) e bioquímicos (bactérias, fungos, etc.), assim como à oxidação dos componentes ferrosos de alguns materiais (Rodrigues *et al.*, 2006: 21).

As alterações cromáticas podem tomar a forma de pátina que, no entanto, quando é uma alteração estritamente limitada à modificação natural do material não é considerada uma anomalia, reconhecendo-se-lhe um carácter estético. A pátina pode fazer parte do valor histórico e artístico do monumento e, muitas vezes, a decisão sobre a sua remoção é bastante polémica. A sua remoção pode ser considerada uma negação da realidade estética da obra de arte (Philipot, 1966: 138-143). A pátina pode ainda ter origem química ou biológica – quando é originada por microorganismos, com distintas colorações. Quando se provoca uma alteração artificial para simular a *pátina natural*, obtém-se uma *pátina artificial* (Normal 1/88).

São várias as causas que podem provocar a alteração cromática de um revestimento, destacando-se: a humidade, a radiação solar (principalmente os raios ultravioleta do Sol), a absorção irregular da tinta, a irregularidade e a porosidade heterogénea dos materiais de suporte, as diferentes percentagens de água de amassadura da argamassa, a migração dos pigmentos para a camada pictórica e as reacções químicas dos elementos dos materiais de revestimento, como, por exemplo, o pigmento com o meio ambiente (a poluição atmosférica) (Barahona, 2000: 171).



Fig. 200, Distintas alterações cromáticas sobre os revestimentos decorativos

¹³³ *Tom ou tinta (tipo de cor)* – é a cor dominante, diz respeito ao grupo de material colorido: vermelho, amarelo verde; é a variação qualitativa de cor, e refere-se a maior ou menor quantidade de luz presente na cor, estando ligado directamente ao comprimento de onda da sua radiação; *luminosidade ou brilho ou intensidade* – diz respeito a quantidade de luz da tinta, o claro e o escuro, ou seja, a capacidade da cor em flectir o branco; *saturação ou cromaticidade* – é a vivacidade da cor, a que chamamos intensidade ou pureza, a saturação varia em relação à quantidade de branco acrescentado ao tom, quanto mais saturada for cor mais “viva” ela é. Consultar Manlio Brusatin, *Historia de los Colores*, Buenos Aires, Paidós, 1986.

6 O PROCESSO DE RESTAURO DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES

6.1 ENQUADRAMENTO

O tratamento de restauro de um revestimento exterior, depende das anomalias apresentadas e do seu grau de deterioração. Conhecer a composição e a técnica de aplicação, é igualmente importante para definir o tratamento adequado, assim antes da escolha deste e dos materiais a utilizar, devem ser realizados ensaios *in situ* e laboratoriais, para melhor compreender a composição e as distintas formas de decaimento destes revestimentos.

O processo de restauro, tem como objectivo repor o equilíbrio físico e estético do conjunto, restituindo-lhe homogeneidade e as características inerentes à sua função inicial e actual. As intervenções a realizar, devem ser sempre justificadas por critérios técnicos, pedagógicos ou estéticos, a fim de se evitar falsificações e realizadas por profissionais capacitados e especializados na área da conservação e restauro. A escolha dos produtos utilizados deve ser justificada, devendo ser indicada e registada a zona de aplicação, assim como, apresentadas as respectivas fichas técnicas. Todo o tratamento a efectuar deve ser acompanhado de um relatório técnico sobre as acções realizadas e seguindo os princípios da conservação estabelecidos nas diversas *Cartas* de restauro e em Brandi (*Projecto da Carta Italiana do Restauro* de 1987; Carta de Cracóvia; 2000; Carta do ICOMOS para a Pintura Mural, 2003; Brandi, 2006).

Neste Capítulo far-se-á uma breve sistematização das principais etapas que envolvem o tratamento de restauro de um revestimento exterior com base em cal. É de referir, como já foi elucidado no início desta tese, que os tratamentos de consolidação e de pinturas (repinturas), foram estudados através de uma campanha experimental em laboratório, enquanto as outras etapas de restauro, são abordadas de forma sintética.

6.2 PRÉ-CONSOLIDAÇÃO

Caso os revestimentos apresentem um elevado grau de deterioração, como por exemplo, perda de coesão (descamação, desagregação e pulverulência), perda de aderência (destacamento e

descolamento) ou lacunas, antes da limpeza ou de qualquer outro tratamento, é importante consolidar as áreas que apresentem riscos de desprendimentos, garantindo uma maior estabilidade para as fases seguintes do tratamento e prevenindo a perda do revestimento original. O produto consolidante escolhido, deverá respeitar as características físicas e químicas da estrutura original. Sobre a consolidação dos revestimentos (ver subcapítulo 6.8 desta tese).

6.3 TRATAMENTO DAS COLONIZAÇÕES BIOLÓGICAS E VEGETAÇÕES SUPERIORES

Os mecanismos da biodegradação dos revestimentos exteriores com base em cal, designadamente quando se verifica a presença de plantas superiores, são bastante relevantes, uma vez que esta vegetação pode causar alterações na estrutura do revestimento, pela penetração das suas raízes, que atingem profundidades notáveis. Para a eliminação das plantas superiores deverá ser aplicado um herbicida adequado, seguindo a especificação do fabricante, e após a secagem, as plantas devem ser removidas e o local devidamente limpo.

As zonas da fachada com manchas de origem biológica, devem ser sujeitas a uma descontaminação, através da aplicação de biocida adequado. A técnica a usar, incluindo a quantidade e o espaçamento das aplicações individuais, o tempo de actuação e a posterior remoção do produto, deve ser realizada de acordo com a ficha técnica do produto, sempre tendo em conta a especificidade do acabamento a tratar (por exemplo, se o ligante for de cal aérea é sensível a grandes quantidades de água). O produto poderá ser aplicado directamente sobre a superfície do revestimento ou através de compressas de pasta de papel e o tempo de exposição, dependerá da tipologia da colónia biológica presente. Após a aplicação do biocida, o revestimento deverá ser limpo, com remoção deste e das sujidades inerente e se necessário repete-se de novo a sua aplicação (Mora, 2001: 195).

6.4 TRATAMENTO DE SAIS

Caso se verifique a presença de sais sobre o revestimento, o tratamento indicado, passa por eliminar a fonte de humidade na parede e conseqüentemente os sais. A remoção de sais não é tarefa fácil, estando relacionada com a solubilidade e o tipo de sal, sendo para isto necessário uma inspecção na parede, que vai implicar um estudo da distribuição de humidade, um estudo específico laboratorial com análise de cada sal, acompanhado por especialistas, químicos e investigadores na matéria.

Após a secagem da parede, os sais irão migrar para a superfície em forma de pó e a sua remoção pode ser efectuada, através de uma extracção mecânica localizada com bisturi ou escovas macias; ou pode ainda ser feita através de acções químicas, a dessalinização. O processo de desalinização pode ser efectuada através de polpa de papel ou argilas absorventes impregnadas em água desionizada, controlando-se periodicamente a concentração dos sais depositados, até

chegar a uma estabilização (Mora, 2001: 191-326). No entanto, o tratamento de desalinização pode causar sérios danos ao revestimento, devido à elevada quantidade de água que ele irá absorver, correndo-se ainda o risco de não se conseguir a eliminação da fonte e os sais retornarem. Há sais que são insolúveis em água, sendo difíceis de eliminar; a sua remoção pode ser efectuada por meios mecânicos ou por solventes não polares (Morales, 1995: 97-100).

Uma outra maneira de tratar os revestimentos contaminadas por sais, e em caso da sua extracção, é utilizar argamassas apropriadas para “conviverem” com tal patologia, as designadas *argamassas de transporte* e de *acumulação*, que foram concebidas para serem utilizadas sobre revestimento com salitre. Nas *argamassas de transporte*, o transporte de sais é provocado para o reboco, onde cristalizam, sendo para isso necessário que este seja composto por argamassa com poros de diâmetro superior aos do suporte. Nas *argamassas de acumulação*, a acumulação dos sais é provocado pela camada de reboco afastada da superfície, sendo para isso necessário que existam duas camadas de argamassa com distintas porosimetrias (a camada mais exterior e o suporte que têm poros de diâmetro inferior à da camada de acumulação) (Veiga, 2007C; Gonçalves, 2007:158-160; AAVV, COMPASS, 2007). As *argamassas de acumulação* têm a vantagem de dissimular a degradação provocada pelos sais, já que a camada contaminada não fica à vista, mas têm o grave inconveniente de, caso as estruturas porosas das camadas não sejam bem dimensionadas, poder ocorrer contaminação do suporte.

6.5 REMOÇÃO DE MATERIAIS INADEQUADOS EM RESTAUROS ANTERIORES

As argamassas compostas por materiais inadequados, quer do ponto de vista da compatibilidade dos materiais quer do ponto de vista estético, colocadas em antigas intervenções e que estejam danificando o revestimento original, devem ser removidas. No entanto, a sua remoção deve ser sempre ponderada e analisada *in situ*, pois pode por vezes danificar ainda mais o revestimento original. Caso a opção seja pela sua remoção, esta poderá ser efectuada através da utilização de diversos utensílios, tais como: escopros, ponteiros e macetas nas zonas de argamassa de grande resistência; e com bisturi, estiletos metálicos e bastões de fibras de vidro em pequenas lacunas de fácil remoção.

Nalguns revestimentos decorativos é ainda comum encontrar sobre o revestimento original, diversas camadas de pinturas, ou repinturas¹³⁴, resultantes de restauros anteriores. Estas repinturas, após exame de diagnóstico do estado de conservação do original, podem, ou não, ser removidas, caso a opção seja pela sua remoção, esta etapa implica muitas vezes um trabalho bastante moroso e oneroso, pelo que terá de ser sempre justificado e precedido de exames *in situ* e laboratoriais e só se justifica em casos de revestimentos com valor histórico e artístico. Esta

¹³⁴ A *repintura* (repinte) trata-se de uma pintura que não foi realizada pelo artista que confeccionou a obra original e que cobre, total ou parcialmente, o revestimento com uma ou mais camadas de pinturas.

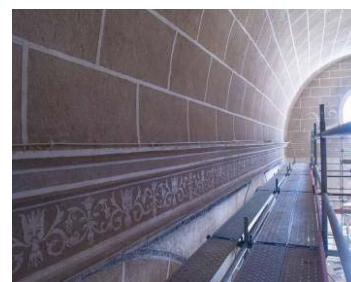
remoção poderá ser efectuada mecanicamente, através de bisturis, bastões de fibras de vidro, micro abrasivos a baixa pressão ou ainda através de uma remoção aquosa ou química, sempre precedidas de ensaios prévios.



Tecto coberto por uma repintura (caiação branca)



Remoção da repintura: descoberta de fingidos de pedra e esgrafitos



Tecto após remoção da repintura: esgrafitos e fingidos de pedra à vista

Fig. 201. As diversas fases de restauro de um revestimento com repinturas, Igreja Espírito Santo, Arronches (Obra e Fotos IN SITU)

6.6 LIMPEZA

A limpeza tem como objectivos: (i) remover todas as películas de sujidade, crostas negras e poeiras agregadas à superfície, que estejam alterando química, física ou esteticamente o revestimento e; (ii) homogeneizar a leitura estética do conjunto arquitectónico, através da integração cromática das suas fachadas. No entanto deverá ser precedida de uma metodologia crítica e de uma consciência rigorosa das alterações observadas, para desta forma determinar o método de limpeza mais adequado e a sua viabilidade (Feiffer, 2000: 261-272).

A limpeza representa uma fase particularmente delicada na metodologia de trabalho; os materiais e as modalidades técnicas no campo da limpeza das superfícies arquitectónicas, têm sofrido profundas alterações nos últimos anos. Sabe-se hoje que o controle, a selectividade e a avaliação preventiva dos efeitos produzidos durante a intervenção, a inocuidade para o trabalhador, para o ambiente ou para o objecto, são condições básicas, todas igualmente necessárias, para a adopção de sistemas de limpeza com características capazes de conjugar estas diversas exigências. As actuais metodologias de restauro abandonaram definitivamente as limpezas drásticas realizadas no passado e foram conduzidas pela constante atenção à conservação da pátina, devido ao envelhecimento natural do material.

Princípios Orientadores da Limpeza:

- Deve ser suficiente para reduzir o impacte visual das manchas a um grau considerado aceitável.

- Nunca deve atingir o revestimento original, respeitando as pátinas antigas, evitando remoção de partículas de agregados ou argamassa e a saturação de água no revestimento com base em cal.

Diferentes Métodos que podem ser Aplicados:

- Limpeza por via húmida:

Com recurso a água, para remover as sujidades em geral, utilizando por exemplo máquina com ponteira de lâminas de lavagem a baixa pressão, para que não afecte a integridade física do revestimento.

- Limpeza por via seca:

- Mecanicamente através de trinchas, borrachas macias, esponjas washab (esponjas de Látex), escovas de pêlo macio, bisturis, vibroincisores, micro esferas rotativas de precisão, canetas ou bastões de fibra de vidro.
- Métodos abrasivos através de micro-jactos a baixa pressão, utilizando abrasivo de pequenas dimensões como: a farinha de sílica, a casca de noz, a farinha de trigo, etc. A pressão pode variar, consoante o suporte e o tipo de incrustação a remover.

- Limpeza por via química:

A remoção química pode ser utilizada no caso de alguma película mais aderente ou específica, podendo ser necessária a aplicação de soluções químicas em água e/ou de alguns solventes, apropriados para cada situação. Podem ainda ser realizadas aplicações de compressas de pasta de papel com soluções de limpezas dissolvidas, como por exemplo, pastas de celulose, bicarbonato de amónio ou a utilização de geles. É de referir que recentemente, um grupo de investigadores da Universidade de Firenze, desenvolveu uma revolucionária técnica de limpeza, através de uma esponja de limpeza nanomagnética, onde a limpeza é efectuada através de um imã (Bonini et al., 2007: 8681-8685). Até ao momento não se tem conhecimento da utilização prática desta técnica.

Deve-se ter em conta, que a limpeza por via química, pode gerar produtos nocivos ao revestimento e provocar danos à superfície, sendo muitas vezes difícil o controle dos produtos utilizados e devido a isso, recomenda-se que a sua utilização seja orientada por um químico especialista na área da conservação.

Em qualquer caso, os métodos a utilizar na limpeza, devem ser objecto de ensaios prévios a realizar, tendo como critério principal a escolha dos métodos menos agressivos e que tenham eficácia suficiente. Antes de iniciar a limpeza, aconselha-se proteger todas as áreas e materiais que possam ser danificados pelo método escolhido.



Fig. 202, Ensaio de limpeza com compressas químicas (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC).



Fig. 203, Limpeza por via húmida, (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC).



Fig. 204, Limpeza com esponja washab



Fig. 205, Limpeza com micro abrasivos, (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC)



Fig. 206, Limpeza com bastão de fibra de vidro, Igreja Espírito Santo, Arronches (Obra e foto IN SITU)

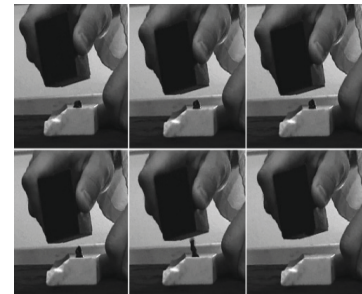


Fig. 207, Limpeza com a esponja nanomagnética (Bonini, *et al.*, 2007: 86-83)

6.7 TRATAMENTO DE FISSURAS, FENDAS E LACUNAS

Em alguns casos estas anomalias devem ser tratadas previamente com recurso a técnica de consolidação, se se verificar perdas de aderência nessa zona. As zonas do revestimento que apresentem fissuras, fendas ou lacunas podem ser colmatadas através de obturações localizadas, com uma *argamassa de restauro* ou de *substituição*, tendo como objectivo uma intervenção de restauro que conduza à sua reintegração. Estas obturações, devem ser efectuadas com primor, tendo como finalidade o preenchimento total das áreas com falta de material constituinte e seguindo os princípios da conservação, estabelecidos por Brandi (2006):

- A colmatção de fissuras e microfissuras¹³⁵, pode ser efectuada com uma argamassa semelhante e compatível com a original; nestes casos, podem ser utilizados agregados de pequenas dimensões (Tipo *filler*).

¹³⁵ Designam-se por *fissuras* as descontinuidades longitudinais superficiais, ou seja, que não atravessam a totalidade da camada de revestimento. As microfissuras são fissuras muito finas, quase invisíveis a olho nu (inferiores a 0,2 mm), in Veiga *et al.*, *Reparação das fachadas de marmorite do edifício principal do LNEC – Acções de apoio às especificações de Caderno de Encargos*, 2006, p. 33.

- A colmatação de fendas¹³⁶, pode por vezes ser precedida de uma consolidação através de caldas de cal, utilizando a técnica de *grouting*, mas isso dependerá do tamanho e da profundidade da abertura em causa; caso a fenda não tenha uma grande profundidade, a zona poderá ser obturada utilizando uma argamassa semelhante à original, tendo em conta o tamanho do agregado.
- A colmatação de lacunas¹³⁷, pode ser realizada com a mesma argamassa usada para as fendas, ou seja, uma argamassa semelhante à original em composição, textura e cor e que preencha os requisitos de compatibilidade (químicos, físicos e estéticos), sendo designada por *argamassa de restauro* ou de *substituição* (Veiga, 2003; Veiga e Aguiar, 2003; Veiga, 2006).

A lacuna é uma anomalia difícil de ser tratada, sendo necessário entender o seu significado, nem todas são iguais, variam conforme a sua extensão e localização, sendo assim elementos perturbadores da imagem, não só porque interrompem o discurso figurativo e a unidade da imagem, como também porque entram em competição com a própria obra (Mora, 1996: 301-324; Brandi, 2006: 19; Nóbrega, 2006). Desta forma, o objectivo do tratamento de uma lacuna é recuperar a imagem através do princípio da continuidade figurativa, evitando que ela se converta no centro da atenção da imagem do edificado. Caso se trate de um revestimento decorativo (pintura mural, esgrafitos, fingidos, etc.), a técnica a aplicar, terá de ser semelhante à original¹³⁸, no entanto, são várias as opções estéticas deste tratamento:

- A obturação da lacuna pode ficar no mesmo nível do revestimento original, sendo apresentada com cor e textura semelhante ao original.
- A obturação pode ficar um pouco mais abaixo do nível do revestimento. Esta obturação pode ser efectuada numa tonalidade um pouco mais clara que o revestimento original, tendo como objectivo distinguir o novo, ou seja, o material do restauro do material original.

¹³⁶ Designam-se por *fendas* as descontinuidades longitudinais profundas, ou seja, que atravessam a totalidade da camada de revestimento, in Veiga, Ob. Cit., 2006, p. 33.

¹³⁷ Designam-se por *lacunas* as partes de camada de revestimento em falta, por destacamento, erosão ou perda de coesão acentuada, in Veiga, Ob. Cit., 2006, p. 33.

¹³⁸ É de salientar que uma lacuna presente numa pintura mural interior, numa pintura sobre tela ou numa escultura pode ter opções de tratamento diferenciado; nestas obras de arte a lacuna por opção de critérios científicos adoptados pode permanecer sem qualquer tratamento de obturação ou de reintegração cromática, já no caso dos revestimentos exteriores esta opção não é possível, pois estas zonas são facilmente sujeitas a entrada de água, podendo ocasionar a deterioração do revestimento.

No que diz respeito ao aspecto estético, importa mencionar que as obturações com argamassas efectuadas nas zonas de microfissuras, fissuras, fendas ou lacunas, devem ser realizadas com perfeição, sendo importante que as mesmas fiquem bem niveladas, ou seja, ao nível do revestimento original, para que não sejam visíveis relevos salientes sobre o paramento, que irá provavelmente interferir na leitura da imagem do edifício. Importa ainda salientar que quando a opção do tratamento de restauro seja para preservar ao máximo o original, obturando as zonas de lacunas, em vez da extracção total do revestimento, por mais que os técnicos responsáveis pelo trabalho se esforcem para disfarçar a sua intervenção, muitas vezes estas ficarão visíveis e o paramento será conotado com as marcas do seu próprio envelhecimento natural, sendo necessário aceitar a acção do tempo.

Assim, a escolha do método dependerá da filosofia adoptada e do critério mais conveniente na fase de acabamento e da definição estética da obra, tendo ainda em conta a percepção do espectador entre a obra e a atmosfera, a luz e o ambiente, ou seja, com o seu entorno. É importante referir que nos revestimentos exteriores, caso a obturação da lacuna fique um pouco mais abaixo do que o revestimento original, pode correr-se o risco dessa zona ser um local propício para entrada e acumulação de água, podendo por essa via acarretar danos para revestimento.

Com efeito, de um modo geral, as *argamassas de substituição*, sejam elas utilizadas para preenchimento de fissuras ou lacunas, não devem contribuir para a degradação do revestimento existente, nem para a descaracterização da imagem do edifício, assim como, devem apresentar propriedades adequadas, de modo a constituírem-se como soluções duráveis e compatíveis com os suportes onde são aplicadas.



Fig. 208, Argamassa para obturação de microfissuras



Fig. 209, Obturação das microfissuras (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC)



Fig. 210, Nivelamento da argamassa.



Fig. 211, Preenchimento de uma lacuna com argamassa de restauro (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC)



Fig. 212, A lacuna após preenchimento (restauro da fachada do Edifício Principal do LNEC)



Fig. 213, Obturação de uma lacuna com argamassa de restauro, antes da reintegração cromática, Edifício do Lidador, Beja



Fig. 214, Obturação de lacuna com argamassa de restauro, Edifício do Lidador, Beja



Fig. 215, Lacuna num revestimento decorativo, Edifício do Lidador, Beja



Fig. 216, A mesma lacuna, após obturação com uma argamassa de restauro, Edifício do Lidador, Beja



Fig. 217, Revestimento após o restauro: aplicação de argamassa de cal e pintura de fingido, Edifício do Lidador, Beja (Obra e foto IN SITU)



Fig. 218, Restauro de esgrafitos: execução de moldes, e o esgrafito após o restauro, Igreja Espírito Santo, Arronches (obra e foto IN SITU)



Fig. 219, Antes e depois do restauro do revestimento, fachada do Edifício Principal do LNEC



Fig. 220, Antes e depois do restauro do revestimento, fachada do Edifício do Lidador, Beja

Argamassas de Substituição

As argamassas de substituição usadas para as paredes do edifício antigo, são utilizadas em zonas de lacunas ou em zonas onde por necessidade do estado de conservação do revestimento original, foi necessário proceder à sua extracção. Para Rosário Veiga (2005: 1-13) os princípios básicos para formulação das argamassas de substituição são:

- Devem possuir características mecânicas semelhantes às das argamassas originais e inferiores às do suporte. A aderência nunca deve ter rotura coesiva pelo suporte. Aconselha-se que as argamassas tenham uma certa resistência, mas também um módulo de elasticidade reduzido, ou seja, boa capacidade de deformação, para minimizar as tensões devidas a deformações diferenciais.
- Devem ter a capilaridade, a permeabilidade ao vapor de água e a facilidade de secagem, semelhantes às argamassas originais e superiores às do suporte. Aconselha-se que as argamassas tenham uma certa capacidade de impermeabilização mas, uma elevada permeabilidade ao vapor de água e uma grande facilidade de secagem; não podem conter sais solúveis em quantidades significativas.
- Devem ser compatíveis esteticamente com as argamassas que substituem (rebocos, juntas, acabamentos decorativos ou não, etc.).
- Devem possuir durabilidades e envelhecerem de forma similar ao revestimento antigo.
- A técnica de aplicação (espessura das camadas e o “aperto” da massa), o modo de preparação da argamassa (quantidade de água da amassadura e modo de amassadura) e as condições de cura, têm igualmente importância no desempenho e na durabilidade do revestimento.

Com o avanço da investigação nesta área, são diversas as formulações existentes e compatíveis com o suporte antigo, que podem ser utilizadas para as argamassas de substituição. Veiga, baseada em estudos preliminares¹³⁹, enumera distintas soluções possíveis como (Veiga, 2007d, Veiga 2008):

¹³⁹ Sobre as argamassas de substituição compatíveis com a alvenaria antiga, são diversos os grupos de investigadores que estudam esta matéria actualmente. Sobre o assunto pode-se consultar entre outros artigos: Velosa *et al.*, *Use Of Additivated Lime Mortars For Old Building Rehabilitation*, Adapted Testing Methods, 2002; I. Papayianni, *Design of Compatible Repair Materials for the Restoration of Monuments*, 2004; Velosa e Veiga, *Pozzolanic materials – evolution of mechanical properties*, 2005; Van Balen *et al.*, *Introduction to requirements for and functions and properties of repair mortars*, 2005; Velosa e Veiga, *Lime-metakaolin mortars – properties and applications*, 2007; Palomo *et al.*, *Historic Mortars: Characterization and Durability. New Tendencies for Research*, 2008; Jan Válek, *Compatibility of new mortars with historic masonry, mortars, renders and plasters*, 2008; Henriques e Rodrigues, *O papel da investigação no estudo das argamassas de substituição na conservação do património*, 2008; A. Fragata, *et al.*, *Use of glass residue in air lime mortars*, 2008; I. Papayianni *et al.*, *Influence of design parameters on the performance of plasters and renderings used for restoration of historical buildings*, 2008; Veiga *et al.*, *Air lime based mortars: discussion of their viability*, 2008.

- Argamassas de cal aérea pura ou com adjuvantes.
- Argamassas de cal aérea com adições pozolânicas (pozolanas naturais, metacaulino, cinzas volantes, sílica-fumo), diversos resíduos industriais com propriedades pozolânicas (vidro moído, resíduos da indústria cerâmica, resíduos de argila expandida, etc.).
- Argamassas de cal hidráulica.
- Argamassas de cal hidráulica e cal aérea.
- Argamassas pré-doseadas (industriais).
- Argamassas de ligantes especiais.
- Argamassas de cimento e cal aérea, que podem ser utilizadas sobre alvenaria antiga em circunstâncias climáticas e ambientais agressivas, embora se saiba que há algum risco em introduzir sais na alvenaria.

Salienta-se mais uma vez, que o cimento, além de conter na sua composição sais solúveis muito prejudiciais, que tenderão a propagar-se, possui uma baixa porosidade, o que impede a evaporação da água, tornando a superfície húmida, além de possuir elevada resistência mecânica e coeficiente de expansão térmica, o que poderá provocar esforços e surgimento de fendilhações e fissuras danificando a estrutura antiga, composta por materiais menos resistentes. As paredes antigas, geralmente de grandes espessuras, necessitam de argamassas porosas, ligeiramente impermeáveis à entrada de água e permeáveis ao vapor de água, ou seja, argamassas que impeçam a entrada abundante de água da chuva, mas que permitam que a humidade contida no interior das paredes e na estrutura edificada saiam com facilidade (Veiga, 2007d).

A escolha da solução mais adequada depende do tipo de suporte, das anomalias apresentadas, das condições ambientais e ainda da mão-de-obra disponível para a exequibilidade destes revestimentos. No entanto, recomenda-se que a escolha seja sempre precedida de uma aplicação *in situ* para realização de ensaios e verificar o seu comportamento face à estrutura edificada.



Fig. 221, Preparação em obra de uma argamassa de substituição de cal e pozolana (Argamassa Fradical), Rua do Alecrim, Lisboa



Fig. 222, Argamassa de cal aérea com Metacaulino



Fig. 223, Argamassa de cal aérea e cimento



Fig. 224, Argamassa pré-doseada.



Fig. 225, Reboco de cal, Castanheira de Pêra (Obra e foto IN SITU)



Fig. 226, Reboco de cal num edifício, Sintra (foto IN SITU)



Fig. 227, Reboco de cal, Cúpula da Sé Nova de Coimbra (obra e foto IN SITU)

Os requisitos mínimos propostos por Veiga para as argamassas de substituição para o edifício antigo são apresentados nos Quadros 13 e 14 (Veiga, 2005; Veiga, 2007d; Veiga 2008).

QUADRO 13

REQUISITOS ESTABELECIDOS PARA AS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DAS ARGAMASSAS DE SUBSTITUIÇÃO (Veiga, 2005)

Uso		Reboco exterior	Reboco interior	Juntas
Características mecânicas (MPa)	R_t (Rotura à tracção)	0,2-0,7	0,2-0,7	0,4-0,8
	R_c (Rotura à compressão)	0,4-2,5	0,4-2,5	0,6-3,0
	E (Módulo de elasticidade)	2000-5000	2000-5000	3000-6000
Aderência (MPa)		0,1-0,3 ou rotura coesiva pelo reboco		0,1-0,3 ou rotura coesiva pela junta
Comportamento à retracção restringida	$FR (N)$ (Força máxima induzida por retracção restringida)	< 70	< 70	< 70
	$G (N.mm)$ (Energia de rotura à tracção)	> 40	> 40	> 40
	CSFA (Coeficiente de segurança à abertura da 1.ª fenda)	> 1,5	> 1,5	> 1,5
	CREf (mm) (Coeficiente de resistência à evolução da fendilhação)	> 0,7	> 0,7	> 0,7

QUADRO 14

REQUISITOS ESTABELECIDOS PARA AS CARACTERÍSTICAS NÃO MECÂNICAS DAS ARGAMASSAS DE SUBSTITUIÇÃO (Veiga, 2005)

Uso		Reboco exterior	Reboco interior	Juntas	
Comportamento à água	Ensaio clássico	SD (m) Espessura da camada de ar de difusão	< 0,08	< 0,08	< 0,08
		C (kg/m ² .h 0,5) (coeficiente de capilaridade) Kg/ m ² .min 0,5)	< 12; > 8 < 1,5; > 1,0	< 12; > 8 < 1,5; > 1,0	< 12; > 8 < 1,5; > 1,0
	Ensaio com humidímetro	M (h) (atraso na molhagem)	> 0,1	> 0,1	> 0,1
		S (h) (período de humedecimento)	< 120	< 120	< 120
		H (m.h) (intensidade de molhagem)	< 16 000	< 16 000	< 16 000
	Envelhecimento artificial acelerado		Médio: degradação moderada nos ciclos água/gelo		
Comportamento aos sais		Teores reduzidos de sais solúveis. Resistência aos sais existente na parede			

6.8 A CONSOLIDAÇÃO DOS REVESTIMENTOS COM BASE EM CAL

A consolidação é uma das técnicas mais importantes para a preservação dos revestimentos. As técnicas e os materiais utilizados para consolidar um revestimento, são distintos e variados, dependendo do objecto a ser tratado, das suas anomalias e do seu grau de alteração. Como foi observado neste estudo, a *perda de coesão* e a *perda de aderência* são uma das formas de decaimento comum dos revestimentos antigos compostos por argamassa de cal, estando muitas vezes presentes numa mesma fachada, sendo a consolidação a técnica adequada para o seu tratamento.

Consolidar, provém do latim *consolidare*; segundo fonte de um dicionário da língua portuguesa¹⁴⁰ significa “*tornar sólido, fortalecer, tornar estável, fazer aderir*”. Por consolidação de um revestimento, entende-se a aplicação de um material, que ao penetrar em profundidade, melhora a coesão entre as partículas do material desintegrado (minerais e ligante), as suas características mecânicas e a aderência entre as camadas de revestimentos e estas com o suporte estrutural (Matteine e Moles, 1998: 194-217; Aguiar *et al.*, 2001: 2). Para *restituir a coesão* perdida, utiliza-se um consolidante fluido, pela técnica de aspersão, do pincelamento ou por compressas, que vai penetrar no interior da argamassa, reconstituindo a continuidade e a ligação entre as partículas da argamassa deteriorada. Para *restituir a aderência*, usam-se argamassas líquidas, juntamente com adesivos, que são introduzidos no interior das camadas, restituindo-lhes desse modo a aderência.

¹⁴⁰ Dicionário da Língua Portuguesa, Porto Editora in www.portoeditora.pt.

São muitos os materiais encontrados no mercado, sendo certo que o restauro tem exigências específicas quanto ao comportamento de um consolidante, pelo que se deve ter bastante cuidado na escolha dos mesmos, limitando assim a utilização da maioria dos produtos existentes.

A consolidação de revestimentos exteriores com base em cal, não está ainda suficientemente estudada e são poucos os documentos científicos sobre o assunto. No entanto, existem diversos textos sobre a consolidação de pinturas murais, que têm como suportes argamassas com base em cal e são estas as experiências que nos têm servido de alicerce, embora haja algumas dissemelhanças, que devem ser levadas em conta, sendo as principais, as diferenças ambientais e técnicas. A maioria destas pinturas murais, estão localizadas no interior dos edifícios, enquanto que os revestimentos alvo deste estudo estão localizados no exterior, sendo a forma de envelhecimento e de decaimento destes bastante antagónicas; um revestimento exposto à atmosfera deteriora-se mais à superfície do que no interior. A técnica de execução, difere muitas vezes nas últimas camadas de acabamento, onde na pintura mural interior são aplicadas técnicas bastantes elaboradas, reflectindo numa diferente abordagem quanto à técnica de restauro a ser utilizada; os valores artísticos destas pinturas exigem muitas vezes, técnicas bastantes onerosas. No caso dos revestimentos exteriores, abordados nesta tese, sejam eles com acabamentos decorativos ou não, a sua conservação é primordial; no entanto deverá ser economicamente viável, caso contrário a sua remoção poderá ser uma opção de projecto.

A consolidação é um método bastante complexo dentro do restauro, tanto devido à complexidade dos materiais empregues, como às suas questões teóricas ou até quanto à sua reversibilidade, sendo um tema que exige um bom conhecimento da composição química dos produtos utilizados e das reacções que estes provocam no interior do material tratado. Como esta temática não se enquadra nesta tese, nem na formação da signatária, não foi nosso objectivo discutir exaustivamente as questões químicas relativamente aos produtos utilizados, aspecto que tem vindo a ser investigado por outros autores, que ao longo desta tese serão mencionados (Matteine e Moles, 1998).

Nessa conformidade, um dos objectivos desta tese, foi realizar uma investigação através de estudos teóricos e práticos (ensaios *in situ* e em laboratório), sobre diferentes tipos de produtos e técnicas usados na consolidação dos materiais constituintes de revestimentos (de cal aérea), assim como fazer uma análise do comportamento químico, físico e mecânico dos diferentes tipos de sistema de consolidação. É de referir que um dos importantes propósitos desta tese foi estudar materiais compatíveis com os originais, procurando através de uma melhoria tecnológica, analisar a viabilidade técnica e económica do uso de produtos e técnicas tradicionais sustentáveis, para desta forma minimizar a perda e os custos de intervir nestes revestimentos.

Neste subcapítulo, descrevem-se, através de uma recolha bibliográfica, os principais produtos e técnicas utilizados para consolidação da *perda de coesão* e da *perda de aderência*; indicam-se os produtos consolidantes escolhidos para realização dos ensaios *in situ* e de avaliação laboratorial,

descrevem-se os ensaios e os resultados obtidos, acompanhados de uma análise dos tratamentos efectuados e ainda é criada uma metodologia de tratamento para a consolidação.

6.8.1 A consolidação da perda de coesão

A consolidação de rebocos e argamassas de cal, com perda de coesão é um tema ainda pouco estudado, como já foi ressaltado, quando comparado com os estudos que têm sido desenvolvidos por diversos investigadores na área da pintura mural e principalmente na área da pedra (sobretudo das mais porosas). Com efeito, este estudo baseou-se nas investigações já efectuadas nestas distintas áreas; assim para tratar de um revestimento com perda de coesão, utiliza-se a técnica de consolidação através de produtos líquidos que vão penetrar na microestrutura do material descoeso (Matteine e Moles, 1998: 193).



Fig. 228, Argamassas com perda de coesão

Com a consolidação não se pretende mudanças drásticas do revestimento original, pretende-se reconstituir características próximas das que o material tinha antes da degradação. O material a ser empregue durante este processo, deve respeitar as características físicas da estrutura original e ter um envelhecimento similar aos revestimentos existentes, para evitar incompatibilidades funcionais e estéticas, devendo respeitar os factores de porosidade, de expansão térmica, de refacção de luz, a sua homogeneidade e a sua coesão. O produto consolidante não deve ser tóxico para o operador e em alguns casos será necessário utilizar equipamento de segurança adequado (luvas, óculos, filtros, bata, etc.), por forma a reduzir o risco de acidentes dos seus utilizadores. O produto a ser utilizado é uma substância, que no seu estado fluído, vai penetrar no interior do revestimento, reconstituindo a ligação entre as partículas através do processo de presa; a técnica de aplicação é muito importante e dela depende a penetração. Um consolidante pode ser impregnado através da técnica de pincelamento, de pulverização, de injeções ou por imersão; este último caso, não se aplica às consolidações *in situ*, mas apenas nos ensaios de laboratório.

6.8.1.1 A consolidação na conservação do património construído – materiais utilizados ao longo do tempo

Muitos produtos, dentro de diversos grupos químicos, foram utilizados e investigados no século XX, tais como: materiais inorgânicos, polímeros orgânicos (produtos acrílicos), alcoxissilanos

e ceras, mas nem todos tiveram resultados satisfatórios dentro dos parâmetros preestabelecidos para um bom consolidante na conservação (Clifton *et al.*, 1982: 287).

Para alguns autores, um produto pode ter a função de consolidante ou apenas de fixador. Assim, o produto é considerado como consolidante, quando o seu objectivo é devolver a coesão interna de um material e considerado apenas como fixador, quando se limita a conferir uma coesão superficial, ou seja, somente das camadas superficiais do material, como por exemplo da camada pictórica de um revestimento. No entanto, nem todos os investigadores da matéria fazem esta distinção (Matteine e Moles, 1998: 137; Osca Pons, 2005: 14). Nesta tese o objectivo é devolver a coesão interna do material, logo estar-se-á tratando de produtos consolidantes.

A água de cal (hidróxido de cálcio) é um dos produtos consolidantes mais antigos, de que se tem conhecimento, Vitrúvio, citado por Gárate, refere-se à sua utilização para a técnica de consolidação de rebocos (Gárate, 1994: 244). Sabe-se que na Antiguidade, outros produtos foram igualmente utilizados como consolidantes de diversos materiais tais como: as colas de animais (por exemplo, cola de coelho), as gomas vegetais, as cera de abelhas e algumas resinas naturais (Aguiar *et al.*, 2001: 9). Com a introdução de novos materiais, particularmente no passado recente muitos destes produtos deixaram de ser utilizados.

Estudos sobre o silicato de etilo (tetraetoxisilano – TEOS) iniciaram-se no século XIX, em 1846, quando Hoffman's sugere o seu uso para a consolidação de pedras degradadas (Weeler, 2008: 41). Diversos conservadores da Alemanha, da França e da Itália utilizaram este produto para consolidar principalmente pedras siliciosas; contudo, apenas em 1926, é que o silicato de etilo foi produzido industrialmente e patenteado por Laurie (Camaiti *et al.*, 2002: 137).

A partir de 1940, iniciaram-se os estudos sobre os polímeros e os copolímeros, os quais são empregues na consolidação de diversas obras de arte. Na década de sessenta do século XX, utilizaram-se os acetatos de polivinilo e os metacrilatos (por exemplo, o Paraloid B-72), tanto para a consolidação da pedra como para a pintura mural (Tabasso, 1985: 18; Pinto, 2002: 188). Os produtos inorgânicos (como o hidróxido de cálcio e o hidróxido de bário) continuaram a ser analisados e Lewin, estudou e aplicou o hidróxido de bário para consolidação de pedras degradadas. O hidróxido de bário, é muito utilizado em Itália, ainda hoje, para a consolidação de pinturas murais (Matteini, 1987: 137), contudo, alguns conservadores fazem restrições quanto ao seu uso, devido à sua incompatibilidade com certos pigmentos ou com certos aglutinantes (Brajer e Kalsbeek, 1999: 145; Osca Pons, 2005: 24-25).

A partir de 1970, diversos estudos demonstraram que os produtos poliméricos tinham pouca penetração no material a ser tratado, confirmando-se a sua ineficácia; no entanto os polímeros

acrílicos e os metacrilatos continuaram a ser utilizados como consolidantes¹⁴¹ (Pinto, 2002: 189). Lewin, em 1974, escreveu um artigo sobre a utilização do hidróxido de bário e ureia para consolidação da pedra (mármore e calcário), demonstrando o possível incremento da resistência mecânica, através de observações ópticas e microsondas (Lewin, 1974: 24). Este mesmo autor, citado por Dória Costa, tinha apresentado em Bolonha num congresso do ICOMOS, em 1972, este estudo, demonstrando ainda uma posição crítica quanto aos tratamentos efectuados com os silicones e ésteres de silício, ao mesmo tempo que evidenciou o êxito obtido com a utilização do silicato de etilo, através de uma nova formulação, com condições de hidrólise controlada (Costa, 2007: 30).

Em 1975, iniciou-se o restauro da Catedral de Well em Londres, que se prolongou aproximadamente por dez anos, tendo sido utilizado como consolidante nas esculturas em pedra calcária, o hidróxido de cálcio. Este restauro, ficou conhecido como *lime technique*, pois o produto utilizado como referência para quase todos os tratamentos foi a cal, estando envolvidos diversos nomes conhecidos do restauro como o Prof. Robert Baker, John Ashurt e Price. Este trabalho foi acompanhado através de um estudo laboratorial; Price publica um artigo onde descreve as técnicas e os ensaios efectuados, concluindo que de facto o hidróxido de cálcio (água de cal) tem pouco poder de penetração (Price, 1988: 178-186). Esta consolidação com água de cal na Catedral de Well foi considerada para muitos restauradores como um sucesso e para outros como um grande fracasso (Brajer e Kalsbeek, 1999: 146).

Em 1981, o restaurador sueco Sten Peterson, escreveu um artigo sobre a consolidação com água de cal, onde apresentou as suas propriedades e a técnica de aplicação, discutindo ainda a questão da penetração quando aplicada sobre argamassas de cal, realçando que urge conservar os métodos e técnicas tradicionais, pois para ele, a utilização de produtos sintéticos sobre rebocos e pinturas murais, podem provocar sérios danos à obra no futuro (Peterson, 1981: 53-61). Em 1984, aconteceu, em Paris, um importante Congresso Internacional sobre “Adesivos e Consolidantes na Conservação”, promovido pelo IIC – Institute International de Conservation des Oeuvres Historiques et Artistiques, onde foram discutidas diversas questões, entre as quais: a eficácia, a reversibilidade, a toxicidade e a viabilidade de diversos consolidantes tais como, as resinas acrílicas (Primal, Plextol, Mowilith, Paraloid) e alguns consolidantes inorgânicos, como por exemplo a água de cal (AAVV, 1984). Nota-se que apesar de já ter sido discutida a ineficácia dos produtos poliméricos, na década anterior, estes continuaram ainda a ser utilizados na década de oitocentos século XX. Portugal não ficou alheio ao que acontecia no resto da Europa e estes

¹⁴¹ Para uma maior compreensão descrevem-se a seguir alguns consolidantes comercialmente mais utilizados no restauro. Da família do Vinil: Acetato de Polivinilo (PVA) – o Mowilith e o Álcool Polivinil – o Gelvatol e o Mowiol; da família do Acril: Copolímero com Poli Metil Metacrilato – Paraloid, Acriloid, Plextol, Primal e Acril 20. In S. Burgi *et al.*, *Materiais empregados em conservação – restauração de bens culturais*, Rio de Janeiro, ABRACOR, 1990.

consolidantes também foram empregues em diversos monumentos portugueses, tanto na área da pedra como na pintura mural¹⁴².

A década de noventa do século XX foi marcada por intensas investigações sobre a questão da consolidação e o silicato de etilo foi talvez o produto mais estudado, como também o mais utilizado. Em 1992, em França, iniciaram-se investigações sobre a consolidação de pedras, através da biomineralização de bactérias não patogénicas em laboratório (Oriol, 1999: 1). Surgiram outros grupos de investigadores que efectuaram estudos nesta área com outros géneros de bactérias e diferentes técnicas, como o grupo de Firenze, liderado por Piero Tiano e um grupo de Espanha da Universidade de Granada (Tiano, 1999: 139-145; López *et al.*, 2004: 432-436).

Em 1996, Borrelli e Tabasso escreveram um artigo onde propunham uma metodologia de ensaios laboratoriais para a consolidação de argamassa de cal, descrevendo ainda a constituição das argamassas para fabricação dos provetes, os principais ensaios estabelecidos e os consolidantes a serem utilizados, propondo a utilização do silicato de etilo (Borrelli *et al.*, 1996: 307-312). No entanto, os resultados obtidos deste estudo não foram relatados, mas talvez seja, este o primeiro artigo onde a problemática da consolidação da perda de coesão de argamassa de cal foi abordada de forma científica.

Em 1998, é editado o livro “La Conservazione delle pitture murali”¹⁴³, de Laura Mora *et al.*, neste livro os autores descreveram uma campanha de ensaios efectuada no Instituto Central de Roma (ICR), sobre consolidantes para a pintura mural, os produtos ensaiados foram: Primal, Gelvatol e Paraloid B-72. Segundo os resultados apresentados pelos autores, o Primal apresentou insuficiente propriedade do ponto de vista mecânico, devido à pouca penetração e um resultado negativo do ponto de vista estético, pois a superfície tornou-se brilhante; o Paraloid B-72 e o Gelvatol, apresentaram bom comportamento mecânico e estético. No entanto, no seu livro, Mora *et al.*, recomenda a utilização do Primal para áreas pouco coesas na pintura mural, como por exemplo para destacamentos pontuais da película pictórica (Mora *et al.*, 2001: 252-260).

Em 1999, Grissom, Charola *et al.*, publicaram um artigo sobre a consolidação de estátuas do Período Neolítico, constituídas por argamassas de cal, onde comprovaram o sucesso alcançado com o tratamento efectuado com o silicato de etilo (OH da Wacker), demonstrando um aumento da resistência mecânica de 300% (Grissom *et al.*, 1999: 113-120). Contudo, é de salientar que as estátuas foram tratadas em laboratório e o consolidante foi aplicado através da técnica de

¹⁴² Sobre as consolidações na área da pintura mural aqui em Portugal, podem ser consultados os Relatórios das Brigadas do antigo Instituto José de Figueiredo, nestes documentos encontram-se descritos os diversos consolidantes utilizados como por exemplo: Gelvatol, Plextol e Paraloid. E ainda a tese de Jorge G. Henriques, *A Charola de Tomar – estratégias de Conservação da Pintura Mural*, Dissertação de Mestrado em História da Arte – Património, Restauro, Faculdade de Letras, Universidade Clássica, Lisboa, 2000.

¹⁴³ Neste livro estão descritos os trabalhos que os autores desenvolveram desde 1960 no Istituto Centrale del Restauro de Roma.

gotejamento, técnica esta que é impossível de ser efectuada sobre os revestimentos presentes nos paramentos exteriores das edificações antigas.

Em 2000, uma equipa da Universidade de Firenze, liderada por Piero Baglione, realizou investigações através da nanotecnologia com nano partículas de hidróxido de magnésio e cálcio em meio aquosos, utilizando solventes apropriados, para consolidar pinturas murais em Itália, obtendo, segundo os autores, resultados bastante positivos quanto ao aumento da coesão destas pinturas (Rodorico e Baglioni, 2000: 154-161). Este grupo de químicos de Firenze, actualmente continua a desenvolver outros produtos para o restauro, através da revolucionária ciência da nanotecnologia.

Em 2001, Delgado Rodrigues, preocupado com os problemas de decaimentos observados no património construído em pedra, escreveu um artigo onde alerta sobre os riscos de consolidações indevidas e efectuadas com produtos inadequados, expondo que é necessário um maior entrosamento entre a indústria química e os investigadores, para a criação de um produto que cumpra as exigências preestabelecidas na conservação. Neste artigo relata as diversas experiências e os estudos efectuados no LNEC, pelo grupo da conservação da pedra, desde a década de oitenta do século XX sobre esta temática, apresentando diversos ensaios com resinas acrílicas (Paraloid B-72 e ACS 201) e silicato de etilo (Tegovakon – TG), concluindo que as os silicatos apresentaram um melhor resultado (Rodrigues, 2001: 3-14).

Em 2002, a professora Ana Pinto, publicou a sua tese de doutoramento sobre estudo e tratamento de pedras carbonatadas. Neste trabalho a autora desenvolveu diversos ensaios com distintos consolidantes e hidrófugos utilizados na conservação de pedras carbonatadas como silicato de etilo, polímero acrílicos e resina epoxídica, caracterizou os distintos tratamentos e avaliou o desempenho e a durabilidade (Pinto, 2002). Ainda em 2002, Casal, apresentou um relatório final da licenciatura em “Conservação”, sobre consolidação de argamassas de cal com falta de coesão, onde efectuou ensaios com diferentes consolidantes como: copolímero acrílico, silicato de etilo e hidróxido de cálcio, obtendo resultados considerados positivos com o silicato de etilo e resultados negativos com a água de cal (hidróxido de cálcio), visto a consolidação ser superficial, segundo a autora (Casal, 2002: 109-110).

Ao sentir-se uma carência de estudos recentes sobre os produtos de tratamento com depósitos de carbonato de cálcio e acreditando na potencialidade destes produtos, um grupo de investigadores reuniu-se para discutir esta problemática. E nesse âmbito, em 2003, um importante encontro foi promovido pelo Getty Institute em Londres, sobre a selecção de consolidantes inorgânicos para tratamento de materiais porosos, onde foram discutidos a utilização de tratamento com soluções inorgânicas como hidróxido de cálcio, hidróxido de bário, oxalato de amónio e a biomineralização. Nesse encontro, concluiu-se que devido à extrema compatibilidade química destes produtos com os materiais calcários e porosos, deveriam ser efectuadas novas investigações acerca da sua eficácia como tratamento consolidante, através de uma nova revisão bibliográfica, propondo discussões sobre: a penetração, a técnica de aplicação, a compatibilidade e as consequências a

longo prazo destes tratamentos incluindo a retratibilidade, a durabilidade e a manutenção (Hansen *et al.*, 2003: 13-25).

Em 2004, Pilar Luxan, conjuntamente com outros investigadores, desenvolveram um produto com base em silicatos, o silicato de lítio¹⁴⁴, que é diluído em água, sendo recomendado a sua utilização sobre paramentos húmidos e com sais. Este estudo valeu um prémio em Espanha, no entanto, poucos artigos têm sido divulgados sobre a eficácia deste produto (Luxan *et al.*, 2004).

Em Maio de 2008, ocorreu um simpósio internacional no LNEC, sobre consolidação de pedras no património, no âmbito do projecto europeu EU-ARTECH¹⁴⁵, onde estavam presentes importantes nomes da área da conservação e em especial investigadores que se debruçaram sobre as questões da consolidação. Embora, fosse um simpósio na área da pedra, algumas comunicações analisaram a questão da consolidação sobre argamassa de cal e foram discutidos os diversos ensaios laboratoriais para a avaliação dos tratamentos de consolidação, para a penetração dos consolidantes e os diversos produtos utilizados. Notou-se que os produtos mais estudados continuam a ser os silicatos de etilo, principalmente na área da pedra, contudo, os tratamentos com depósitos de carbonato de cálcio, foram também abordados, como o hidróxido de cálcio, o hidróxido de bário e oxalato de amónio, nomeadamente para os rebocos de cal e pinturas murais (Rodrigues e Mimoso, 2008)¹⁴⁶.

6.8.1.2 Técnicas e produtos utilizados actualmente para consolidação da perda de coesão das pinturas murais e argamassas de cal

Após leitura da bibliografia acerca dos produtos utilizados para a consolidação, particularmente na área da pintura mural, notou-se que neste campo ainda existe uma forte utilização de resina acrílica (do copolímero acrílico, comercialmente conhecido como Primal e Acril) em toda Europa, inclusive em Portugal.

Verificou-se a utilização da água de cal como consolidante destes revestimentos, principalmente nos países nórdicos, em especial na Dinamarca e Noruega, e nos países de Leste como a República Checa e Eslovénia. Os conservadores da Dinamarca têm optado por tratar as suas pinturas murais com água de cal, por considerar o melhor tratamento, e esta tradição tem sido prática durante longos anos, sendo a técnica de aplicação mais usual a vaporização. Segundo Brajer, somente duas pinturas entre oitocentas, foram tratadas com Paraloid B-72. Esta autora

¹⁴⁴ O produto é comercializado em Espanha pela Indústria Química Del Ebro.

¹⁴⁵ Sobre o projecto EU-ARTECH – Research and Technology for the conservation of the European Cultural Heritage. Consultar: <http://www.eu-artech.org>.

¹⁴⁶ Consultar: J. Delgado Rodrigues; J. M. Mimoso – *Proceedings of the International Symposium – Stone Consolidation in Cultural Heritage, research and practice*, Lisboa, LNEC, Maio de 2008. Neste simpósio uma empresa alemã divulgou um novo consolidante baseado em nano partículas de hidróxido de cálcio, para consolidação de pedra e argamassas, produto designado comercialmente por CaLoSil®. Consultar: www.calosil.de.

desaconselha a utilização da água de cal nas pinturas executadas a têmpera, devido ao seu alto índice de pH (≈ 12), que pode afectar alguns materiais proteicos e certos pigmentos utilizados neste tipo de pintura (Brajer e Kalsbeek, 1999: 146-153; Tramped, 2001: 7). Na República Checa, o único consolidante permitido por lei, para consolidação de argamassas históricas, é a água de cal. Inúmeras fachadas têm sido consolidadas com este produto ao longo dos anos e com isto tem vindo a crescer o interesse científico sobre a sua eficiência, mas ainda não se comprovou a eficácia por completo da sua utilização para a readesão de argamassas históricas (Drdácky, 2008: 307).

O hidróxido de bário, é empregue sobretudo em Itália, principalmente pela Escola de Firenze, desde há muitos anos, e diversos estudos têm vindo a ser desenvolvidos sobre a sua eficácia; porém, quando comparado com outros produtos, o aumento da resistência é bem inferior, tal como o hidróxido de cálcio (Botticelli, 1984: 84; Matteine, 1987: 137-149; Toniolo *et al.*, 2008 251-260). O uso deste produto tem também os seus limites, como já foi abordado anteriormente, devido a alguma incompatibilidade com certos tipos de pigmentos com aglutinantes orgânicos, com a pintura a seco e a pintura a óleo (pode haver uma saponificação da policromia) podendo ainda provocar a deterioração do gesso. Conquanto, o hidróxido de bário é compatível com diversas pinturas a fresco sem aglutinantes orgânicos, sendo por isto o escolhido por diversos conservadores italianos na área da pintura mural (Osca Pons, 2005: 24-25). Na opinião de Rodorico, o hidróxido de bário não é um produto completamente compatível com o substrato das pinturas murais, pois pequenas quantidades de bário (por exemplo, sob a forma de carbonato de bário ou de sulfato de bário) são introduzidas na matriz do carbonato de cálcio (Rodorico, 2000: 155).

Para Rodorico, um consolidante para pintura mural composto por agentes dispersantes com tensão superficial baixa, actua melhor sobre o revestimento e comenta, que para as superfícies húmidas, é aconselhável utilizar dissolventes orgânicos de baixa polaridade e baixa tensão superficial (Rodorico, 2000: 155).

O silicato de etilo é actualmente utilizado por parte de alguns conservadores de Espanha, Itália e Áustria. Em 1985, Baatz, restaurador austríaco, utilizou silicato de etilo para consolidar antigos esgrafitos numa fachada em Viena e observou que houve um ligeiro escurecimento do revestimento; contudo os esgrafitos apresentaram-se bastante coesos (Baatz, 1985: 201-205). O conhecido restaurador alemão de pintura mural, Heinz Leitner, esclareceu que o uso de silicato de etilo pode ser considerado positivo, quando aplicado sobre rebocos bastantes descoesos e em presença de sais, em outras circunstâncias faz algumas reservas. Leitner acompanhou ao longo de vários anos algumas obras, na Alemanha e na Áustria, onde foram aplicados o silicato de etilo e notou, para além do escurecimento da pintura, o surgimento de zonas esbranquiçadas, no entanto as pinturas mostravam-se bastante coesas. Esclareceu ainda que o uso do silicato de metilo, apresentou um melhor resultado, sem escurecimento, nem surgimento de véus brancos

sobre as pinturas, contudo devido à sua toxicidade, o seu uso foi proibido na Áustria (Leitner, 2002: 157-174).

Júlia Osca Pon, tem igualmente algumas restrições quanto à utilização do silicato de etilo para pinturas murais, devido às manchas que este produto provoca sobre a policromia, prefere utilizar resinas acrílicas ou o hidróxido de bário para consolidar as pinturas murais exteriores em Espanha (Osca Pons, 2005:22). Nos últimos anos, o Paraloid B-72, praticamente deixou de ser utilizado como produto consolidante deste tipo de revestimento, devido às várias desvantagens apresentadas: incompatibilidade química e física com o revestimento original; baixa resistência aos raios UV, tornando-se amarelo com o tempo; pouca penetrabilidade, com formação de película, além de alterar a porosidade do material original (Osca Pons, 2005: 23).

Quanto às técnicas de aplicação em obra, verificou-se a aplicação dos consolidantes através de pincelagem, por vezes aplicados com o auxílio de papel japonês, principalmente tratando-se de consolidações pontuais, e ainda por aspersão, quando se trata sobretudo de grandes áreas. Em alguns casos, foram utilizadas compressas embebidas com o produto e por vezes cobertas por papel tipo *melinex*, para impedir a evaporação rápida do solvente e conseguir uma melhor consolidação (Barbero, 1998; Mora, 2001; Barbero, 2005; Franz e Storemyr, 2005; Rodrigues e Mimoso, 2008). Em Portugal, o consolidante maioritariamente utilizado para consolidação da perda de coesão das pinturas murais, hoje em dia, é a resina acrílica, conhecida como Primal (actualmente Acril33®¹⁴⁷). Pontualmente, algumas experiências foram efectuadas com o silicato de etilo, não se tendo registo da utilização do hidróxido de cálcio ou de bário como consolidante destes revestimentos no País¹⁴⁸. As técnicas de aplicação são as mesmas utilizadas no restante da Europa e descritas anteriormente (Pestana, 2003: 60; Marcone *et al.*, 2003: 88; Lopes, 2007: 161; Monteiro e Cruz, 2007: 213).

A seguir, com base em diversos autores, apresenta-se uma compilação bibliográfica dos principais consolidantes existentes hoje em dia e as suas vantagens e desvantagens relativas.

¹⁴⁷ É de referir que o Primal® foi retirado do mercado, sendo substituído pelo Acril33 com composição semelhante.

¹⁴⁸ Além da pesquisa bibliográfica em revistas e livros da área, foi efectuada uma pesquisa nos arquivos da biblioteca do antigo Instituto José de Figueiredo, nomeadamente nos relatórios das antigas Brigadas. Fica aqui expresso os meus sinceros agradecimento a Dra. Nazaré e a Dra. Graça Horta.

QUADRO 15

CONSOLIDANTES ORGÂNICOS E INORGÂNICOS

(com base em Torraca, 1982; Price, 1988; Burgi *et al.*, 1990; Aguiar *et al.*, 2001; Osca Pons, 2005)

Consolidantes orgânicos sintéticos	Consolidantes inorgânicos
<ul style="list-style-type: none"> • Resinas e emulsões acrílicas (Paraloid, Primal, Acril, Plectol, etc.). • Resinas de silicone. • Acetato de polivinilo (PVA, PVC, Mowilith, Beva, "colas brancas"). • Álcool polivinílico (Mowiol, Gelvatol). • Resinas epoxídicas (araldites). 	<ul style="list-style-type: none"> • Hidróxido de cálcio (água de cal). • Hidróxido de bário. • Silicato de etilo (sendo um material inorgânico à base de silício, provém de uma composição orgânica que, no decorrer do processo da sua aplicação e como consequência de processos químicos, em contacto com a humidade ou com o solvente da mistura, provoca uma reacção de hidrólise, acabando por se converter num material essencialmente inorgânico). • Bactérias (transformadas através do processo de biomineralização), depois de aplicadas produzem calcário, que irá fortalecer as camadas de revestimentos.
Vantagens	Vantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Consolidação rápida e na maioria das vezes eficaz. • Alguma reversibilidade. • Método de aplicação simples. 	<ul style="list-style-type: none"> • Extrema compatibilidade química com o revestimento original. • Capacidade de não alterar as propriedades hidrófilas do material original (o produto que se forma no interior, não constitui barreira impermeável). • Boa resistência aos raios UV.
Desvantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Composição química diferente do material original. • Podem modificar a porosidade do material original. • Podem alterar as propriedades hidrófilas do material original, impedindo a evaporação da água, e provocando surgimento de destacamentos. • Podem aumentar em demasia as propriedades mecânicas. • Sofrem demasiadas dilatações térmicas. • Pouca penetrabilidade, a penetração depende do solvente utilizado, podendo formar filmes, algumas vezes gerando brilho sobre a superfície. • Pouco resistentes aos raios UV, podem degradar-se em contacto com oxigénio, com ozono, com soluções ácidas ou alcalina; tornando-se muitas vezes amarelo com o tempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidação lenta. • Pouca penetrabilidade. • Em alguns produtos, requer introdução de grande quantidade do material, podendo provocar a solubilidade de sais. • Alguns produtos possuem um alto índice de pH, podendo ser incompatível com algumas técnicas de pinturas ou pigmentos. • Alguns produtos podem formar véus brancos sobre a superfície.

6.8.1.3 Requisitos básicos para a escolha do produto consolidante

Tendo em vista a escolha de produtos consolidantes para a perda da coesão, enumeram-se algumas das propriedades que deve possuir um consolidante para o restauro de revestimentos antigos.

Penetração

Para a maioria dos autores o produto consolidante deve possuir boa capacidade de penetração, devendo penetrar adequadamente, a profundidade máxima possível, desde a superfície até ao interior do material e em concentração suficiente (Torraca, 1982: 65; Clifton, 1982b: 5; Villegas, 2003: 181).

A penetração de soluções no interior dos espaços porosos, requer longos períodos de tempo; segundo Pinto, para que ocorra a penetração numa espessura de aproximadamente 1 cm, no caso de alguns produtos, podem ser necessárias várias horas ou até mesmo um dia. Se a solução for muito volátil, a evaporação do solvente pode processar-se antes de ser atingida a profundidade de penetração necessária, ficando o produto sobre a superfície do material tratado, não ocorrendo desta forma a consolidação desejada (Pinto, 2002: 194). No entanto, Pinto refere que alguns autores alertam ainda para o perigo de ocorrência de interface entre as zonas tratadas e não tratadas, assim para evitar os problemas causados por estas zonas, aconselham que o produto penetre numa profundidade mínima (Pinto, 2002: 196).

Segundo Price, um bom consolidante deve penetrar no mínimo 25 mm (Price, 1984: 170), no entanto para Mora, é difícil determinar o valor mínimo aceitável de penetração; contudo conforme esta autora, um produto pode consolidar um revestimento ou uma pintura, penetrando apenas 2 a 3 mm na superfície, pois a consolidação depende de vários factores (Mora *et al.*, 2001: 232).

Heinz Leitner, corrobora nesta opinião, para este restaurador, para se tratar uma perda de coesão superficial de uma camada pictórica de uma pintura mural, o tratamento requer pouca penetrabilidade do produto, a consolidação neste caso deve ser pontual e limitada; já no caso da perda da coesão interna das camadas de rebocos, o tratamento requer uma penetrabilidade maior do produto (Leitner, 2002: 159). Para Rodorico, as dispersões penetram com mais dificuldade que as soluções e os produtos não polares penetram mais que os polares¹⁴⁹ (Rodorico *et al.*, 2000: 154). Clifton, citando Torraca, esclarece que a profundidade do consolidante está directamente relacionada com a degradação do material; assim, um consolidante deve penetrar em toda a profundidade do material descoeso (Clifton, 1982b: 5).

Desta forma, a penetração do produto depende de varios factores tais como: a composição, a viscosidade (tipo de dissolvente empregue), a dimensão da molécula, a tensão superficial, a técnica de aplicação, o grau de degradação, a espessura das camadas e da composição do material a ser tratado.

Porosidade

O produto consolidante não deve alterar a porosidade do revestimento original, pois é em função do volume e da dimensão dos poros, que a água contida no interior da argamassa se movimenta. Se o consolidante preencher de forma uniforme os espaços porosos do material, reduz a

¹⁴⁹ *Solução* é toda mistura homogénea e *dispersão* é uma mistura não homogênea. A *polaridade* é o resultado da diferença entre as eletronegatividades dos átomos que estão ligados. Uma *substância polar* é aquela que tem afinidade com a água. Com efeito, uma substância polar dissolve substância polar (água e álcool por exemplo são polares) e não dissolve ou dissolve pouca quantidade de substância apolar (óleo é apolar), in http://www.geocities.com/Vienna/Choir/9201/liqacoes_quimicas.htm.

porosidade do material, diminuindo a permeabilidade à água e ao vapor de água. Com efeito, a água sem possibilidade de evaporar, irá provocar uma tensão no interior do material, fomentando a sua deterioração, como por exemplo o surgimento de fissuras e destacamentos. Casal, citando Sasse, comenta que o produto ideal, deve preencher a estrutura granular, a partir dos microporos e estender-se para os macroporos; no entanto, estes devem ser recobertos parcialmente, para evitar consolidação excessiva (Casal, 2002: 43). Por esse motivo, actualmente, os consolidantes preferidos para muitos investigadores, são os que reduzem parcialmente esta porosidade, diminuindo a penetração da água líquida e deixando o material tratado suficientemente permeável ao vapor de água. Não obstante, é de referir, que é muito difícil controlar a distribuição do produto no interior do material (Zoghiami, 2003: 159).

Comportamento à Água

O consolidante deve permitir a passagem de humidade do interior para o exterior do revestimento, ou seja não deve reduzir a permeabilidade ao vapor de água, caso contrário haverá uma acumulação de água e sais nos locais tratados (Villegas, 2003: 181-182).

Reversibilidade

O conceito de reversibilidade é difícil de ser aplicado aos tratamentos consolidantes, pois se se quer devolver a resistência perdida ao material original, estamos à procura de um produto eficaz, que penetre bem e preencha uniformemente o interior do material poroso. Assim, na prática, é difícil de encontrar um produto que preencha os requisitos de um bom consolidante e que seja fácil a sua remoção no interior dos poros do material tratado. Não obstante, a reversibilidade aplicada aos tratamentos consolidantes, segundo Pinto, deve ser encarada como a inexistência de formação de novos compostos, que impossibilitem futuras intervenções (Pinto, 2002: 184)¹⁵⁰.

Compatibilidade Química e Física

O consolidante deve ter compatibilidade química e física com o revestimento a ser tratado, ou seja, não deve formar compostos que possam afectar a estrutura cristalina da argamassa. Estes podem ser gerados por interacções entre o material e o produto, e formar, por exemplo, sais solúveis que se formam por hidrólise. O produto consolidante deve ainda ter uma dilatação similar ao substrato, possuindo um certo grau de elasticidade, para que seja evitada a formação de fracturas (Moropolou, 2000: 210; Villegas, 2003: 181).

¹⁵⁰ No entanto, no caso da pré-consolidação, geralmente efectuada antes de um tratamento de limpeza em áreas muito degradadas, pode-se optar pela utilização de produtos reversíveis durante algumas horas, ou seja, escolher produtos solúveis em alguns solventes, para que possam ser removidos após o tratamento de limpeza. Consultar karima Zoghiami, *Las areniscas miocénicas de la formación fortuna utilizadas en la construcción del acueducto romano de Zaghuan-Cartago*, Tese de Doutoramento, Barcelona, Universidade Autonoma de Barcelona, 2003, p. 148.

Compatibilidade Estética

O produto consolidante não deve mudar o aspecto estético do revestimento original, devendo ser incolor. Com efeito, não deve mudar a cor, provocar amarelecimento ou brilho sobre o revestimento.

Durabilidade

A durabilidade de um tratamento de consolidação é uma das características bastantes discutidas no meio científico. Para Clifton, o material consolidado, deve ser tão durável, quanto o material não tratado, ou seja, o material em bom estado, caso isso não se verifique, o melhor será substituir a parte degradada, em vez de tentar tratá-la através da consolidação (Clifton, 1982b: 6). O produto consolidante deve assim ser resistente aos agentes atmosféricos e à degradação do meio ambiente. A durabilidade pode também variar em função de diversos factores tais como: as condições ambientais durante a sua aplicação, as condições ambientais que o objecto tratado estará sujeito e a compatibilidade do consolidante com o material a ser tratado. A interacção complexa destes factores, faz com que sejam desenvolvidos diversos ensaios laboratoriais para verificar a eficácia do produto consolidante. Para Tabasso, a utilização dos produtos em obra, deveria passar por um controle programado através dos anos, para verificar a eficácia do tratamento na realidade (Tabasso, 2002: 105).

6.8.1.4 Campanha experimental

6.8.1.4.1 Técnicas e materiais seleccionados para o estudo

Após a análise da bibliografia acerca dos diferentes produtos, comparou-se as vantagens e desvantagens dos produtos existentes no mercado, analisou-se a questão, numa perspectiva técnica e económica, de utilização em obra e em grande extensões, tendo como objectivo principal a utilização de materiais, o mais compatível possível com o revestimento original. Escolheu-se quatro tipos de produtos para serem estudados em laboratório, que foram: o hidróxido de cálcio (água de cal), o consolidante biológico (bactérias desmineralizadas), o silicato de etilo e uma resina acrílica.

Devido à falta de eficácia, já demonstrada por diversos autores, com a utilização da água de cal como consolidante, procurou-se aperfeiçoar a eficácia deste produto, aumentando o volume de carbonato de cálcio introduzido no interior da argamassa e conseqüentemente a coesão e a resistência mecânica das argamassas de cal. Com este objectivo, foram incorporados alguns aditivos à água de cal como o *Metacaulino*, o *Álcool* e o *Acril* (Acril33®). Assim, produziram-se mais três tipos de produtos, perfazendo um total de oito produtos ensaiados: *Água de cal simples*, *Água de cal + Metacaulino*, *Água de cal + Álcool*, *Água de cal + Acril*, *consolidante biológico (Bactérias)*, silicato de etilo [*Silicato de etilo 1 (Tegovakon – TG)*, *Silicato de etilo 2 (Estel 1000 – ET)*] e resina acrílica (*Acril 33*).

Os produtos foram aplicados em três locais distintos:

- Em provetes confeccionados com argamassa de cal aérea ao traço 1:3 e ao traço 1:8, para posteriores ensaios em laboratório.
- Em muretes, ao ar livre, localizados na Estação de Ensaio Natural de Revestimentos de Paredes (LEREVPA) do Núcleo de Revestimentos e Isolamento (NRI) do Departamento de Edifícios (DED), sobre argamassa de cal + pozolana, com problemas de perda de coesão, para posteriores ensaios *in situ*.
- E sobre um reboco antigo de cal, de um edifício do século XVIII, com problemas de perda de coesão, para posteriores ensaios *in situ*.

A técnica de aplicação que foi seleccionada, após recolha oral com técnicos da área e recolha bibliográfica, foram as técnicas de aplicação com pulverização e com trincha, excluindo-se a técnica de imersão ou gotejamento, por não ser exequível em obra.

A campanha experimental deste estudo para além de ser efectuada no LERevPa do NRI/DED, alguns ensaios foram realizados no Departamento de Materiais (DM), respectivamente no Núcleo de Materiais Metálicos (NMM), no Núcleo de Materiais Orgânicos (NMO) e no Núcleo de Materiais Pétreos e Cerâmicos (NMPC).

6.8.1.4.2 Confeção dos provetes (base de aplicação)

Os provetes foram confeccionados com argamassas de cal aérea + areia, executados no LERevPa. As argamassas, foram preparadas segundo o procedimento habitual no LNEC, controladas, utilizando os testes de espalhamento e massa volúmica¹⁵¹. Ao todo foram preparados **153** provetes (base de aplicação) de dimensões e formas diferentes, conforme cada ensaio.

Foram executados **128** provetes de argamassa de cal aérea + areia ao traço volumétrico 1:3, sendo:

- **57 provetes do tipo “bolacha”** de cerca de 20 mm de diâmetro e 20 mm de espessura;
- **50 provetes do tipo “prismas”** de 40 mm x 40 mm x 160 mm;
- **21 provetes** constituídos por tijolos furados correntes, que receberam uma camada fina de salpico, seguida de duas camadas de argamassa com 20 mm de espessura.

¹⁵¹ Durante esta fase experimental contou-se com o apoio dos experimentadores Dora Santos, Bento Sabala e Ana Francisco do NRI/LNEC.



Fig. 229, Provetes tipo "bolacha"



Fig. 230, Provetes tipo "prismas"



Fig. 231, Provetes de tijolos furados

Estes provetes apresentaram, depois de secos, uma superfície lisa, que foi lixada para simular melhor a perda de coesão e para não haver uma evaporação rápida do consolidante, as laterais foram isoladas com cera.



Fig. 232, Preparo da argamassa em laboratório



Fig. 233, Moldagem dos provetes



Fig. 234, Impregnação com cera das laterais dos provetes



Fig. 235, Raspagem do provete

Foram ainda executados **25 provetes** com argamassa de cal + areia ao traço 1:8, para simular melhor a descoesão da argamassa, para posterior ensaio de coesão em laboratório.

Os provetes, depois de prontos, permaneceram numa sala condicionada a 23 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ HR, durante 3 meses, período indicado para a secagem da argamassa e carbonatação da cal. Após este tempo, foram retirados e aplicados os produtos consolidantes, depois voltaram novamente para a sala onde permaneceram por mais 3 meses e a seguir efectuaram-se os ensaios.

Argamassa utilizada para Confecção

A argamassa usada foi uma argamassa de cal aérea hidratada em pó (comercialmente designada por *Lusical*) ao traço volumétrico 1:3 (cal + areia), comumente usada em estudos de investigação no LNEC, que chamar-se-á neste estudo de *argamassa LNEC*, com a seguinte composição:

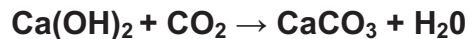
- 1 Volume de cal Lusical hidratada em pó (278 g);
- 2 Volumes de areia (lavadas e secas), sendo $\frac{1}{2}$ de areia do rio Tejo (1551 g) + $\frac{1}{2}$ de areia amarela de Corroios (1436 g);

- água na quantidade necessária a uma boa trabalhabilidade (\approx 620 ml).

Identificação e Caracterização dos Produtos Escolhidos

Água de cal

A água de cal é o tratamento de consolidação mais antigo de que se tem conhecimento, podendo ser considerado o método ideal, devido à sua extrema compatibilidade química com o substrato (argamassa de cal). É um produto muito utilizado por alguns técnicos na Europa e diversos estudos científicos têm sido realizados acerca da sua eficácia, tanto na área da pedra como na área da pintura mural e de argamassas de cal (Brajer, 1999: 145-156). O produto é compatível com as argamassas de cal, pois o revestimento original conserva a sua porosidade e não há alteração de cor, além de ser um tratamento bastante económico (Peterson, 1981: 53-61). O método consiste em sucessivas aplicações de uma solução aquosa de hidróxido de cálcio sobre o revestimento; é esta solução saturada de hidróxido de cálcio que é frequentemente designada por água de cal (Clifton *et al.*, 1982: 295-296). O hidróxido de cálcio reage com o dióxido de carbono reconvertendo-se em carbonato de cálcio, o qual se precipita nos poros do material, reduzindo o volume de vazios. É de referir que esta reacção é lenta, devido a uma limitada introdução de dióxido de carbono no interior do objecto (Peterson, 1981: 55; Casal, 2001: 53).



O hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) é uma solução saturada, no entanto, como o hidróxido de cálcio é pouco solúvel em água, a solução contém um teor reduzido do soluto; segundo, Peterson, contém 1.700 mg por litro de água a uma temperatura média de 20 °C, e quanto mais alta a temperatura ambiente, menos solúvel será o soluto, pois a solubilidade é inversamente proporcional à temperatura (Peterson, 1981: 55). Por isso, é recomendável que a aplicação seja efectuada a uma temperatura ambiente entre os 20-25 °C, ajudando assim a haver uma maior penetração da solução.

Também, é devido a esta baixa solubilidade, que são necessárias repetidas aplicações, para produzir uma quantidade suficiente de carbonato de cálcio a fim de consolidar o material friável. Alguns autores afirmam que a carbonatação incide somente nas primeiras camadas que recebem directamente a acção do CO_2 e receiam que no interior do material esta carbonatação não ocorra (Clifton *et al.*, 1982: 289). É ainda devido a esta pouca solubilidade da água de cal, que alguns investigadores, não acreditam na sua potencialidade como consolidante de materiais porosos e friáveis.

As múltiplas aplicações da água de cal, implicam ainda uma introdução de grande quantidade de água no interior do revestimento, que pode levar a mobilizar alguns agentes de deteriorações, como os sais e alguns microrganismos. A quantidade de aplicações sobre materiais porosos varia muito, dependendo da porosidade do material do produto consolidante, sendo necessárias entre

20 a 70 aplicações, para se ter uma quantidade razoável de depósitos de carbonato de cálcio, conforme diversos autores (Drdácky, 2008: 300).

Um material muito poroso necessita que seja aplicada uma maior quantidade, contudo, não é fácil reconhecer o ponto de saturação numa obra *in situ*. Após a saturação do material, a absorção da água de cal decresce, sendo necessário parar a consolidação, pois pode ocorrer a carbonatação superficial desta sobre o revestimento, com o surgimento de véus brancos, alterando a cor original da superfície (Gárate, 1994: 246). Alguns autores recomendam que a aplicação não seja contínua e que haja algum intervalo de secagem entre uma aplicação e outra, no entanto, Brajer, no seu estudo, concluiu que a vaporização contínua, sem interrupção, obtem-se melhores resultados. É ainda de referir que a aplicação da água não é recomendada sobre revestimentos húmidos e com sais (Brajer, 1999: 145-156).

A água de cal, é ainda uma solução bastante alcalina, possui um índice de pH de cerca de 11, podendo constituir um risco para os revestimentos com pinturas, principalmente as têmperas, que são sensíveis à acção alcalina. Conquanto, para Peterson, este problema pode ser resolvido, utilizando-se um produto ácido na água de cal para estabilizá-la (Peterson, 1981: 55).

Na tentativa de melhorar a eficácia da água de cal, diversos investigadores têm vindo a desenvolver diferentes métodos de aplicação e ainda a introdução de outros produtos. Com efeito, um método recomendado por Mora e foi também utilizado nas estátuas da Catedral de Well foi a designada solução de emplastos de água de cal, cobertos por *melinex*, para evitar a rápida evaporação, tendo-se observado um ligeiro aumento da coesão em relação a água de cal vaporizada (Price, 1988: 179; Mora *et al.*, 2001: 246); um outro método, é o da solução adoptada por Brajer e também recomendada por Gárate, que foi a impregnação com água destilada da zona a ser tratada, antes da aplicação da água de cal, pois a água destilada, com menor tensão superficial, facilitará a entrada da água de cal na superfície porosa, e conseqüentemente haverá uma maior penetração (Gárate, 1994: 246). Contudo, no estudo realizado por Brajer, esta solução não demonstrou uma maior coesão da área, em relação à área tratada pela método anterior (Brajer, 1999: 145-156).

Em laboratório, diversos estudos têm sido efectuados, utilizou-se a adição de dispersão de cal viva na água de cal, porém esta solução não é estável, sendo somente adequada para a consolidação da perda de aderência e não para a perda da coesão (Rodorico, 2000: 155). Para melhorar a concentração da solução de água de cal, Rodorico utilizou álcool propanol para promover uma maior solubilidade e dispersão das partículas de cal, através da nanotecnologia. Esta nova dispersão, com água de cal + álcool, apresentou resultados considerados bastantes positivos, podendo inclusive ser considerado uma inovação nos tratamentos de consolidação da pintura

mural (Rodorico, 2000: 156). Entretanto uma empresa alemã, desenvolveu este produto através da nanotecnologia estando já à venda a solução¹⁵²:

Produtos utilizados no estudo

Neste estudo testaram-se quatro produtos com base em água de cal: *Água de cal simples*, *Água de cal* aditivada com *Metacaulino*, *Água de cal* aditivada com *Álcool* e *Água de cal* aditivada com *Acril*. Em todos os casos foi usada uma água de cal que estava armazenada num balde hermeticamente fechado acerca de dez anos no LNEC e calculou-se a sua concentração, efectuando uma secagem da solução em estufa a uma temperatura de 40 °C, e em 1 litro de água de cal encontraram-se 2 g de cal.

- *Água de cal simples*

Esta água de cal foi retirada do balde hermeticamente fechado do LNEC e não tem qualquer aditivo. Efectuou-se a medição do pH, utilizando um aparelho portátil HANNA, registando-se um índice de 10,3.



Fig. 236, Água de cal utilizada no estudo

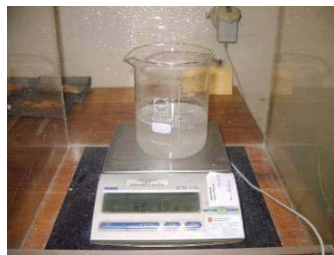


Fig. 237, Pesagem da Água de cal



Fig. 238, Resíduo em pó, após secagem da Água de cal

- *Água de cal + Metacaulino*

Foi utilizado o *Metacaulino* como aditivo para a formação de compostos de carácter hidráulico na água de cal, tendo em vista melhorar a sua resistência mecânica. O *Metacaulino* é um mineral obtido a partir do caulino, por tratamento térmico e moagem, resultando num material de elevada pozolanicidade, capaz de se combinar com o hidróxido de cálcio produzindo compostos hidráulicos (Velosa, 2006)¹⁵³.

¹⁵² Consultar www.calosil.de.

¹⁵³ Actualmente o metacaulino tem sido bastante utilizado em argamassas de cal de substituição, para se conseguir maior hidraulicidade, com resultados bastantes positivos. Sobre o assunto consultar A. Velosa, Ob. Cit., 2006.

O *Metacaulino* utilizado, foi o *MetaStar 501* da Imerys Minerais, Lda., sendo a sua proporção a mesma de cal usada na *Água de cal simples*, ou seja, de 2 g; obtendo-se um produto *Água de cal* aditivada com *Metacaulino* a 0,2% (em peso).

Fez-se também a secagem da *Água de cal* aditivada com o *Metacaulino*, e numa primeira observação à vista desarmada, verificou-se que os resíduos desta *Água de cal* e a da *Água de cal simples* apresentavam estruturas diferenciadas. O resíduo da *Água de cal simples* apresentava-se em forma de pó (carbonato de cálcio) com formação de pequenos cristais, enquanto o desta apresentava maior quantidade de cristais e em forma de placas.

O índice de pH da solução de *Água de cal* + *Metacaulino* foi medido, obtendo-se um resultado de 7,3. Desta forma concluiu-se que a introdução do *Metacaulino* diminuiu o pH da solução, tornando-a praticamente neutra.

- *Água de cal* + *Álcool*

Numa tentativa de se conseguir uma maior solubilidade da água de cal, misturou-se álcool Propanol à solução de água de cal, com base nas descrições efectuadas por Rodorico no seu artigo. Segundo Rodorico, as dispersões em água são instáveis, contudo as dispersões em álcool possuem melhor estabilidade, devido às interacções electrostática e hidrofóbicas, que impedem tanto a sedimentação como a aglomeração de partículas. Estas dispersões contém aproximadamente três vezes mais quantidade de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) que as dispersões em água, possuindo igualmente uma maior estabilidade, o que ele considerou bastante positivo para ser aplicada sobre pinturas murais (Rodorico, 2000: 156). Com efeito, preparou-se 1 litro de solução constituída por: 500 ml de água de cal; 500 ml de álcool Propanol e 6 g de cal aérea em pó; esta solução foi passada por um peneiro, depois secada em estufa, obtendo-se para 1 litro de água de cal um resíduo de 6,8 g de pó.

O índice de pH da solução também foi medido, obtendo-se um resultado de 9,1.



Fig. 239, Resíduo da água de cal em forma de placas na solução Água de cal + Metacaulino



Fig. 240, Passagem pelo peneiro da solução de Água de cal + Álcool



Fig. 241, Medição do índice do pH da solução de Água de cal + Álcool

- *Água de cal + Acril*

O objectivo da introdução de uma resina acrílica na água de cal foi o de tentar melhorar o seu poder de adesão, já que ela tem um bom poder de adesão, sendo muito utilizada para fixação das camadas superficiais dos revestimentos, como por exemplo as camadas de pinturas. Foi utilizada como resina acrílica para aditivar à água de cal, o *Acril 33*, que é uma emulsão acrílica (copolímero acrílico) diluída em água e a proporção utilizada foi de 5%, ou seja, para 1 litro de água de cal utilizou-se 5% de Acril.

O índice de pH da solução de *Água de cal + Acril* foi medido, obtendo-se um resultado de 9.

Consolidante biológico – Bactérias

Foi verificado que um filme bacteriano sobre algumas pedras, aumentava a resistência à erosão destes materiais. Com efeito, no início da década de oitenta do século XX, um grupo de investigadores franceses da Universidade de Nantes, efectuou investigações sobre a capacidade natural de certas bactérias precipitarem o carbonato, logo isolaram-nas e identificaram as espécies. Em 1983 S. Castanier, microbiologista desta Universidade, explicava na sua tese o processo da carbonatação destas bactérias. Em 1989, uma equipa interdisciplinar das Universidades Pierre & Marie Curie e de Nantes, preocupados com o intenso decaimento de diversos monumentos franceses, e sensíveis à utilização de produtos compatíveis com a estrutura original, desenvolveram em laboratório a produção de carbonato de cálcio a partir de bactérias específicas, através da técnica da biomineralização, com meios de cultura sintéticos adequados (designado por Método Calcite), criando assim uma patente deste método, que prevê a aplicação de um filme protector de calcite sobre monumentos pétreos com perda de erosão¹⁵⁴.

Em 1990 a Sociedade Calcite bioconcept associou-se a este projecto de investigação com o intuito de desenvolver um produto para ser utilizado sobre monumentos históricos, tendo ainda como objectivo a sua comercialização. A bactéria escolhida foi *Bacillus Cereus*¹⁵⁵, que é uma bactéria não patogénica, com capacidade para produzir carbonato de cálcio e, conforme os investigadores, não apresenta nenhum perigo para o Homem nem para o meio ambiente. Estas bactérias são cultivadas numa solução aquosa, que só se desenvolve na presença de um nutriente especial. A selecção do tipo bacteriano e do nutriente é importante, para que não sejam desenvolvidos microrganismos prejudiciais ao revestimento, nem haja uma mudança a nível cromático da superfície a ser tratada.

¹⁵⁴ Consultar http://www.lrmh.fr/lrmh/w_publications/microbio/biomb.htm.

¹⁵⁵ *Bacillus Cereus* pertence ao grupo dos Firmicutes e são Gram-positivas, sendo empregue em diversos campos, como por exemplo na fabricação de antibióticos in <http://www.biologia-en-internet.com/>.

O processo de biomineralização, ou seja a formação de carbonato de cálcio, pode demorar uma semana. A superfície é pulverizada com uma solução de água e bactérias calcificadas, durante alguns dias estas bactérias são alimentadas com um nutriente líquido, começando a proliferar e a produzir carbonato de cálcio, ao parar este alimento, elas morrem, deixando a superfície endurecida. A quantidade média utilizada de produto por estes investigadores foi de 5 litros por metro quadrado; a primeira aplicação *in situ*, foi efectuada na Igreja de Saint-Médard de Thouars, com o acompanhamento do Laboratoire des Monuments Historiques (LRMH), que desenvolveu diversos ensaios laboratoriais. Os resultados demonstraram um aumento da resistência mecânica e uma diminuição da permeabilidade à água, sendo considerados bastantes positivos (Métayer-levrel *et al.*, 1999: 25-34; Oriol, 2000).

Paralelamente em 1992, o biólogo Piero Tiano e um grupo de investigadores da Universidade de Firenze efectuaram estudos semelhantes, com outros tipos de organismos e bactérias, com base no Método Calcite. Os organismos utilizados foram a matriz orgânica de macromoléculas extraídas das conchas do mar e as bactérias *Micrococcus* e *Bacillus Subtilis*, capazes de produzir carbonato de cálcio através da biomineralização. O estudo demonstrou que a utilização de moléculas extraídas das conchas do mar, na prática era pouco viável, devido ao complexo procedimento de extracção (Tiano *et al.*, 1999: 140), enquanto o da solução contendo as bactérias *Micrococcus* e *Bacillus Subtilis*, foi submetida a ensaios laboratoriais para se poder observar: a porosidade, a absorção de água, a resistência mecânica e a avaliação da cor. Verificou-se que houve uma redução da água absorvida em 60% da superfície tratada com o *Bacillus Subtilis*. Enquanto com as duas bactérias houve uma diminuição da porosidade, da permeabilidade ao vapor de água e uma mudança do aspecto cromático original do material, no entanto, aumentavam a resistência mecânica. Para Tiano, diante dos resultados obtidos com alterações muito significativas do revestimento original, estas soluções não são aconselháveis para o tratamento de conservação de monumentos históricos, logo seria necessário efectuar estudos através da biotecnologia, identificando os genes responsáveis pelo controlo e formação mineralógica e pela subsequente clonagem (Tiano *et al.*, 1999: 144).

Em 2002, um grupo de investigadores da Universidade de Granada, Espanha, desenvolveu investigações com um outro tipo de bactéria, *Myxococcus xanthus*¹⁵⁶, capaz também de produzir carbonato de cálcio com o objectivo da sua utilização sobre pedras descoadas de monumentos históricos; os ensaios de laboratório foram efectuados sobre pedras carbonatadas. Para Navarro, o estudo iniciado, em França, com a bactéria *Bacillus Cereus*, apresentou alguns pontos negativos, como a pouca penetração e a formação superficial de um filme biológico (Navarro *et al.*, 2002: 3); embora os resultados apresentados pelo grupo francês nos artigos consultados, não demonstraram estes aspectos negativos (Métayer-levrel *et al.*, 1999: 25-34; Oriol, 2000). Quanto aos resultados apresentados por Navarro *et al.*, sobre o processo de biomineralização da

¹⁵⁶ *Myxococcus xanthus* pertence ao grupo das proteobactérias Gram-negativas. In www.wikipedia.org.

bactéria *M. xanthus*, demonstraram que a precipitação do carbonato de cálcio no interior dos poros, ocorreu entre o quinto e o décimo dia após a pulverização, verificando-se um aumento significativo da resistência mecânica, não havendo mudança na porosidade da pedra tratada, nem formação de biofilme e nem alteração de cor. Para este autor, esta bactéria é capaz de consolidar pedras carbonatadas descoesas, no entanto, aconselha que outros estudos sejam efectuados, como por exemplo, com outro meio de cultura com diferentes composições, pois o resultado da quantidade de depósitos de carbonato de cálcio e, conseqüentemente, uma melhor consolidação, depende da composição do meio de cultura (nutriente) e do tipo de bactéria utilizada (Navarro *et al.*, 2002: 23).

Em 2002, iniciou-se um projecto europeu designado *Biobrush*, tendo como objectivo principal, o estudo dos decaimentos dos monumentos históricos com origem biológica e ainda a investigação sobre alguns processos de conservação e restauro através de métodos biológicos como, por exemplo, a consolidação através do Método Calcite¹⁵⁷.

Em 2003, um grupo de investigadores da Bélgica, da Universidade de Louvain, efectuou estudos com outra estirpe de bactéria, a *Bacillus sphaericus*, para consolidação de argamassas, obtendo resultados positivos no aumento da resistência mecânica¹⁵⁸. No entanto, no artigo que apresentaram, comentam que outros aspectos devem posteriormente ser analisados, para verificar a sua eficácia ou não, sobre monumentos históricos (Heirman, 2003: 506).

Como se pode constatar, houve nestes últimos vinte anos, um crescente interesse na utilização do método da biomineralização de bactérias para consolidação de revestimentos históricos e diferentes tipos de organismos e estirpes foram estudados com resultados diferenciados, mais ou menos positivos.

Produto utilizado no estudo

O produto utilizado neste estudo foi desenvolvido e comercializado pela Calcite Bio Concept¹⁵⁹ e é composto por dois componentes, que se apresentam em forma de pó e que são diluídos em água, conforme especificação do fabricante. Um dos componente apresenta-se de cor branca, sendo designado por *Biocal* e contém a bactéria calcificada, a *Bacillus Cereus*; o outro, é o nutriente

¹⁵⁷ Sobre o projecto consultar <http://www.biobrush.org>. Até ao momento não foi possível obter artigos completos sobre a consolidação através de métodos biológicos no âmbito deste projecto.

¹⁵⁸ Os ensaios foram efectuados no Magnel Laboratory for Concrete Research and the Laboratory of Microbial Ecology and Technology (LabMET) of Ghent University and the K. U. Leuven. A bacteria *Bacillus sphaericus* pertence ao grupo Firmicutes e é também utilizada no controle da larva de alguns mosquitos.

¹⁵⁹ Até ao momento, pelo que temos conhecimento este é o único produto com base em bactérias para consolidação, que se encontra comercializado. Este produto foi desenvolvido pela Calcite Bioconcept em conjunto com a Universidade de Nantes. O produto já foi aplicado numa dezena de edifícios franceses. Para maiores inormações sobre a empresa, seus produtos e locais de aplicações consultar o site: www.calcitebioconcept.com.

(com base em levedura de cerveja), designado por *Nutrical* e apresenta-se de cor amarela. A aplicação foi feita em três dias: no primeiro dia, aplicou-se uma solução feita com a mistura da bactéria e do nutriente na superfície a ser tratada; no segundo e terceiro dia, aplicou-se a solução do nutriente para alimentação da cultura bacteriana e que vai incentivar o desenvolvimento dos microrganismos, permitindo gerar e depositar o carbonato de cálcio na respectiva superfície, devolvendo-lhe a resistência mecânica perdida.

- Preparação da Mistura 1 (bactéria + nutriente) – 1.º dia de aplicação

Para 1 litro de água foram adicionados 2,5 g de *Biocal* (pó branco) + 25 g de *Nutrical* (pó amarelo). Misturou-se bem e deixou-se repousar durante 17 horas – não podendo ultrapassar as 20 horas. Após o repouso, a mistura foi aplicada sobre os revestimentos a serem tratados.

- Preparação da mistura 2 (nutriente) – 2.º e 3.º dia de aplicação

Para 1 litro de água foram adicionados 25 g de pó *Nutrical*. A mistura no 2.º dia foi aplicada duas vezes ao dia com um intervalo de 6 horas e no 3.º dia foi reaplicada, após 24 horas da sua última aplicação. Esta mistura tem um período de conservação inferior a 12 horas, logo tem de se preparar a quantidade exacta que se vai utilizar.

Foi efectuada a medição do pH da solução obtendo-se um índice de pH de 4,7, ácido.



Fig. 242, O componente *Biocal*



Fig. 243, O componente *Nutrical*



Fig. 244, Adição do *Biocal* ao *Nutrical*



Fig. 245, Solução pronta

Silicato de etilo

O silicato de etilo são ésteres de ácido silício, e em função do tipo de álcool com que se esterifica dá lugar a um alcoxisilano distinto, sendo utilizado na conservação desde o século XIX. Com efeito os alcoxisilanos são compostos químicos, derivados do silício, que consistem de um átomo de silício unido a um grupo orgânico, através de um átomo de oxigénio. Em 1820, Hoffman's sugeriu o uso do silicato de etilo para consolidação da pedra, e em 1920 Laurie patenteou-o, sendo este comercializado em 1960 com a marca *Wacker Oh* (Wheeler, 2008: 41) e em Portugal, é utilizado para consolidação da pedra desde 1990 (Pamplona, 2008: 20). A composição química do silicato de etilo foi-se modificando ao longo dos anos e diferentes formulações são comercializadas com base nos principais componentes, existindo hoje em dia no mercado, diferentes composições: a tetraetoxisilano (TEOS), tetrametilortosilicato (TMOS) e os silicatos de

etilo com carácter hidrofugante: o metiltrimetoxisilano (MTMOS) e tetrametiletóxissilano (TEMOS)¹⁶⁰; todas elas são bastantes utilizadas na conservação do património construído.

O Silicato de etilo, na verdade provém de uma composição orgânica que, no decorrer do processo da sua aplicação e, como consequência de processos químicos, em contacto com a humidade ou com o solvente da mistura, provoca uma reacção de hidrólise, acabando por se converter num material essencialmente inorgânico, que alguns autores classificam-no de organossilícios ou de sílico-orgânicos (Villegas, 2003). A conversão dos alcóxissilanos em compostos inorgânicos, envolve um conjunto complexo de reacções de hidrólise e de condensação, através do processo de transformação sol-gel. Na presença da água, os silicatos hidrolisam-se no interior da pedra ou da argamassa, dando origem à formação de sílica hidratada, que se precipita como material amorfo, ligando-se através de ligações electrostáticas aos elementos polares dos minerais da pedra ou da argamassa, ou condensa-se com eventuais grupos hidroxilo desses minerais. A sílica hidratada sofre então, um lento processo de desidratação e polimerização, sendo necessário utilizar catalizadores na sua composição, para acelerar o processo de hidrólise, embora por sua vez não deve ser muito rápido, para não afectar o grau de penetração do produto (Pinto, 2002: 191; Osca Pons, 2005: 30; Costa, 2007: 29). Em geral, considera-se que a hidrólise do silicato de etilo acontece após três semanas de aplicação.

Zoghلامي, citando Tabasso, comenta que após ensaios laboratoriais, tudo leva a crer que depois de um intervalo de tempo determinado, o efeito consolidante continua a aumentar (Zoghلامي, 2003: 156). A complexidade dos fenómenos nesta conversão, tem conduzido a sucessos e a fracassos com a utilização destes consolidantes e, na tentativa de os melhorar, têm-se ensaiado misturas de silicato de etilo com resinas sintéticas (Paraloid), comprovando que esta adição melhora a resistência mecânica do material tratado (Brus, 1996: 109-119; Osca Pons, 2005: 32). Os complexos mecanismos de reacções e o resultado positivo, ou não, da consolidação, dependem de diversos factores: da composição do produto (natureza do catalizador e concentração), das condições ambientais em que a polimerização ocorre, do tipo de suporte, do método de aplicação, da proporção de água e da quantidade de silano presente, bem como da forma como a água é introduzida na formulação (quando os teores de água são baixos as reacções são incompletas). Assim, muitas vezes a humidade presente no interior dos poros dos materiais não é suficiente para promover a hidrólise (Pinto, 2002: 193; Lettieri, 2002: 125; Costa, 2007: 30).

Neste estudo utilizaram-se dois tipos comerciais de silicato de etilo: o Tegovakon® V e o Estel 1000¹⁶¹, que são tetraetóxissilanos (TEOS), utilizados para consolidação de materiais minerais

¹⁶⁰ É de referir que as composições que levam *metoxissilano* são bastantes tóxicas para o ser humano.

¹⁶¹ O Tegovakon V utilizado é produzido pela Biu Internacional. Para mais informações sobre o produto consultar www.biuinternacional.pt; o Estel 1000 utilizado é produzido pela CTS, para mais informações sobre o produto consultar www.ctseurope.com.

degradados e que é bastante usado em Portugal. A composição TEOS possui em geral baixa viscosidade, que facilita a sua penetração no material degradado, assim como tem estabilidade à luz, boa estabilidade térmica e resistência à oxidação, sendo o subproduto de hidrólise o álcool etílico, que é uma substância volátil e não nociva (Pinto, 2002: 192; Costa, 2007: 29).

Alguns autores afirmam que o silicato de etilo não é totalmente eficaz para consolidação de pedras carbonatadas, em especial as calcárias, apresentando melhores resultados sobre as siliciosas e os granitos (Pinto, 2002: 194; Garcia, 2002: 1-16; Dória, 2007: 29). Esta controvérsia, segundo Pinto, baseia-se na necessidade da presença de grupos hidroxilo (OH) no suporte para aderência do polímero dos alcoxissilanos, inexistentes nas superfícies da calcite e da dolomite e, ainda, no factor pH destes minerais não permitir o adequado desenvolvimento das reacções necessárias à polimerização. Outro inconveniente destes produtos é a formação de filmes sobre a superfície cristalina, devido à fraca aderência aos cristais, provocando muitas vezes fissuras e a ruptura do consolidante no interior do material (Pinto, 2002: 194; Camaiti, 2002: 137). Em relação aos compostos TEOS, Dória, citando Weeler, comenta que este autor explica que sobre as pedras calcárias consolidadas com a composição TEOS, após análise dos resultados dos ensaios de Espectroscopia de FTIR (Infravermelho com Transformada de Fourier), não foi identificada qualquer ligação química com a calcite (Costa, 2007: 32). No entanto Carol *tal.*, consolidou estátuas constituídas por argamassas de cal com silicatos de etilo, obtendo resultados positivos no aumento da resistência mecânica, conseguindo ainda observar através de ensaios de Microscopia Electrónica de Varrimento (MEV) o produto cobrindo os grãos de calcite, após seis meses da consolidação (Carol *tal.*; 1999: 113-120).

Um ponto considerado negativo para a consolidação de pinturas murais, é o facto do silicato de etilo ter demonstrado alteração cromática sobre a superfície, além de ter sido inserido um novo componente, a sílica, que tem uma composição dissemelhante à da original das argamassas, porém aceitável (Lettieri, 2002: 121; Leitner, 2002: 162; Pons, 2005: 33). Para Lettiere, que efectuou uma extensa recolha bibliográfica sobre a consolidação de pedras calcárias, muito porosas, com os silicatos de etilo, foi-lhe difícil afirmar se a consolidação é positiva ou não, mas acha muito importante saber escolher o tipo de produto a ser utilizado, analisar a sua composição e avaliá-lo em obra, e ver qual é o mais adequado (Lettieri, 2002: 125).

Produtos utilizados no estudo

Como consolidante escolheu-se a composição TEOS (tetraetoxissilanos) com as respectivas marcas: o Tegovakon® V e o Estel 1000, que têm como solvente a White spirit, que são comercializados por empresas distintas, sendo comumente empregues em Portugal e foram utilizados tal como estão na embalagem, prontos para utilização.

Resina acrílica ou copolímero acrílico

O copolímero acrílico é um polímero formado por duas famílias de monómeros¹⁶²: os acrilatos e os metacrilatos e é um material orgânico, porém sintético. As resinas acrílicas foram desenvolvidas por Otto Rohmm e Otto Hass em 1920 na Alemanha, sofrendo adaptações tendo em vista a sua utilização na conservação de obras de arte. Muitas destas resinas são solúveis em solventes orgânicos, como o Paraloid B-72 (etilmetacrilato), sendo consideradas reversíveis, por se manterem solúveis nos solventes apropriados; a maioria possui índice de refração baixo, como uma boa resistência aos raios UV e boas capacidades adesivas (Torraca, 1982: 92; Tabasso, 1999: 17; Rivers, 2003: 181). O tipo de solvente escolhido é importante para o resultado da consolidação; um solvente com evaporação rápida, pode dificultar a polimerização da resina, dificultando a sua penetração e originando uma camada dura sobre a superfície, resultando numa consolidação indevida.

Outras resinas são dissolvidas em água, são as designadas emulsões acrílicas, como por exemplo o Acril 33 produto utilizado neste estudo, e foram empregues na conservação sobretudo, a partir de 1960. As emulsões acrílicas, distinguem-se das resinas acrílicas puras, principalmente pelo seu aspecto visual: não são transparentes, mas sim brancas e opacas, pois as moléculas de polímero, com aproximadamente 10 a 20 µm de diâmetro, estão aglomeradas e suspensas na água, fazendo com que dispersem a luz branca incidente (Torraca, 1982: 123; Rivers, 2003: 181). O processo de cura das emulsões acrílicas, baseia-se na formação de um filme pela evaporação da água, seguida da coalescência das partículas poliméricas da emulsão (Casal, 2002: 52).

As emulsões acrílicas, em especial o Primal AC33, foram amplamente utilizadas no restauro de pinturas murais. O Primal AC33, segundo Witte, era composto por etilacrilato, metilmetacrilato e etilmetacrilato, possuindo um índice de pH de 9 (Witte, 1984: 29). A composição química do seu substituto, o Acril 33¹⁶³ não vem referida na ficha técnica do fabricante, mas presume-se que tenha uma composição semelhante e, conforme alguns autores, ao endurecer, pode ser solúvel em alguns solventes (xileno ou tolueno), porém a sua reversibilidade é questionada por diversos restauradores, devido a morosidade e dificuldade no processo de remoção (Cifuentes, 1998: 68). É um produto muito utilizado para a fixação da camada pictórica, principalmente quando há problemas de escamações, sendo igualmente adicionado às caldas de cal, para consolidação da perda de aderência, ou seja, para problemas de abaulamento (bolsas de ar) e fendas do revestimento.

¹⁶² Os monómeros são pequenas moléculas, que podem ligar-se a outros monómeros formando moléculas maiores denominadas polímeros. Um exemplo de monómeros são os hidrocarbonetos. A *polimerização* é a reacção em cadeia entre os monómeros in <http://pt.wikipedia.org/wiki/Monómero>.

¹⁶³ Em Portugal actualmente utiliza-se o Acril 33 em substituição do Primal AC33 e é fabricado e comercializado pela CTS. Para mais informações consultar <http://www.ctseurope.com>.

Produto utilizado no estudo

O produto utilizado no estudo foi o *Acril 33*, que se apresenta diluído em água, e possui um índice de pH de 9. Para não formar uma película demasiado rígida sobre o revestimento, é aconselhável efectuar mais uma diluição em água e optou-se por diluir o produto em duas soluções, uma mais concentrada e outra mais fraca. Com efeito, produziu-se uma solução a 75% (de Acril) que formou uma película espessa e brilhante sobre a superfície, o que era de esperar, provocando uma grande demora na absorção por parte da argamassa; e outra, a 25% (de Acril) em água, pela qual se fez a opção de ensaio.



Fig. 246, Acril, produto utilizado no estudo



Fig. 247, Fixação da camada pictórica através da técnica do *facing* com Acril



Fig. 248, Consolidação localizada em pequenas fissuras com o Acril



Fig. 249, Acril a 75% após aplicação no provete



Fig. 250, Acril a 75%; película espessa no revestimento



As principais características dos produtos utilizados neste estudo estão descritas no Quadro 16.

QUADRO 16

CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS UTILIZADOS

Produto	Fabricante	Solvente	Resíduo seco	pH	Ref. ^a Bibliográfica
Água de cal (Hidróxido de cálcio)	Água de cal armazenada no LNEC há cerca de 10 anos.	Água	2g em 1 litro		
Produto	Fabricante	Massa volúmica aparente (kg/m ³)	Composição mineral por Difracção de Raios -X (DRX)	Ref. Bibliográfica	
Cal aérea hidratada	Lusical	430	Presença de calcite (C) e portlandite (P)	(Velosa, 2006:139-146)	
Produto	Fabricante	Solvente	Substâncias	pH	Ref. Bibliográfica
Consolidan-te biológico (Bactérias)	Calcite bioconcept	Água	Bactérias <i>Bacillus cereus</i> e nutriente com base em levedura de cerveja	4,6	Ficha técnica do produto

QUADRO 16

(continuação)

Produto	Acril 33 Emulsão acrílica a 100%)	
Fabricante	CTS	
Solvente	Água	
Resíduo seco	≈ 45%	
Diâmetro da partícula	0,15 µm	
Aspecto/cor	Líquido, leitoso, branco	
Temperatura de transição vítrea (tg)	6-8 °C	
Índice de pH	9	
Referência Bibliográfica	Ficha do produto	
Produto	Metacaulino	
Fabricante	MetaStar 501 da Imerys	
Massa volúmica aparente (kg/m³)	340	
Composição mineral por Difrração de Raios-X (DRX)	Presença de materiais amorfos: quartzo (Q), feldspatos (F) e muscovite (M)	
Observação ao Microscopia electrónica de varrimento (MEV)	Composição rica em alumínio e silício	
Análise granulométrica	Partículas inferiores a 1 µm	
Superfície específica Blaine NP En 196-6	29 330 cm ² g	
Índice de pH	9	
Referência Bibliográfica	(Velosa, 2006:139-146)	
Produto	Silicato de etilo (TEOS)	
	Estel 1000	Tegovakon® V
Fabricante	CTS	Biu Internacional
Solvente	White Spirit	White Spirit
Resíduo seco	≈ 35% do peso	≈ 34% do peso
Teor de substância activa (composto siliciorgânico)	> 75% do peso	> 75% do peso
Aspecto/cor	Líquido, Incolor	Líquido, Incolor, ligeiramente amarelo
Ponto de inflamação	Desconhecido	13 °C
Índice de pH	4,2	3,0
Referência Bibliográfica	Ficha do produto; (Casal, 2002)	Ficha do produto; (Casal, 2002)

5.8.2.4.3 Aplicação dos produtos em provetes, muretes e reboco antigo

Aplicação nos Provetes

Os produtos consolidantes foram aplicados sobre três provetes, sendo a aplicação interrompida quando se verificava que o provete estava aparentemente saturado, ou seja, quando a face posterior deste estava molhada. Após aplicação, os provetes consolidados eram guardados numa sala condicionada 23 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ HR, onde permaneceram durante três meses, tempo necessário para uma total polimerização e cura dos consolidantes. Os provetes ensaiados, como já foi referido, tinham duas formas e dimensões distintas, apresentando os provetes cilíndricos, uma área da face a consolidar de $0,0314$ m², enquanto os provetes prismáticos apresentavam uma área de $0,0064$ m². Para cada uma destas áreas foram consumidos aproximadamente 400 ml e 250 ml de água de cal (Grissom *et al.*, 1999: 113-120; Brajer, 1999: 145-156).

Os produtos consolidantes foram aplicados através da técnica de pulverização com um *spray* manual, a uma distância aproximada de 50 cm; após cada aplicação, os provetes e o *spray* eram pesados para a verificação do consumo. Foi também efectuada a aplicação com trincha em alguns provetes, com o objectivo de verificar diferenças entre aplicações. No entanto a técnica escolhida foi a pulverização, devido ao facto de ser este o método mais utilizado em obra, principalmente para grandes superfícies e um outro factor prendeu-se com o estado de conservação do revestimento, caso esteja muito degradado, vestígios deste fixam-se à trincha, o que não ocorre com a pulverização.



Fig. 251, Aplicação através da técnica da pulverização



Fig. 252, Aplicação com trincha



Fig. 253, Aplicação através da pulverização em provetes tipo "prismas"



Fig. 254, Provetes guardados em sala condicionada

Aplicação nos Muretes e Rebocos Antigos

A aplicação foi ao ar livre com uma temperatura de 24 °C e humidade relativa de 65%; a técnica de aplicação foi a pulverização, sendo interrompida quando se observou o excesso de fluido na superfície. A área de aplicação do produto nos muretes e reboco antigo foi de $0,036$ m².



Fig. 255, Vista geral de um dos muretes



Fig. 256, Vista geral do edifício com o reboco antigo



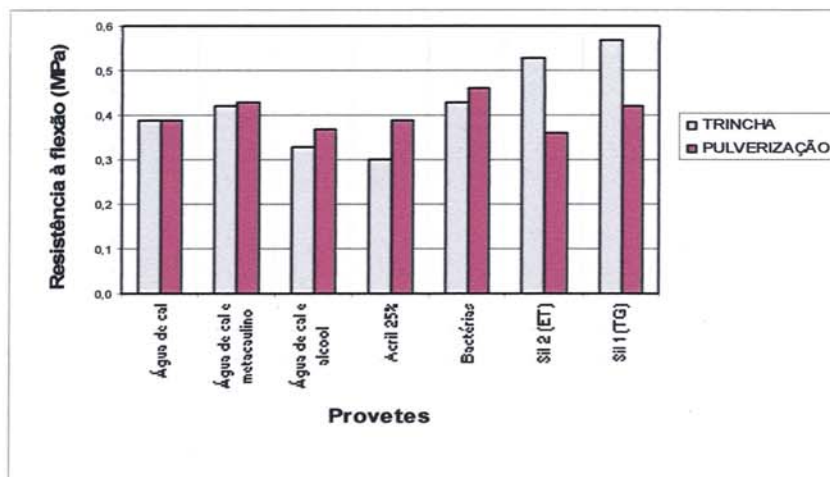
Fig. 257, Pormenor da consolidação sobre o reboco antigo

Avaliação do método de aplicação

Com a finalidade de avaliar se o método de aplicação tem influência no resultado final do ensaio, e consequentemente na consolidação, no ensaio da resistência a flexão, que tem como objectivo avaliar o aumento da resistência da argamassa pelo consolidante, aplicou-se o consolidante através de dois métodos distintos: trincha e pulverização. Verificou-se que o resultado obtido foi dissemelhante, alguns provetes apresentaram maior resistência com o método da trincha (*Bactérias* e *Silicatos 1 e 2*); noutros, a maior resistência foi verificada com o da pulverização (*Bactérias*, *Acril*, *Água de cal + Álcool* e *Água de cal + Metacaulino*) e ainda houve um provete que apresentou resultado semelhante entre os dois métodos (Gráfico 1). Com efeito, pode-se dizer que o método de aplicação, tem influência no resultado do ensaio, que também está relacionado com a distância do aplicador ao provete e a força aplicada e é de referir que na aplicação através do método da pulverização, verificou-se um ligeiro aumento no desperdício do produto. Tudo isto intervém no resultado final, obtendo-se uma zona com mais ou menos produto consolidante, como ilustra o Gráfico 1.

GRÁFICO 1

DIFERENÇAS OBSERVADAS NO AUMENTO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA (ENSAIO DE FLEXÃO) ATRAVÉS DO MÉTODO DE APLICAÇÃO



6.8.1.5 Ensaios realizados

Ensaios de Laboratório

Quando se aplica um tratamento, pretende-se melhorar determinadas características dos revestimentos, neste caso, aumentar a coesão entre os materiais constituintes da argamassa. Como já foi referido, cada produto consolidante foi aplicado sobre três provetes e os ensaios seleccionados para verificar a eficiência dos produtos foram os seguintes:

Absorção do consolidante por capilaridade

O ensaio que foi baseado no ensaio de absorção de água por capilaridade verifica o consumo de cada consolidante pelo provete, utilizando os provetes tipo “prismas” (40 mm x 40 mm x 160 mm), que foram inseridos num tina estriada com o consolidante até 10 mm de espessura. O consolidante foi absorvido por uma das faces (≈ 10 mm) e os provetes foram pesados até a sua saturação, ou seja, quando se verificou a estabilização do peso.

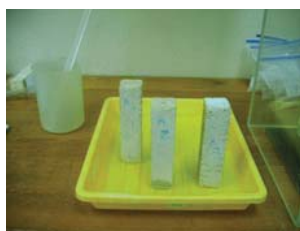


Fig. 258, Ensaio de absorção do consolidante pelo provete

GRÁFICO 2

ABSORÇÃO CAPILAR DO CONSOLIDANTE AO LONGO DO TEMPO

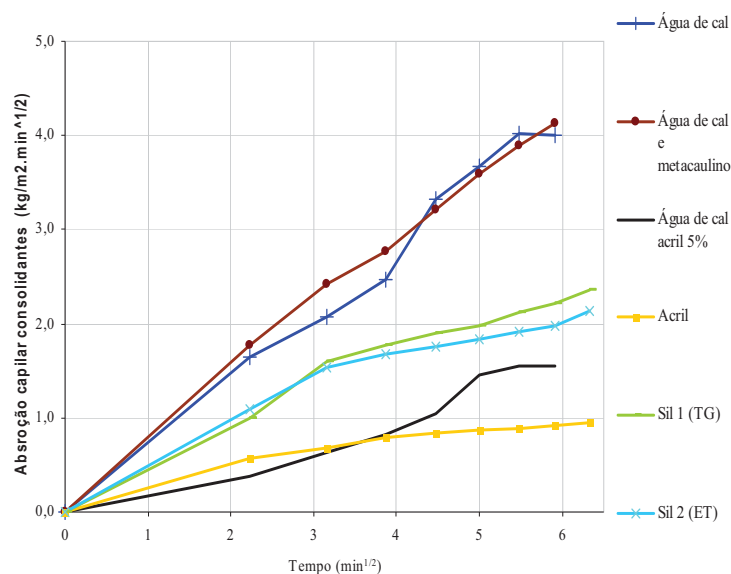
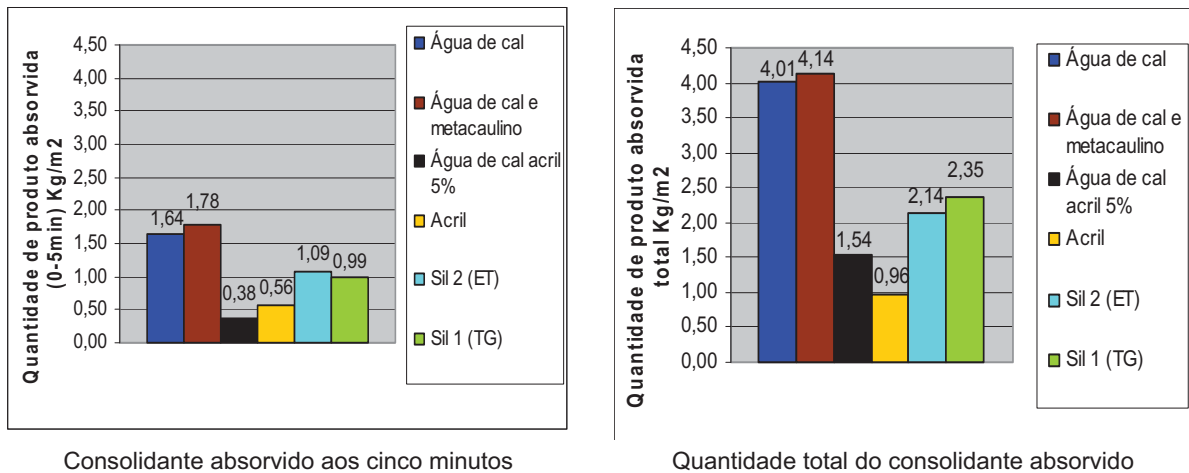


GRÁFICO 3

ABSORÇÃO CAPILAR DO CONSOLIDANTE

*Resultados obtidos*

Verificou-se que o provete que absorveu menor quantidade de consolidante, aos cinco minutos de ensaio, foi o provete consolidado com *Água de cal + Acril*, seguido do *Acril* e dos *Silicatos 1 e 2* e da *Água de cal*, e por último o provete consolidado com *Água de cal + Metacaulino*, que absorveu a maior quantidade de consolidante (Gráfico 2 e 3). É de assinalar que no final do ensaio o provete consolidado com *Acril*, foi o que absorveu menor quantidade de consolidante seguido da *Água de cal + Acril* e dos *Silicatos 1 e 2*, da *Água de cal* e *Água de cal + Metacaulino* que absorveu a maior quantidade de consolidante em todo o ensaio. Com efeito, a amostra de argamassa ensaiada que revelou menor capacidade de absorção do consolidante, foi a argamassa consolidada com *Acril*.

Análise dos resultados

Verificou-se que a introdução da resina acrílica (*Acril*) na água de cal, diminuiu a capacidade de absorção do consolidante pela argamassa; a quantidade geral absorvida rondou os 1,54 g, enquanto que o provete consolidado somente com *Água de cal* absorveu 4,01 g. O *Acril* foi o produto que apresentou menor taxa de absorção (0,96 g) e a *Água de cal + Metacaulino* (4,14 g.) foi o produto que apresentou maior taxa de absorção, seguido dos *Silicatos 1 e 2* (2,14 g e 2,35 g).

Determinação do Índice de pH dos Consolidantes

O ensaio foi efectuado com um medidor de pH portátil digital HANNA e tem como objectivo detectar, através de alterações do índice de pH das soluções, as mudanças básicas (alcalinas) ou ácidas dos consolidantes ensaiados. Sabe-se que algumas soluções alcalinas podem ser prejudiciais para certos tipos de revestimentos com pinturas, podendo afectar alguns materiais proteicos e certos tipos de pigmentos utilizados.

Designa-se por índice de pH a determinação científica do ião hidrogénio com vista à identificação do nível de acidez ou alcalinidade de uma substância, normalmente determinado sobre solução aquosa.

- Método de ensaio (Teutónico, 1988: 30)
 1. Antes da utilização do equipamento este foi aferido numa solução neutra (pH 7) de água destilada.
 2. Em seguida o aparelho é introduzido na solução consolidante, observando-se o índice de pH da solução.
 3. O índice de pH da argamassa também foi medido, através das fitas de papel apropriadas, neste caso é determinado por comparação de cores.



Fig. 259, Medição do índice de pH do consolidante e da argamassa de cal

Resultados obtidos

QUADRO 17

AValiação DO ÍNDICE DE PH DOS CONSOLIDANTES

Consolidantes	Índice de pH	
Água de cal	10,3	
Água de cal + Metacaulino	7,3	
Água de cal + Álcool	9,1	
Água de cal + Acril	9	
Bactérias	4,6	
Acril 33	9	
Silicato 1 – Tegovakon® V	3	
Silicato 2 – Estel 1000	4,2	
Argamassa LNEC (cal + areia)	Argamassa húmida	Argamassa seca
	13	11

Análise dos resultados

A *Água de cal* foi o consolidante que apresentou um maior índice de pH, seguido da *Água de cal + Álcool*, da *Água de cal + Acril* e do *Acril*; todos estes consolidantes apresentaram índices de soluções básicas, tal como a argamassa. A adição do metacaulino na solução de água de cal,

diminuiu o índice de pH, tornando a solução quase neutra, o que pode ser considerado um factor positivo, quando se pretender utilizá-la sobre certas pinturas murais. Os consolidantes alcoxisilanos (silicatos de etilo) apresentaram um índice de pH ácido, tendo a sua vantagem, com efeito promove a solubilização localizada dos iões cálcio (dos carbonatos) que de seguida reagem com os grupos silanol ácidos do silicato de etilo promovendo a formação de silicatos de cálcio hidratados (CSH). Nesse sentido, este ataque ácido produzido pelos silicatos de etilo em princípio não deverá trazer problemas para as argamassas.

Medição da Cor

Este ensaio teve como objectivo verificar se houve mudança no aspecto estético do revestimento. O ensaio foi efectuado com a medição da cor através do atlas NCS (Natural Color System)¹⁶⁴, antes e depois da aplicação do consolidante.



Fig. 260, Medição das cores nos provetes

Resultados obtidos

As cores dos provetes foram avaliadas antes e depois da consolidação. Os resultados obtidos apresentam-se no Quadro 18.

QUADRO 18

AValiação Cromática dos Provetes Consolidados

Consolidantes	Cor antes	Cor após consolidação	Observação sobre as alterações
Água de cal	S 0500–N	S 0500–N	Não houve alteração
Água de cal + Metacaulino	S 0500–N	S 0500–N	Não houve alteração
Água de cal + Álcool	S 0500–N	S 0500–N	Não houve alteração
Água de cal + Acril	S 0500–N	S 0500–N	Não houve alteração de cor, nem de brilho

¹⁶⁴ É de referir que o ensaio para observar as alterações de cor poderia ter sido efectuado utilizando o espectocolorímetro, mas como na época dos ensaios não o tínhamos disponível em laboratório, optou-se por realizar o ensaio através da observação visual com o NCS.

QUADRO 18
(continuação)

Consolidantes	Cor antes	Cor após consolidação	Observação sobre as alterações
Bactérias	S 0500-N	S 0502-Y	Em alguns provetes houve um ligeiro escurecimento
		S 1010-Y20R	Noutros provetes houve um amarelecimento
Acril a 25%	S 0500-N	S 0500-N	Não houve alteração de cor, mas um ligeiro brilho
Silicato 1 – Tegovakon® V	S 0500-N	S 0502-Y	Ligeiro escurecimento
Silicato 2 – Estel 1000	S 0500-N	S 0502-Y	Ligeiro escurecimento

Análise dos resultados

Os resultados permitiram concluir que os provetes consolidados com o consolidante *Bactérias*, foram os que apresentaram uma maior modificação de cor; a camada de revestimento tornou-se ligeiramente escura em alguns provetes e em outros “amarelada”, provavelmente por causa do nutriente – levedura de cerveja – que apresenta cor amarela. Os consolidantes siloxanos (*Silicatos 1 e 2*), apresentaram um ligeiro escurecimento, o consolidante *Acril* apresentou um ligeiro brilho sobre a superfície e os restantes consolidantes não apresentaram nenhuma modificação visível à vista desarmada. É de referir que estas diferenças de cor e brilho foram mais visíveis nos provetes do que nos muretes e no reboco antigo, devido às cores originais dos mesmos.

Permeabilidade ao Vapor de Água

Este ensaio teve como objectivo verificar em que medida a argamassa consolidada pode ser atravessada pela água que circula na parede do edifício, sob a forma de vapor. O ensaio foi efectuado de acordo com a Norma Europeia EN 1015-19: 1998 e a Ficha de Ensaio LNEC – FE Pa 17 e realizado sobre os provetes cilíndricos com diâmetro de 180 mm e espessura de 20 mm, consolidados com os distintos consolidantes sobre *Argamassa LNEC*.

Método de ensaio

O ensaio foi executado com base no método descrito na Norma Europeia EN 1015-19: 1998.

- Preparação dos provetes:

1. Cada provete foi devidamente identificado.

2. Mediu-se a espessura dos provetes com uma craveira de precisão em três locais e determinou-se a espessura média.
3. Colocaram-se 700 ml de água destilada nos recipientes de metal, que irão receber os provetes.
4. Colocaram-se os provetes dentro dos recipientes de metal, sendo manuseados com muito cuidado, para a água não molhar os provetes.
5. Os provetes foram levados para uma câmara condicionada, a $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\%$ de HR e $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura e iam sendo pesados periodicamente, para determinação das quantidades de vapor de água difundidas através dos provetes. Assim os provetes foram pesados durante 2 semanas, uma vez ao dia, sempre à mesma hora e as pesagens prosseguiram, até que a variação de massa por unidade de tempo se manteve constante.

A permeabilidade ao vapor de água é dada pelo valor médio da permeância, multiplicado pela espessura do provete. Os resultados são calculados a partir das seguintes fórmulas (referência da EN 1015-19: 1998):

$$J = \Delta M / (24 \cdot 3600) \cdot 10^{-3} \text{ [kg/s]}$$

$$\text{PERMEÂNCIA} = J / (2 \cdot 1000 \cdot 7) \text{ [ng/(m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa)]}$$

$$\text{SD} = 195 / (\text{PERMEÂNCIA}) - 0.01 \text{ [m]}$$

Onde:

J – Fluxo de vapor

ΔM – Coeficiente de capilaridade

Permeância – representa o fluxo de vapor de água que passa em condição de equilíbrio, através de uma unidade de área, por unidade de diferença de pressão parcial e que é dada (em $\text{Kg/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$) por π/e .

e – espessura do provete.

SD – espessura da camada de ar de difusão equivalente (m) correspondente a 20 mm de argamassa. Representa a espessura de uma camada de ar com a mesma permeância ao vapor de água do provete ensaiado.



Fig. 261, O ensaio de permeabilidade ao vapor de água

Resultados obtidos

Apresentam-se a seguir no Quadro 19 os principais resultados obtidos.

QUADRO 19

ENSAIO DE PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA (Sd)

(médio das argamassas consolidadas)

Consolidantes	Sd* (m)
Argamassa sem consolidante	0,07
Água de cal	0,07
Água de cal + Metacaulino	0,06
Água de cal + Álcool	0,07
Água de cal + Acril	0,07
Bactérias	0,07
Acril	0,08
Silicato 1 – Tegovakon® V	0,07
Silicato 2 – Estel 1000	0,07

* é a espessura da camada de ar de difusão equivalente (m) a 20 mm de argamassa

Análise dos resultados

O ensaio efectuado, demonstrou que apenas o consolidante *Acril* apresentou um valor ligeiramente superior ao da *argamassa sem consolidante* enquanto que os outros consolidantes apresentaram valores semelhantes; assim, conclui-se que estes consolidantes não constituem uma barreira à difusão do vapor de água.

Absorção de Água por Capilaridade

Este ensaio teve como objectivo verificar a capacidade da argamassa consolidada de absorver a água por capilaridade, e foi executado com base na Norma EN 1015-18: 2000, que consiste em colocar os provetes em contacto com água, medindo a variação da massa em função da raiz quadrada do tempo. O ensaio foi realizado sobre os provetes cilíndricos com diâmetro de 180 mm e espessura de 20 mm, consolidados com os distintos produtos consolidantes sobre argamassa LNEC¹⁶⁵.

¹⁶⁵ Embora a Norma actual explique que o ensaio deva ser realizado sobre provetes Tipo “prismas”, o ensaio foi efectuado sobre provetes Tipo “bolacha”, seguindo uma versão anterior da mesma Norma (sob a forma de PrEN) que previa os dois tipos de provetes, devido ao facto que a superfície consolidada fica totalmente em contacto com a água, situação mais representativa da realidade.

Método de ensaio

Os ensaios foram executados de acordo com o método indicado na Norma Europeia EN 1015-18: 2000, tendo-se adoptado a seguinte sequência temporal para a pesagem dos provetes: 0, 5, 10, 30, 60, 90, 180, 300, 480 e 1440 minutos.

- Preparação dos provetes:
 1. Os provetes foram identificados e as faces laterais foram cobertas com cera, para evitar absorção e evaporação de água por essas faces.
- Preparação do ensaio:
 2. Mediu-se com uma craveira a área de cada provete, tomando 3 medidas do diâmetro.
 3. Cada provete foi pesado numa balança com aproximação ao décimo de grama.
 4. Marcou-se uma altura de 5 mm nas faces laterais, para definir a altura que a água deve atingir durante o ensaio.
 5. Os provetes foram colocados dentro de um tabuleiro de plástico com nervuras salientes no fundo e com a superfície consolidada para baixo.
- Execução do ensaio:
 6. Verteu-se água destilada nos tabuleiros até atingir os 5 mm de altura, marcados nos provetes.
 7. Anotou-se a hora e tapou-se o tabuleiro com uma tampa de acrílico.
 8. Os provetes foram pesados em intervalos de períodos de 5, 10, 30, 60, 90, 180, 300, 480 e 1440 minutos. Para os pesar, retiravam-se da bandeja com água, secava-se levemente a superfície com papel absorvente e levavam-se para a balança de precisão.

O coeficiente de capilaridade (C), foi medido entre os 0 e 10 minutos, que corresponde ao declive da recta entre os pontos $\sqrt{0}$ e $\sqrt{10 \text{ min}}$ ¹⁶⁶. Este coeficiente actualmente e, segundo a Norma EN 1015-18: 2002, é expresso em $\text{kg/m}^2 \cdot \text{min}^{1/2}$.

¹⁶⁶ A Norma determina que o coeficiente de capilaridade seja determinado entre os 10 e 90 minutos. É de referir que esta Norma não é dirigida para as argamassas de cal e segundo Thorborg Von Konow na sua tese, os coeficientes de capilaridade para argamassas de cal aérea, devem ser medidos no intervalo dos 0 aos 5 minutos, pois é neste período



Fig 262, O ensaio de absorção de água por capilaridade

Resultados obtidos

Os resultados apresentam-se no Quadro 20 e no Gráfico 4

QUADRO 20

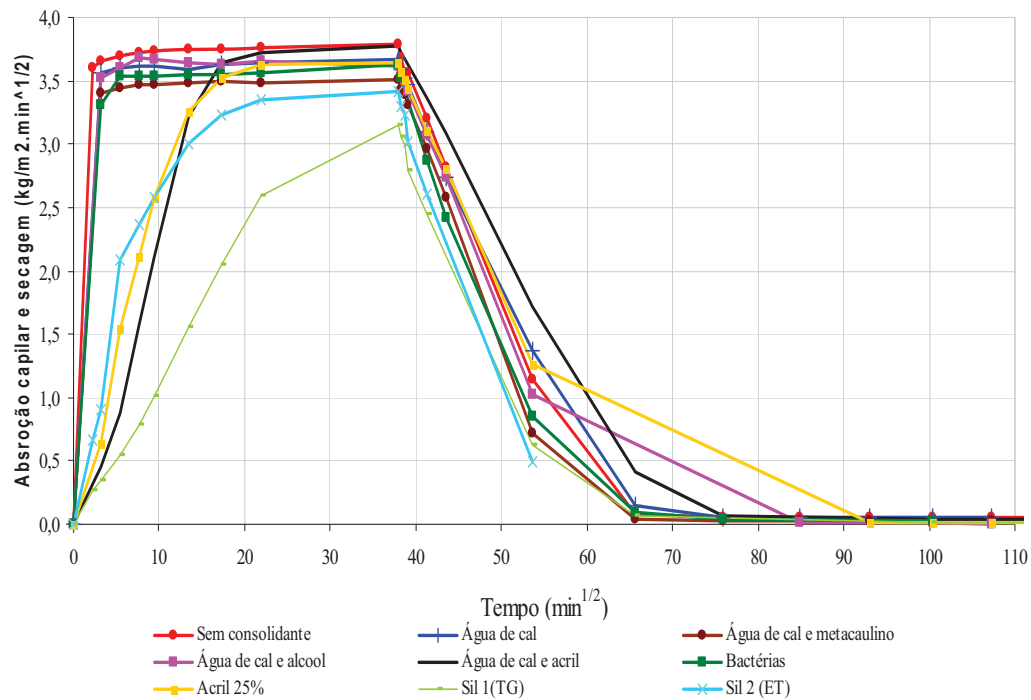
MÉDIA DE ÁGUA ABSORVIDA PELAS ARGAMASSAS CONSOLIDADAS E COEFICIENTES DE CAPILARIDADE

Consolidantes	Média de água absorvida (g)		Coeficiente de capilaridade 0–10 min. (kg/m ² min ^{1/2})
	Aos 10 minutos	Às 24 horas	
Argamassa sem consolidante	114,76	118,74	1,16
Água de cal	111,83	115,15	1,13
Água de cal + Metacaulino	106,94	110,27	1,08
Água de cal + Álcool	110,74	113,55	1,12
Água de cal + Acril	14,02	118,59	0,14
Bactérias	103,84	113,95	1,05
Acril	20,23	114,19	0,50
Silicato 1 – Tegovakon® V	10,93	98,90	0,11
Silicato 2 – Estel 1000	28,53	107,18	0,29

que há uma maior absorção; é igualmente neste intervalo de tempo que os poros grandes da argamassa se enchem rapidamente de água. Aos 90 minutos a argamassa já está próxima da saturação, tendo-se verificado nos diversos ensaios efectuados no LNEC. No entanto, como neste estudo nem todos os provetes foram pesados aos 5 minutos, o coeficiente de capilaridade é aqui apresentado dos 0 aos 10 minutos. Consultar Thorborg Von Konow, *Restaurering och reparation med puts-och murbruk* (traduzido para o português), Vammala, Abo Akademi, 1997.

GRÁFICO 4

ÁGUA ABSORVIDA E SECAGEM DAS ARGAMASSAS CONSOLIDADAS

*Análise dos resultados*

Verificou-se que as argamassas consolidadas com *Água de cal*, *Água de cal + Álcool*, *Água de cal + Metacaulino* e *Bactérias*, foram as que absorveram maiores quantidades de água por capilaridade, apresentando valores semelhantes tanto aos 10 minutos como às 24 horas; os coeficientes de capilaridade confirmam estas conclusões. É de referir que os valores são próximos aos da argamassa sem consolidante (Quadro 20 e Gráfico 4), logo estes produtos consolidantes não modificaram de forma significativa as propriedades de absorção de água por capilaridade das argamassas.

As argamassas consolidadas com os restantes consolidantes: *Água de cal + Acril*, *Acril*, *Silicato 1* e *Silicato 2*, foram as que apresentaram menor absorção de água tanto aos 10 minutos como às 24 horas, assim como também menores coeficientes de capilaridade. No entanto, algumas dissemelhanças foram observadas.

A argamassa consolidada com *Silicato 1* foi a argamassa que absorveu menor quantidade de água tanto aos 10 minutos como às 24 horas, foi também a que apresentou o menor coeficiente de capilaridade. É de referir, como se pode observar no Gráfico 4, que a absorção inicial foi lenta, e aos 10 minutos este consolidante absorveu uma menor quantidade de água em relação às 24 horas (saturação). Isto deve estar relacionado com a baixa volatilidade dos compostos e

solventes deste consolidante e a forma de como preenchem os poros das argamassas neste intervalo de tempo.

A seguir, o consolidante que apresentou menor absorção de água aos 10 minutos e menor coeficiente de capilaridade, foi a *Água de cal + Acril*, menor que o *Acril*; no entanto apresentou, às 24 horas, uma absorção maior que o *Silicato 1*, obtendo uma absorção de água semelhante à argamassa sem consolidante às 24 horas. O *Acril* apresentou igualmente uma maior absorção às 24 horas, que o *Silicato 1*, embora um pouco inferior que a *Água de cal + Acril*. A argamassa consolidada com o *Silicato 2*, apresentou aos 10 minutos uma maior absorção que os consolidantes: *Silicato 1*, *Água de cal + Acril* e *Acril*, no entanto, às 24 horas (saturação), absorveu uma menor quantidade de água que os consolidantes *Água de cal + Acril*, possuindo valores próximos ao *Silicato 1*.

Esta maior ou menor capacidade de absorção de água por cada consolidante, está relacionada com a sua composição, nota-se que a resina acrílica (*Acril*) que foi adicionada a água de cal diminuiu em demasia, nos primeiros 10 minutos, a capacidade de absorção de água, principalmente quando comparada com a água de cal pura. Porém, às 24 horas a argamassa absorveu uma quantidade próxima da argamassa sem consolidante, verificando-se ainda uma rápida secagem.

Relativamente à secagem das argamassas, verificou-se um comportamento diferenciado. O consolidante que obteve uma secagem mais próxima da argamassa sem consolidante, foi a *Água de cal*. A secagem foi mais lenta no *Silicato 1*, seguida do *Silicato 2*; os restantes consolidantes apresentaram uma secagem semelhante com pequenas diferenças entre si como ilustra o Gráfico 4.

Resistência à Flexão

Este ensaio de resistência à tracção por flexão teve como objectivo avaliar a resistência mecânica introduzida pelo consolidante à argamassa, sendo efectuado segundo a Norma EN 1015-11: 1999.

Método utilizado (Velosa, 2006: 161)

1. O ensaio foi efectuado sobre os provetes tipo “prisma”, segundo a Norma, com dimensões 40 mm x 40 mm x 160 mm, aos 90 dias, depois de consolidados. O consolidante foi aplicado só numa das faces, sendo as outras seladas para não haver uma evaporação rápida.
2. Cada provete foi medido e pesado, e os resultados anotados na ficha de ensaio.
3. Utilizou-se uma máquina universal de forças, que cumpria os requisitos expressos na Norma.

4. Cada provete tipo “prisma” foi colocado sobre o cilindro de apoio, com a face consolidada virada para baixo e com o seu eixo longitudinal perpendicular aos apoios.
5. A carga é aplicada a meio vão, através de um ponto de apoio superior, com um aumento uniforme (geralmente no intervalo entre 10 e 50N/s), para que a rotura ocorra no período de 30 a 90 s. Os valores determinados indicam a tensão máxima de flexão que o revestimento suporta, sendo o resultado obtido pela expressão:

$$f = 1,5 \times Fl/bd^2$$

Em que:

f – resistência à flexão, em Newtons por milímetro quadrado

B – largura do prisma

F – carga aplicada no centro do prisma na rotura, em Newtons

L – distância entre os apoios, em milímetros



Fig. 263. O ensaio de resistência à flexão.

Resultados obtidos

O ensaio de resistência à flexão permite quantificar as modificações após o tratamento; a rotura dá-se por tracção nas fibras superficiais, particularmente na zona consolidada e os valores determinados indicam a tensão máxima de flexão que o revestimento suporta.

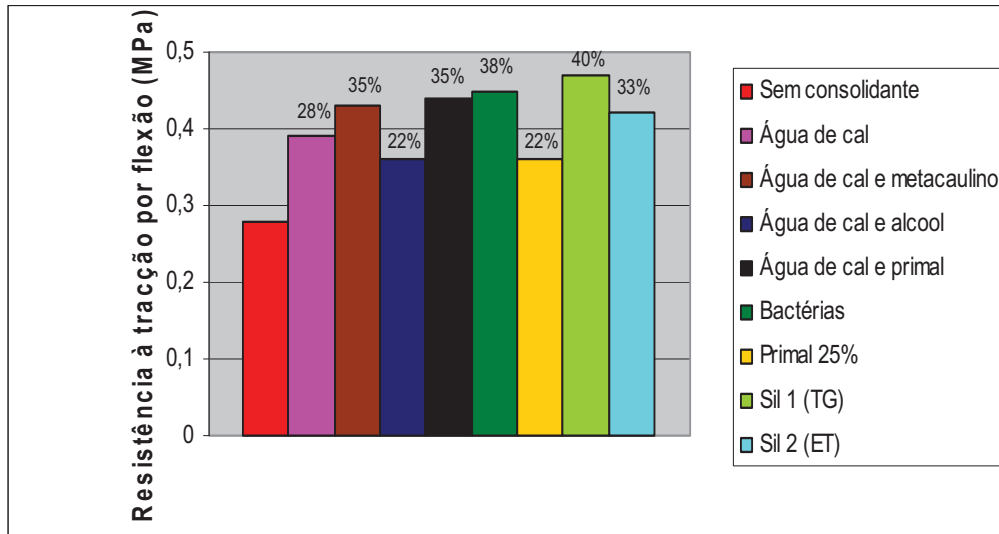
QUADRO 21

RESULTADOS DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO

Consolidantes	Flexão (N/mm ²)
Argamassa sem consolidante	0,28
Água de cal	0,39
Água de cal + Metacaulino	0,43
Água de cal + Álcool	0,36
Água de cal + Acril	0,44
Bactérias	0,45
Acril	0,36
Silicato 1 – Tegovakon® V	0,47
Silicato 2 – Estel 1000	0,42

GRÁFICO 5

AUMENTO DA RESISTÊNCIA DAS ARGAMASSAS CONSOLIDADAS
ENSAIO DE FLEXÃO



Análise dos resultados

Os consolidantes ocupam o interior dos poros das argamassas conferindo, assim uma maior resistência mecânica ao material tratado. A avaliação da resistência mecânica à flexão (Gráfico 5) evidenciou que o tratamento com *Silicato 1*, foi o que apresentou um maior incremento da resistência mecânica à flexão, um aumento de 40% em relação à argamassa sem consolidante, seguido do *Bactérias*, que apresentou um aumento de 38% e na *Água de cal + Metacaulino* e na *Água de cal + Acril*, observou-se um aumento de 35%. O *silicato 2* apresentou um aumento de 33% e a *água de cal* revelou um aumento de apenas 28%. Finalmente, os consolidantes que apresentaram menor incremento da resistência mecânica, foram o *Acril* e *Água de cal + Álcool*, demonstrando um aumento de apenas 22% em relação à argamassa sem consolidante. Tudo leva a crer que o motivo pelo qual o *Ácril* aumentou pouco a resistência mecânica da argamassa, é o facto dele ter pouca penetração na microestrutura da amostra de argamassa, formando uma película sobre a superfície desta.

Ensaio de Coesão sobre Provetes (Ensaio da Fita Adesiva)

Este ensaio, realizado através de fitas adesivas, foi adaptado das Normas NP e EN ISO 2409: 1995 (Determinação de aderência pelo teste da fita adesiva) e foi efectuado com base em outros estudos sobre consolidação de argamassas (Rodorico, 2000: 156). O ensaio teve como objectivo avaliar a coesão das camadas superficiais da argamassa antes e depois do tratamento da consolidação e foi efectuado sobre provetes constituídos por uma argamassa de cal + areia ao traço volumétrico 1:8. Por sua vez, esta argamassa foi aplicada num molde de madeira sobre

ladrilhos; para se conseguir uma maior carbonatação da cal a secagem (a cura) dos provetes foi realizada ao ar livre durante 2 meses.



Fig. 264, Preparação do provete

Método de ensaio

1. O ensaio foi efectuado sobre provetes sem consolidação e sobre provetes com os diversos consolidantes, aplicou-se-lhes uma fita adesiva numa zona seleccionada, removendo-a após alguns segundos. Os provetes são pesados antes do ensaio e após a remoção da fita, sendo efectuada a relação da perda do material, compararam-se os resultados entre os provetes sem e com consolidação.

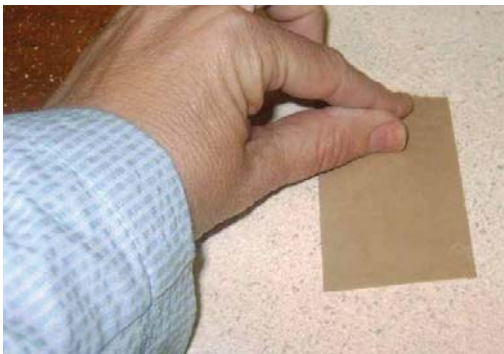


Fig. 265, Ensaio da fita adesiva



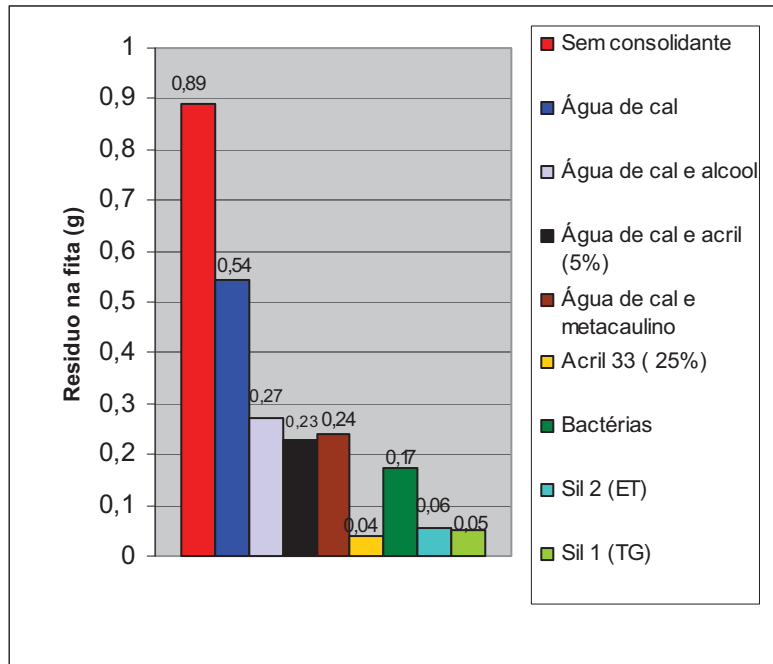
Fig. 266, Resíduo após o ensaio na fita

Resultados obtidos

Os resultados apresentam-se no Gráfico 6.

GRÁFICO 6

ENSAIO DE COESÃO EM LABORATÓRIO



Análise dos resultados

Verificou-se que o consolidante que apresentou maior coesão, ou seja, menor perda, foi o *Acril* (0,04 g), praticamente não se observou resíduo na fita, seguido do *Silicato 1*, *Silicato 2*, da *Água de cal + Metacaulino*, da *Água de cal + Acril*, da *Água de cal + Álcool* e por fim a da *Água de cal simples*, que foi o que apresentou menor coesão neste ensaio. Tratando-se de uma avaliação superficial da coesão, é natural que o *Acril* apresente os melhores resultados, já que este consolidante se concentra à superfície do provete.

Penetração do Consolidante

Este ensaio teve como objectivo avaliar a profundidade de penetração do consolidante e foi realizado sobre provetes consolidados, através da aplicação de um agente medidor de índices de pH. Para os consolidantes com índices de pH básicos, usou-se uma solução de fenoftaleína em etanol a 95%, que tem um ponto de viragem entre 8 e 10, sendo a profundidade de penetração,

medida através da diferença de cores. Assim, a zona púrpura identifica a zona alcalina, a zona sem alteração de cor, indica zona ácida ou seja consolidada¹⁶⁷ (Pinto, 2002).

Resultados obtidos

Foi realizada a avaliação da profundidade dos consolidantes sobre os provetes; os resultados apresentam-se no Quadro 22.

QUADRO 22

**PENETRAÇÃO DO CONSOLIDANTE COM
AGENTE MEDIDOR DE ÍNDICE DE PH**

Consolidantes	Penetração (mm)
Água de cal simples	4 mm
Água de cal + Metacaulionio	3 a 4 mm
Água de cal + Álcool	4,6 mm
Água de cal + Acril	3 mm
Bactérias	9 a 10 mm
Acril a 25%	0,5 a 1mm
Silicato 1 – Tegovakon® V	Não determinado
Silicato 2 – Estel 1000	Não determinado

Análise dos resultados

O consolidante que demonstrou maior penetração com o ensaio efectuado foi o *Bactérias*, seguido de *Água de cal + Álcool*, *Água de cal + Metacaulino*, *Água de cal simples* e a *Água de cal + Acril*, este com a menor penetração. É de referir que no ensaio de absorção do consolidante a argamassa que revelou menor capacidade de absorção do produto, foi a argamassa consolidada com *Acril*.

Envelhecimento Artificial Acelerado: Ciclos Climáticos/Uv

Este ensaio teve como objectivo verificar as alterações do consolidante ao longo do tempo e é uma adaptação à argamassas de cal pelo método descrito no Cahier 2669-4 do CSTB e R. Veiga (1998), utilizado no NRI¹⁶⁸. Para este ensaio foi utilizada a câmara higrotérmica FITOCLIMA 600 EDTU da ARALAB.

¹⁶⁷ É de referir que não foi efectuado o ensaio com os produtos Silicatos de etilo, que têm um índice de pH ácido; o produto a ser utilizado teria de ter um ponto de viragem baixo, ou seja ácido, não se conseguindo adquiri-lo a tempo de realizar o ensaio.

¹⁶⁸ CSTB, Junho, 1982, CAHIER 1779. Este método usado no NRI foi adaptado pela Eng.^a Rosário Veiga. Consultar M.^a R. Veiga, Fernanda Carvalho, *Some performance characteristics of lime mortars for use on rendering and repointing*

Método de ensaio

Primeiro foi aplicada uma fina camada de salpico de cal + areia sobre as bases de tijolos humedecidas e posteriormente foram aplicadas duas camadas de argamassas com 10 mm de espessura. O ensaio foi executado a 90 dias após a aplicação dos consolidantes e consistiu em fazer ciclos alternados de calor (Infravermelho), chuva e gelo. Foram utilizados dois provetes para cada consolidante. Neste caso foram realizados dois conjuntos de ciclos, durante 15 dias de ensaios, distribuídos da seguinte forma:

1.º ciclo – calor/chuva

O ciclo total foi de 24 horas, sendo 16 horas de calor e chuva, durante 10 dias (10 ciclos):

- 8 horas de chuva a 20 °C
- 8 horas de calor a 40 °C
- 8 horas de secagem

2.º ciclo – chuva/gelo

O ciclo total foi de 12 horas, durante 5 dias (10 ciclos):

- 6 horas de chuva a 20 °C
- 6 horas de gelo a 10 °C



Fig. 267, Câmara higrotérmica



Fig. 268, Aplicação da primeira camada de argamassa



Fig. 269, Provette pronto



Fig. 270, O ensaio de envelhecimento artificial acelerado

Resultados obtidos

Os resultados relativos aos dois conjuntos de ciclos, foram efectuados através de uma observação visual dos provetes, registando-se em fichas as anomalias apresentadas após cada ciclo. Os resultados estão descritos no Quadro 23.



Fig. 271, Vista geral dos provetes na câmara após o último ciclo chuva/gelo

QUADRO 23

OBSERVAÇÕES À VISTA DESARMADA DOS PROJETOS CONSOLIDADOS
SUBMETIDOS AO ENSAIO DE ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL ACELERADO

Consolidantes	Observações à vista desarmada após o 1.º conjunto de 10 ciclos chuva/calor	Observações à vista desarmada após o 2.º conjunto de 10 ciclos chuva/gelo	
Sem consolidante	Início de descolamento superficial na primeira camada	Após 6 h de chuva	O provete 0.2 apresentou perda da primeira camada; o provete 0.1 perda total da argamassa
		Após 6 h de gelo	Perda total da argamassa. Registraram-se vestígios da argamassa sobre o suporte
Água de cal simples	Início de descolamento superficial na primeira camada	Após 6 h de chuva	Perda total da argamassa no provete 1.1; o provete 1.2 apresentou erosão intensa com formação de crateras.
		Após 6 h de gelo	Perda total da argamassa nos dois provetes.
Água de cal + Metacaulino	Observou-se um pequeno descolamento na parte inferior num dos provetes e início de erosão da superfície noutros provetes.	Após 6 h de chuva	Os dois provetes apresentaram destacamento, apenas da primeira camada da argamassa.
		Após 6 h de gelo	No provete 2.1, houve perda total da argamassa; o provete 2.2, permaneceu com a 2.ª camada de argamassa, apresentando erosões.
Água de cal + Álcool	Nada a assinalar	Após 6 h de chuva	Os dois provetes apresentaram destacamento da primeira camada de argamassa.
		Após 6 h de gelo	O provete 7.2 apresentou perda total da argamassa; o provete 7.1 permaneceu com a segunda camada de argamassa.
Bactérias	Início de erosão na camada superficial	Após 6 h de chuva	O provete 3.2 apresentou início de descolamento na parte inferior.
		Após 6 h de gelo	O provete 3.1 apresentou as duas camadas de argamassa. O provete 3.2 apresentou perda total.
Acril	Início de erosão superficial	Após 6 h de chuva	Os provetes 6.1 e 6.2 apresentaram perda da primeira camada de argamassa
		Após 6 h de gelo	Os provetes 6.1 e 6.2 apresentaram destacamentos das duas camadas de argamassa. Porém, notava-se ainda algum vestígio sobre o suporte, sendo mais evidente sobre o provete 6.2.
Silicato 1 Tegovakon® V	Nada a assinalar	Após 6 h de chuva	Nada a assinalar
		Após 6 h de gelo	Os dois provetes apresentaram destacamentos da argamassa. Porém, notava-se ainda algum vestígio da mesma sobre o suporte; sendo mais evidente no provete 4.2.
Silicato 2 Estel 1000	Nada a assinalar	Após 6 h de chuva	Nada a assinalar
		Após 6 h de gelo	O provete apresentou destacamentos da argamassa. Porém, notava-se ainda algum vestígio da mesma sobre o suporte.

Análise dos resultados

Verificou-se que após o primeiro conjunto de 10 ciclos de calor/chuva, durante 10 dias, houve perda total da argamassa no provete 0.2 *sem consolidante*; o outro provete 0.1 manteve-se com a primeira camada.

As argamassas consolidadas com silicatos, foram as que apresentaram melhor resistência durante o primeiro conjunto de 10 ciclos calor/chuva, não foi observada praticamente nenhuma anomalia. No entanto, todos os provetes consolidados mantiveram-se com as duas camadas de argamassas, ou seja, não houve destacamento total da argamassa em nenhum provete, sendo observado pontualmente pequenos desgastes sobre a superfície dos distintos revestimentos (ver Quadro 23). Com efeito, pode-se dizer que a consolidação provocou um incremento da resistência destas argamassas, quando comparada com a argamassa sem consolidante.

Após o segundo conjunto de 10 ciclos chuva/gelo houve quase que perda total de todas as argamassas consolidadas. O provete 3.1 *Bactérias*, foi o que apresentou maior resistente, perdendo apenas a primeira camada de argamassa, seguido da argamassa consolidada com *Água de cal + Metacaulino* (proвете 2.2) e *Água de cal + Álcool* (proвете 7.1).

Faz-se notar que este ensaio é mais severo que as condições naturais a que uma argamassa de revestimento está em geral sujeita em Portugal. Por outro lado, o modo de aplicação é também desfavorável, já que a pressão de aplicação que se exerce em obra não é exercida com a mesma eficácia em laboratório, no entanto, o ensaio tem um valor comparativo, permitindo comparar as várias soluções entre si.

Porosimetria de Mercúrio

Este ensaio é utilizado para determinar a estrutura porosimétrica dos materiais porosos, ou seja, a distribuição da dimensão (diâmetro) e do volume dos seus poros e teve como objectivo verificar se o consolidante alterou a estrutura porosimétrica da argamassa. Este ensaio foi efectuado no Departamento de Materiais/Núcleo de Materiais Pétreos e Cerâmicos (DM/NPC) do LNEC, baseado na Norma ASTM D4404-84, utilizando os porosímetros FILLING APPARATUS e AUTOSCAN60 da marca QUANTACHROME¹⁶⁹.

¹⁶⁹ Sobre o assunto consultar a Nota Técnica: Luis Nunes, *Porosimetria por mercúrio de amostras de argamassas de cal*, Lisboa, LNEC, Nota Técnica 66/2007, DM/MPC, 2007.

Método de ensaio

1. As amostras consolidadas foram previamente secas a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante mais de 72 horas e depois foram moídas.
2. As amostras foram introduzidas num tubo e submetidas a desgasificação durante pelo menos 30 minutos à temperatura ambiente e a um vácuo de $20\text{ }\mu\text{m}$ de mercúrio (Hg). O mercúrio é sujeito a uma pressão e à medida que esta aumenta, vai penetrando nos poros da amostra, primeiro nos maiores, depois nos médios e por fim nos menores, quando estes estão cheios, obtém-se a curva de intrusão e após a remoção do mercúrio, obtém-se a curva de extrusão. A partir destas curvas, calcula-se matematicamente, a distribuição de diâmetro dos poros e as curvas porosimétricas sobre o volume de poros penetrado pelo mercúrio a uma determinada pressão (Magalhães *et al.*, 2008: 25)



Fig. 272, Diversos aspectos do ensaio de porosimetria

Resultados obtidos

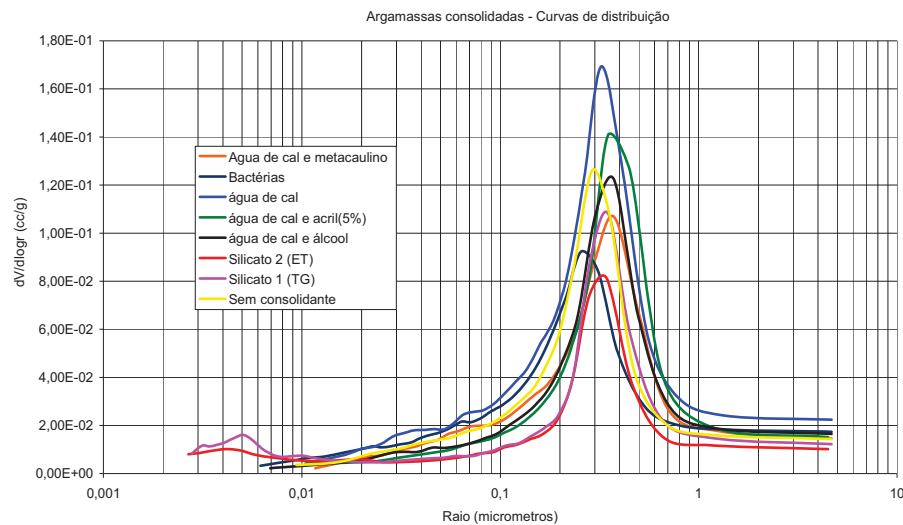
QUADRO 24

POROSIDADE DAS ARGAMASSAS

Argamassas consolidadas	Porosidade total (%)
Argamassa sem consolidante	14,8
Água de cal + Metacaulionio	20,9
Água de cal + Álcool	16,0
Água de cal + Acril	15,1
Bactérias	15,1
Acril a 25%	14,0
Silicato 1 – Tegovakon® V	11,2
Silicato 2 – Estel 1000	13,3

GRÁFICO 7

CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS POROS DAS ARGAMASSAS CONSOLIDADAS

*Análise dos resultados*

Ao observar o Gráfico da curva de distribuição dos poros das argamassas, verifica-se que todas as argamassas possuem padrão unimodal (um único pico). A Argamassa sem consolidante possui um raio de poro médio de cerca de 0,3 μm , enquanto as argamassas consolidadas possuem raios de poros médios entre 0,2 e 0,4 μm . A distribuição da estrutura porosa das argamassas consolidadas assemelha-se bastante à da argamassa sem consolidante. No entanto, algumas diferenças foram observadas, através de uma análise mais pormenorizada, verificou-se que as amostras consolidadas com *Água de cal simples* e aditivadas, parecem ser as mais porosas e superiores à argamassa sem consolidante. As amostras consolidadas com silicatos mostraram-se as menos porosas, sendo o *Silicato 1* o responsável por uma menor porosidade; as demais ocupam posições intermédias (Gráfico 7). De um modo geral, pode dizer-se que estas amostras não apresentam diferenças muito marcantes entre si, ou seja, a consolidação não interferiu na estrutura porosa da argamassa (Quadro 24 e Gráfico 7).

Observação da Microestrutura por Microscopia Electrónica de Varrimento (MEV) e Microanálise de Raios-X (EDX)

Esta técnica permite observar a microestrutura dos materiais, ou seja, identificar a morfologia das diversas camadas da amostra, da sua composição (de acordo com o número atómico), da sua estrutura cristalina e da variação da sua composição elementar (Santos Silva, 2002: 91); nas

argamassas consolidadas, permite avaliar a influência dos diferentes tipos de consolidante sobre a estrutura porosa do material. O aparelho utilizado foi o JEOL JSM-6400 com um sistema de microanálise acoplado¹⁷⁰. As observações foram complementadas com a realização de microanálises de raios-X por dispersão em energia (EDX), com um microanalisador OXFORD, associado ao MEV.

Método de ensaio

1. As amostras foram extraídas de provetes confeccionados com *argamassa Lnec* (cal e areia) e foram consolidadas em laboratório, após 3 meses da aplicação, através do método de pulverização com os diversos consolidantes. As amostras obtidas por corte foram identificadas e secas em estufa.
2. As amostras foram recobertas por uma fina película de *ouro-paládio*, de modo a tornar a superfície a observar, condutora do feixe de electrões, sendo depois inseridas no aparelho.



Fig. 273, Vista geral do microscópio utilizado

Resultados obtidos

Argamassa sem consolidante

A amostra apresentava-se pouco coesa, o que dificultou o seu recobrimento com a liga de *ouro-paládio* e consequentemente tornou difícil a sua observação. Foi possível verificar que ela possuía uma microestrutura muito pouco compacta com presença de cavidades, revelando a perda de coesão em algumas zonas. A análise EDX da pasta de cal confirmou tratar-se de uma argamassa de cal aérea calcítica.

¹⁷⁰ Este ensaio foi efectuado no Departamento de Materiais, Núcleo de Materiais Metálico (DM/NMM) do LNEC.

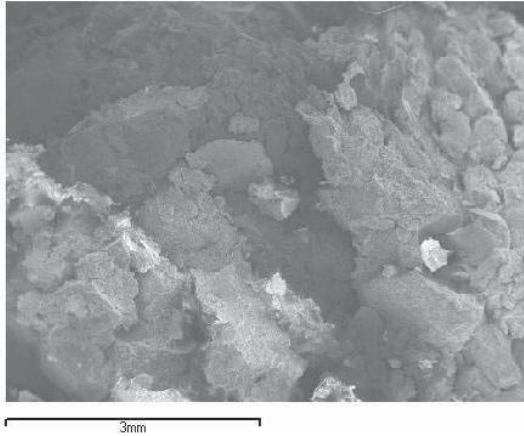


Fig. 274, Vista geral da Argamassa sem consolidante (ampliação 20X)

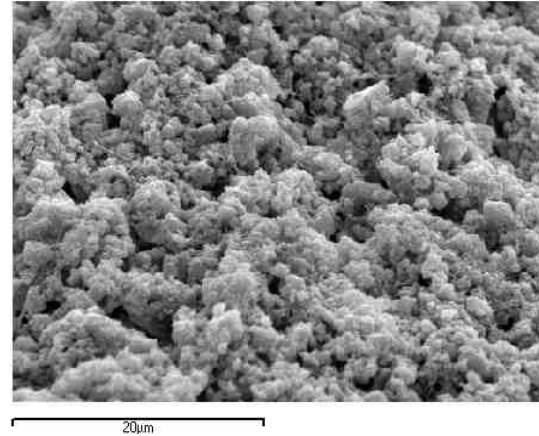


Fig. 275, Pormenor da pasta de cal da Argamassa sem consolidante (ampliação 3.000X)

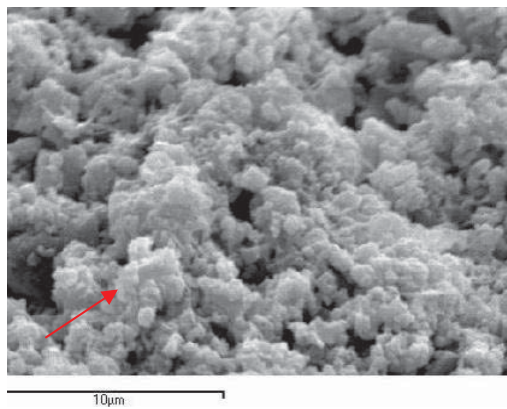


Fig. 276, Outro pormenor da pasta de cal da Argamassa sem consolidante; local onde foi realizada a microanálise (ampliação 5.500x)

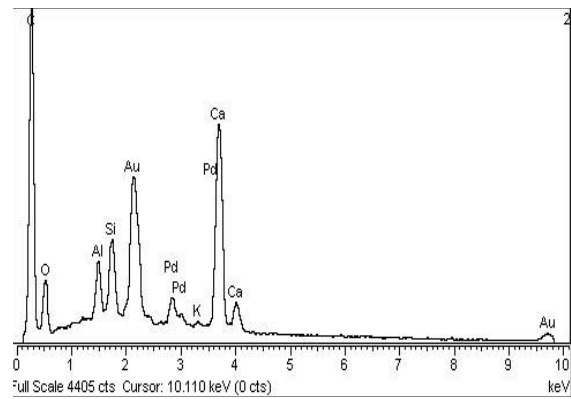


Fig. 277, Espectro da pasta de cal da Argamassa sem consolidante, nota-se essencialmente a presença de cálcio (Ca)

Argamassa consolidada com água de cal simples

O resultado produzido pela consolidação com *Água de cal* simples na argamassa não foi de fácil de detecção no ensaio de MEV, pois não se formaram compostos diferentes dos existentes na composição da argamassa não consolidada. A microestrutura desta amostra apresentou-se um pouco mais compacta, com efeito, foi observado a presença essencialmente de carbonatos de cálcio e compostos aciculares que formavam pontes, que a EDX indicou serem de cálcio (Ca), provavelmente hidróxidos e/ou carbonatos de cálcio, os quais terão originado uma maior compactação e resistência da argamassa.

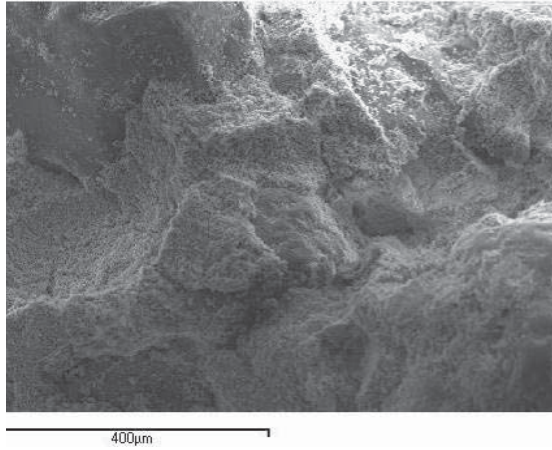


Fig. 278, Vista geral da argamassa consolidada com Água de cal simples (ampliação 150X)

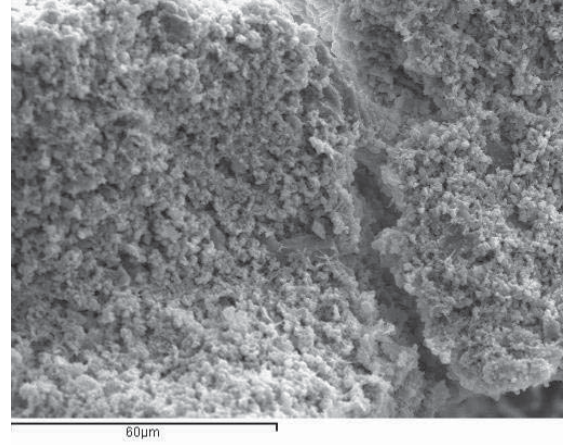


Fig. 279, Pormenor da pasta de cal que evidenciam cavidades na argamassa consolidada com Água de cal simples (ampliação 1.000X)

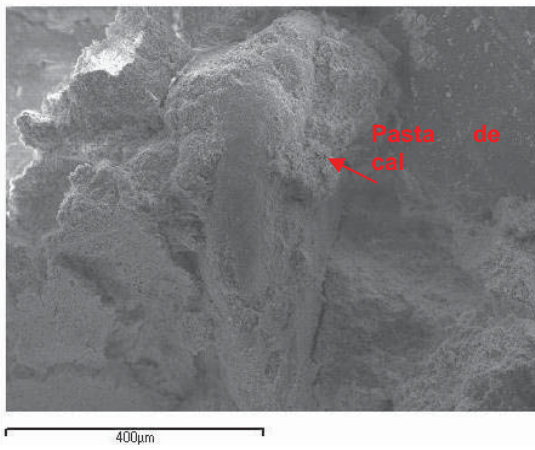


Fig. 280, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Pormenor duma interface agregado/cal (ampliação 150X)

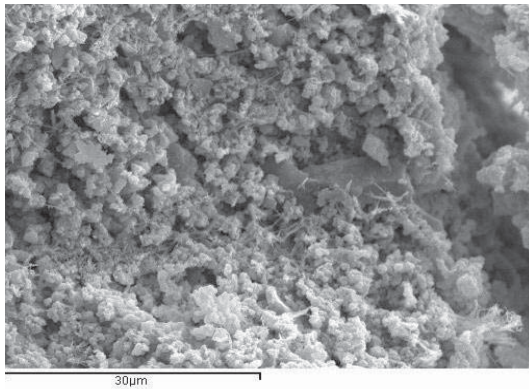


Fig. 281, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Pormenor da pasta de cal (ampliação 2000X)

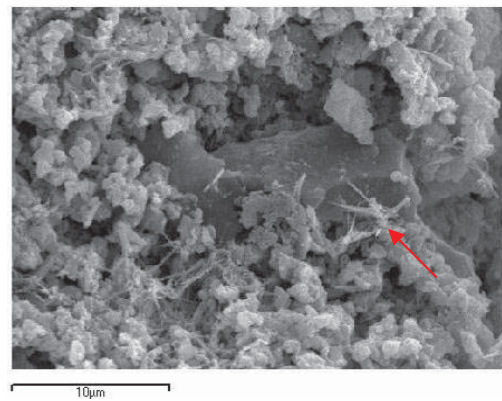


Fig. 282, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Pormenor da pasta de cal, cobrindo o agregado, a análise indicou a presença de cálcio (Ca) (ampliação 2.000X)

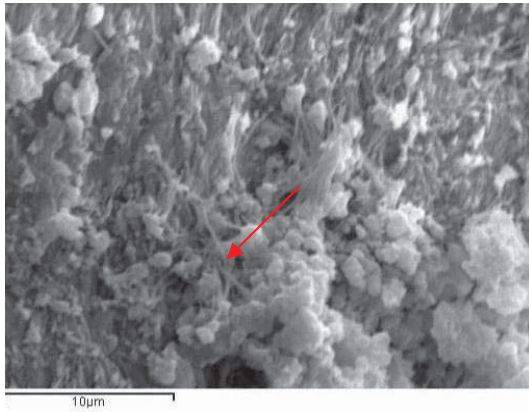


Fig. 283, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Pasta de cal com formação de pequenas ligações tipo “pontes” (ampliação 6.000X)

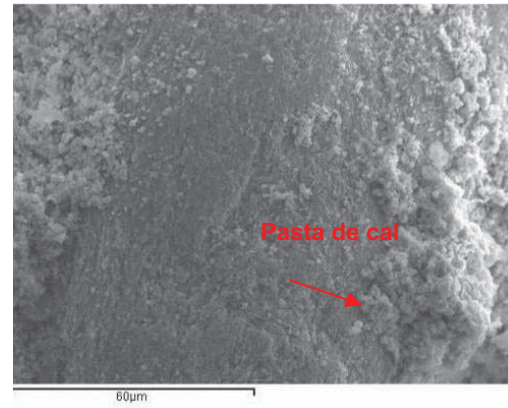


Fig. 284, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Uma zona com grão de areia e pasta de cal (ampliação 1.000X)

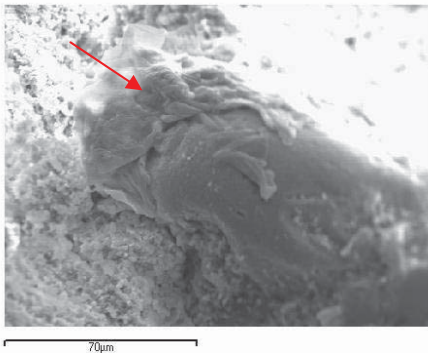


Fig. 285, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Presença de uma película gelatinosa a envolver o agregado (ampliação 800X)

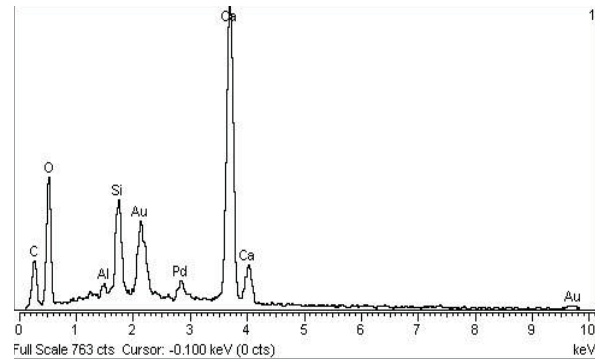


Fig. 286, Argamassa consolidada com Água de cal simples – Espectro do gel a recobrir o agregado que a EDX indica ser de silicato de cálcio (CaSiO_3)

Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino

A amostra consolidada com *Água de cal + Metacaulino* apresentou, com alguma frequência, zonas recobertas por um gel a cobrir pasta e grãos da areia. A análise EDX dos gels identificou, para além do cálcio, a presença de silício (Si) e alumínio (Al), elementos químicos que fazem parte da composição do *Metacaulino*. Nestas zonas, e comparativamente à zona sem o gel, foi verificado um aumento do teor de cálcio (Ca), que se concluiu como sendo devido ao efeito da consolidação com *Água de cal + Metacaulino*. Foi ainda possível observar a provável evolução do processo consolidativo desta solução e as diversas fases de transição, que aconteceram de duas formas distintas: no início ocorre a formação de “pontes”, que se vão ligar aos agregados da argamassa, até à formação completa da película gelatinosa, envolvendo por completo o material. Este processo de consolidação observado, com fases distintas e formação de “pontes”, está associado à presença do *Metacaulino* e é semelhante ao observado com ligantes hidráulicos¹⁷¹ e pode-se

¹⁷¹ Esta observação foi transmitida pelo Dr. Santos Silva durante a análise da amostra.

dizer que esta película gelatinosa, formada por Ca, Si e Al, contribuiu para o aumento da resistência da argamassa.

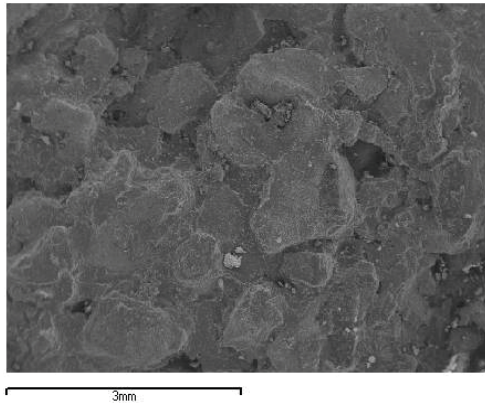


Fig. 287, Vista geral da argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino (ampliação 20X)

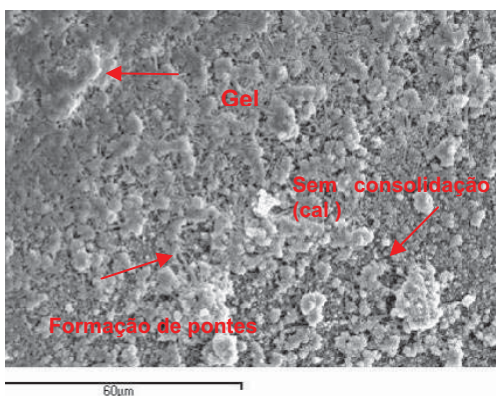


Fig. 288, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Vista geral da amostra, onde é possível observar três aspectos distintos: zona sem consolidação, zona com formação de “pontes” e a zona com gel (ampliação 1.000X)

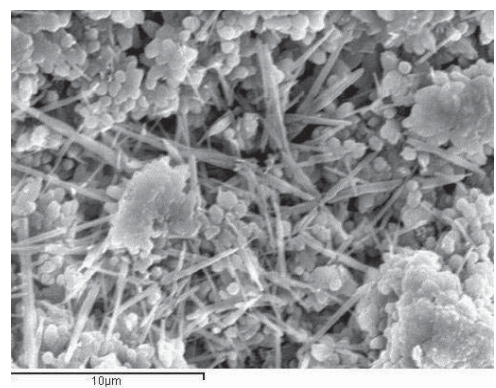


Fig. 289, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Pormenor da formação de “pontes” (ampliação 5.000X)

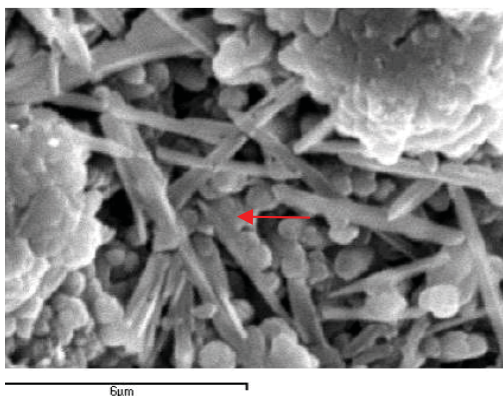


Fig. 290, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Outro pormenor da formação de “pontes” (ampliação 10.000X)

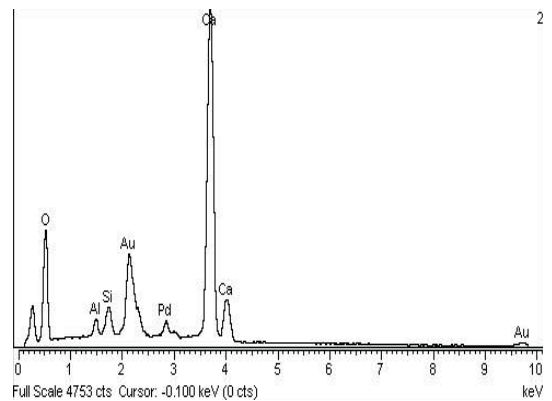


Fig. 291, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Espectro EDX das “pontes” com a presença de Ca, Si e Al

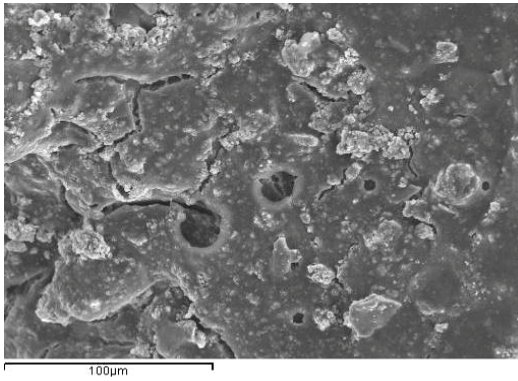


Fig. 292, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Pormenor da película gelatinosa, notam-se algumas fissuras no gel (ampliação 500X)

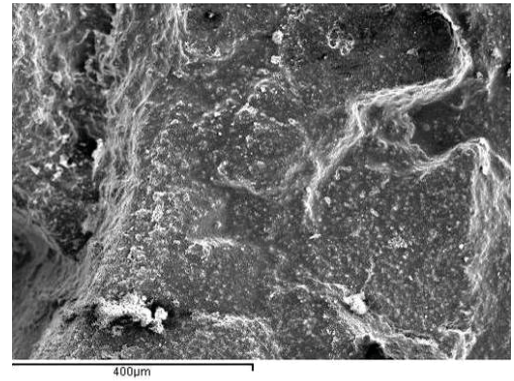


Fig 293, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Outro aspecto de uma zona coberta pelo gel (ampliação 150X)

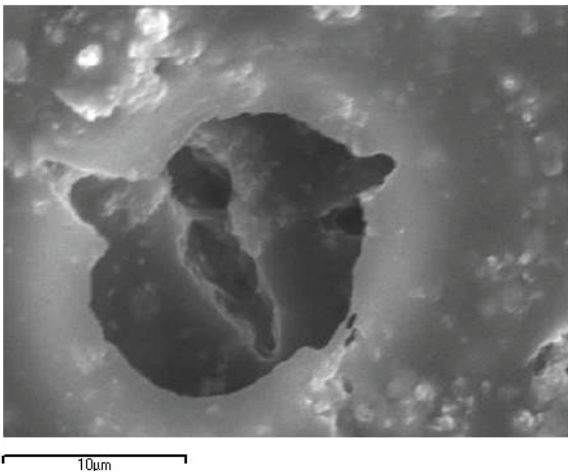


Fig. 294, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Pormenor da zona do gel (ampliação 4.000X)

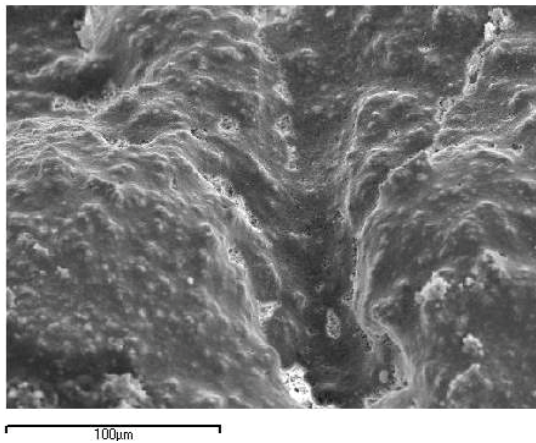


Fig. 295, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Outra zona da amostra recoberta pela película gelatinosa (ampliação 500X)

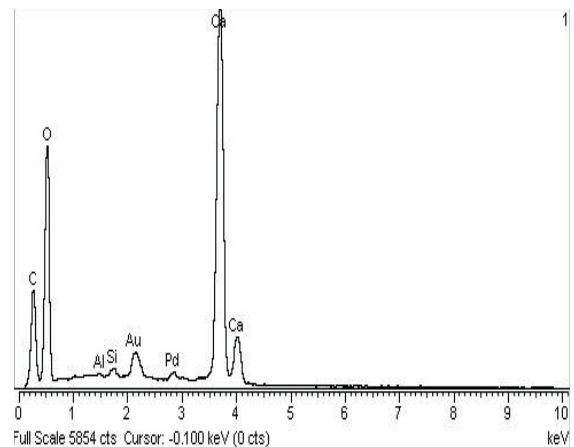


Fig. 296, Argamassa consolidada com Água de cal + Metacaulino – Espectro EDX do gel rico em cálcio (Ca)

Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool

A amostra consolidada com *Água de cal + Álcool* apresentou, em algumas zonas, a formação de “pontes” com um aspecto diferente do observado na amostra consolidada com *Água de cal + Metacaulino*, exibindo uma forma tipo “agulha ou esparguete”, cobrindo os agregados da

argamassa, que depois pareciam unir-se e formarem um gel em forma de placas. A microanálise dessa zona confirmou, como seria de esperar, a presença essencialmente de cálcio (Ca); alguns grãos da cal nesta amostra apresentaram um aspecto distinto, tipo “rosetas”.

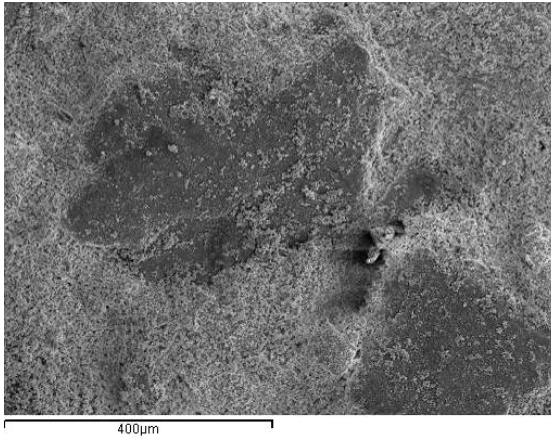


Fig. 297, Aspecto geral da argamassa consolidada com Água de cal + Álcool (ampliação 150X)

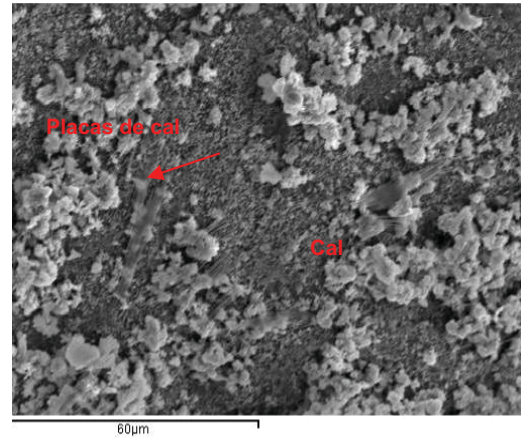


Fig. 298, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Pormenores dos grãos da cal e da formação de placas cobrindo as paredes da argamassa (ampliação 1.000X)

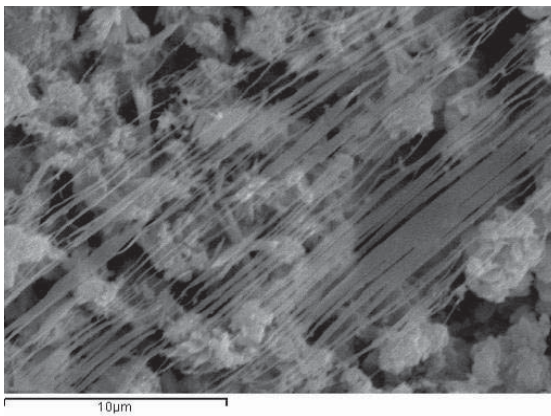


Fig. 299, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Pormenor da formação das “pontes” tipo “agulhas” (ampliação 5.000X)

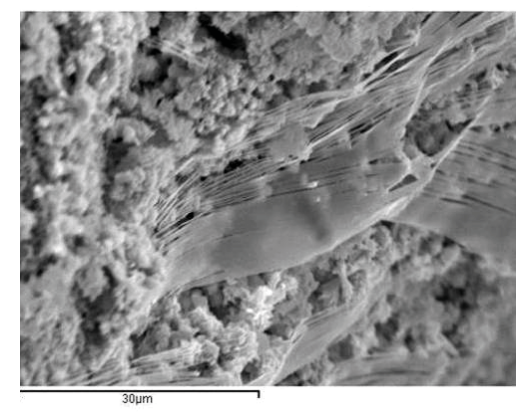


Fig. 300, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Formação de placas ricas em cálcio cobrindo a parede da argamassa (ampliação 2000X)

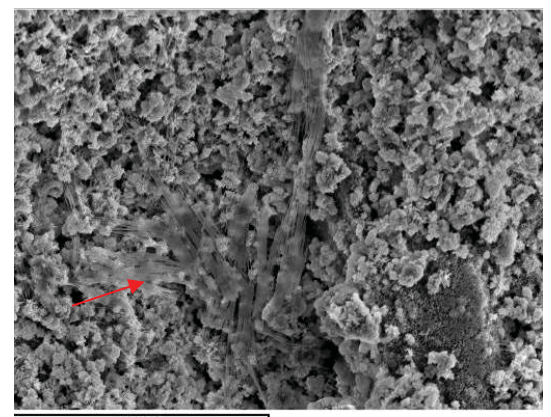


Fig. 301, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Formação de diversas placas de cal sobre as paredes da argamassa (ampliação 2.000X)

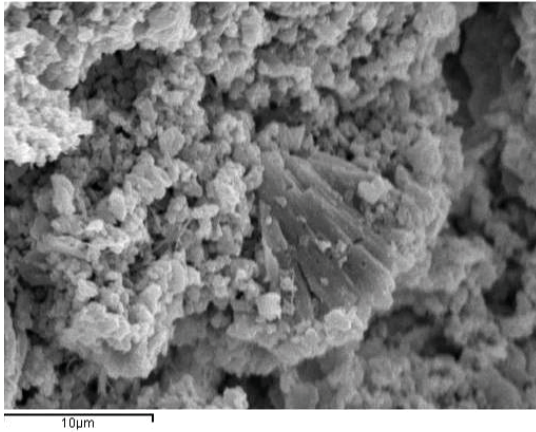


Fig. 302, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Formação de placas de cal formando “rosetas” (ampliação 3.500X)

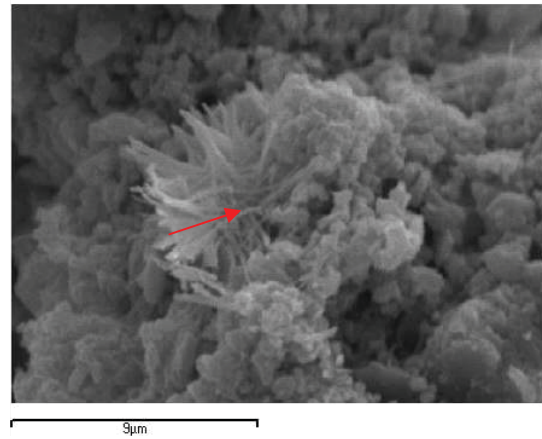


Fig. 303, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Pormenor de uma “roseta” de cal (ampliação 6.500X)

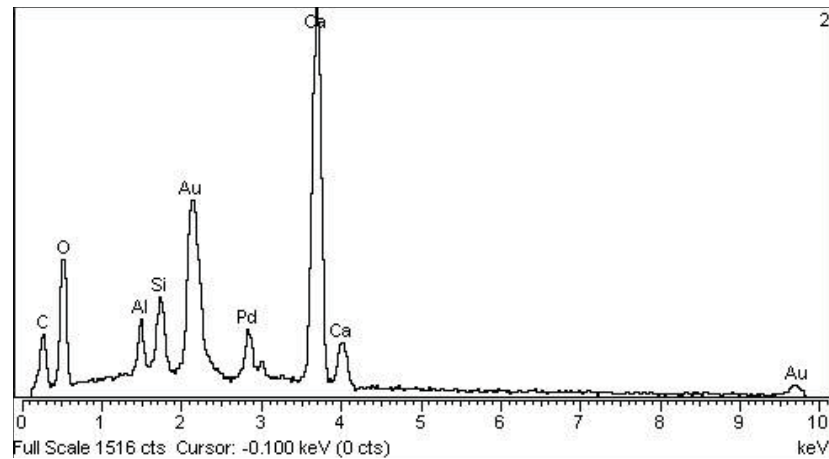


Fig. 304, Argamassa consolidada com Água de cal + Álcool – Espectro EDX da “roseta” de cal

Argamassa consolidada com Água de cal + Acril

A amostra consolidada com *Água de cal + Acril* a 5% apresentou uma película gelatinosa cobrindo a estrutura porosa da amostra, verificando-se a formação de “pontes”, unindo a estrutura, e o surgimento de placas, apresentando aspectos microestruturais distintos: oval (tipo “bolas”), rectangular e em forma de “rosetas”. A microanálise efectuada nessas zonas indicou a presença sistemática de carbono (C) em grande quantidade, o que se atribuiu à presença do consolidante orgânico (Acril) e também aos carbonatos de cálcio formados, indicando desta forma o efeito do consolidante Acril com a *Água de cal*. Verificou-se ainda no interior da estrutura da amostra o surgimento de filamentos em forma de bastão, que dada a sua localização não permitiu a sua análise por EDX, contudo a sua morfologia é característica de um produto orgânico.

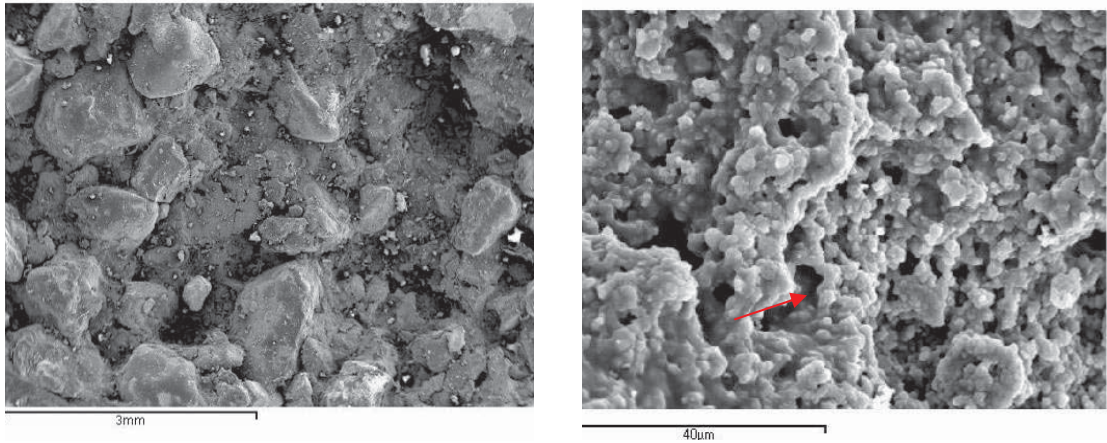


Fig. 305, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Aspecto geral da argamassa (ampliação 20X e 1.500X)

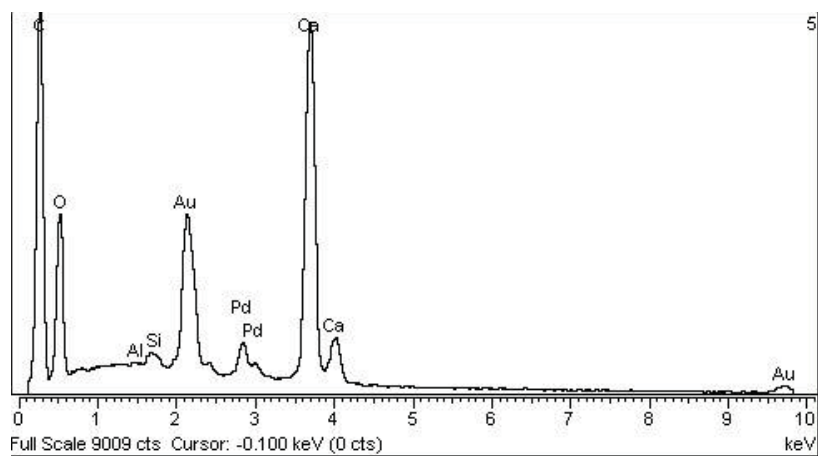


Fig. 306, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Espectro EDX da pasta de cal, é notório o pico muito elevado do carbono (C)

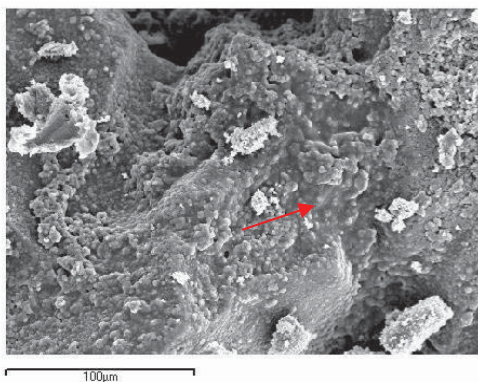


Fig. 307, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Verifica-se a pasta de cal coberta por uma película gelatinosa (ampliação 500X)

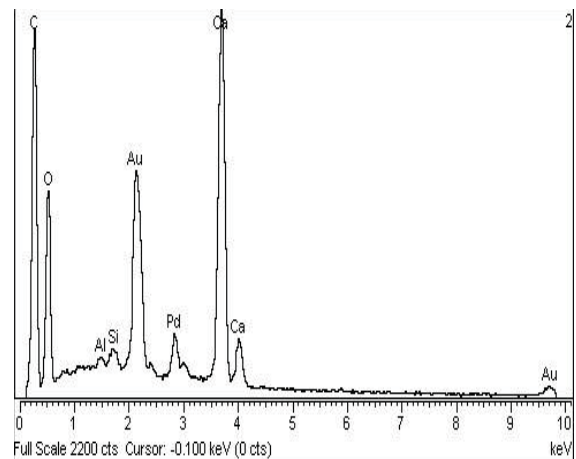


Fig. 308, Argamassa consolidada com Água de cal e Acril (5%) – Espectro EDX da película gelatinosa, nota-se o pico muito elevado de C

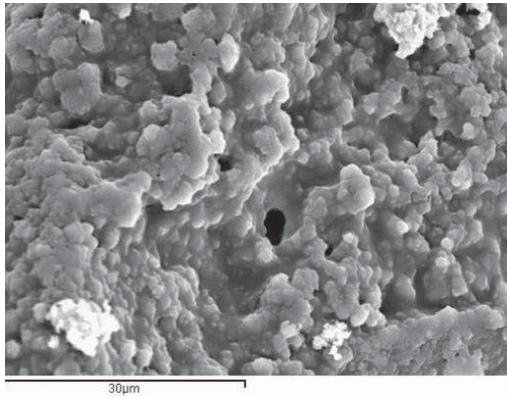


Fig. 309, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pormenor da pasta de cal coberta pela película gelatinosa (ampliação 2.000X)

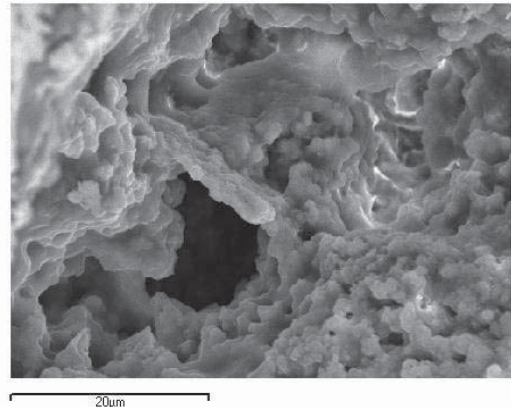


Fig. 310, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pormenor da zona gelatinosa (ampliação 2.500X)

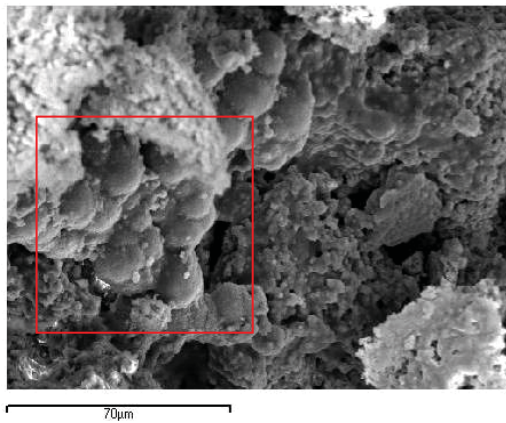


Fig. 311, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pasta de cal em forma de bolas (ampliação 800X)

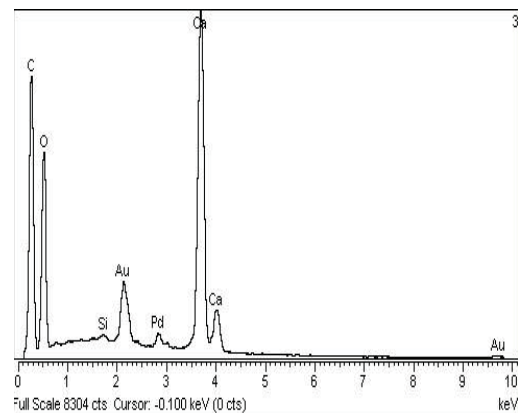


Fig. 312, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Espectro EDX na zona de “bola”, nota-se a presença de carbono (C) e cálcio (Ca)

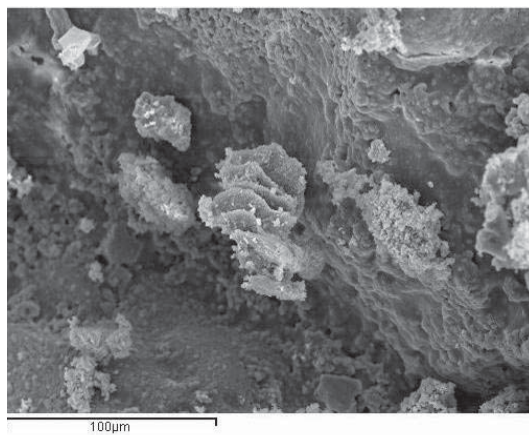


Fig. 313, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pasta de cal em forma de placas numa interface agregado/pasta (ampliação 500X)

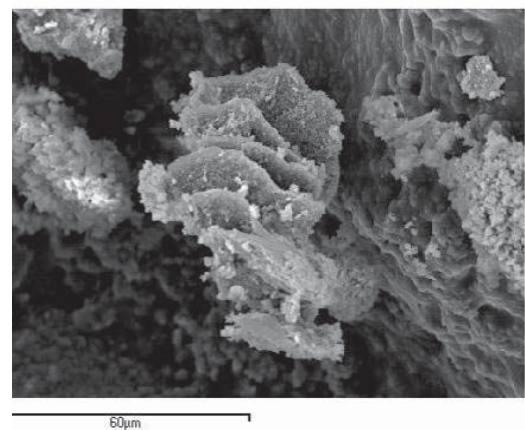


Fig. 314, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pormenor em maior ampliação da placa de cal (ampliação 1.000X)

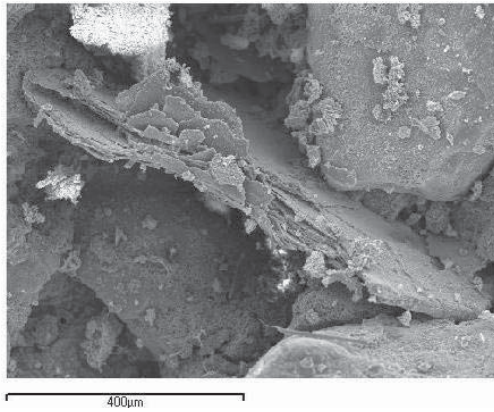


Fig. 315, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Agregado de mica coberto pelo gel em forma de placas (ampliação 150X)

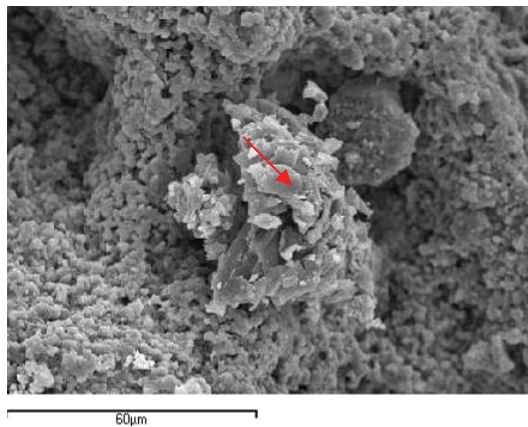


Fig. 316, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pormenor da pasta de cal e da formação de placas (ampliação 1.000X)

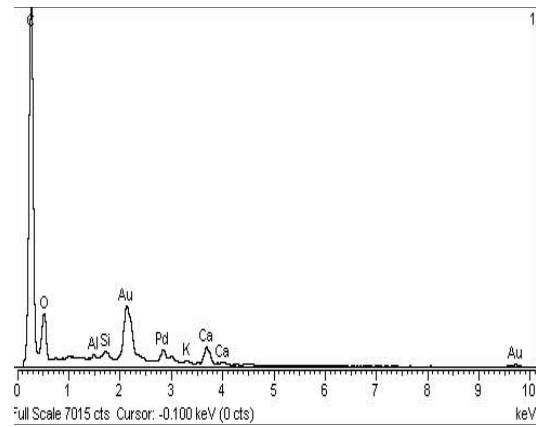


Fig. 317, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Espectro EDX da zona de placa, nota-se a elevada presença de carbono (C)

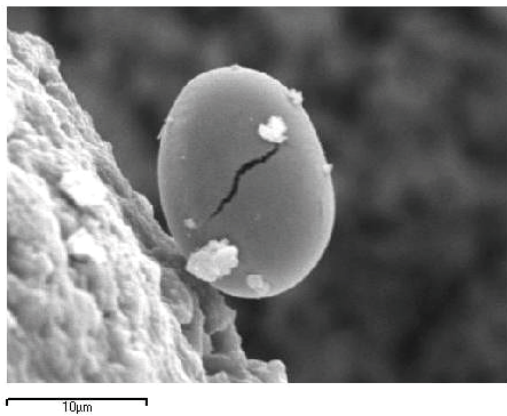


Fig. 318, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Composto com forma oval na pasta (ampliação 3.500X)

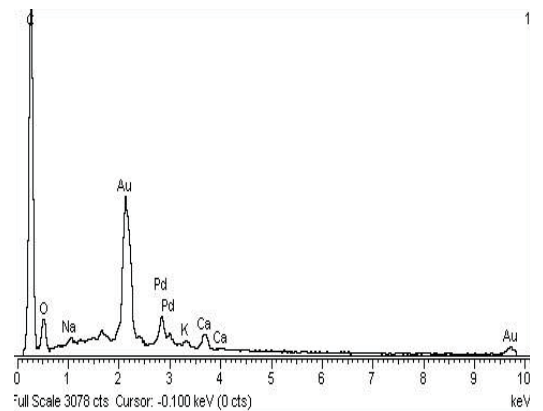


Fig. 319, Argamassa consolidada com Água de cal e Acril (5%) – Espectro EDX na zona oval, nota-se a presença intensa de carbono (C)

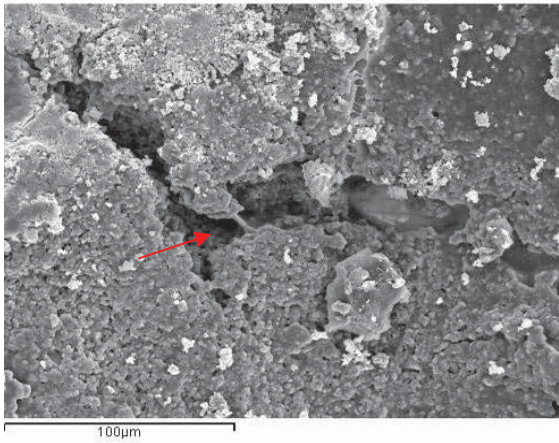


Fig. 320, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Pormenor das ligações formadas no interior da microestrutura (ampliação 500X)

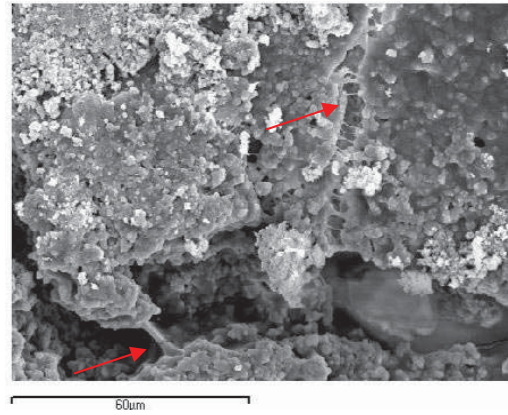


Fig. 321, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Outro pormenor das ligações e da pasta de gel (ampliação 1.000X)

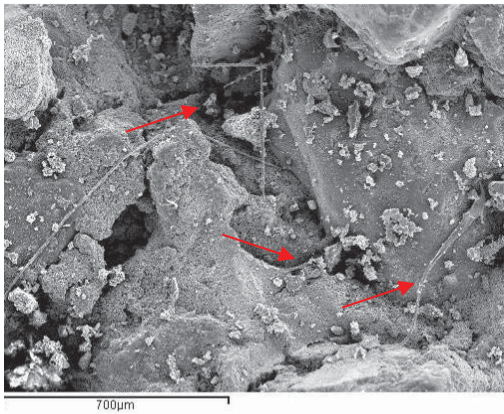


Fig. 322, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Ocorrência de filamentos em formas de “bastões” que estão ligados entre si (ampliação 80X e 1.000X)

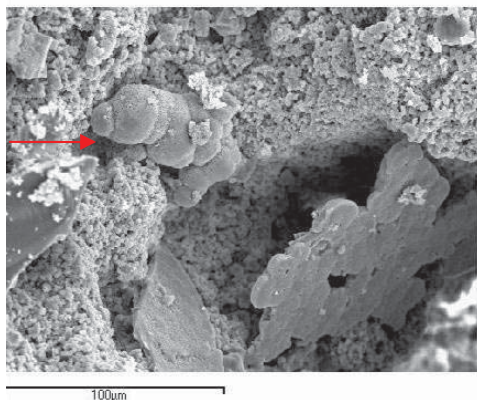
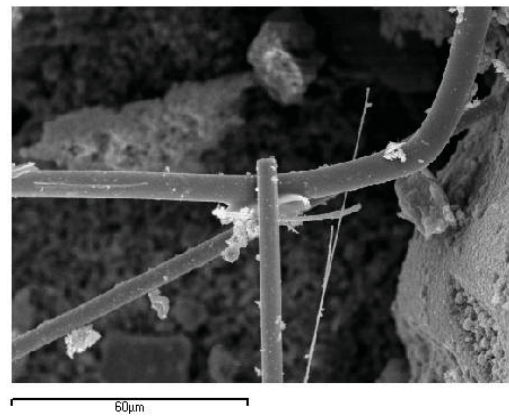


Fig. 323, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Gel com formação oval (tipo “bolas”) e em placas no interior da microestrutura (ampliação 600X)

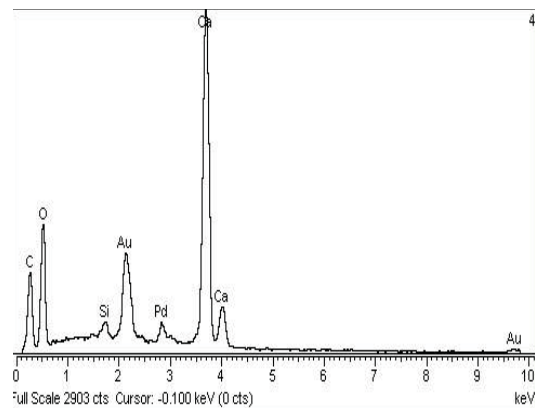


Fig. 324, Argamassa consolidada com Água de cal + Acril (5%) – Espectro EDX da zona com formação oval (tipo “bolas”) rico em cálcio (Ca)

Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias*

O consolidante *Bactérias* originou a formação de uma espessa camada gelatinosa com elevada espessura, aproximadamente 10 μm , que cobria as paredes da amostra e que contribuiu, possivelmente, para o aumento da coesão e, conseqüentemente da resistência. A microestrutura desta amostra apresentou-se mais compacta que a argamassa sem consolidante. A microanálise efectuada sobre o gel indicou essencialmente a presença de cálcio (Ca) e em diversas zonas do seu interior, verificou-se a presença de “bastões”, alguns presos aos agregados e outros soltos; onde se identificou a presença de cálcio (Ca), silício (Si), sódio (Na) e cloro (Cl). Noutras zonas do gel, identificou-se a presença de cristais de cloreto de sódio (NaCl)¹⁷², dado este, que ainda não fora detectado nas anteriores amostras consolidadas, atribuiu-se ao consolidante utilizado como meio de cultura das bactérias.

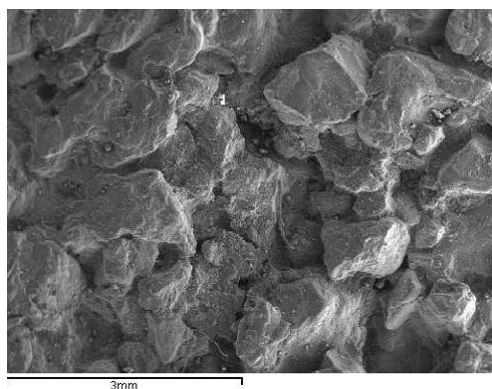


Fig. 325, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Vista geral da argamassa (ampliação 20X)

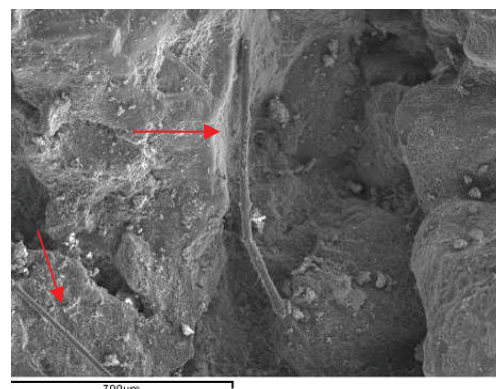


Fig. 326, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Presença de “bastões” no interior da argamassa (ampliação 80X)

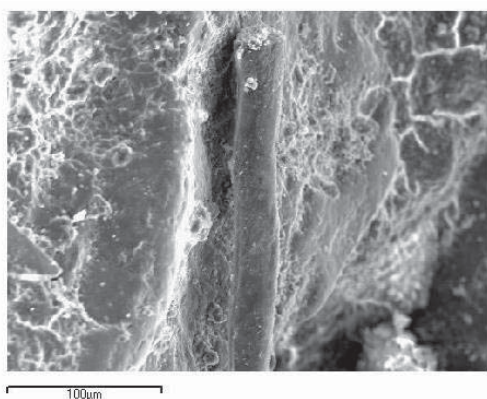


Fig. 327, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Pormenor do “bastão” (ampliação 400X)

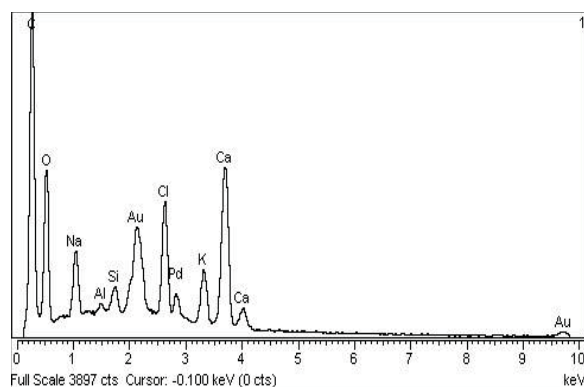


Fig. 328, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Espectro EDX na zona do “bastão”. nota-se a presença de carbono (C), cálcio (Ca), silício (Si), sódio (Na)

¹⁷² O NaCl (cloreto de sódio – Halite) é um sal solúvel, higroscópico que origina eflorescências sobre os revestimentos podendo afectar a coesão da argamassa. Este sal pode ter origem nos materiais utilizados ou provir de ambientes marítimos. In Ernesto Borrelli, *Salts*, in *ARCH, Laboratory Handbook*, Rome, ICCROM; 1999, p. 5-7.

e cloro (Cl)

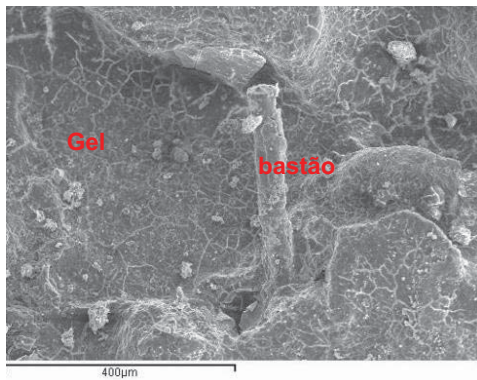


Fig. 329, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Camada de gel revestindo o agregado e o “bastão” unido ao agregado (ampliação 150X)

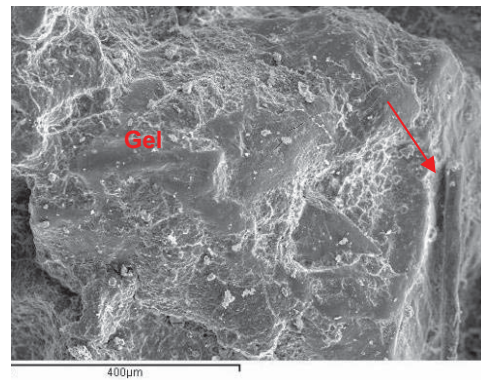


Fig. 330, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Película gelatinosa cobrindo o agregado, nota-se um outro “bastão” (ampliação 150X)

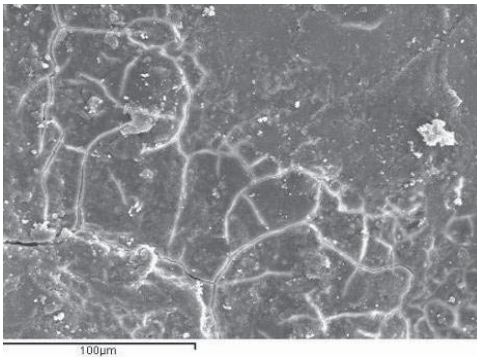


Fig. 331, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Aspecto da película gelatinosa (ampliação 500X)

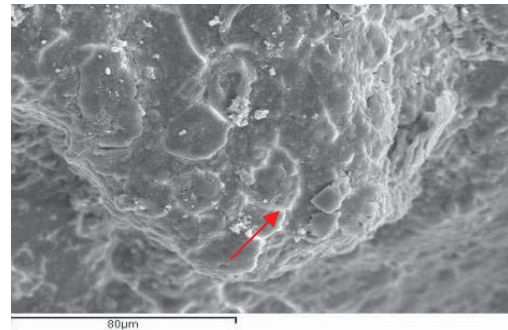


Fig. 332, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Outro aspecto da película gelatinosa (ampliação 700X) com indicação da presença de um cristal de cloreto de sódio

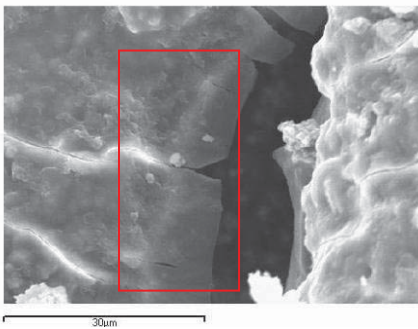


Fig. 333, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Pormenor da espessura do gel (ampliação 2000X)

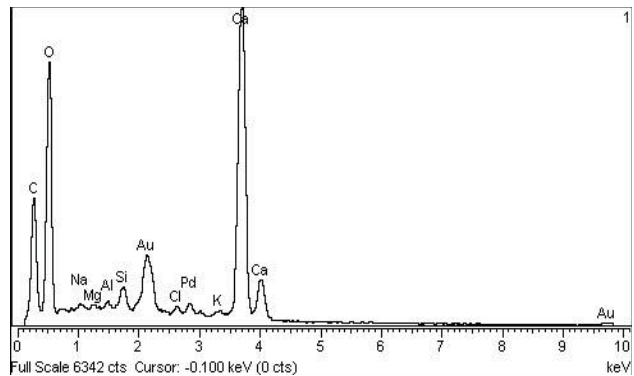


Fig. 334, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Espectro EDX da camada gelatinosa

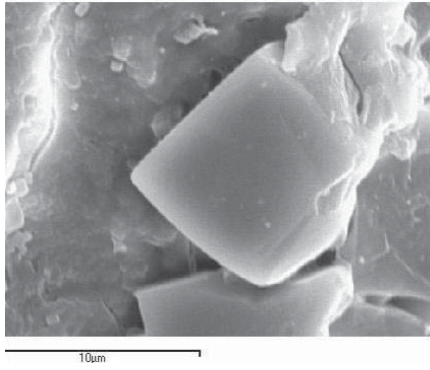


Fig. 335, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Pormenor do cristal de NaCl (ampliação de 6000X)

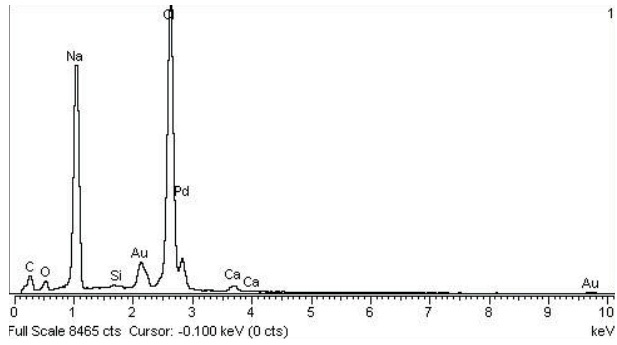


Fig. 336, Argamassa consolidada com consolidante *Bactérias* – Espectro EDX do cristal de cloreto de sódio

Argamassa consolidada com Acril

A amostra consolidada com o *Acril* a 25% apresentou em algumas zona uma microestrutura compacta, sendo visível uma camada com aspecto gelatinoso (pasta de gel), cobrindo quase que de forma uniforme a estrutura da amostra. As microanálises EDX efectuadas na pasta de gel, indicaram a presença de carbono (C), cálcio (Ca), silício (Si) e oxigénio (O) e, em algumas zonas, observou-se o surgimento de um filamento, em forma de cordão, que indica ser muito rico em carbono (C) e que se atribuiu ao *Acril*. Pode-se concluir que a pasta de gel observada é resultante do produto consolidante utilizado na consolidação.

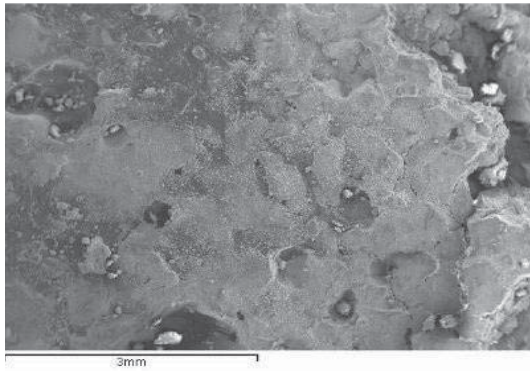


Fig. 337, Vista geral da argamassa consolidada com Acril (25%) (ampliação 20X)

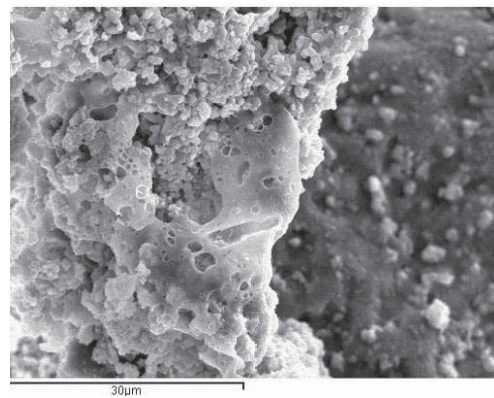


Fig. 338, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Pormenor do gel cobrindo a pasta de cal (ampliação 2.000X)

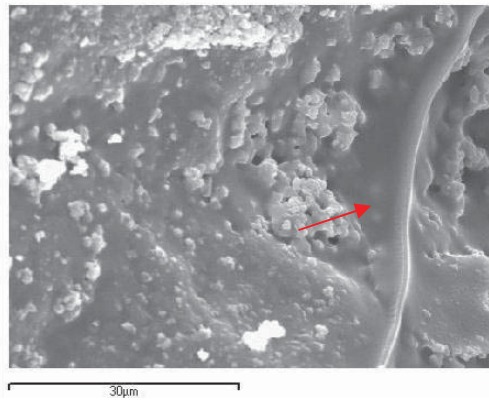


Fig. 339, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Aspecto da pasta gelatinosa e do filamento em forma de “cordão” (ampliação 2.000X)

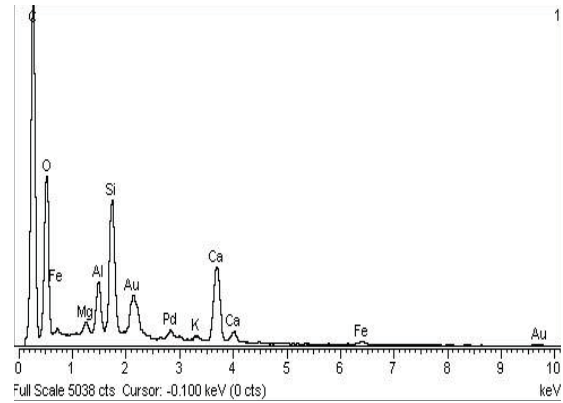


Fig. 340, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Espectro EDX do filamento com forte presença de carbono

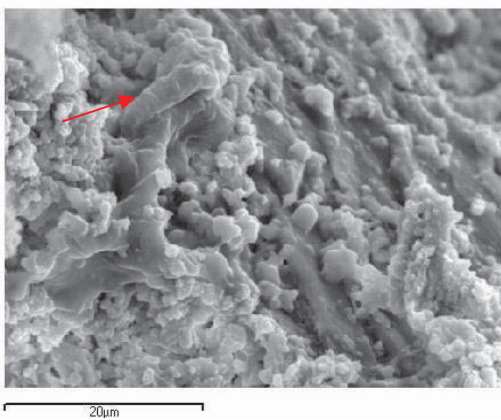


Fig. 341, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Aspecto da pasta de gel (ampliação 2.500X)

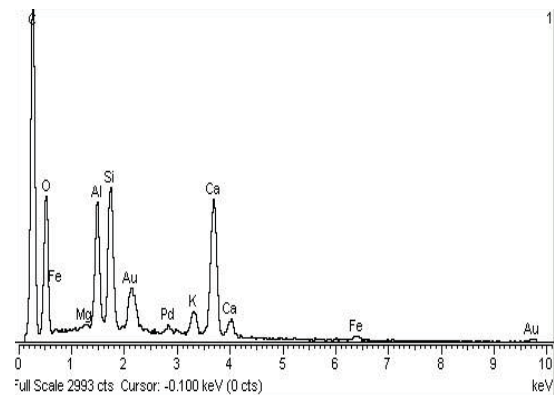


Fig. 342, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Espectro EDX do gel rico em carbono (C)

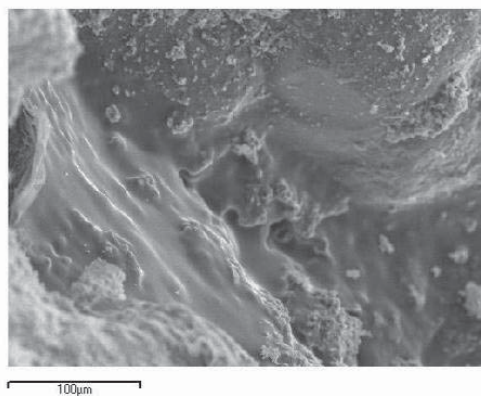


Fig. 343, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Pasta de gel preenchendo a microestrutura da argamassa (ampliação 350X)

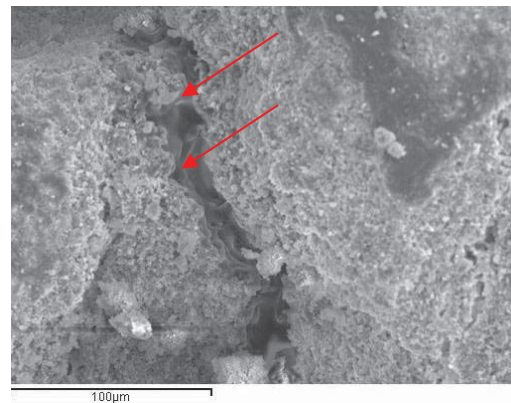


Fig. 344, Argamassa consolidada com Acril (25%) – Gel fazendo a ligação com a pasta de cal (ampliação 500X)

Argamassa consolidada com *Silicato 1* – Tegovakon® V

Observou-se que este consolidante não formou gel, verificando-se a presença de “pontes” formadas por silicatos que fazem a ligação com a microestrutura da amostra e que serão as responsáveis pelo aumento da coesão da argamassa; observou-se ainda, o produto em forma de

pequenos blocos. A microanálise EDX dessas duas zonas (“pontes” e blocos), revelou a forte presença de silício (Si) e de oxigênio (O), confirmando a presença do consolidante; comenta Casal, citando Chiari, que a formação destes filamentos em forma de “pontes” e de blocos no silicato de etilo, é temporária, pois à medida que termina a hidrólise estas formas diminuem de tamanho (Casal, 2002: 100). No seu estudo, Chiari analisou as argamassas após a consolidação, observando os poros totalmente preenchidos, analisando-as novamente ao fim de 16 meses de consolidação, tendo-se verificado uma diminuição do tamanho das “pontes” e blocos, fazendo com que a porosidade original fosse recuperada.

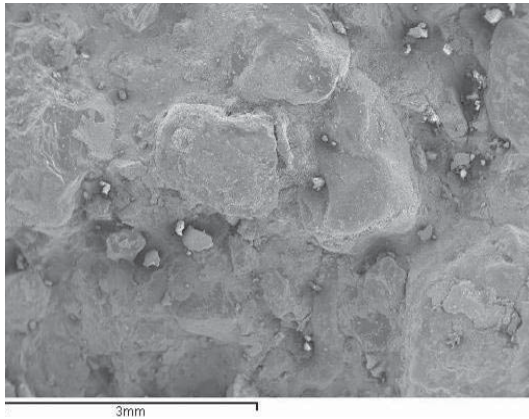


Fig. 345, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Aspecto geral da amostra (ampliação 20X)

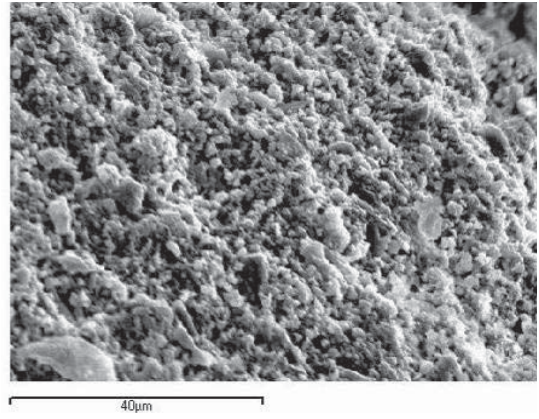


Fig. 346, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Aspecto da pasta de cal (ampliação 1.500X)

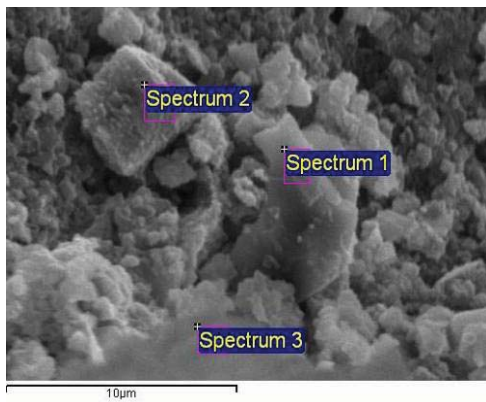


Fig. 347, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Pormenor da pasta (ampliação 6.000X)

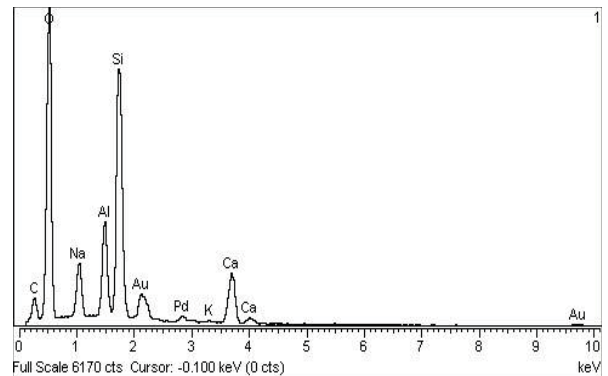


Fig. 348, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Espectro EDX da pasta, nota-se a presença elevada de silício (Si) e oxigênio (O)

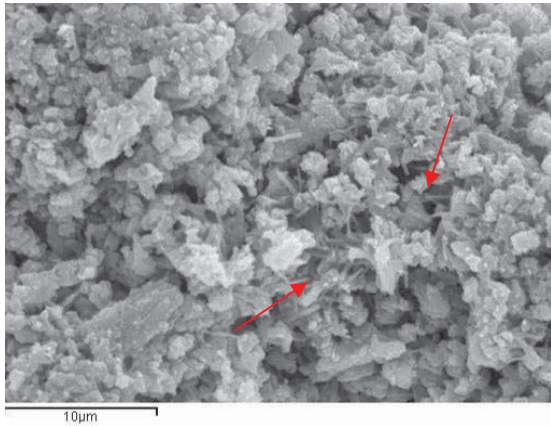


Fig. 349, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Pasta de cal com pontes de silicatos (ampliação 3.500 X)

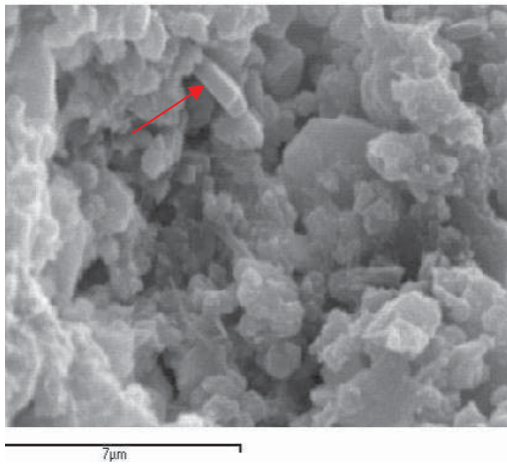


Fig. 350, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Pormenor da pasta de cal e das pontes de silicato

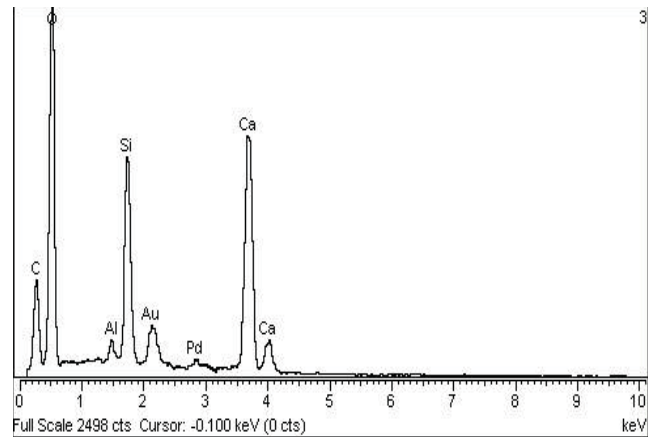


Fig. 351, Argamassa consolidada com Silicato 1 – Espectro EDX das pontes de silicato

Argamassa consolidada com Silicato 2 – Estel 1000

Observou-se que este consolidante além de formar pequenas “pontes” e pequenos blocos na microestrutura da amostra, originou ainda a formação de filamentos em forma de “S” e um gel. Foram efectuadas microanálises EDX nas várias microestruturas detectadas (“pontes”, pequenos blocos e gel), tendo-se detectado bastante silício (Si), oxigénio (O) e cálcio (Ca), comprovando a presença do consolidante nestes locais. Esta amostra apresentou uma microestrutura em geral coesa e uma pasta de cal com uma boa ligação aos agregados; que se atribuiu à presença do consolidante.

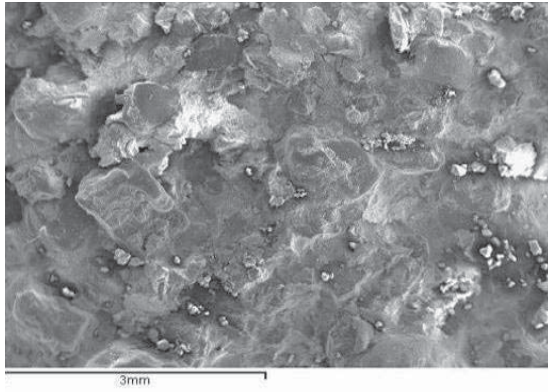


Fig. 352, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Aspecto geral da amostra (ampliação 20X)

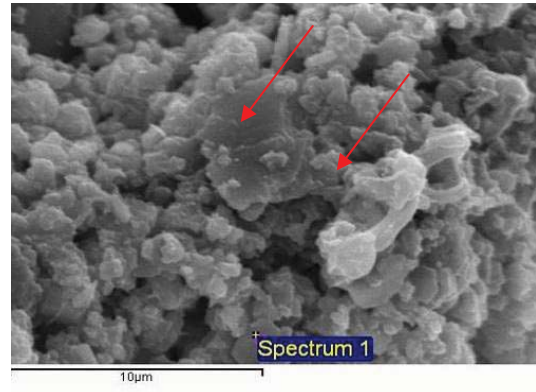


Fig. 353, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pormenor que mostra a presença de formações de placas e filamentos (ampliação 6.000X)

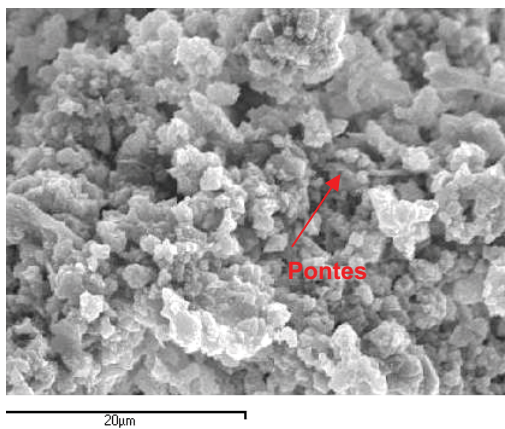


Fig. 354, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pasta de cal, nota-se a formação de “pontes” (ampliação 3.000X)

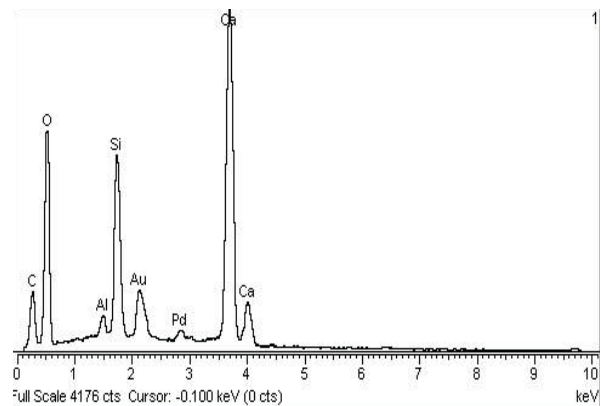


Fig. 355, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Espectro EDX da pasta de cal, nota-se a elevada presença de cálcio (Ca) e silício (Si)

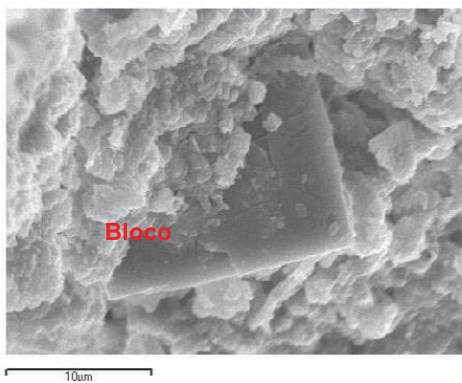


Fig. 356, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Formação de placas endurecidas em forma de “blocos” no interior da microestrutura (ampliação 4.000X)

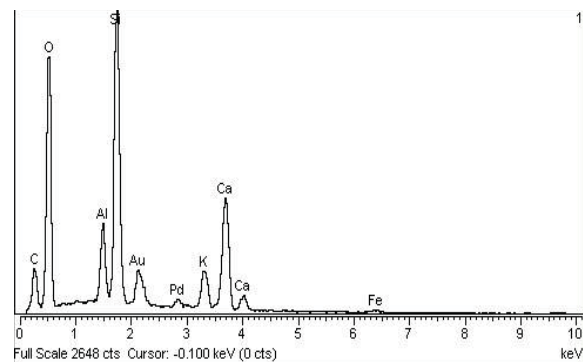


Fig. 357, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Espectro EDX da zona endurecida (“bloco”) com elevada presença de oxigénio (O) e silício (Si)

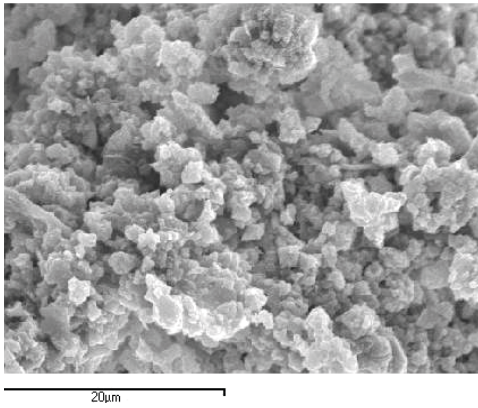


Fig. 358, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pormenor da pasta de cal bem coesa (ampliação 3.000X)

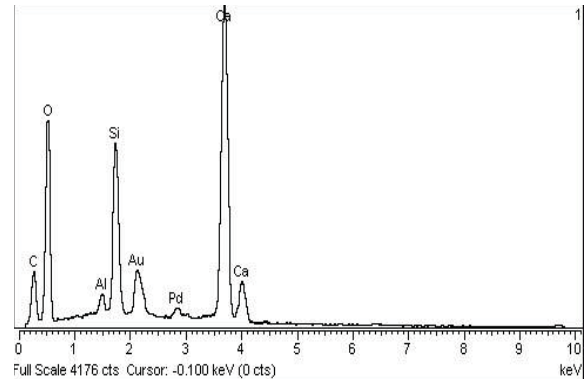


Fig. 359, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Espectro EDX da pasta de cal, nota-se a presença de cálcio (Ca), oxigénio (O) e silício (Si)

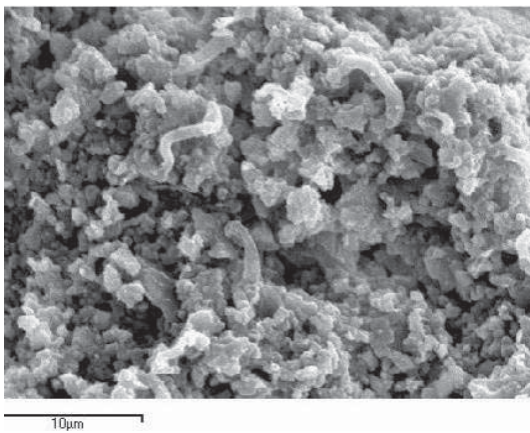


Fig. 360, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pasta de cal com uma boa ligação aos agregados, nota-se a presença de filamentos em forma de “S” (ampliação 3.500X)

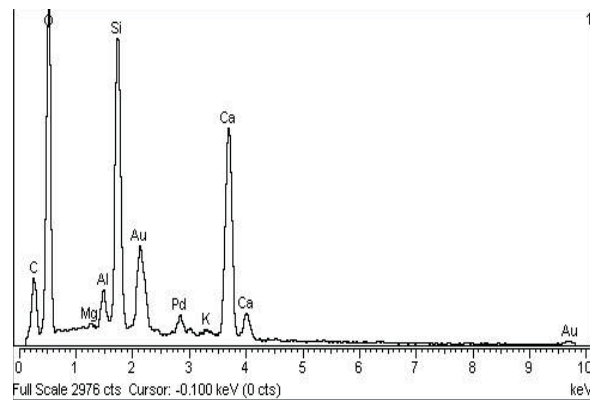


Fig. 361, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Espectro EDX na zona do filamento em forma de “S” com forte presença de cálcio (Ca), oxigénio (O) e silício (Si)

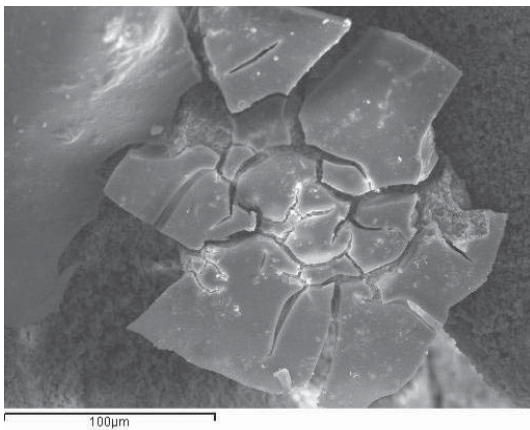


Fig. 362, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pormenor do gel formado pelo produto consolidante (ampliação 5000X)

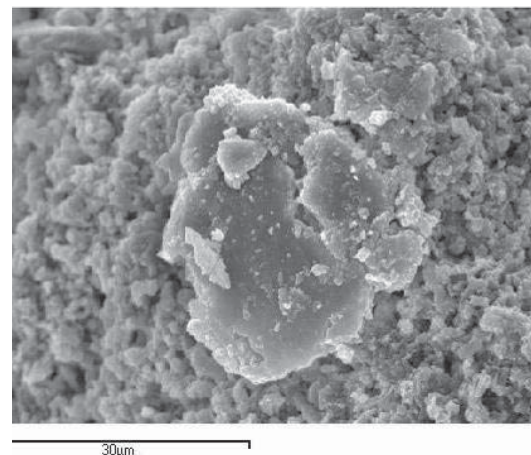


Fig. 363, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Outro pormenor de uma placa de gel endurecida (ampliação 2.000X)

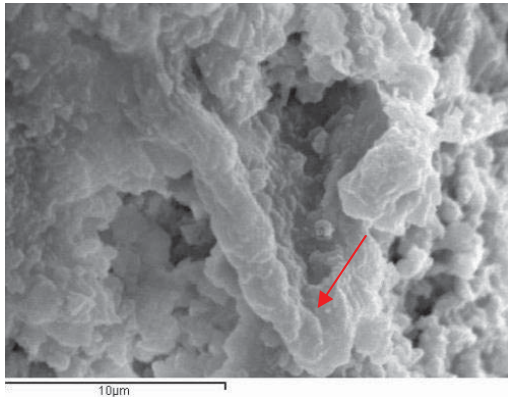


Fig. 364, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Pormenor de um filamento em forma de “S” (ampliação 5.500X)

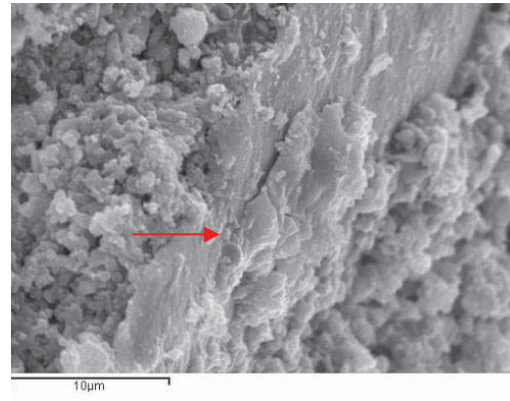


Fig. 365, Argamassa consolidada com Silicato 2 – Presença do gel bem aderente ao agregado (ampliação 4.300X)

Análise dos resultados

Este ensaio permitiu verificar a presença dos diversos produtos consolidantes nas amostras, as quais apresentaram uma microestrutura com aspectos distintos, sendo estas diferenças mais evidentes numas amostras do que noutras.

É de referir que os diferentes consolidantes analisados desenvolveram a consolidação de maneiras distintas, assim:

- O processo de consolidação da *Água de cal simples*, da *Água de cal + Metacaulino* e da *Bactérias*, ocorre através de depósitos de carbonato de cálcio no interior da microestrutura.
- O processo de consolidação do *Acril* (resina acrílica) ocorre através da evaporação da água e em seguida decorre a polimerização da resina com a formação de um filme sobre a superfície.
- O processo de consolidação dos *Silicatos* ocorre através do contacto do produto com a humidade ou com o solvente da mistura, provocando uma reacção de hidrólise, convertendo-se num material inorgânico num processo de transformação sol-gel, dando origem à formação de sílica hidratada que se precipita como material amorfo ligando-se aos minerais da argamassa.

A seguir apresentam-se as principais observações verificadas com este ensaio nas distintas amostras:

- A amostra consolidada com *Água de cal simples* apresentou compostos aciculares tipo “pontes”, ricos em cálcio (Ca).

- A amostra consolidada com *Água de cal + Metacaulino* apresentou geles e “pontes” que além de cálcio (Ca), têm a presença de silício (Si) e alumínio (Al) atribuíveis ao consolidante utilizado (*Metacaulino*), formado essencialmente por silicatos de alumínio. Estes geles envolvem praticamente toda a microestrutura da amostra.
- A amostra consolidada com *Água de cal + Álcool* apresentou uma microestrutura rica em cálcio (Ca) com aspecto de finas fibras (tipo “esparquete”) e pequenos blocos (tipo “roseta”). No entanto, é de referir que no geral a microestrutura apresentou-se menos compacta que a da amostra com *Água de cal + Metacaulino*.
- A amostra consolidada com *Água de cal + Acril* apresentou também uma microestrutura compacta, devido à existência de um gel que envolve as partículas carbonato de cálcio (CaCO₃). Identificou-se ainda a presença de variadas formas de carácter orgânico (bastões, formas ovais e placas).
- A amostra consolidada com o *Bactérias* apresentou um aspecto compacto, semelhante em termos de distribuição à amostra consolidada com *Água de cal + Metacaulino*. No entanto, a espessura do gel neste caso é bastante superior à dos geles anteriores.
- A amostra consolidada com o *Acril a 25%*, apresentou a formação de gel, embora localizado, isto pode estar relacionado com a pouca penetração do consolidante. A microestrutura neste caso, apresentou a diferença de não ter as “pontes” como no caso das amostras consolidadas com *Água de cal simples*.
- A amostra consolidada com o *Silicato 1 – Tegovakon® V* apresentou um aspecto compacto e a formação de “pontes” de silicatos no interior da microestrutura da amostra, fazendo a união entre a pasta e o agregado.
- A amostra consolidada com o *Silicato 2 – Estel 1000* apresentou um aspecto compacto e para além das pontes de silicatos apresentou a formação de um gel. Portanto, em princípio este consolidante poderá ter um melhor comportamento que o *Silicato 1 –Tegovakon® V*.

Ensaio *in situ*

Para verificar a eficiência dos consolidantes aplicados nos muretes e no reboco antigo, foram efectuados um conjunto de ensaios *in situ*. É de referir que a realização da maioria dos ensaios *in situ* são relativamente rápidos e não são onerosos. No entanto, alguns ensaios revelam alguma dificuldade de realização, que depende muitas vezes do estado de conservação do revestimento e da necessidade de revestimentos com superfícies regulares, o que é difícil de encontrar, quando se analisam revestimentos com perda de coesão ou de aderência.

Os primeiros ensaios escolhidos para avaliação da resistência mecânica do revestimento foram os ensaios de penetração controlada de riscagem e abrasão (Tavares *et al.*, 2005: 13). Como a consolidação da perda de coesão atinge apenas as camadas superficiais do revestimento, estes ensaios não nos forneceram dados satisfatórios, além do que foi muitas vezes difícil a concretização dos mesmos, devido à irregularidade dos revestimentos, exigindo uma grande quantidade de amostragem. Verificou-se, que não eram os mais aconselháveis, desta forma, teve que se realizar uma nova recolha bibliográfica e uma nova metodologia de ensaios foi elaborada; assim, os melhores resultados (permitindo maior diferenciação) foram alcançados com o ensaio realizado com Esclerómetro de pêndulo e com o Durómetro SHORE A.

Os ensaios *in situ* foram sempre realizados numa zona sem consolidante e numa zona com consolidante. A seguir descrevem-se os ensaios efectuados para avaliação da eficiência dos consolidantes.

Ensaio par avaliação da resistência mecânica in situ

Foram efectuados dois tipos de ensaios *in situ* para avaliação da resistência mecânica: o ensaio com Esclerómetro de pêndulo, modelo SCHMIDT PM e o ensaio com Durómetro, modelo SHORE A.

- Ensaio com Esclerómetro de pêndulo, modelo SCHMIDT PM

Este ensaio avalia uma camada mais espessa do revestimento e foi efectuado baseado nas Normas ISO 7619: 1997 e ASTM C 805. O Esclerómetro de pêndulo é um aparelho que permite obter *in situ*, de uma forma simples e não destrutiva um valor correlacionável com a resistência à compressão das argamassas. O aparelho utilizado é homologado pelo Instituto de Materiais de Construção e Estruturas de Delft (Holanda), sendo o modelo Schmidt PM, ideal para resistências mais baixas que o cimento correspondentes a 5 N/mm² (725 PSI) e uma energia de percussão de 0.883 Nm¹⁷³.

Método de ensaio

O ensaio deverá ser realizado em superfícies regulares e secas.

Quando se pressiona o botão de disparo do esclerómetro, é libertada, instantaneamente, uma massa que choca contra a superfície a ensaiar, que reage, provocando um ressalto. Esse ressalto traduz-se num deslocamento, em sentido contrário ao inicial da cabeça do pêndulo que, ao atingir o deslocamento máximo, é travado por um dispositivo específico,

¹⁷³ Estes dados foram fornecidos da ficha técnica do equipamento. Consultar ficha técnica do equipamento: Schmidt impact hammer/Proceq SA/TypePM.

podendo ler-se o valor correspondente na escala do equipamento. O valor de referência obtido através da escala do aparelho – índice esclerométrico – permite avaliar o valor da resistência à compressão do material, tendo em conta a posição do esclerómetro com a superfície ensaiada (vertical ou horizontal). Foram efectuadas três medições em cada zona ensaiada, quanto mais dura e compacta for a argamassa, maior será o ressalto.

Para comparação foram realizados ensaios sobre argamassas de cimentos obtendo-se valores de 119,8 e sobre argamassa de cal e areia em bom estado de conservação obtendo-se valores de 61,2. O fabricante do equipamento indica alguns valores de referências, que se apresentam no Quadro 25, baseados nos dados do Instituto holandês que desenvolveu o equipamento.

QUADRO 25

VALORES DE REFERÊNCIA DE REBOCOS PARA O ENSAIO COM ESCLERÓMETRO DE PÊNDULO, MODELO SCHMIDT PM

Valor do reboco	Classificação da resistência
0 < 20	Muito fraca
20-30	Fraca
30-40	Moderada
40-55	Normal
55-75	Dura
> 75	Muito dura



Fig. 366, Esclerómetro de pêndulo, modelo SCHMIDT PM – ensaios sobre muretes e o reboco antigo

Resultados obtidos

Os resultados apresentam-se no Quadro 26 e nos Gráficos 8 e 9.

QUADRO 26

**AVALIAÇÃO DA COESÃO DAS CAMADAS SUPERFICIAIS DO REBOCO
COM ESCLERÔMETRO DE PÊNDULO, MODELO SCHMIDT PM**

Localização	Consolidantes		Localização	Consolidantes	
Muretes valor médio VH*	Argamassa sem consolidante	36,9	Reboco antigo valor médio VH*	Argamassa sem consolidante	22,2
	Água de cal	43,9		Água de cal	33,8
	Água de cal + Metacaulino	38,6		Água de cal + Metacaulino	33,4
	Água de cal + Álcool	41,0		Água de cal + Álcool	25,2
	Água de cal + Acril (5%)I	44,0		Água de cal + Acril (5%)I	36,2
	Bactérias	48,5		Bactérias	36,2
	Acril (25%)	41,6		Acril (25%)	37,6
	Silicato 1 – Tegovakon® V	44,7		Silicato 1 – Tegovakon® V	33,4
	Silicato 2 – Estel 1000	44,3		Silicato 2 – Estel 1000	37,6

*Vickers HV = Dureza em graus Vickers (kg/mm²).

GRÁFICO 8

**AUMENTO DA COESÃO VERIFICADO COM O
ESCLERÔMETRO DE PÊNDULO, MODELO SCHMIDT PM – MURETES**

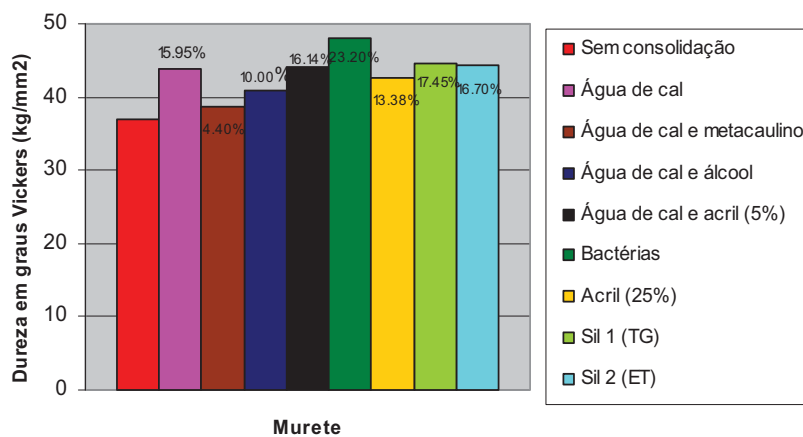
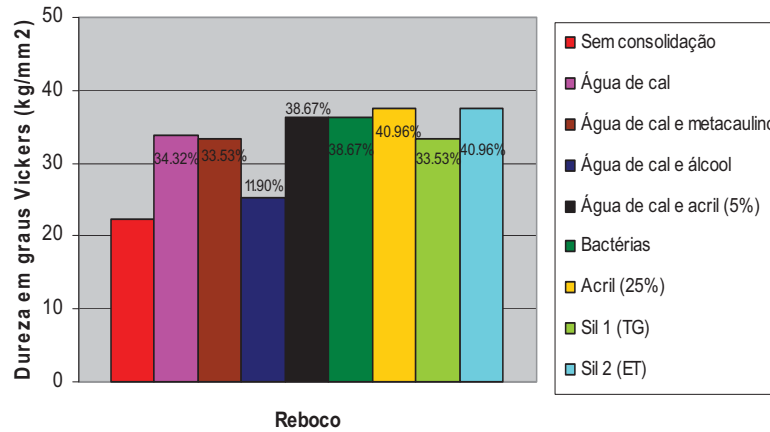


GRÁFICO 9

**AUMENTO DA COESÃO VERIFICADO COM O
ESCLERÓMETRO DE PÊNDULO, MODELO SCHMIDT PM – REBOCO ANTIGO**



Análise dos resultados

O ensaio efectuado permitiu verificar que as argamassas consolidadas apresentaram um aumento da resistência, no entanto algumas diferenças foram observadas:

- O ensaio sobre o murete, que apresentava uma argamassa com classificação considerada moderada, antes da consolidação, demonstrou que a argamassa consolidada com o *Bactérias* apresentou o maior aumento da resistência mecânica (48,5 classificação normal, um aumento de 23%), seguida das argamassas consolidadas com *Silicatos (1 e 2)*, *Água de cal + Acril*, *Acril*, *Água de cal simples*, *Água de cal + Álcool*, e finalmente a *Água de cal + Metacaulino*, que apresentou o menor aumento da resistência (38,6) classificação moderada, representando 4,5% de incremento).
- O ensaio sobre o reboco antigo, que apresentava um reboco considerado fraco (22), demonstrou que a argamassa consolidada com *Silicato 2* e *Acril* apresentou o maior aumento da resistência (37,6) representando um incremento de 40%, no entanto, classificada ainda como “moderada”, seguida das argamassas consolidadas com o *Bactérias*, *Água de cal + Acril*, *Silicato 1*, *Água de cal simples*, *Água de cal + Metacaulino* e por fim da *Água de cal + Álcool* que foi o produto que apresentou menor aumento da resistência, sendo considerada na classificação como “fraca”.

Verifica-se que houve um incremento maior da resistência no reboco antigo, que apresentava uma maior perda de coesão, quando comparado com o murete.

- Ensaio com Durómetro, modelo SHORE A

Este ensaio avalia as camadas mais superficiais do revestimento e foi baseado nas Normas ASTM D 2240 e ISO 7619: 1997, utilizando o Durómetro, modelo SHORE A, que é indicado para materiais macios¹⁷⁴. O ensaio foi adaptado a partir de ensaios realizados sobre outros materiais.

Método de ensaio

Neste ensaio, o pino do Durómetro é penetrado e pressionado contra o material pela ação de uma mola sob carga padronizada que vai medir a resistência, tomada como a medida da dureza. Um ponteiro move-se através de uma escala variando de 0 a 100, para mostrar a resistência à penetração.

Para comparação foram realizados ensaios sobre argamassa de cal e areia em bom estado de conservação, obtendo-se valores de 88,7 SHORE.



Fig. 367, Ensaio com Durómetro, modelo SHORE A sobre argamassa do murete

Resultados obtidos

QUADRO 27

AVALIAÇÃO DA COESÃO DAS CAMADAS SUPERFICIAIS DO REBOCO COM DURÓMETRO, MODELO SHORE A

Localização	Consolidantes		Localização	Consolidantes	
Muretes (SHORE*)	Argamassa sem consolidante	50,2	Reboco antigo (SHORE*)	Argamassa sem consolidante	37,1
	Água de cal	63,0		Água de cal	59
	Água de cal + Metacaulino	62,8		Água de cal + Metacaulino	65,2
	Água de cal + Álcool	52,6		Água de cal + Álcool	56,8
	Água de cal + Acril (5%)I	60,2		Água de cal + Acril (5%)I	61,0
	Bactérias	62,6		Bactérias	66,4
	Acril (25%)	62,8		Acril (25%)	66,0
	Silicato 1 – Tegovakon® V	65,0		Silicato 1 – Tegovakon® V	67,6
	Silicato 2 – Estel 1000	55,8		Silicato 2 – Estel 1000	65,4

*Unidade de medida escala SHORE A de 0 a 100

¹⁷⁴ O Durómetro, modelo SHORE A é usado para os materiais macios e o SHORE D para os duros. In www.poliuretanos.com.br/Cap8/8125Compressao.

GRÁFICO 10

AUMENTO DA COESÃO VERIFICADO COM O DURÓMETRO, MODELO SHORE A – MURETES

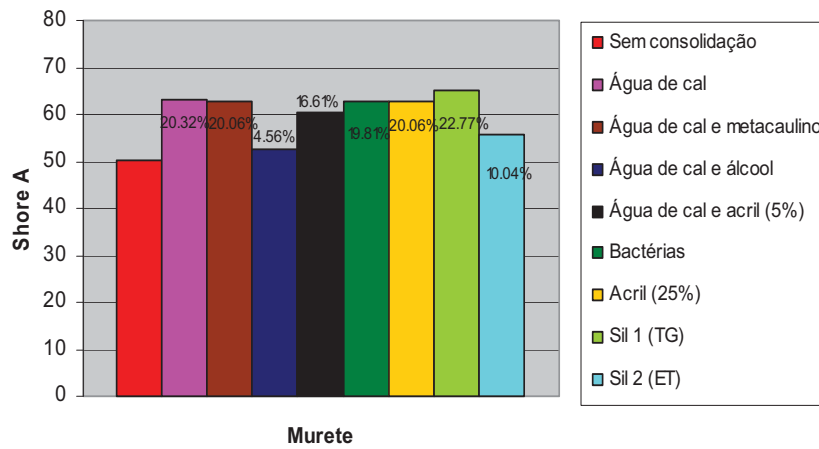
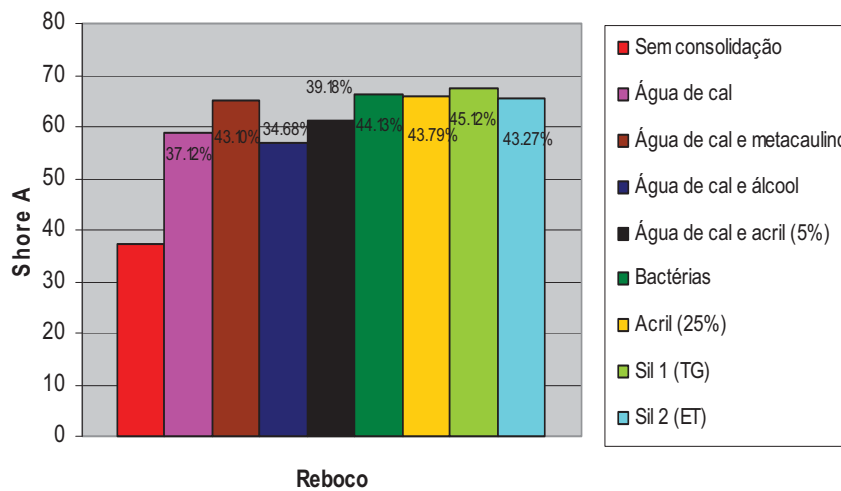


GRÁFICO 11

AUMENTO DA COESÃO VERIFICADO COM O DURÓMETRO, MODELO SHORE A – REBOCO ANTIGO



Análise dos resultados

O ensaio efectuado permitiu verificar que as argamassas consolidadas apresentaram um aumento da resistência com algumas diferenças notadas:

- O ensaio sobre o murete, demonstrou que a argamassa consolidada com *Silicato 1* foi a que apresentou maior aumento de resistência, seguida do *Acril*, *Bactérias*, *Água de*

cal simples, Água de cal + Metacaulino, Água de cal + Acril, Silicato 2 e por fim a Água de cal + Álcool que foi o produto que apresentou menor resistência à argamassa.

- O ensaio sobre o reboco antigo demonstrou que a argamassa consolidada com o *Silicato 1* foi a que apresentou maior resistência seguida do Acril, *Bactérias, Silicato 2, Água de cal + Metacaulino, Água de cal + Acril, Água de cal simples*, e por fim *Água de cal + Álcool* que foi o produto que demonstrou uma menor resistência à argamassa.

Tal como aconteceu com ensaio do Esclerómetro de pêndulo, o incremento da resistência foi maior sobre o reboco antigo do que no murete.

Ensaio de Permeabilidade à Água à Baixa Pressão (Tubos de Karsten)

Este ensaio não destrutivo, consiste em medir a quantidade de água absorvida por uma determinada superfície do reboco ou do acabamento. A medida da permeabilidade à água, deverá ser realizada antes e depois da aplicação do consolidante para verificar o impacto das alterações sofridas. Este ensaio é realizado segundo a Ficha de Ensaio LNEC – FE Pa 39 e a Norma RILEM – *Water absorption under low pressure. Pipe method*. Test N.º II.4, Tentative Recommendations. Paris, RILEM, 1980.

Método de ensaio (Magalhães, 2008: 16)

1. É utilizado um conjunto de pequenos tubos de vidro graduados, em forma de cachimbo, que são fixado geralmente com silicone sobre o revestimento.
2. As leituras da quantidade de água absorvida pelo revestimento são efectuadas com base na redução do nível de água, observadas nos tubos graduados. Em geral usam-se três tubos em cada zona a ensaiar.
3. As leituras são, em geral, efectuadas aos 5, 10 e 15 minutos, prolongando-se aos 30 ou 60 minutos, dependendo do revestimento e sempre que o nível de água nos tubos ainda permita a leitura.

Obs: A realização deste ensaio sobre revestimentos irregulares, não é tão fácil, devido à dificuldade de se conseguir a fixação dos tubos. Este problema foi observado sobre os revestimentos do edifício antigo estudado nesta tese, que se encontravam bastante degradado.



Fig. 368, Ensaio de tubos de Karsten sobre o reboco antigo

Resultados obtidos

Os resultados do ensaio estão ilustrados nos Gráficos 12 e 13.

GRÁFICO 12

ENSAIOS EM TUBOS DE KARSTEN SOBRE MURETE

Muretes

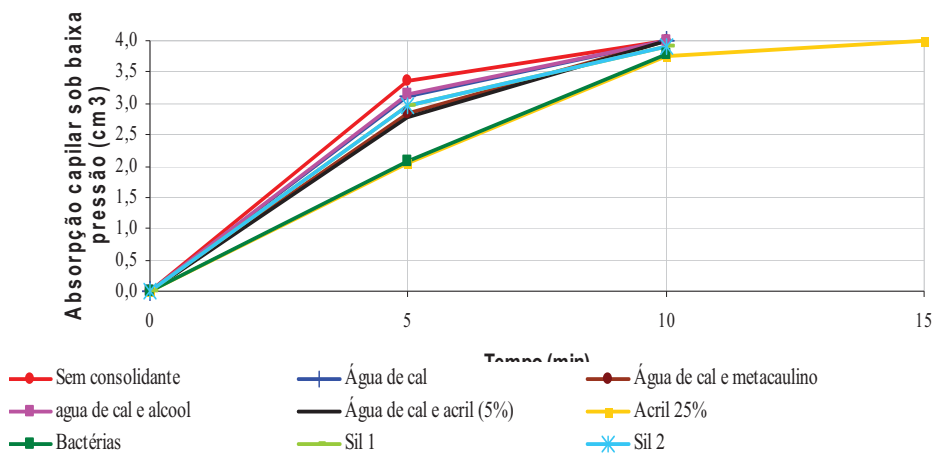
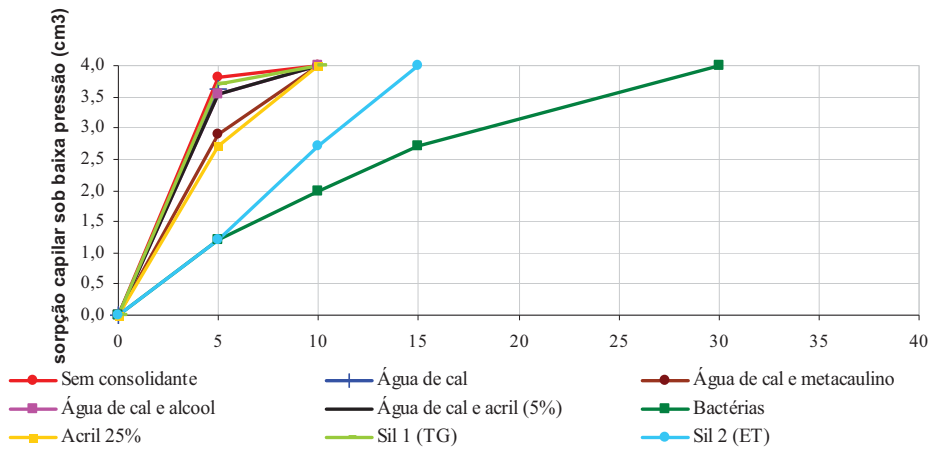


GRÁFICO 13

ENSAIOS EM TUBOS DE KARSTEN SOBRE O REBOCO ANTIGO

Edifício Antigo



Análise dos resultados

Os resultados demonstraram que tanto o murete como o reboco antigo, possuíam argamassas bastantes permeáveis antes da consolidação e continuaram a apresentar uma boa permeabilidade à água após a consolidação, com valores ligeiramente diferenciados. É de referir que a argamassa do murete possuía uma superfície mais plana que a do reboco antigo, que para além da perda de coesão patente, possuía uma superfície bastante irregular.

No murete, os consolidantes que apresentaram permeabilidades inferiores ao do revestimento antes da consolidação, foram *Bactérias* e *Acril*; os outros consolidantes apresentaram entre si, resultados muito próximos, como ilustra o Gráfico 12.

No reboco antigo, os consolidantes que apresentaram permeabilidades inferiores ao do revestimento antes da consolidação foram *Bactérias*, *Silicato 2 seguido do Acril* e *Água de cal + Metacaulino*. Os outros consolidantes apresentaram entre si, resultados muito próximos, como ilustra o Gráfico 13.

Identificação de Sais com Marcadores Colorimétricos

Este ensaio, designado por *strip tests*, é um método semi-quantitativo, usado na identificação de iões específicos (cloretos, sulfatos, nitratos e nitritos) recorrendo-se a marcadores coloridos. O objectivo deste ensaio foi verificar se o produto consolidante iria introduzir sais no revestimento e foi efectuado baseado nas indicações de Borrelli (1999: 10).

Método de ensaio

1. As fitas colorimétricas são imersas numa solução ou aplicadas em contacto com o revestimento humedecido com água destilada.
2. As fitas alteram de cor e de intensidade, conforme a concentração de iões presentes na superfície.
3. As cores apresentadas após o ensaio são comparadas com a escala de cor definida no equipamento, permitindo identificar o tipo de sais que contém esse ião.

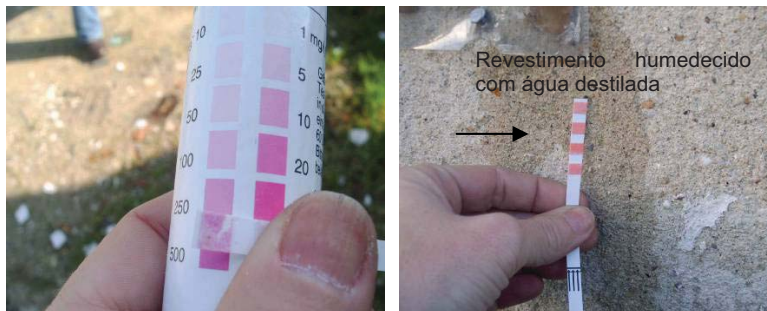


Fig. 369, Ensaio com marcadores colorimétricos

Resultados obtidos

O ensaio foi efectuado antes e após a consolidação, os resultados apresentam-se no Quadro 28.

QUADRO 28

DETERMINAÇÃO SEMI-QUANTITATIVAS DE SAIS COM FITAS COLORIMÉTRICAS

Localização	Consolidantes	Identificação dos sais após consolidação.	Localização	Consolidantes	Identificação dos sais após consolidação
Muretes	Água de cal simples	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos	Reboco antigo	Água de cal simples	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos
	Água de cal +metacaulino	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos		Água de cal +metacaulino	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos
	Água de cal + álcool	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos		Água de cal + álcool	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos
	Água de cal + Acril (5%)	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos		Água de cal + Acril (5%)	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos
	Bactérias	Negativo para sulfatos e positivo para nitratos (\approx 250 mg/l) e cloretos 500 e 1000 mg/l.		Bactérias	Negativo para sulfatos e positivo para nitratos (\approx 250 mg/l) e cloretos 500 e 1000 mg/l.
	Acril (25%)	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos		Acril (25%)	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos
	Silicato 1 Tegovakon® V	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos		Silicato 1 Tegovakon® V	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos
	Silicato 2 Estel 1000	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos		Silicato 2 Estel 1000	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos
	Sem consolidação	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos		Sem consolidação	Negativo para nitratos, sulfatos e cloretos

Análise dos resultados

Antes da consolidação, todas as zonas ensaiadas deram negativos para nitratos, sulfatos e cloretos. Após a consolidação, apenas o consolidante *Bactérias* induziu ao aparecimento de sais, sendo positivo para nitratos e cloretos. É de referir, que no ensaio do MEV sobre a amostra consolidada com a *Bactérias*, foi também identificado cloreto de sódio (NaCl). A presença de nitratos, deve-se em geral à presença de seres vivos, sendo assim facilmente identificada a sua origem, devido ao consolidante utilizado ser com base em bactérias, porém, em princípio, esse organismo não deveria estar presente sobre o material, já que depois de ser “alimentado” com o produto nutriente, ele mineraliza-se. A presença de cloretos que na maioria das vezes têm origem em ambientes marítimos, logo é difícil de identificar a sua origem nesta argamassa, mas muito provavelmente está igualmente associada à utilização do consolidante, pois antes da aplicação, não foi identificada a presença destes sais.

6.8.1.6 Análise geral dos resultados

O estudo da acção dos produtos consolidantes sobre argamassas de cal + areia com perda de coesão, revelou que os consolidantes ensaiados têm pouca penetrabilidade no interior da estrutura porosa, tendo em consideração o parâmetro estipulado por Price, ou seja, que o valor mínimo para penetração de um consolidante seria de 25 mm (Price, 1988: 180). No entanto, este valor tem que ser considerado de forma relativa à espessura total da camada a consolidar, na realidade essa espessura, no caso de revestimentos, pode ser reduzida, pelo que uma penetração baixa pode não ser um problema.

Os produtos consolidantes ensaiados neste estudo, consolidam apenas as camadas superficiais da argamassa; a máxima penetração obtida foi de 1 cm (*Bactérias*). No entanto, com o ensaio de flexão em laboratório, foi possível observar um incremento da resistência de 38% em relação à amostra não consolidada pelo consolidante *Bactéria*, e de 40%, pelo de *Silicato 1 – Tegovakon® V*; é de referir que não foi ensaiada a penetração dos consolidantes com base em silicatos, mas pensa-se que esta penetração deve estar próxima destes valores ou ser um pouco maior¹⁷⁵.

O consolidante que obteve menor penetração na microestrutura da amostra, foi o *Acril*, revelando um incremento de resistência de apenas 22%, semelhante ao incremento produzido pela *Água de cal + Álcool* e *Água de cal simples*. No entanto, no ensaio *in situ* com o Durómetro, modelo SHORE A, que mede a resistência das camadas mais superficiais e no ensaio de coesão com a fita, este consolidante apresentou uma resistência superior. Desta forma, o *Acril* (resina acrílica e

¹⁷⁵ No estudo executado por Ana Pinto, de entre os consolidantes ensaiados por ela, sobre pedras carbonatadas, o silicato de etilo – Tegovakon® V, foi o produto que apresentou maior capacidade de consolidação em profundidade, in A. Pinto, *Conservação de pedras carbonatadas – estudo e selecção de tratamentos*, Tese de Doutoramento, Lisboa, IST, 2002, p. 291.

água), possui uma reduzida capacidade de promover acção consolidante em profundidade, mas por outro lado promove um incremento superficial significativo; no ensaio da Microscopia Electrónica de Varrimento (MEV), foi possível observar a formação de um gel apenas em algumas zonas da amostra, podendo, por isso, ser recomendado apenas para fixar camadas superficiais de revestimento como, por exemplo, películas pictóricas, como tem sido habitualmente utilizado na pintura mural. No ensaio efectuado sobre a quantidade de consolidante absorvida pela amostra, o *Acril* foi o menos absorvido; esta dificuldade de absorção, deve estar relacionada com a presença da resina acrílica e a viscosidade do consolidante e pode ainda explicar, o pouco incremento da resistência em profundidade. Este consolidante foi o único que diminuiu a permeabilidade ao vapor de água pela argamassa, no entanto, o valor apresentado não é considerado alto, nem discrepante em relação à argamassa sem consolidante.

Verificou-se que os consolidantes que apresentaram menor absorção de água e uma menor porosidade (0,2 µm), apresentaram uma maior resistência mecânica, sendo observado com os silicatos, em especial o *Silicato 1 – Tegovakon® V*. Estes consolidantes têm como solvente um produto orgânico (*white spirit*), enquanto que todos os outros consolidantes ensaiados têm como solvente a água. No entanto com o ensaio de MEV, o *Silicato 1 – Tegovakon® V* apresentou a formação de “pontes”, fazendo a ligação entre a amostra e o agregado, e o *Silicato 2 – Estel 1000*, além da formação de “pontes”, apresentou a formação de gel sobre a microestrutura da amostra.

No que se refere aos consolidantes que desenvolvem a consolidação através de depósitos de carbonato de cálcio, os que apresentam maior compatibilidade com o substrato ensaiado (argamassa de cal) a *Água de cal simples*, foi o consolidante que provocou menor incremento de resistência no ensaio de flexão em laboratório, registou-se apenas um aumento de 20% em relação a argamassa não consolidada e nos ensaios *in situ*, um incremento próximo dos 25%. Este consolidante foi também aquele que maior quantidade de água absorveu, demonstrando, ainda, no ensaio de porosimetria, uma maior quantidade de poros que a argamassa não consolidada.

O consolidante *Bactérias*, foi o que apresentou maior incremento de resistência, em laboratório com o ensaio de flexão, com um aumento de 38% em relação à argamassa não consolidada e nos ensaios *in situ* um incremento de 35%. Também foi o consolidante que apresentou maior penetração em profundidade (1 cm); no ensaio de MEV, caracterizou-se pela formação de uma espessa película gelatinosa que envolvia a microestrutura da amostra. Esta capacidade de penetração do consolidante e o desenvolvimento de uma película gelatinosa no interior da microestrutura, provavelmente são factores que estão relacionados com o incremento da resistência. No entanto, o consolidante alterou o cromatismo da superfície ensaiada, além de ter introduzido sais na amostra, factores que são considerados negativos para a sua utilização sobre argamassas antigas e históricas; é de referir, que a alteração cromática pode estar relacionada com o nutriente utilizado (levedura de cerveja) e que este pode ser trocado por outro de cor neutra.

Dos consolidantes produzidos em laboratório, neste estudo, derivados da água de cal, com a finalidade de melhorar a sua eficiência e incrementar o aumento de carbonato de cálcio e o seu poder de adesão, a *Água de cal + Metacaulino* e *Água de cal + Acril* obtiveram resultados considerados semelhantes entre si. Ambos os consolidantes apresentaram um incremento da resistência de 35%, em relação à argamassa não consolidada, no ensaio de flexão, no entanto, nos ensaios *in situ*, demonstraram valores diferenciados. No ensaio com Esclerómetro de pêndulo, modelo SCHMIDT PM, a *Água de cal + Metacaulino*, demonstrou um aumento de aproximadamente 20%, sendo o incremento maior, observado no reboco antigo; no ensaio com o Durómetro, modelo SHORE A, já revelou um incremento de 31%. O consolidante *Água de cal + Acril*, demonstrou um incremento da resistência de 27% em relação à argamassa não consolidada, tanto para o ensaio com o Esclerómetro como para o Durómetro. No ensaio de MEV, verificou-se que estas amostras apresentaram uma microestrutura dissemelhante da amostra consolidada apenas com *Água de cal simples*. Na amostra consolidada com *Água de cal + Metacaulino*, foi possível observar uma película gelatinosa e “pontes” fazendo a ligação entre a pasta de cal e os agregados formadas por cálcio (Ca) e silício (Si), comprovando a presença do consolidante utilizado, o *Metacaulino*, sendo provavelmente este o responsável pelo incremento da resistência desta amostra. Nenhum dos dois consolidantes alterou o comportamento à água da argamassa original, tanto nos ensaios *in situ* como nos ensaios de laboratório.

Na observação ao MEV da amostra *Água de cal + Acril* verificou-se a presença de uma camada gelatinosa envolvendo a microestrutura da amostra e diversas formações com carácter orgânico, provavelmente resultantes do consolidante utilizado, o *Acril*. A amostra consolidada com *Água de cal + Acril* retardou nos primeiros 5 minutos a absorção, isto pode ser considerado positivo, no caso de ser aplicada na totalidade de uma fachada, pois atrasa um pouco a entrada de água. No entanto, caso seja aplicada em zonas de lacunas, este pequeno atraso pode constituir um factor negativo, pois a absorção poder ser distinta do revestimento original.

A *Água de cal + Álcool*, foi o consolidante que obteve os resultados menos satisfatórios com os ensaios efectuados. A introdução do álcool na água de cal teve como objectivo uma maior solubilidade e dispersão das partículas de cal, e consequentemente uma maior quantidade de carbonato de cálcio no interior dos poros. Na observação da amostra ao MEV foi identificada uma maior quantidade de cálcio, em relação à argamassa não consolidada; este composto apresentou aspectos de finas fibras (tipos “esparguetes” e “rosetas”), no entanto, caracterizou-se por apresentar pouco incremento de resistência à amostra, no ensaio de flexão, em relação à argamassa não consolidada, registando apenas um aumento de 22%. Este pouco incremento da resistência também foi verificado, nos ensaios *in situ*, tanto nas camadas superficiais como nas camadas em profundidade das argamassas. O fraco desempenho deste consolidante pode estar relacionado com o modo de preparação do mesmo. Os estudos realizados por Baglione, em Itália, e que foram considerados positivos, foram efectuados utilizando a técnica da nanotecnologia. Conclui-se assim que, a simples mistura do álcool a água de cal não provocou melhoria significativa neste consolidante.

O ensaio utilizado para avaliar a durabilidade dos diferentes consolidantes demonstrou que todos os provetes ensaiados resistiram bem aos ciclos calor/chuva, com particular incidência nos silicatos, que não registaram nenhum tipo de degradação ao fim do ciclo. No entanto, com ciclos chuva/gelo todos os provetes apresentaram destacamento da argamassa do suporte. É importante destacar a necessidade deste ensaio ser futuramente repetido com alguns aperfeiçoamentos como uma nova forma de aplicação da argamassa no suporte e com uma nova forma de fixação do provete à parede.

O estudo revelou que é possível melhorar a eficiência da *Água de cal* como consolidante e utilizá-la sobre argamassas de cal pouco friável; com efeito, pensa-se que o objectivo de melhorar a sua eficácia foi conseguido, sendo possível a utilização de um aditivo, nomeadamente o *Metacaulino* ou o *Acril*. No entanto esta investigação deve continuar e outros estudos deverão ser efectuados com o aumento da percentagem do aditivo à *Água de cal*, no caso o *Metacaulino* ou a adição de novos produtos. A escolha do consolidante a utilizar dependerá também do estado de conservação do revestimento em causa (ver quadros 62 e 63)

QUADRO 29

RESULTADOS DOS PRINCIPAIS ENSAIOS LABORATORIAIS EFECTUADOS PARA AVALIAR A CONSOLIDAÇÃO DA PERDA DA COESÃO

Consolidante	Avaliação comportamento a água			Avaliação resistência		Penetração do produto (mm)	Estrutura Porosa (poros médios)	
	Permeabilidade (SD - m)	Água absorvida (g)		Coef. Capil. aos 10 min (kg/m ² min ^{1/2})	Flexão N/mm ²			Coesão (fita) (g)
		10 min	24 h					
Sem consolidação	0,07	114,76	118,74	1,16	0,28		0,3 µm	
Água de cal simples	0,07	111,83	115,15	1,13	0,39 20%	0,54	4 mm Maior 0,4 µm	
Água de cal + metacaulino	0,06	106,94	110,27	1,08	0,43 35%	0,24	4 mm 0,3 µm	
Água de cal + álcool	0,07	110,74	113,55	1,12	0,36 22%	0,27	4,6 mm 0,3 µm	
Água de cal + Acril (5%)	0,07	14,02	118,59	0,14	0,44 35%	0,23	3 mm Maior 0,4 µm	
Bactérias	0,07	103,84	113,95	1,05	0,45 38%	0,17	10 mm 0,3µm	
Acril (25%)	0,08	20,23	114,19	0,50	0,36 22%	0,04	1 mm Não foi efectuado o ensaio	
Silicato 1 Tegovakon® V	0,07	10,93	98,90	0,11	0,47 40%	0,05	ND* Menor 0,2 µm	
Silicato 2 Estel 1000	0,07	28,53	107,18	0,29	0,42 33%	0,96	ND Menor 0,2 µm	

* ND – não determinado

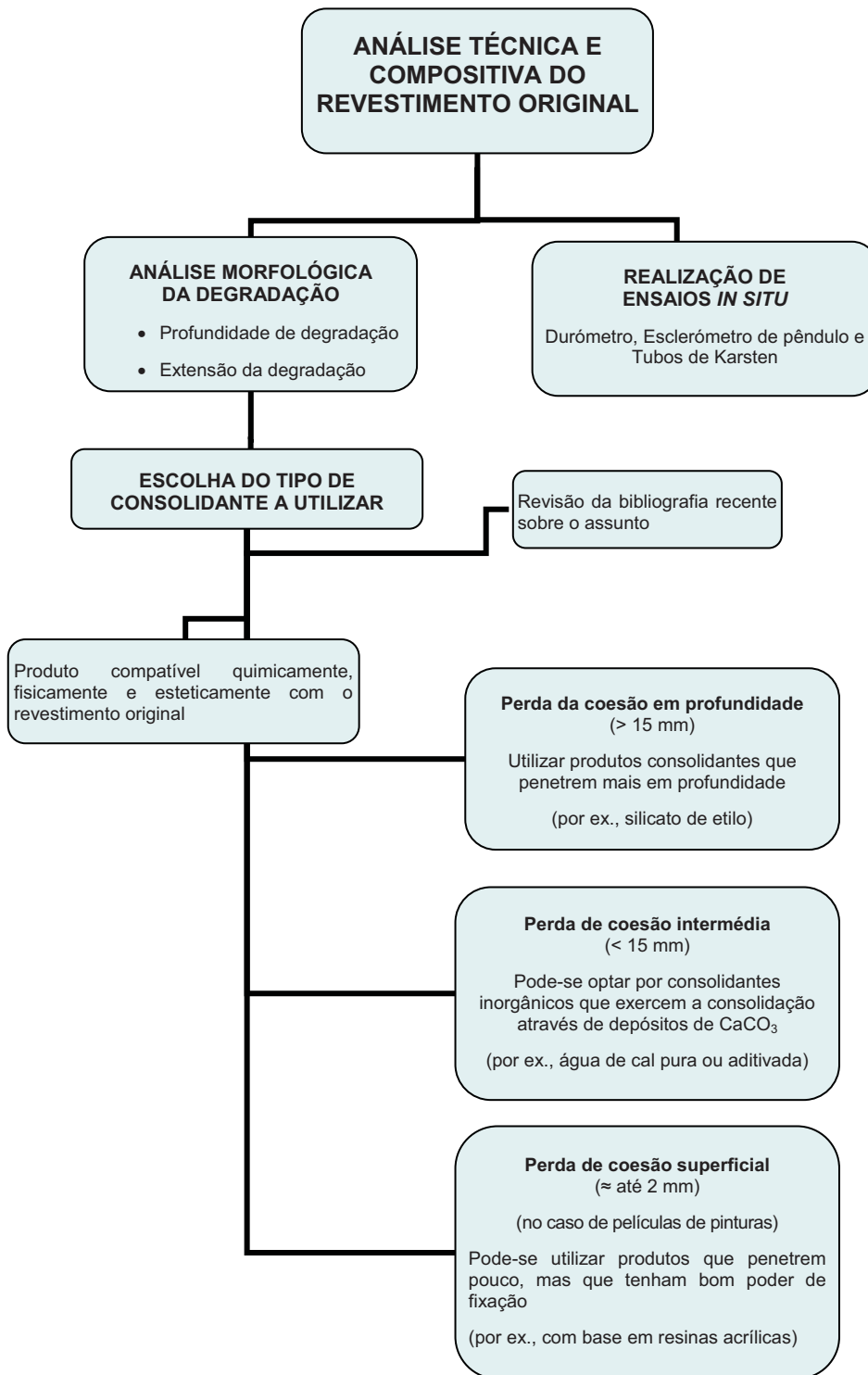
QUADRO 30

RESULTADOS DOS PRINCIPAIS ENSAIOS *IN SITU* EFECTUADOS PARA AVALIAR A CONSOLIDAÇÃO DA PERDA DA COESÃO

Consolidante	Avaliação do comportamento à água		Avaliação da resistência mecânica			
	Tubos Karsten (cm ³)		Esclerómetro (VH – kg/mm ²)		Durómetro (SHORE)	
	Muerete	Reboco	Muerete	Reboco	Muerete	Reboco
Sem consolidação			36,9	22,2	50,2	37,1
Água de cal simples			43,9	33,8	63,0	59
Água de cal + metacaulino		Menos permeável	38,6	33,4	62,8	65,2
Água de cal + álcool			41,0	25, 2	52,6	56,8
Água de cal + Acril (5%)			44,0	36,2	60,2	61
Bactérias	Menos permeável	Menos permeável	48,05	36,2	62,6	66,4
Acril (25%)	Menos permeável	Menos permeável	42,6	37,6	62,8	66,0
Silicato 1 Tegovakon® V			44,7	33,4	65	67,6
Silicato 2 Estel 1000		Menos permeável	44,3	37,6	55,8	65,4

6.8.1.7 Metodologia para o tratamento de consolidação da perda de coesão

No diagrama a seguir apresenta-se sinteticamente os passos principais de uma metodologia, que pode orientar na escolha do consolidante mais adequado a utilizar sobre revestimentos com perda de coesão.



6.8.2 Consolidação da perda de aderência

A perda de aderência, é também uma das formas de degradação comumente presente nos revestimentos exteriores. Esta degradação caracteriza-se pela separação entre as diferentes camadas do reboco ou entre o reboco e o suporte, provocando anomalias, como destacamento, descolamento, e lacunas no revestimento. Este tipo de anomalia não é passível de reparação com as técnicas correntes da construção, recorrendo-se em geral à extracção e substituição dos revestimentos antigos, perdendo-se assim esses revestimentos. Para conservar estes revestimentos e para restituir a aderência perdida, utiliza-se a técnica de consolidação através de caldas de ligantes, conhecidas por *grout*. Face ao exposto, o objectivo principal deste subcapítulo é a discussão das características das caldas de cal testadas sob condições controladas em laboratório, para posterior aplicação *in situ*. As caldas de cal utilizadas para um tratamento de conservação, devem ser compatíveis mecânica, física e quimicamente com o revestimento original, pois é um tratamento praticamente irreversível.



Fig. 370, A perda de aderência entre as camadas de reboco



Fig. 371, Revestimento com perda de aderência entre as camadas de reboco e o suporte

6.8.2.1 A consolidação através de caldas de cal (*grout*)

A injeção com caldas fluidas ou *grout* é uma técnica que poder ser utilizada com duas finalidades distintas: uma, pela engenharia para consolidar e estabilizar estruturas de alvenarias antigas; a outra, para a conservação de revestimentos decorativos, restabelecendo a aderência entre as camadas de reboco ou entre o reboco e o suporte.

Os estudos científicos, sobre as caldas de cal para perda de aderência de rebocos antigos, são relativamente recentes; apenas em 1979 um grupo de investigadores do ICCROM, incluindo restauradores, preocupados com a utilização de materiais compatíveis para restituir a aderência

de antigos revestimentos decorativos (incluindo pinturas murais), iniciaram estudos sobre estes produtos (Ferragni *et al.*, 1984: 110).

A injeção de *grout*, através de caldas cimentícias empregues para consolidar estruturas de alvenarias antigas, é utilizada pela engenharia, desde o século XIX, quando foram usados *grouts* de cimento para estabilizar as paredes de um túnel em Inglaterra. Em 1888 os *grouts* para reforço de estruturas antigas, já estavam sendo comercializadas na Alemanha e Inglaterra (Kickstal, 2000: 26). Actualmente usam-se outros tipos de *grouts*, com composições diversas, à base de resinas epoxídicas, de cais hidráulicas (com baixo teor de sais solúveis), etc. (Pinho, 2007); e com características estruturais, que têm, portanto, que ter resistências elevadas. O estudo sobre caldas estruturais e sobre as suas técnicas de aplicação já estão bastante consolidados, existindo normas que regem os ensaios de laboratório e uma extensa literatura a respeito das suas distintas técnicas de aplicação, dos diversos equipamentos e dos inúmeros produtos que existem no mercado¹⁷⁶. Segundo a Norma ASTM C1180-03, *grout* é a «*mixture of cementitious materials, aggregates, water, with or without admixtures, initially produced to pouring consistency without segregation*».

As caldas para restituição da aderência a rebocos antigos não são materiais estruturais, pelo que não são exigíveis resistências elevadas e têm que ser compatíveis com as argamassas que se destinam a reparar. As caldas de cimento possuem resistência mecânica superior às argamassas originais, possuem baixa permeabilidade, alta condutividade térmica, não são flexíveis, além de introduzirem sais. Todos estes factores podem causar danos e produzir degradações no suporte original, não sendo recomendável a sua utilização para restituir a aderência dos revestimentos constituídos por argamassa de cal.

Para as caldas de cal utilizadas sobre rebocos antigos, não existe ainda uma normalização de ensaios. Contudo nos diversos artigos que têm vindo a ser publicados nestes últimos vinte anos, já é patente uma preocupação em estabelecer uma metodologia de estudo para estas caldas. No entanto, o Grupo de Trabalho da RILEM que tem vindo a estudar as argamassas históricas (TC RHM) manifesta a intenção de vir a abordar este tema.

As caldas de cal ou “argamassas de *grout*” ou ainda “argamassas de injeção”, como são designadas por Encinas (Encinas, 1998: 34), são argamassas líquidas com base em materiais orgânicos ou inorgânicos, ligantes aéreos ou hidráulicos e agregados muito finos.

¹⁷⁶ Consultar: ASTM C404-03 *Specification for Aggregates for Masonry Grout*; ASTM C476-02 *Specification for Grout for Masonry*; ASTM C1019-03 *Test Method for Sampling and Testing Grout*; ASTM C1180-03ae1 *Terminology of Mortars and Grout for Unit Masonry* in <http://www.astm.org> e www.groutline.com.

As caldas de cal, devidamente fluidas, são injectadas nas zonas de destacamentos com o objectivo de preencher o vazio entre as camadas de revestimento¹⁷⁷. Uma das dificuldades encontradas na sua utilização, é que a secagem destas argamassas acontece no interior da parede sem a presença do dióxido de carbono do ar. Nestas condições o processo de carbonatação da cal, torna-se difícil, sendo necessária a utilização de aditivos pozolânicos para acelerar tal processo.

Nos últimos vinte anos diversas caldas de cal com distintas composições, incluindo aditivos orgânicos e inorgânicos, têm sido aplicadas, para restituir a aderências de diversos revestimentos decorativos. Elas têm de ter composições similares e propriedades mecânicas compatíveis com o revestimento original.

Paulo e Laura Mora em 1977, utilizaram caldas de cal compostas por cal, pó de mármore, areia com granulometria muito fina e, como adesivo, usaram caseinato de cálcio e acetato de polivinilo, para preencher os vazios entre as camadas de argamassas das pinturas murais. O caseinato de cálcio era utilizado nestas caldas, devido ao seu bom poder de adesão e de retenção de água (Mora, 2001: 256).

Em 1979, teve início um projecto no ICCROM com o objectivo de estudar em laboratório e *in situ* diversas formulações de caldas de cal para restituir a aderência de revestimentos decorativos. Em 1984, Ferragni, juntamente com Mora, Teutónico e Torraca divulgaram alguns resultados deste projecto, eles estudaram em laboratório diversas composições de caldas de cal, incluindo cal hidráulica, cal aérea e cimento com o objectivo de analisar o seu desempenho. Talvez este seja o primeiro artigo, onde o tema foi tratado de forma científica, nele os autores expõem sobre as dificuldades observadas, descrevem os materiais utilizados, definem as propriedades ideais para uma calda de cal e apresentam os ensaios efectuados conjuntamente com os resultados obtidos. Para estes autores o caseinato de cálcio retarda a secagem, além de provocar o aumento da retracção da calda de cal (Ferragni *et al.*, 1994: 110).

Em 1986, é desenvolvido o projecto *Smeaton* em Inglaterra com o objectivo de estudar também caldas de cal compatíveis com os revestimentos antigos de cal, que teve a colaboração do ICCROM e fizeram parte da equipa Jeanne Marie Teutónico, John Ashurst entre outros¹⁷⁸. O interesse por este tema surgiu após se ter verificado que os revestimentos, que foram consolidados com caldas de cimento em Inglaterra, tinham apresentado um indesejável comportamento, nomeadamente provocado fissuras e introduzido sais na estrutura original. Neste

¹⁷⁷ O produto utilizado são as caldas de cal, também chamado de *grout*, e a operação de execução, ou seja a técnica, é designada por *grouting*.

¹⁷⁸ Sobre o assunto consultar: J. M. Teutonico, I McCaig, C. Burns and J. Ashurst, *The Smeaton Project: Factors Affecting the Properties of Lime-Based Mortars*, in APT Bulletin, Vol. 25, No. 3/4 (1993), p. 32-49.

projecto foram estudadas várias composições de caldas compostas por cal aérea, hidráulica e pó de tijolo (Wong, 2006: 58).

Em 1997, Baglioni *et al.*, desenvolveram um estudo sobre os aditivos que poderiam ser incorporados às caldas de cal, em locais com baixa concentração de dióxido de carbono, com o objectivo de melhorar a carbonatação destas. A investigação, que demorou cinco anos, incidiu sobre a utilização de produtos *autogenous*, ou seja, capazes de produzir CO₂, por reacção com a água e o meio alcalino, melhorando a capacidade de presa das caldas de cal. Os autores concluíram que o éster de ácido carbónico (carbonato de etilo), foi o produto que incrementou o endurecimento destas caldas, sendo possível a sua utilização como aditivo de caldas de cal (Baglioni *et al.*, 1997: 45).

Em 1998, Serrano efectuou um estudo, no Centro de Materiais de Engenharia de Cuba, sobre calda de cal aditivada com uma resina natural designada *tuna brava* (espécie de cacto), em substituição da resina acrílica Primal. Esta investigação foi acompanhada de ensaios laboratoriais sobre as distintas características destas caldas, concluindo-se que estas possuem propriedades compatíveis com a estrutura antiga, resultando numa composição mais simples que as argamassas industriais existentes no mercado (Serrano, 1998: 146-157).

Dagmar Michoinová, num artigo escrito em 2000, fez uma explanação sobre um projecto desenvolvido na República Checa sobre a consolidação da perda de aderência de revestimentos antigos. A autora comentou sobre os materiais utilizados, a metodologia aplicada, incluindo a parte experimental do trabalho. O estudo reflectiu sobre diversos aditivos utilizados nas caldas de cal, concluindo que os aditivos poliméricos têm uma influência positiva na trabalhabilidade destas e que os aditivos fluidificantes retêm uma favorável quantidade de água nelas (Michoinová, 2000: 294).

Em 2003, Isobel Griffin, conservadora escocesa, preocupada também com a questão da carbonatação, investigou sobre a adição de pozolanas nas caldas de cal, para conferir hidraulicidade. A autora estudou diversas pozolanas de natureza calcária e avaliou as suas propriedades e desempenho nestas caldas (Griffin, 2003: 23-34).

Em 2006, Karina Zajadacz, restauradora polaca, no âmbito da sua tese de doutoramento, apresentou uma metodologia de estudo sobre caldas de cal utilizadas para consolidar revestimentos decorativos (Zajadacz, 2006: 509-516).

A indústria actual desenvolveu algumas caldas de cal, com o apoio de alguns investigadores e de algumas instituições¹⁷⁹, sendo as mesmas comercializadas e tendo-se obtido resultados

¹⁷⁹ A linha de argamassas para conservação PLM, que inclui uma gama de argamassas para *grout* foi desenvolvida com a colaboração de Paulo e Laura Mora e do Instituto Central de Restauro de Roma.

satisfatórios. No entanto, alguns técnicos e investigadores, na procura de desenvolver os seus próprios produtos, com o objectivo de realizarem intervenções de restauro economicamente viáveis, continuam a efectuar investigações sobre o assunto. Face ao exposto, é evidente o interesse pelo tema ao longo destes últimos anos; no entanto nota-se que ainda é necessário analisar e discutir questões relativas ao comportamento e trabalhabilidade destas caldas, incluindo a carbonatação, injectabilidade, contracção, tempo de presa e por fim a questão da compatibilidade, para que se possa determinar as características ideais das caldas de injeção para revestimentos antigos.

6.8.2.2 Requisitos básicos para uma calda de cal

As caldas de cal utilizadas para o *grouting*, são compostas por diversos materiais com peculiaridades distintas, sendo para isto importante uma selecção cautelosa dos materiais a utilizar. Esta escolha pode ser efectuada com base em alguns critérios já preestabelecidos por alguns investigadores, que a seguir se discriminam.

Compatibilidade Química

A calda de cal deve ter compatibilidade química e física com o revestimento a ser tratado.

A compatibilidade química, é uma exigência de grande importância, porque se as caldas de cal não forem quimicamente compatíveis com o revestimento, mais cedo ou mais tarde, ao ser introduzida no seu interior, irá degradá-lo. A calda de cal deve formar materiais quimicamente estáveis sem constituição de produtos secundários prejudiciais, como os sais solúveis, que podem afectar a argamassa original. A quantidade de iões de Na^+ e K^+ , deve ser a mínima possível e a percentagem de cálcio solúvel também deve manter-se baixo (Ferragni *et al.*, 1994: 110; Rickstal, 2000: 66).

Compatibilidade Física

As propriedades mecânicas importantes para serem avaliadas nestas caldas são a resistência à compressão, a resistência à flexão, a retracção e a aderência ao material original.

Resistência mecânica

As forças mecânicas das caldas de cal não devem ser maiores que as argamassas originais. Elas devem ser capazes de suportar esforços mecânicos e de absorver as tensões transmitidas, deste modo, recomenda-se que não sejam excessivamente rígidas, possuindo um módulo de elasticidade (relação tensão/deformação), similar ao do revestimento original. Para Encinas, é preferível que estas caldas sejam mais deformáveis, ou seja, que sejam capazes de assimilar e repartir uniformemente qualquer tensão mecânica que receba (Encinas, 1998: 36). No entanto, para este autor, é muito difícil determinar as resistências dos revestimentos antigos, devido a ser

inevitável a extracção de uma amostra original para ensaios de laboratório¹⁸⁰, logo ela não foi medida na maioria dos estudos efectuados. Para Encinas, em vez da avaliação da resistência, poderia ser avaliada a dureza das antigas e novas argamassas, através do ensaio com Durómetro, modelo Shore A, que pode ser efectuado *in situ* sem extracção de amostras (Encinas, 1998: 42).

Segundo Ferragni e Zajadacz, estas novas caldas, devem possuir um módulo de elasticidade menor que o do substrato (< 80%) e uma resistência a compressão também inferior à do substrato (< 60%) (Ferragni *et al.*, 1994: 110; Zajadacz, 2006: 512).

Retracção

As caldas de cal devem ter pouca retracção na secagem. A retracção é uma característica com relação directa com a correcta aderência do material, o excesso dela pode afectar negativamente a argamassa no interior do revestimento, tendo-se sugerido uma contracção volumétrica no máximo de 4%, como valor limite (Ferragni, 1984:110; Encinas, 1998: 34).

Aderência

As caldas de cal devem ter bom poder de aderência aos substratos com os quais estão em contacto, pois se formarem fissuras ou vazios, estes locais podem ser favoráveis para a entrada de água. Uma vez endurecida, a calda converte-se num novo suporte, fazendo a ponte entre a estrutura resistente e a degradada, estabelecendo uma maior resistência do revestimento (Encinas, 1998: 34).

Seleção dos Materiais

Os materiais básicos de composição de uma calda de cal utilizados para restituir a aderência de revestimentos antigos e históricos, através de injecções são: a cal aérea, a areia e a água. No entanto, esta composição não apresenta um bom comportamento, pois como já foi referido, estas caldas secam no interior da parede sem a presença do ar, e a cal aérea para carbonatar (fazer presa), necessita de uma reacção com o dióxido de carbono (CO₂). Desta forma, a carbonatação destas caldas, compostas somente por cal aérea, pode não acontecer, e conseqüentemente podem não restituir a aderência pretendida. Por isto, foram desenvolvidas outras composições

¹⁸⁰ Sobre o ensaio de resistência de amostras antigas, o LNEC conjuntamente com o Instituto de Mecânica Aplicada da República Checa e a Universidade de Ljubljana (Eslovênia), desenvolveram um método de ensaios para avaliar a resistência à compressão de amostras irregulares recolhidas *in situ*. Consultar A. Magalhães e R. Veiga, *Avaliação da resistência de amostras de argamassas históricas recolhidas em obra – metodologia e correlação de resultados*, Relatório 259/06, NRI, Lisboa, LNEC, 2006.

utilizando aditivos, adjuvantes¹⁸¹, diferentes tipos de ligantes e agregados, com o objectivo de se conseguir uma calda de cal que preencha os requisitos básicos para preencher os vazios existentes nos revestimentos (vazios entre camadas de argamassas ou entre a argamassa e o suporte). No passado utilizavam-se como aditivos leite, açúcar, óleo, ovos, sangue; estes materiais deixaram de ser empregues, por provocarem outros tipos de anomalias, sendo substituídos por materiais modernos com objectivos semelhantes: de melhorar a aderência, a permeabilidade, a viscosidade, a retenção de água, etc. (Michoinová, 2000: 292). No entanto, a adição de diferentes tipos de aditivos e de adjuvantes, tem de ser realizada com muito cuidado, numa correcta quantidade, pois o excesso pode gerar outras desvantagens, como elevada retracção, fissuras, etc. Desta forma, recomenda-se que a elaboração de uma nova composição de calda de cal seja acompanhada de ensaios laboratoriais, para verificar a eficiência do produto.

A seguir e com base nos estudos já efectuados sobre o assunto, enumeram-se os diferentes materiais que podem ser utilizados numa calda de cal:

Ligante

A cal é o principal ligante a ser utilizado para estas caldas, podendo ser utilizada a cal área, juntamente com aditivos que confirmam hidraulicidade ou a cal hidráulica, desde que possua características compatíveis com o revestimento original e baixo teor de sais solúveis¹⁸².

Água

Aconselha-se a utilização de água sem impurezas. A quantidade de água introduzida é determinada até se obter uma calda fluida, sendo por isso introduzida uma grande quantidade de água, podendo variar a proporção, dependendo dos materiais utilizados. Recomenda-se que a quantidade utilizada seja de 60 a 80% de água (em peso) (Ferragni, 1984: 112).

Agregados e Filler

Os agregados têm um importante papel na constituição das caldas de cal, devido à alta percentagem de material utilizado, confere-lhe assim uma maior estabilidade e durabilidade à argamassa. Para as caldas de cal é aconselhável a utilização de agregados com granulometria finas ou *filler*¹⁸³; a utilização de finos melhora a sua estabilidade (Rickstal, 2003: 51). Baglione, no seu estudo, utilizou micro partículas de areias com partículas com dimensões de 250 µm; Alvarez

¹⁸¹ Designa-se como *adjuvante* a substância utilizada em percentagem inferior a 5% da massa, adicionada durante a amassadura aos componentes normais das argamassas. Designa-se como *aditivo* toda substância que se adiciona a argamassa, em quantidades superiores a 5%. Sobre o assunto consultar: H. Paiva – *Caracterização reológica de argamassas*, Tese de mestrado, Universidade de Aveiro, 2005, p. 8 e AAVV – *EMODico – European Mortar Industry Organization* – Dicionário Técnico, 3.ª edição, 2001.

¹⁸² É de referir que nos ensaios efectuados no ICCROM foi utilizada a cal hidráulica da Lafarge.

¹⁸³ São considerados *filler* as partículas que passam no peneiro de 0,063 mm. Consultar: Rato, Ob. Cit., 2006: 33-50.

e Baglione comentam que podem ser utilizados *filler* com dimensões compreendidas entre 10 e 350 µm (Baglione, 1997:45; Alvarez, 2006: 14). Segundo Paiva, no seu estudo sobre reologia das argamassas, o aumento de teores de finos numa argamassa provocará uma maior tensão de cedência¹⁸⁴ e uma maior viscosidade (Paiva, 2005: 25).

Para Encinas, os agregados e os *filler* têm de permanecer homogéneos numa calda de cal. Para este autor é importante conhecer o peso, a densidade e a morfologia destes materiais, não sendo recomendável a utilização de agregados densos, pois devido ao seu peso, tendem a sedimentar-se com rapidez; quanto à morfologia dos agregados esclarece que as areias alveolar possuem um índice de sedimentação maior que as areias angulares (Encinas, 1998: 36). Segundo Luso, a introdução de partículas esféricas contribui para o aumento da fluidez da calda de cal. Para esta autora e para Rickstal, é importante na composição de uma calda de cal, garantir que a máxima dimensão das partículas que irão constitui-la, seja menor que a abertura dos orifícios ou diâmetro dos vazios a ser preenchido (Luso, 2007: 167; Rickstal, 2003: 52). Zajadacz, utilizou no seu estudo, como agregados nas caldas de cal, micro esferas de vidro (*Scotchlite Bubbles*), concluindo que estas obtiveram uma maior injectabilidade que as caldas com micro partículas de areias (Zajadacz, 2006: 511). Os agregados ou *filler* comumente utilizados nestas caldas, são micro areias de rios (siliciosas), pó de mármore e sílicas micronizadas (Cifuentes, 1998: 71)

Aditivos

- Pozolanas

As pozolanas são materiais quimicamente formadas por sílica e alumina, que reagem com o hidróxido de cálcio na presença da água, formando silicatos e aluminatos de cálcio (Velosa, 2002: 3), sendo o objectivo de conferir hidráulidade às caldas de cal. Estes compostos têm propriedades aglomerantes e são resistentes à água. Como existem diversos tipos de pozolanas, e cada uma com características distintas, é importante primeiro ensaiar diversas composições em laboratório, para a escolha do tipo de pozolana ideal (Griffin, 2004: 24).

- Pó cerâmico

Os pós cerâmicos têm também características pozolânicas, conferindo hidráulidade às caldas de cal. A sua pozolanidade depende da argila usada, da temperatura de cozedura dos tijolos e telhas e da finura do pó usado (Velosa, 2006: 61-62).

O estudo desenvolvido pelo projecto Smeaton, em Inglaterra, utilizou pó de tijolo, cozido a temperaturas distintas, com partículas compreendidas entre os 75 e os 300 µm, obtidas através de moagens. Este projecto conclui que as caldas de cal aditivadas com pó de tijolo com

¹⁸⁴ *Tensão de cedência*, é a tensão máxima que o material suporta ainda no regime elástico de deformação. Sobre o assunto consultar H. Paiva, Ob. Cit., 2005, p. 15-25.

partículas de menor dimensão e obtidas a uma temperatura inferior 950 °C, tiveram uma presa mais rápida, uma menor retracção e um aumento da resistência mecânica. As caldas compostas por pó de tijolo com partículas de maiores dimensões, demonstraram que o pó de tijolo actuou como um aditivo introdutor de ar, melhorando a carbonatação da calda e conferindo um melhor comportamento quanto a resistências aos sais solúveis e ao gelo. Quanto à quantidade de materiais utilizados nestas caldas, a composição que obteve melhor resultado foi o traço 1:1:3 (cal + areia + pó de tijolo, em volume) (Wong, 2006: 58).

Adjuvantes

Diversos adjuvantes com finalidades distintas podem ser utilizados nas caldas de cal como:

- Agentes retentores de água

Os agentes retentores de água são muito utilizados nas argamassas, uma vez que permitem reter água da amassadura até a reacção de presa. São também conhecidos como agentes espessantes, pois aumentam a viscosidade, a coesão dos materiais, reduzem a segregação dos materiais e melhoram a homogeneidade e trabalhabilidade das argamassas (Paiva, 2005: 13). O produto muito utilizado nas caldas de cal com esta finalidade é o Carboxi Metil Celulose (CMC) (Michoinová, 2000: 292; Griffin: 2004: 25).

- Fluidificantes ou plastificantes

Os agentes plastificantes, reduzem também a quantidade de água da amassadura e fluidificam o material, ou seja ao diminuir a água da amassadura aumentam a viscosidade, conseguindo aumentar a trabalhabilidade desejada da argamassa sem a introdução de uma maior quantidade de água. Estes adjuvantes possuem propriedades físico-químicas que modificam a tensão superficial da água, sendo constituídos por substâncias designadas como tensoactivas (Paiva, 2005: 9).

O aumento das dosagens de produtos plastificantes pode dificultar as reacções de hidratação da argamassa, comprometendo o endurecimento do material. Actualmente existem os superplastificantes, que podem ser utilizados com dosagens superiores, reduzindo a proporção de água, sem por em causa a trabalhabilidade da argamassa (Paiva, 2005: 10). Rickstal, no seu estudo sobre *grouts* minerais, concluiu que é impossível criar um *grout* sem a utilização de superplastificantes, pois para tornar a calda fluida é necessário utilizar elevadas quantidades de água, sendo um problema conseguir a sua estabilidade. Este autor comenta ainda que existem diversos tipos de superplastificantes, e que os ensaios de laboratório devem ser efectuados para a escolha do produto mais adequado a utilizar (Rickstal, 2003: 66). Nos diversos estudos efectuados sobre caldas de cal, foi utilizado como adjuvante fluidificante o Gluconato de sódio, e como adjuvante retentor de água foi utilizado o Carboxi Metil Celulose (CMC) (Ferragni, 1984: 110; Michoinová, 2000: 292; Griffin, 2004: 25; Zajadacz, 2006: 511; Baglione, 1997: 45).

- Polímeros

Os polímeros são bastantes utilizados como adjuvantes principalmente nos *grouts* estruturais; possuem baixa viscosidade, uma boa adesão e uma elevada resistência à compressão, no entanto possuem baixa permeabilidade à água e baixa expansão térmica, podendo causar problemas relativamente às questões de transporte de água no interior da estrutura, e ainda produzir esforços térmicos distintos do original (Rickstal, 2000: 43). Os polímeros são também utilizados nas caldas de cal, para restituir a aderência entre as camadas de revestimentos, pois aumentam a adesão¹⁸⁵ e a sua resistência mecânica. Nas caldas de cal desenvolvidas e estudadas por Ferragni, o produto utilizado para melhorar a adesão, foi o Primal AC33 em pouca quantidade (actualmente substituído pelo Acril 33), que é um copolímero acrílico (emulsão acrílica em água) (Ferragni, 1984: 110; Baglione, 1997: 45; Michoinová, 2000: 292).

- Introdutores de ar

Este adjuvante pode também ser utilizado nas caldas de cal, e tem como objectivo o aumento da resistência ao gelo-degelo e conseqüentemente a durabilidade das argamassas, além de reduzir a viscosidade pelo aumento de ar introduzido na argamassa, não alterando a tensão de cedência. A maioria dos produtos plastificantes, são também introdutores de ar (Paiva, 2005: 11 e 56).

Injectabilidade

A facilidade de penetração das caldas de cal é uma das principais exigências, logo devem ser suficientemente fluidas para serem fáceis de injectar entre as camadas de revestimentos ou entre o revestimento e o suporte, preenchendo por completo todos os vazios existentes.

Para se conseguir uma boa fluidez da calda de cal, é necessária a introdução de uma elevada quantidade de água, porém, esta quantidade pode comprometer a sua estabilidade, provocando elevadas retracções e fissuras. Para Michoinová, a introdução de um produto fluidificante na calda de cal, promove a redução de água em forma líquida e aumenta a viscosidade (Michoinová, 2000: 293).

A injectabilidade, é a capacidade de escoamento da mistura, mantendo tal característica por um certo período de tempo, permitindo a penetração completa da calda de cal (Luso, 2007: 167). Este poder de penetração da calda, depende de outros factores, tais como a fluidez, a

¹⁸⁵ Adesão é uma força atractiva de origem molecular, ou seja é a propriedade pela qual se unem duas superfícies de substâncias iguais ou diferentes e, se mantém juntas por forças intermoleculares. In AAVV – *Dicionário da Língua Portuguesa*, Lisboa, Porto editora, 2003, p. 32.

viscosidade, do tamanho e morfologia dos grãos dos materiais constituintes. Todos estes factores estão também ligados com o parâmetro reológico da calda de cal.

A *fluidez* é a capacidade da calda de cal em permanecer no estado fluido por tempo suficiente, enquanto ocorre a difusão homogénea nos vazios. Ela depende ainda da distribuição granulométrica dos grãos, da sua natureza e forma, como também da quantidade de água introduzida na amassadura, do método de mistura e da sua estabilidade. A *estabilidade* da calda de cal é a capacidade da mistura permanecer homogénea antes de ocorrer a exsudação e a segregação¹⁸⁶. Para Luso, é fundamental conseguir-se a estabilidade de uma calda de cal, para se obter as mesmas propriedades em todo o interior dos vazios. Para esta mesma autora, o fenómeno de exsudação pode prejudicar a qualidade da injeção, pois a parte superior de um poro pode não ficar consolidado, devido à migração de água em excesso para essa zona (Luso, 2007: 167). Assim, uma calda de cal deve ter boa fluidez, para facilitar o escoamento do produto, permitindo o preenchimento de todos os vazios, inclusive aqueles de difícil acesso, e ausência de segregação para permitir a correcta penetração da calda (Encinas, 1998: 35).

Com efeito, para melhorar a injectabilidade das caldas de cal, podem ser adicionados diversos aditivos à argamassa. Segundo Zajadacz, no seu estudo, diversos factores e produtos utilizados influenciaram e melhoraram a injectabilidade e penetração das caldas (Zajadacz, 2006: 511):

- Caldas de cal compostas por microesferas de vidro e *silicosil* (resina acrílica), demonstraram uma melhor penetração, que as compostas por areias finas. Não foi observada segregação.
- Caldas aditivadas com gluconato de sódio, apresentaram igualmente melhor fluidez e consequentemente melhor penetração.
- A calda agitada em alta velocidade no misturador e por longo tempo, apresentou igualmente uma melhor injectabilidade, e consequentemente melhor penetração e maior estabilidade.

Comportamento à Água

As caldas de cal, devem ter preferencialmente uma alta permeabilidade ao vapor de água e um coeficiente de capilaridade entre 50-100% do valor do revestimento original (Zajadacz, 2006: 512).

¹⁸⁶ *Exsudação* é a migração de água para a superfície com a formação de uma película de água superficial. Está ligada com a relação água/ligante e com a distribuição granulométrica do ligante. *Segregação* é a tendência dos materiais se posicionarem segundo estratos. Depende da forma, dimensão e densidade das partículas e também da quantidade de água utilizada. In Eduarda Luso, *Injecções para consolidação de construções em terra – revisão do conhecimento e métodos de ensaio*, V Seminário Arquitectura de Terra em Portugal, Argumentum, Universidade de Aveiro, Outubro de 2007, p. 165-169.

Tempo de Presa

As caldas de cal não podem começar a endurecer durante a injeção, sendo por isso recomendável um tempo de presa razoável para que o revestimento possa ser tratado sem dificuldade. Porém, estas caldas devem possuir capacidade de secagem de modo hidráulico, ou seja, sem ar e em condições húmidas (Encinas, 1998: 34). Foi estabelecido por Ferragine *et al.* que o tempo ideal de endurecimento para uma calda de cal seria não mais que 48 horas, e este tem sido o tempo estabelecido por todos os outros investigadores nos seus estudos (Ferragni, 1984: 109). No entanto, Balgione *et al.*, comentam que este tempo de endurecimento, pode variar dependendo dos materiais utilizados e o do tipo de argamassa e da sua porosidade (Baglione *et al.*, 1997: 46).

Procedimento da Mistura

O objectivo da mistura, é produzir uma calda homogénea. Aconselha-se primeiro a introdução dos materiais secos; posteriormente e paulatinamente, deve ser introduzida a água. Recomenda-se que a mistura seja efectuada numa misturadora de laboratório, podendo também ser utilizada uma varinha mágica ou batedeira. O tempo da mistura pode variar entre os 5 e 15 minutos, até se obter uma calda homogénea, que depende dos materiais utilizados (Rickstal, 2000: 43; Wong, 2006: 86). Segundo Zajadacz a calda agitada em alta velocidade e por longo tempo, apresentou melhor penetração e maior estabilidade (Zajadacz, 2006: 513).



Fig. 372, Calda de cal misturada em laboratório



Fig. 373, Calda de cal misturada em obra com “varinha mágica”

Comportamento Reológico

O estudo do comportamento reológico das argamassas é de suma importância para a caracterização do seu desempenho no estado fresco. O termo *reologia* foi definido por Bingham em 1929, originado da palavra grega “rhein” que significa escorrer, como o estudo da deformação e escoamento da matéria (Rago, 1999: 8). A reologia é a ciência do fluxo e deformação dos materiais, que estuda as relações entre a tensão, a deformação e o tempo (Paiva, 2005: 15). Com efeito, é necessário conhecer o comportamento reológico das caldas de cal no seu estado fresco,

observando o seu desempenho quanto à retenção de água, à sua trabalhabilidade, plasticidade, fluidez e viscosidade¹⁸⁷, analisando ainda a influência dos diversos aditivos e adjuvantes, pois as propriedades finais do produto endurecido, dependem das características do produto fresco¹⁸⁸.

Método e Técnica de Aplicação *in situ*

Diagnóstico da degradação

Primeiramente devem ser localizadas as zonas com perda de aderência na parede através das seguintes etapas:

- Executar ligeiros golpes com os dedos das mãos, sentindo as vibrações ou som oco, com o objectivo de identificar a perda de aderência sobre o revestimento.
- Identificar a extensão, a profundidade e a morfologia destas anomalias, através de fichas, fotografias e gráficos.
- Podem ser também utilizados ensaios não destrutivos, através de ultra-sons, termografias, esclerómetro de pêndulo para localizar com mais precisão as zonas com perdas de aderência¹⁸⁹.

Tratamentos prévios

Caso a zona de perda de aderência coincida com uma zona também de perda de coesão, a consolidação da perda de coesão será efectuada em primeiro lugar.

Protecção do revestimento

Em casos de destacamentos profundos sobre revestimentos decorativos com o surgimento de lacunas, em que haja risco de queda, poderá ser feita uma protecção localizada do revestimento,

¹⁸⁷ A *viscosidade* é a velocidade de deformação de um corpo. A relação entre viscosidade e consistência é directa. Quanto maior a viscosidade maior a consistência (resistência), in F. Rago, M. A. Cincotto, *Influencia do tipo de cal hidratada na reologia das pastas*, Escola Politécnica da Universidade de S. Paulo, São Paulo, p. 10.

¹⁸⁸ Sobre a reologia das argamassas consultar: H. Paiva, *Caracterização reológica de argamassas*, Tese de Mestrado, Aveiro, Universidade de Aveiro, 2005.

¹⁸⁹ Sobre as técnicas de ensaios não destrutivos consultar Magalhães *et al.*, *Metodologia de diagnóstico de anomalias devidas à humidade em paredes antigas*, Relatório 115/2008, NRI, Lisboa, LNEC, 2008 e Tavares *et al.*, *Métodos de diagnóstico para revestimientos de edificios antiguos. Importancia y aplicabilidad de los ensayos in situ*, in Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, PH, n.º 53, 2005, p. 11-17.

antes da injeção da calda de cal. Esta protecção poderá ser realizada através de um *facing*¹⁹⁰, com papel japonês e o Carboxi Metil Celulose (CMC) por exemplo.

Limpeza dos vazios

As zonas com perda de aderência que estiverem abertas (lacunas, fissuras, fendas), devem ser limpas para remoção de toda a impureza. Esta limpeza pode ser efectuada com trinchas de pelo macio, “pêras” de borrachas ou aspirador de pó manual (com baixa pressão), e tem como objectivo uma melhor aderência da calda de cal.

Selagem de fissuras, fendas e lacunas

No caso das zonas de fissuras, fendas e lacunas que tenham diversos orifícios abertos, é necessário selar as possíveis saídas por onde a calda de cal possa fluir, com o objectivo de não haver perda de material, nem manchas sobre o revestimento. Esta selagem pode ser efectuada de diversas maneiras e com distintos materiais: nos pequenos orifícios pode ser utilizado apenas algodão seco; no caso de lacunas maiores, deverá ser introduzido um produto mais impermeável e de maior aderência, mas que possa ser removido posteriormente, podendo utilizar-se uma argamassa fraca, constituída por cal e areia. Caso a selagem seja efectuada com uma argamassa, a operação de injeção só pode ser iniciada quando esta argamassa estiver completamente seca (Encinas, 1998: 122; Rickstal:2000: 36).



Fig. 374, Identificação da zona com destacamento



Fig. 375, Limpeza com trincha, antes da consolidação



Fig. 376, Limpeza com esponja, antes da consolidação



Fig. 377, Limpeza com aspirador de pó, antes da consolidação



Fig. 378, Humedecimento dos vazios com Água + Álcool



Fig. 379, Aplicação da Calda de cal com injeção manual

¹⁹⁰ O *facing* é um tratamento que é realizado durante o processo de restauro da camada pictórica, consistindo na protecção da pintura com papel ou tecido adequados (papel japonês ou gases) e adesivos apropriados. Antes o revestimento ou pintura tem de estar preparado (com um verniz) para receber o *facing*.



Fig. 380, Protecção do revestimento através de um *facing*



Fig. 381, Selagem das bordas, de zonas ocas, com Argamassa de cal



Fig. 382, Selagem de lacuna com Argamasa de cal e areia

Abertura de orifícios

A inexistência de aberturas naturais nas zonas com perda de aderência (ocas), obriga à abertura de orifícios, sendo uma operação delicada, que deve ter em conta o grau de deterioração do revestimento. A disposição e a quantidade de furos, depende da espessura do revestimento, bem como do seu estado de degradação e são efectuados ligeiramente inclinados e de preferência ao longo das fissuras existentes, dos destacamentos e vazios, de forma a promover o seu preenchimento por completo (Luso, 2007: 166). Os orifícios efectuados devem ser de tamanho pequenos, Encinas, aconselha que sejam efectuados orifícios com 2 a 3 mm de diâmetro. No entanto, o tamanho deve ser ajustado ao tipo de degradação e morfologia (forma e tamanho); é importante que se faça mais de um orifício para permitir a saída do ar (Encinas, 1998: 121). Aguilar, recomenda que podem ser efectuados 2 a 4 furos por metro quadrado, variando em profundidade de $\frac{2}{3}$ a $\frac{1}{2}$ da espessura da parede (Aguilar, 1998: 94). Estes orifícios podem ser efectuados manualmente, utilizando agulhas grossas, no caso de revestimentos bastante degradados, ou com furadeira manual ou eléctrica (Encinas, 1998: 121).

Humedecimento dos vazios

Antes da aplicação da calda de cal nos orifícios e fissuras, estes locais devem ser previamente humedecidos, utilizando injeções com soluções de água + álcool (1:1 em volume). Este humedecimento com função tensoactiva, tem como objectivo evitar que o suporte original absorva demasiada quantidade de água da calda de cal. Uma maior absorção da calda pelo suporte original (argamassa), pode influenciar na aderência e secagem da calda com surgimento de fissuras. A quantidade de água a injectar nesta etapa, depende das condições termohigrométricas da parede, do grau de ventilação e da composição da argamassa. Geralmente o surgimento de marcas da humidade na superfície, é o indicativo que o local já esta totalmente humedecido (Encinas, 1998: 122; Mora, 2001: 256).



Fig. 383, Abertura de orifícios e humedecimento das zonas com vazios (Marmorite) fachada do Edifício Principal do LNEC

Aplicação da calda de cal

As caldas de cal podem ser aplicadas através de diferentes técnicas: injeção manual, por gravidade, por bombeamento através de equipamento desenvolvido para o efeito ou ainda através de pistolas eléctricas. Porém, Encinas, não aconselha a utilização de pistolas eléctricas, pois com este equipamento é difícil controlar a pressão exercida. Uma maior pressão faz a calda fluir mais rápido, pois soltará menos água por absorção, contudo um alta pressão pode causar o destacamento do revestimento (Rickstal, 2000: 37). Ao introduzir a calda nos vazios, deve-se ter o cuidado para não inserir quantidades excessivas, para não haver ruptura e saída do líquido, por excesso de peso e pressão.

Para os vazios existentes entre camadas de argamassas, a técnica mais utilizada e mais recomendada é através de injeção manual com pouca pressão; podendo ser utilizadas seringas de veterinário com gatilho (Aguilar, 1998: 80; Encinas, 1998: 122; Mora, 2001: 256-258).

A calda deve ser aplicada por gravidade na vertical ou ligeiramente inclinada, utilizando seringas manuais com diferentes capacidades, ou ainda com recurso a tubos plásticos (Látex), para o sistema de aplicação através de gotejamento. Os tubos plásticos são inseridos nos orifícios e na “boca” da seringa por onde será introduzida a calda, esta técnica, segundo Encinas, assegura que a pressão exercida seja suficiente para a respectiva introdução nos vazios (Encinas, 1998: 123). A calda de cal deve ser injectada devagar, sem turbulência, para não criar bolhas de ar.

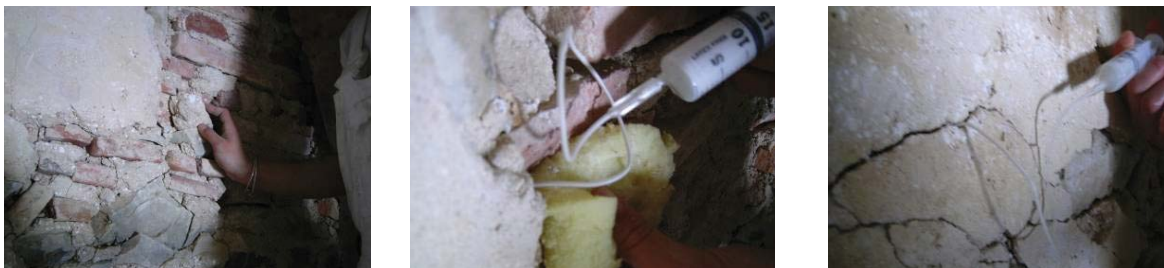


Fig. 384, Consolidação da perda de aderência através de gotejamento. Reboco do século XVI, Convento Almoester (Foto IN SITU)



Fig. 385, Consolidação da perda de aderência através de injeção manual. Revestimeto fingido azulejo, Castanheira de Pêra (Foto IN SITU)

Recomenda-se que durante a aplicação da injeção e após a sua conclusão, se pressione a zona levemente com a mão. Esta pressão deve ser ligeira e suave, sendo capaz de desenvolver uma força moderada e controlável, tendo como objectivo distribuir melhor o líquido no vazio, aumentar a penetração da cal, e conseqüentemente desenvolver uma maior aderência, além de promover o nivelamento da superfície (Encinas, 1998: 123-124).

No caso de grandes abaulamentos do suporte, e logo após as injeções, mas antes da sua secagem, pode ser inserido um extensor sobre a parede com pressão moderada, com o objectivo de fazer com que o revestimento retome a sua posição original e restabeleça a aderência. Ao inserir o extensor, o revestimento deve ser previamente protegido com um material tipo espuma, para não causar danos à superfície.



Fig. 386, Aplicação da injeção da Calda de cal e aplicação de um extensor para restabelecer a aderência, Igreja Espírito Santo, Arronches (Obra e foto IN SITU)

Após o tratamento de consolidação, deve-se repetir o ensaio com pequenas vibrações (*ensaio de percussão*), usando as pontas dos dedos, para verificar se ainda existem vazios sob o revestimento.

Quando o trabalho estiver finalizado, os orifícios de injeção necessitam de ser fechados, utilizando uma argamassa de cal semelhante à original e devem ainda ser removidos alguns tratamentos prévios executados, como o *facing* e as argamassas de selagem, caso necessário. No entanto, algumas argamassas de selagem podem servir como massa de obturação, não necessitando da sua remoção.

Aconselha-se que sejam registados todos os orifícios executados e a quantidade de produto injectado em cada zona, para que no final da operação seja contabilizado o volume de material gasto, verificando se houve o enchimento completo dos vazios.

Controle do tratamento

Recomenda-se que após o tratamento de consolidação, se realize uma inspecção periódica a cada seis meses no primeiro ano; a partir de então anualmente para se comprovar a estabilidade física da estrutura consolidada e ausência de formação de compostos nocivos ao revestimento, como por exemplo o surgimento de sais (Serrano, 1998: 155).

Com base nestes estudos, definem-se no Quadro 31 as exigências básicas de uma calda de cal para *grouting*.

QUADRO 31

EXIGÊNCIAS BÁSICAS PARA UMA ARGAMASSA DE GROUT

Propriedades	Exigências	Referência bibliográfica
Consistência	Suficientemente fluida para injectar	Zajadacz, 2006: 509-516 Michoinová, 2000: 293.
Tempo de “presa”	Não menos que 48 horas	Ferragni, 1984: 110-116 Encinas, 1998: 34.
Exsudação	Mínima possível mas sempre inferior 2% do volume inicial	Luso, 2007: 65-172
Módulo de elasticidade	Menor que o do substrato (< 80%)	Ferragni, 1984: 110-116 Zajadacz, 2006: 509-516
Resistência à compressão	Menor que a do substrato (< 60%)	Ferragni, 1984: 110-116 Zajadacz, 2006: 509-516
Contração e dilatação da argamassa na secagem	O mínimo possível (< 4%)	Ferragni, 1984: 110-116 Zajadacz, 2006: 509-516
Coefficiente de dilatação térmica	Similar ao original	Ferragni, 1984: 110-116
Permeabilidade ao vapor de água	Preferencialmente alta	Zajadacz, 2006: 509-516
Coefficiente de capilaridade	Valor de coeficiente de capilaridade entre 50-100% do valor da argamassa original (substrato original)	Zajadacz, 2006: 509-516
Teor de sais	Possuir o mínimo possível (a quantidade de iões de sódios e potássio não deve ser superior a 120mg/kg de argamassa)	Zajadacz, 2006: 509-516
Força de arrancamento/Aderência	≥ 0,1 N/mm ²	Zajadacz, 2006: 509-516

6.8.2.3 Campanha experimental¹⁹¹

Produtos Seleccionados para o Estudo

Após a análise da bibliografia acerca dos distintos produtos, decidiu-se ensaiar três produtos industriais existentes no mercado e que são utilizados em Portugal; um deles é fabricado no País e os outros no estrangeiro. Os produtos estrangeiros escolhidos são da linha PLM, que é composta por diversas argamassas desenvolvidas especificamente para *grouts*. Estas argamassas são fabricadas em Itália e foram concebidas em conjunto com os restauradores Paulo e Laura Mora e o Departamento de Engenharia dos Materiais da Universidade de Trento. A linha PLM é caracterizada por apresentar ausência de sais solúveis e características físicas e químicas compatíveis com os rebocos antigos constituídos por argamassas de cal. Optou-se também por desenvolver mais três produtos em laboratório, com efeito, foram estudadas em laboratório seis caldas de cal para restituir a aderência desses rebocos antigos.

A campanha experimental deste estudo, foi efectuada no Laboratório de Ensaios de Revestimentos de Paredes, do Núcleo de Revestimentos e Isolamentos, Departamento de Edifícios (LERevPa do NRI/DED) do LNEC. O ensaio de porosimetria foi efectuada no Núcleo de Materiais Pétreos e Cerâmicos do Departamento de Materiais (NPC/DM) do LNEC, e o ensaio de reologia foi efectuada no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Caracterização dos Produtos Escolhidos

Argamassas industriais

- Argamassa PLM A

A argamassa PLM A, neste trabalho será designada por *argamassa A*. A *argamassa A* é uma argamassa de injeção, que foi concebida para consolidar pinturas murais e rebocos de interesse histórico com base em cal natural, em cargas, em inertes e em aditivos seleccionados. Segundo especificações da ficha técnica «...é un mortero de inyección a base de cal natural, cargas inertes y aditivos seleccionados, utilizada para la consolidación de frescos e intónacos de interés artístico, arrancados de su soporte mural y a los que se les desee conferir nuevas características de agarre»¹⁹².

¹⁹¹ A campanha experimental efectuada para as caldas de cal, teve a colaboração da Eng.^a Ana Fragata no âmbito do projecto FCT | POCTI / HEC / 57723/2004 – *Conservação de rebocos de cal: melhoria das técnicas e materiais de reparação*, que também está sendo desenvolvido no LNEC/Lisboa. Sobre o projecto consultar <http://conservarcal.lnec.pt>.

¹⁹² A ficha técnica do produto pode ser consultada em www.ctseurope.com.

No Quadro a seguir, apresenta-se a caracterização do material, segundo a ficha técnica e estudos desenvolvidos por Monte (Monte, 1998: 98-113).

QUADRO 32

CARACTERIZAÇÃO DA ARGAMASSA A

Aspecto		Pó branco
Composição		Ligante (50%): cal aérea Carga (46%): argilas microfinas, talcos seleccionados e quartzitos Aditivos (4%): superfluidificante, retentores de água à base de éteres de celulose
Composição mineral por Difraccção de Raios-X (DRX)	Mistura em pó	Presença de calcite (C), portlandite (P), silicato de cálcio [Larnite (L)] e quartzo (Q)
	Provete após 360 dias	Presença de calcite (C) e quartzo (Q)
Massa volúmica (Kg/dm³)		1,1
Análise Térmica Diferencial (ATD)		Na mistura em pó um conteúdo orgânico de 0,6%
Tempo de presa (endurecimento)		24-48 h
Resistência compressão (kg/cm²)		12,7

- Argamassa PLM I

A argamassa PLM I, neste trabalho será designada por *argamassa I*. A *argamassa I* é uma argamassa de injeccção, que foi concebida para consolidar rebocos e estuques de grande valor histórico. Segundo a ficha técnica do produto «...é un mortero de inyección a base de ligantes hidráulicos, aditivos apropiados y áridos seleccionados, empleado para la consolidación de estucos e intónacos de valor artístico que estén en fase de separación, desunión o descohesión de su soporte mural, con el fin de conferirles nuevas características de agarre».

No Quadro a seguir apresenta-se a caracterização do material, segundo a ficha técnica e estudos desenvolvidos por Monte¹⁹³ (Monte, 1998: 98-113).

¹⁹³ É de referir que segundo a composição mineral descrita por Monte no seu estudo não apresentou nenhum composto hidráulico, embora a ficha técnica do produto apresente como sendo constituído por um ligante hidráulico.

QUADRO 33

CARACTERIZAÇÃO DA ARGAMASSA I

Aspecto	Pó branco ligeiramente cinza	
Composição	Ligante (50%): hidráulico seleccionado de baixo teor salino Carga (46%): argilas microfinas, talco seleccionados e quartzitos Aditivos (4%): superfluidificante, retentores de água à base de éteres de celulose	
Composição mineral por Difraccção de Raios-X (DRX)	Mistura em pó	Presença de calcite (C), portlandite (P) e quartzo (Q)
	Proverte após 360 dias	Presença de calcite (C) e quartzo (Q)
Massa volúmica (Kg/dm³)	1,2	
Análise Térmica Diferencial (ATD)	Na mistura em pó um conteúdo orgânico de 0,6%	
Tempo de presa	24-48 h	
Resistência compressão (kg/cm²)	25,9	

- Micro argamassa pozolânica de injecção

A *Micro argamassa pozolânica de injecção*, foi desenvolvida por uma empresa portuguesa, e será designada por *argamassa F*. A *argamassa F* é uma argamassa de injecção, que foi concebida para execuções de injecções em alvenarias de pedra, de cal aérea e de construção em terra.

No Quadro a seguir apresenta-se a caracterização do material, segundo a ficha técnica do produto.

QUADRO 34

CARACTERIZAÇÃO DA ARGAMASSA F

Aspecto	Pó branco ligeira-mente rosado	
Composição	Ligante: cal aérea Cargas e aditivos: micro areias calcárias e aditivo pozolânico	
Composição mineral por Difraccção de Raios-X (DRX)	Não determinado	
Massa volúmica (Kg/dm³)	1,25	
Análise Térmica Diferencial (ATD)	Não determinado	
Tempo de presa (endurecimento)	72-96 h início da reacção pozolânica	
Resistência compressão (kg/cm²)	Não indicado	

- Argamassas produzidas em laboratório

No âmbito deste trabalho foram desenvolvidos três produtos distintos, todos eles vocacionados para restituir a aderência entre as camadas do reboco, a que chamar-se-á de *argamassa LNEC A*, *argamassa LNEC B* e *argamassa LNEC C*.

No Quadro a seguir apresenta-se a caracterização das argamassas e dos materiais.

QUADRO 35

CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS LNEC

Produtos	Argamassa LNEC A	Argamassa LNEC B	Argamassa LNEC C
Aspecto	Pó ligeiramente creme	Pó ligeiramente creme	Pó ligeiramente creme
Composição	Ligante: cal áerea Cargas: micro areias sílicas e CaCO ₃	Ligante: cal áerea Cargas e aditivos: micro areias sílicas, CaCO ₃ e aditivo pozolânico (metacaulino)	Ligante: cal áerea Cargas e aditivos: micro areias sílicas, CaCO ₃ e aditivo pozolânico (metacaulino)
Composição mineral por Difrração de Raios-X (DRX)	Não determinado	Não determinado	Não determinado
Massa volúmica (Kg/dm ³)	Não determinado	Não determinado	Não determinado
Análise Térmica Diferencial (ATD)	Não determinado	Não determinado	Não determinado
Tempo de presa (endurecimento)	48 h início	48 h início	42 h
Resistência compressão (Mpa)	0,75	0,60	0,64

QUADRO 36

CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS NAS ARGAMASSAS LNEC

Materiais		Cal aérea hidratada	Metacaulino ¹⁹⁴ MetaStar 501 da Imerys	Areia de sílica FPS-120 (Areipor)	Carbonato de cálcio tipo III (Areipor)
Ensaio	Massa volúmica aparente (Kg/dm ³)	430	342,4	1287,8	530,36
	Composição mineral por Difrração de Raios-X (DRX)	Presença de: calcite (C) portlandite (P)	Presença de materiais amorfos: quartzo (Q) feldspatos (F) muscovite (M)	Não determinado	Não determinado
	Observação ao Microscopia Electrónica de Varrimento (MEV)	Não determinado	Composição rica em alumínio e silício	Não determinado	Não determinado
	Análise granulométrica	Não determinado	Partículas inferiores a 1µm	Partículas média ≈ 100 µm	Partículas média ≈ 100 µm
	Superfície específica Blaine NP EN 196-6	Não determinado	29 330 cm ² /g	Não determinado	Não determinado

¹⁹⁴ O metacaulino é um mineral obtido a partir do caulino por tratamento térmico e moagem, resultando num material de elevada pozolanicidade, capaz de se combinar com o hidróxido de cálcio produzindo compostos hidráulicos. A caracterização da cal aérea e do metacaulino foi efectuada por Velosa na sua tese. Consultar: A Velosa, Ob. Cit., 2006, p. 139-148.



Fig. 388, Ensaio de determinação de massa volúmica do Metacaulino



Fig. 387, Metacaulino



Fig. 389, Carbonato de cálcio

6.8.2.4 Confeção dos provetes (base de aplicação)

Foram confeccionados dois tipos de provetes distintos:

- Provetes tipo “prismas” medindo 40 mm x 40 mm x 160 mm, confeccionados com as próprias caldas de cal, para realização de ensaios *a posteriori*.
- Provetes com simulação da perda de aderência entre camadas, para injectar as caldas de cal nos vazios e realização de ensaios *a posteriori*.

Ao todo foram confeccionados 54 provetes, sendo 36 tipo “prismas” e 18 simulando a perda de aderência.

Confeção dos Provetes Tipo “Prismas” com as distintas Caldas de Cal

Preparação da argamassa A

A argamassa foi preparada de acordo com as especificações da ficha técnica do produto. Para a argamassa A, o fabricante aconselha: «Añadir agua al mortero de inyección hasta un porcentaje de aprox. 80% en peso según la fluidez deseada. Mezclar con atención y a baja velocidad aprox. durante cinco minutos hasta obtener un compuesto homogéneo y fluido. Filtrar con redcillas metálicas, con malla de mm. 1. Inyectar usando jeringas manuales. Para una óptima aplicación, después de haber efectuado los orificios, inyectar el empaste de manera continua para evitar oclusiones. Si se comprobasen bolsas en el taller el mortero debe volver a mezclarse».

O produto foi misturado com água, utilizando-se 60% de água em relação ao seu peso, primeiro manualmente e energicamente, usando um bastão e em seguida num agitador electromagnético

de líquidos, para uma melhor homogeneização, durante aproximadamente 5 minutos; depois foi passado por um peneiro fino e a seguir encheu-se os provetes. A quantidade de calda de cal utilizada para encher um provete com capacidade de 256 ml, foi a seguinte:

- *argamassa A* a 60% – 112 g do produto em pó para 168 ml de água.

Os provetes, depois de prontos, permaneceram numa sala condicionada a 23 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ HR, durante 3 meses, período indicado para a secagem da argamassa e carbonatação da cal.



Fig. 390, Aspecto do produto depois de adicionada a água



Fig. 391, Enchimento do provete de calda de cal



Fig. 392, O provete após introdução da Calda de cal

Preparação da argamassa I

A argamassa foi preparada de acordo com as especificações da ficha técnica do produto. Para a argamassa I, o fabricante aconselha: «*Añadir agua al mortero de inyección hasta un porcentaje de aprox. 70% en peso según la fluidez deseada. Mezclar con atención y a baja velocidad aprox. durante cinco minutos hasta obtener un compuesto homogéneo y fluido. Filtrar con redecillas metálicas, con malla de mm. 1. Inyectar usando jeringas manuales*».

O produto foi misturado com água, tal qual o procedimento efectuado para a calda anterior. A quantidade de calda de cal utilizada para encher um provete com capacidade de 256 ml, foi a seguinte:

- *argamassa I* a 60% – 160g do produto em pó para 107,16 ml de água.

Os provetes, depois de prontos, permaneceram numa sala condicionada a 23 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ HR, durante 3 meses, período indicado para a secagem da argamassa e carbonatação da cal.

Preparação da argamassa F

A argamassa foi preparada de acordo com as especificações da ficha técnica do produto. Para a argamassa F, o fabricante aconselha: «*A argamassa deve ser vertida sobre cerca de $\frac{3}{4}$ do seu volume em água...*».

O produto foi misturado com água tal qual o procedimento efectuado para as caldas anteriores. A quantidade de calda de cal utilizada para encher um provete com capacidade de 256 ml, foi a seguinte:

- *argamassa F* a 60% – 160g do produto em pó para 109,71 ml de água.

Os provetes, depois de prontos, permaneceram numa sala condicionada a 23 ± 2 °C e 50 ± 5 % HR, durante 3 meses, período indicado para a secagem da argamassa e carbonatação da cal.



Fig. 394, A mistura manual e



Fig. 395 A mistura da calda no agitador electromagnético de líquidos



Fig. 393, Preenchimento do provete

Argamassa LNEC A

O produto foi misturado com água, tal qual o procedimento efectuado para as caldas anteriores, sendo necessário uma percentagem maior de água, para se conseguir a fluidez desejada. A quantidade de calda de cal utilizada para encher um provete com capacidade de 256 ml, foi a seguinte:

- *Argamassa LNEC A* (65% água)

Produto	Quantidade	Traço	
		Em massa	Em volume
Micro areia de sílica 120 Areipor	40 g	0,5	0,17
Carbonato de cálcio tipo III Areipor	40 g	0,5	0,4
Cal aérea (Lusical)	80 g	1	1
Água	104 ml		



Fig. 396, Aspecto da argamassa em pó

Os provetes, depois de prontos, permaneceram numa sala condicionada a 23 ± 2 °C e 50 ± 5 % HR, durante 3 meses, período indicado para a secagem da argamassa e carbonatação da cal.

Argamassa LNEC B

O produto foi misturado com água tal qual o procedimento efectuado para as caldas anteriores, sendo necessário uma percentagem maior de água, para se conseguir a fluidez desejada. A quantidade de calda de cal utilizada para encher um provete com capacidade de 256 ml, foi a seguinte:

- *Argamassa LNEC B (65% de água)*

Produto	Quantidade	Traço	
		Em massa	Em volume
Micro areia de sílica 120 Areipor	40 g	0,5	0,17
Carbonato de cálcio tipo III Areipor	20 g	0,25	0,20
Metacaulino MetaStar 501 da Imerys	20 g	0,25	0,31
Cal aérea (Lusical)	80 g	1	1
Água	115 ml		




Fig. 397, Aspecto da argamassa fluida

Os provetes, depois de prontos, permaneceram numa sala condicionada a 23 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ HR, durante 3 meses, período indicado para a secagem da argamassa e carbonatação da cal.

Argamassa LNEC C

O produto foi misturado com água, tal qual o procedimento efectuado para as caldas anteriores, sendo necessário uma percentagem maior de água, para se conseguir a fluidez desejada. A quantidade de calda de cal utilizada para encher um provete com capacidade de 256 ml, foi a seguinte:

- *Argamassa LNEC C (65% água)*

Produto	Quantidade	Traço	
		Em massa	Em volume
Micro areia de sílica 120 Areipor	40 g	0,5	0,17
Carbonato de cálcio tipo III Areipor	24 g	0,3	0,24
Metacaulino MetaStar 501 da Imerys	16 g	0,2	0,25
Cal aérea (Lusical)	80 g	1	1
Água	72,9 ml		




Fig. 398, Aspecto do provete com argamassa

Os provetes, depois de prontos, permaneceram numa sala condicionada a 23 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ HR, durante 3 meses, período indicado para a secagem da argamassa e carbonatação da cal.

Confecção dos Provetes simulando Descolamento entre Camadas

Estes provetes foram idealizados no âmbito desta tese e consistem em simular um descolamento. Simular o descolamento em laboratório não foi uma tarefa fácil, pois não se encontrou bibliografia específica com referência a este tipo de ensaio.

Estes provetes foram confeccionados com argamassa de cal + areia¹⁹⁵, na proporção volumétrica de 1:3, perfazendo um total de 20 mm, com um vazio entre camadas. O vazio foi conseguido com a introdução de uma régua de acrílico aquando a aplicação da primeira camada de argamassa; a segunda camada foi aplicada em seguida e antes do seu total endurecimento (≈ 36 horas), retirou-se a régua com cuidado, conseguindo desta forma, provocar o vazio entre as duas camadas de argamassas, simulando desta forma uma perda de aderência entre camadas numa parede.

Os provetes, depois de prontos, permaneceram numa sala condicionada a 23 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ HR, durante 3 meses, período indicado para a secagem da argamassa e carbonatação da cal. Após este tempo, foram retirados e aplicou-se no vazio de cada um deles, as caldas de cal, de seguida voltaram novamente para a sala condicionada, onde permaneceram por mais 3 meses; a seguir efectuaram-se os ensaios.



Fig. 399, A camada de salpico no provete



Fig. 400, A introdução de régua entre as camadas de argamassas



Fig. 401, Pormenor da régua entre camadas



Fig. 402, O provete depois de pronto; nota-se a simulação do vazio entre camadas

¹⁹⁵ A composição da argamassa foi a seguinte: 1 volume de cal hidratada em pó da Lusical (278 g) + 2 volumes de areia lavadas e secas: $\frac{1}{2}$ de areia do rio Tejo (1.551 g) e $\frac{1}{2}$ de areia amarela de Corroios (1436 g) + água na quantidade necessária a uma boa trabalhabilidade (≈ 620 ml).

Aplicação da calda de cal nos vazios dos provetes

A aplicação da calda de cal foi efectuada após três meses de cura dos provetes. Primeiramente a zona de “descolamento” foi humedecida com uma mistura de *Água + Álcool* (1:1), tendo como objectivo evitar que o suporte absorve-se demasiada quantidade de água da calda de cal (Encinas, 1998: 122; Mora, 2001: 256). A calda foi aplicada em seguida com uma seringa manual, sendo as primeiras injeções ligeiramente mais líquidas que as seguintes, para permitir uma maior penetração, até encher todo o vazio. Os provetes depois permaneceram numa sala condicionada a uma temperatura de 23 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ HR, para mais um período de três meses, para a devida carbonatação das caldas.



Fig. 403, Humedecimento do provete

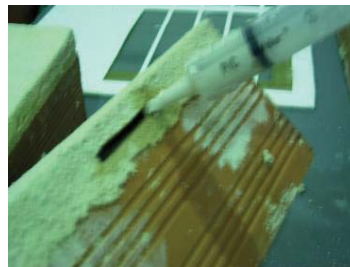


Fig. 404, Injecção da Calda de cal



Fig. 405, O provete após a injeção com a Calda de cal

6.8.2.5 Ensaios realizados

5.8.2.6.1 Ensaios de laboratório

Quando se aplica um tratamento, pretende-se melhorar determinadas características dos revestimentos, neste caso aumentar a sua aderência entre as camadas de argamassas. Todos os ensaios foram efectuados com os provetes, aos 90 dias. Os ensaios seleccionados para verificar a eficiência das caldas de cal (*argamassas de grout*) foram os seguintes:

Determinação da Retracção

Este ensaio foi efectuado com o objectivo de verificar a retracção de cada *argamassa de grout* (calda de cal), tendo sido realizado com base na Norma ASTM C474-02, e foram utilizados provetes tipo “prismas” (40 mm x 40 mm x 160 mm).

Método de ensaio

Para avaliar a retracção das *argamassas de grout* (calda de cal) ensaiadas foram determinados os comprimentos de cada provete, após secagem, com utilização de uma craveira. Estas dimensões foram comparadas com os comprimentos iniciais do molde, que foi enchido pelas caldas de cal (*argamassas de grout*), e que tinham de comprimento $160 \pm 0,5$ mm e de largura $40 \pm 0,5$ mm.

QUADRO 37

RETRACÇÃO DAS ARGAMASSAS DE GROUT

Produto	Comprimento inicial 160 mm	Retracção (%) (média)	Largura inicial 40 mm	Retracção (%)
	Comprimento (média)		Largura (média)	
Argamassa industrial A	157,63	1,48	39,48	1,30
Argamassa Industrial I	157,96	1,28	39,59	1,03
Argamassa industrial F	150,62	5,86	37,79	5,54
Argamassa LNEC A	152,96	4,40	38,39	4,04
Argamassa LNEC B	153,38	4,14	38,59	3,53
Argamassa LNEC C	153,41	4,12	38,44	3,90



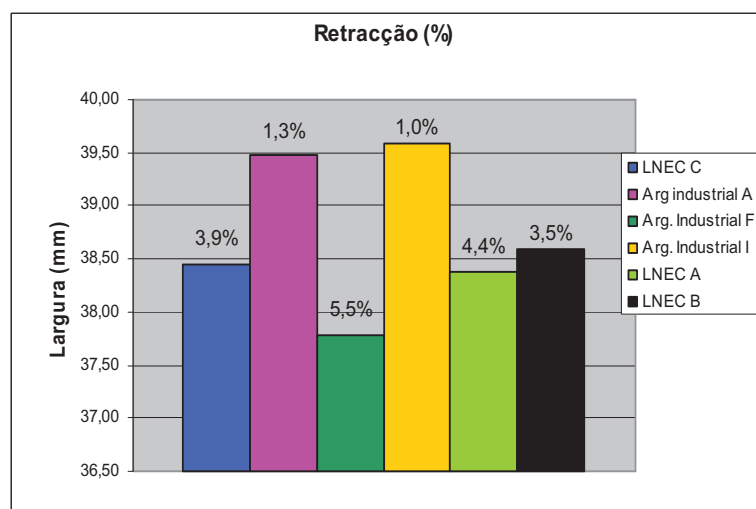
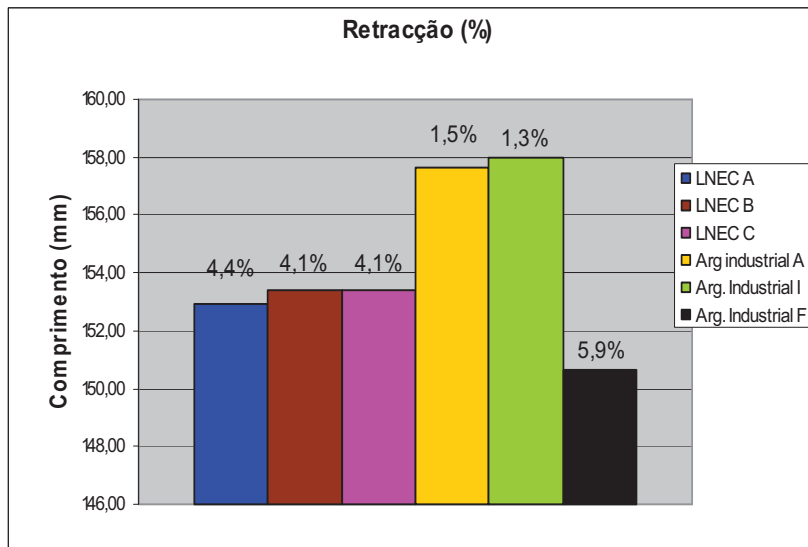
Fig. 406, O provete após o enchimento



Fig. 407, O provete depois da secagem; medição da retracção da Argamassa de grout

GRÁFICO 14

RETRACÇÃO DAS ARGAMASSAS DE GROUT

*Análise dos resultados*

Na avaliação da retracção, verificou-se que a *argamassa industrial F*, foi a que sofreu a maior retracção, superior a 5%, seguida das *argamassas LNEC A, B e C*. As *argamassas industriais A e I*, sofreram retracções idênticas, demonstrando uma menor retracção. É de salientar que todas estas *argamassas de grout* são confeccionadas com cal aérea.

Determinação da Exsudação

Este ensaio tem como objectivo verificar o fenómeno de exsudação e segregação das *argamassas de grout* (calda de cal), e desta forma, caracterizar a sua estabilidade.

Método de ensaio

Este ensaio foi efectuado com base nas Normas ASTM C940, NP EN 447 e em dois investigadores (Luso, 2007: 165-172; Zajadacz, 2006: 510). A Norma NP EN 447 especifica no ponto 2, que o ensaio deve ser efectuado em tubos de 25 mm ou 50 mm de diâmetro e que depois de 3 horas a exsudação, deverá ser inferior a 2% do volume inicial. Segundo Luso, e no caso de aplicação de caldas de injeção em paredes de alvenaria de pedra, considera excessivo, quando a exsudação é superior a 5% (Luso, 2007: 65-172).

Verteu-se a *argamassa de grout* (calda de cal) num tubo de ensaio com 20 cm de altura e 20 mm de diâmetro, tendo-se adoptado a seguinte sequência temporal: 15, 30, 60 e 120 minutos, para verificar o surgimento da água à superfície:



Fig. 408, Ensaio para verificar a exsudação das argamassas de *grout*

Resultados obtidos

Produtos	Exsudação	Percentagem (%)
Argamassa industrial A	Não observada	0
Argamassa industrial I	Não observada	0
Argamassa industrial F	2 mm	1,11
Argamassa LNEC A	2 mm	1,11
Argamassa LNEC B	1mm	0,56
Argamassa LNEC C	1mm	0,56

Análise dos resultados

Foi possível verificar que as *argamassas industriais A e I* não apresentaram segregação da água à superfície. A *argamassa industrial F*, foi a que apresentou maior segregação seguida das *argamassas LNEC*. No entanto, todas as *argamassas* apresentam uma segregação inferior a 2%.

Absorção de Água por Capilaridade

Este ensaio teve como objectivo verificar qual a capacidade da *argamassa de grout* (calda de cal) em absorver a água por capilaridade, e foi executado com base na Norma EN 1015-18: 2000 e foi realizado sobre os provetes tipo “prismas” com dimensões de 40 mm x 40 mm x 160 mm, constituídos pelas diversas *argamassas de grout*. O ensaio consiste em colocar os provetes em contacto com água, medindo-se a variação da massa em função da raiz quadrada do tempo.

Método de ensaio

O ensaio foi executado de acordo com o método indicado na Norma Europeia, tendo-se adoptado a seguinte sequência temporal para a pesagem dos provetes: 0, 5, 10, 30, 60, 90, 180, 300, 480, 1440 minutos.

O coeficiente de capilaridade (C), foi medido entre os 0 e 5 minutos, que corresponde ao declive da recta entre os pontos $\sqrt{0}$ e $\sqrt{5 \text{ min}}$ ¹⁹⁶. Este coeficiente actualmente e segundo a Norma EN 1015-18: 2002, é expresso em $\text{kg/m}^2\text{min}^{1/2}$.

Resultados obtidos

Os resultados apresentam-se no Quadro 38 e no Gráfico 15.

¹⁹⁶ A Norma determina que o coeficiente de capilaridade seja determinado entre os 10 e 90 minutos. É de referir que esta Norma não é dirigida para as *argamassas de cal* e segundo Thorborg Von Konow na sua tese, os coeficientes de capilaridade para *argamassas de cal aérea*, devem ser medidos no intervalo dos 0 aos 5 minutos, pois é neste período que há uma maior absorção; sendo igualmente neste intervalo de tempo que os poros grandes da *argamassa* se enchem rapidamente de água. Aos 90 minutos a *argamassa* já está próxima da saturação. Como se observa no Gráfico 18 a relação entre a absorção e a raiz quadrada do tempo deixa de ser linear muito antes dos 90 minutos, pelo que, para este tipo de *argamassas* não faz sentido o coeficiente de capilaridade entre os 10 e os 90 minutos. Isto tem sido verificado nos diversos ensaios efectuados no LNEC, comprovando deste modo a teoria de Thorborg. Consultar: Thorborg Von Konow, *Restaurering och reparation med puts-och murbruk* (traduzido para o português), Vammala, Abo Akademi, 1997, ISBN 952-9616-79-1.

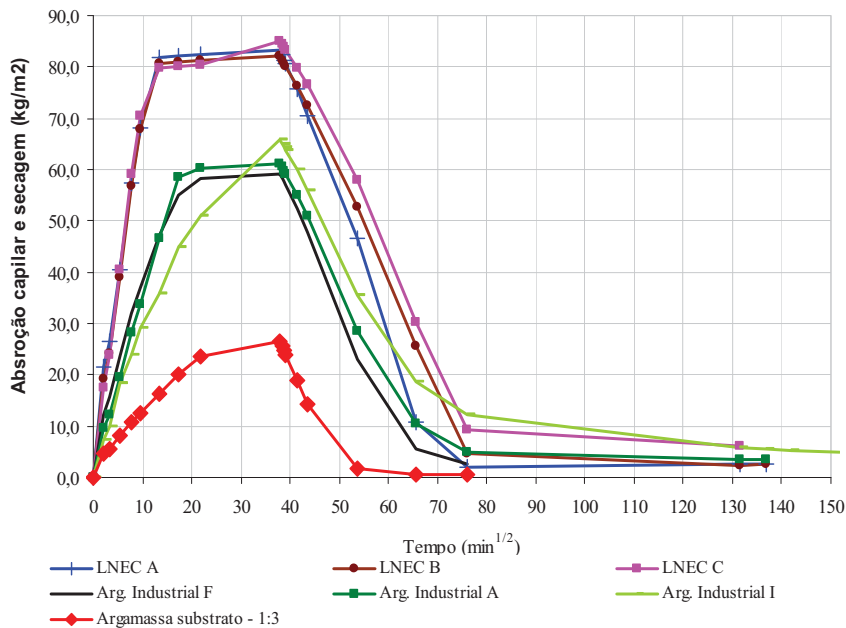
QUADRO 38

MÉDIA DE ÁGUA ABSORVIDA PELAS ARGAMASSAS DE GROUT E COEFICIENTES DE CAPILARIDADE

Produtos	Média de água absorvida (g)		Coeficiente de capilaridade 0-5 min (kg/m ² min ^{1/2})
	Aos 5 min	Às 24 h	
Argamassa industrial A	9,735	61,287	4,35
Argamassa Industrial I	7,206	65,810	3,22
Argamassa industrial F	12,187	59,197	5,45
Argamassa LNEC A	21,511	83,370	9,62
Argamassa LNEC B	19,196	82,111	8,58
Argamassa LNEC C	17,616	85,129	7,88
Argamassa de cal + areia (90 dias)	4,66	26,57	2,09

GRÁFICO 15

ÁGUA ABSORVIDA E SECAGEM DAS ARGAMASSAS DE GROUT



Análise dos resultados

O ensaio de absorção de água por capilaridade sobre os provetes, cujos resultados se ilustram no Quadro 38 e Gráfico 15, demonstraram que as *argamassas industriais* apresentaram uma menor absorção e um menor coeficiente de capilaridade, em relação às *argamassas LNEC*, confeccionadas em laboratório.

A *argamassa industrial I*, foi a argamassa que sofreu menor absorção capilar no intervalo dos 0 aos 5 minutos. Pela análise do gráfico da absorção durante as 24 horas, verifica-se que esta

argamassa, foi a que demorou mais tempo a atingir a saturação, demonstrando um comportamento mais constante na absorção.

A *argamassa industrial F*, foi a que absorveu maior quantidade de água, no intervalo dos 0 aos 5 minutos, seguida da *argamassa industrial A*. No entanto, a *argamassa industrial F* absorveu menor quantidade de água às 24 horas que as outras *argamassas industriais*.

As *argamassas LNEC*, apresentaram uma maior absorção e um maior coeficiente de capilaridade, tanto em relação às *argamassas industriais*, como em relação à argamassa do substrato ensaiada, assim como dos outros substratos mais antigos, que provavelmente serão menos capilares (Veiga, 2002: 50). Estas argamassas ficaram rapidamente saturadas nos primeiros minutos, iniciando uma estabilização na absorção capilar a partir dos 90 minutos. Os resultados obtidos foram semelhantes entre si, a *argamassa LNEC A* foi a que apresentou maior absorção e maior coeficiente de capilaridade. A *argamassa LNEC C* foi a que absorveu menor quantidade de água no intervalo dos 0 aos 5 minutos. A *argamassa LNEC B* foi a que absorveu menor quantidade de água às 24 horas.

Relativamente à secagem, a *argamassa industrial F* foi a argamassa que apresentou uma secagem mais rápida quando comparada com as restantes argamassas, ocorreu bastante mais cedo. A *argamassa industrial I*, foi a que apresentou a secagem mais lenta quando comparada com as outras argamassas e as *argamassas LNEC* tiveram uma secagem semelhante entre si. Todas as argamassas, com excepção da *argamassa industrial F*, tiveram uma secagem mais lenta, que a argamassa do substrato, ensaiada para comparação.

Resistência à Flexão e à Compressão

Este ensaio teve como objectivo avaliar a resistência mecânica destas *argamassas de grout* (calda de cal), realizado segundo a Norma EN 1015-11: 1999.

Método utilizado para o ensaio à flexão (Velosa, 2006: 161)

1. O ensaio foi efectuado sobre os provetes tipo “prisma”, segundo a Norma, com dimensões 40 mm x 40 mm x 160 mm, aos 90 dias depois de consolidados.
2. Cada provete, é medido e pesado, e os resultados anotados na ficha de ensaio.
3. Utiliza-se uma máquina universal de tracção que cumpra os requisitos expressos na Norma.
4. Cada provete é colocado sobre o cilindro de apoio, com a face consolidada virada para baixo, e com o seu eixo longitudinal perpendicular aos apoios.
5. A carga é aplicada a meio vão, através de um ponto de apoio superior, com um aumento uniforme (geralmente no intervalo entre 10 e 50 N/s), para que a rotura ocorra no período de 30

a 90 s. Os valores determinados indicam a tensão máxima de flexão que o revestimento suporta. O resultado é obtido pela expressão:

$$f = 1,5 \times F_l / b d^2$$

Em que:

f – resistência à flexão, em Newtons por milímetro quadrado

B – largura do prisma

F – carga aplicada no centro do prisma na rotura, em Newtons

L – distância entre os apoios, em milímetros

Método utilizado para o ensaio à compressão

O ensaio de compressão é efectuado sobre cada um dos “meios prismas” dos provetes resultantes do ensaio de flexão, sendo efectuado segundo a Norma. São colocados num dispositivo de compressão, com as faces de moldagem (40 mm x 40 mm), em contacto com as superfícies que transmitem uma carga perpendicular ao eixo de base de apoio, com um aumento uniforme, geralmente dentro do intervalo compreendido entre 50 e 500 N/s, para que ocorra a rotura num período de 30 s e de 90 s (Rodrigues, 2004: 157). O resultado é calculado através da fórmula:

$$R_c = F_c / 1600$$

Em que:

R_c – resistência à compressão, em Newtons por milímetro quadrado

F_c – carga máxima na rotura, em Newtons

1600 – área dos pratos em milímetros quadrados



Fig. 409, Ensaio de flexão e de compressão

Resultados obtidos

Os valores determinados indicam a tensão máxima de flexão e de compressão que o revestimento suporta. Apenas para comparação, insere-se no Quadro os valores obtidos para uma argamassa de cal + areia.

QUADRO 39

RESULTADOS DO ENSAIO DE FLEXÃO E COMPRESSÃO

Produtos	Flexão (N/mm ²)	Compressão (N/mm ²)
Argamassa industrial A	0,98	1,64
Argamassa Industrial I	1,69	3,72
Argamassa industrial F	0,41	0,69
Argamassa LNEC A	0,32	0,75
Argamassa LNEC B	0,31	0,62
Argamassa LNEC C	0,21	0,64
Argamassa de substrato - cal + areia (90 dias)	0,24	0,62

Análise dos resultados

A avaliação da resistência mecânica à flexão e à compressão, demonstrou que a *argamassa industrial I*, foi a que apresentou a maior resistência mecânica à flexão e à compressão, seguida da *argamassa industrial A* e da *argamassa industrial F*. As *argamassas LNEC*, demonstraram resistências inferiores, com pequenas diferenças entre si, e próxima da argamassa do substrato ensaiada, como demonstra o Quadro 39.

Módulo de Elasticidade Dinâmico

Este ensaio teve como objectivo verificar a capacidade de deformação da argamassa, tendo sido efectuado sobre provetes tipo “prismas” com dimensões de 40 mm x 40 mm x 160 mm, segundo o Relatório LNEC 427/05-NRI e NF B 10-511: 1975. O equipamento utilizado foi o Zeus - ZRM 004. O módulo de elasticidade dinâmico, resulta da medição da frequência de ressonância derivada da vibração longitudinal dos provetes, através da seguinte expressão:

$$E_d = 4L^2 * F^2 * P / g$$

Em que:

L - comprimento do provete em metros

F - frequência de ressonância longitudinal, em Hz

P – peso volúmico, em N/mm³

G – aceleração da gravidade em m/s²

Resultados obtidos

Os valores determinados, indicam o módulo de elasticidade do revestimento. Apenas para comparação insere-se no Quadro 40 os valores obtidos para a argamassa do substrato.

QUADRO 40
RESULTADOS DO ENSAIO DE MÓDULO DE ELASTICIDADE

Ensaio	Argamassas <i>grout</i>						Argamassa substrato (cal + areia) 90 dias
	Argamassa industrial A	Argamassa industrial I	Argamassa industrial F	Argamassa LNEC A	Argamassa LNEC B	Argamassa LNEC C	
Módulo de elasticidade Valor médio (MPa)	3123	4451	2025	1834	1563	1414	2715



Fig. 410, Vista geral do ensaio de módulo de elasticidade.

Análise dos resultados

As *argamassas industriais* foram as que apresentaram maior módulo de elasticidade. A *argamassa industrial I*, apresentou o maior módulo de elasticidade, seguida da *argamassa industrial A* e da *F*. As *argamassas LNEC* apresentaram um módulo de elasticidade inferior tanto às *argamassas industriais* como à argamassa do substrato, composta por cal + areia: A *argamassa LNEC A* demonstrou o maior módulo de elasticidade, seguida da *argamassa LNEC B* e da *LNEC C*.

Ensaio de Aderência

O ensaio tem como objectivo verificar a resistência de aderência das *argamassas de grout* e regista a força necessária para provocar o arrancamento do material; o equipamento utilizado foi o *Dinamómetro digital Proceq (DYNA) Z6E*. Para esse efeito, são coladas pastilhas de secção circular no local onde se pretende avaliar esta aderência, umas foram coladas em zonas com argamassas de *grout* e outras em zonas com argamassa do substrato. O ensaio foi realizado sobre provetes com simulação de descolamento entre camadas, desenvolvidos para o efeito, no âmbito desta tese, realizado segundo a Norma EN 1015-12: 2000.

Método do ensaio

Sobre os provetes constituídos por tijolos furados, definiram-se as áreas onde seria efectuado o ensaio, através de uma marcação com caneta, tendo como modelo o tamanho das pastilhas que serão coladas *a posteriori*.

Nesta zona procedeu-se à execução de incisões na profundidade de toda a argamassa e foram efectuadas inicialmente com a carotadora, sendo depois o corte final conseguido manualmente com ajuda de um instrumento cortante. Observou-se que não foi o método mais adequado para efectuar a furação, devido à pouca resistência da argamassa e se rompia com facilidade, por isto foi decidido efectuar o restante corte manualmente; em alguns provetes, houve o rompimento total do carote, logo a seguir à primeira furação. Com efeito, nestes provetes não se conseguiu colar a pastilha, nem efectuar o ensaio de aderência¹⁹⁷, sendo os provetes constituídos pela *argamassa industrial F*, pelas *argamassas LNEC* e em dois provetes da *argamassa industrial A*.

Após as incisões, as pastilhas foram coladas, e somente após dois dias é que se efectuou o ensaio. Através do Dinamómetro, que é um aparelho adequado para ensaios de arrancamento em argamassa de baixas resistências, por encaixe e ajuste às pastilhas, utilizou-se uma força de tracção de 6 kN e de precisão de < 1% até à rotura. Registando-se, de seguida, o valor da força máxima exercida e avaliando-se o tipo de rotura obtida, que poderia ter ocorrido por aderência (coesiva) no plano de ligação revestimento/suporte ou adesiva no seio do revestimento, neste caso na *argamassa de grout*.

Após este ensaio, a zona preenchida com a *argamassa de grout*, foi observada, com o objectivo de verificar se houve preenchimento dos vazios, surgimentos de fissuras e a carbonatação ou não da argamassa.



Fig. 411, A furação do provete com carotadora e manualmente

¹⁹⁷ Devido a algumas dificuldades observadas na execução deste ensaio sobre provetes constituídos por argamassas de cal, é um dos objectivos dos integrantes do *Grupo da Cal*, adaptar este ensaio de aderência às argamassas de cal.



Fig. 412, Provetes após a furacão, aplicação das pastilhas

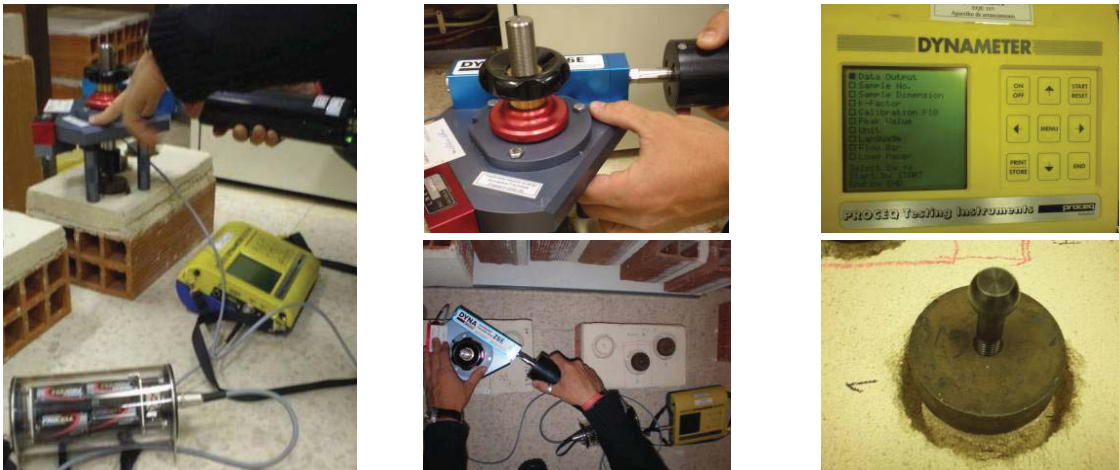


Fig. 413, A realização do ensaio de aderência; diversos aspectos do ensaio e do Dinamómetro

Resultados obtidos

Não foi possível efectuar os ensaios sobre os provetes com a *argamassa industrial F* nem com os provetes constituídos pelas *argamassas de grout LNEC*.









QUADRO 41

RESISTÊNCIA AO ARRANCAMENTO – ENSAIO DE ADERÊNCIA

Ensaio de aderência (identificação das zonas ensaiadas)		Argamassa <i>industrial A</i>	Argamassa industrial I		
			Provete 1	Provete 2	Provete 3
Valores de resistência ao arrancamento (N/mm ²)	Zona s/ <i>grout</i>	0,03 (Rotura coesiva)	0,03 (Rotura coesiva)	0,07 (Rotura coesiva)	0,05 (Rotura coesiva)
	Zona c/ <i>grout</i>	0,04 (Rotura pelo suporte)	0,04 (Rotura pelo <i>grout</i>)	0,07 (Rotura pelo <i>grout</i>)	0,06 (Rotura pelo <i>grout</i>)

QUADRO 42

OBSERVAÇÕES DO PREENCHIMENTO COM ARGAMASSAS DE GROUT NA ZONA DE DESCOLAMENTO

Argamassas	Observações à vista desarmada	Fotografias	
Argamassa industrial A	Foram observados alguns vazios na zona de descolamento.		
Argamassa industrial I	A argamassa preencheu uniformemente a zona de descolamento.		
Argamassa industrial F	A argamassa encontrava-se ainda pulverulenta, indicando que a carbonatação não estava completa. Foram observadas também algumas zonas de vazios.		
Argamassa LNEC A	Argamassa apresentou-se em forma de pó e com fissuras, tal como a argamassa industrial F.		
Argamassa LNEC B	Observou-se que a argamassa não preencheu totalmente a zona oca, notaram-se nitidamente vazios.		
Argamassa LNEC C	Observou-se que a argamassa se encontrava bastante fissurada.		

Análise dos resultados

O ensaio de arrancamento demonstrou que todas as *argamassas de grout* possuem uma resistência semelhante à argamassa do substrato (zona sem *grout*) (ver Quadro 42). Foi

observado que o provete constituído pela *argamassa industrial A*, rompeu pelo *suporte*, o que pode ser considerado negativo, significando que a resistência à tracção da *argamassa de grout* é superior à força coesiva da *argamassa* do substrato; contudo este resultado é ambíguo, pois é de salientar que este ensaio foi realizado sobre um só provete, já que os outros, não resistiram à furação com a carotadora, rompendo imediatamente. A *argamassa industrial I* demonstrou uma resistência semelhante à da *argamassa* do substrato, rompendo pela *argamassa* do *grout*, significando que a resistência à tracção desta é inferior à força coesiva da *argamassa* do substrato, o que pode ser considerado positivo.

Quanto ao preenchimento dos vazios, a observação da superfície de rotura no ensaio de aderência mostrou que as *argamassas industriais A e I* preencheram-nos de maneira uniforme os vazios provocados nos provetes desenvolvidos para o efeito. Na *argamassa industrial F* e nas *argamassas LNEC (A, B e C)* observaram-se vazios por preencher e fissuração, levando a pensar que estas *argamassas* não preenchem facilmente os vazios por deficiências do seu comportamento reológico. O aspecto pulverulento da superfície de rotura parece também indicar que estas *argamassas* não carbonataram por completo (Quadro 42).

Ensaio de Reologia

O ensaio de reologia foi efectuado somente sobre as *argamassas industriais*, pois foram estas que demonstraram melhores resultados nos ensaios anteriores. Este ensaio teve como objectivo verificar o desempenho da *argamassa de grout* no estado fresco, ou seja, a relação entre o fluxo e a deformação do produto, pois é muito importante para a verificação da facilidade, ou não, da *argamassa* em preencher os vazios existentes entre as duas camadas de revestimento ou entre o revestimento e o suporte. Este ensaio foi efectuado no departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, pela Eng.^a Helena Paiva.

Método de ensaio

O equipamento utilizado foi um Reómetro Viskomat NT, Schileininger – Geräte, que é indicado para ensaios com *argamassas* constituídas por partículas de dimensão até 2 mm. Este equipamento é composto por um copo de formato cilíndrico, onde a amostra de *argamassa* é colocada e é então depois montado num suporte de rotação variável, através de uma pá concêntrica de geometria adequada. À medida que o que o copo roda, sujeito a um determinado programa de velocidade, a resistência viscosa que a *argamassa* oferece ao fluxo através das lâminas da pá, origina um torque que é continuamente registado eletronicamente ao longo de toda a duração do ensaio (Paiva, 2005: 33). Com efeito, o torque é monitorizado de forma contínua, sempre que a *argamassa* é submetida a um determinado programa de velocidade (Paiva, 2005: 24). O torque (T) permite constituir curvas de fluxo em função da velocidade de rotação (N) e de acordo com o Modelo de Bingham para as *argamassas*, o seu comportamento é descrito pela equação:

$$T = g + hN$$

Sendo:

g (tensão) e **h** (viscosidade), constantes características do material. São directamente proporcionais à tensão de cedência e à viscosidade plástica.

O ensaio reométrico pode assim, ser efectuado com velocidade de corte constante (perfil em patamar), com o objectivo de observar a evolução do fenómeno de destruição estrutural, através das curvas de fluxos, medidas ao longo do ensaio; ou com a velocidade variando ao longo do tempo (perfil em escada), que tem como objectivo uma avaliação mais precisa dos parâmetros reológicos, ou seja, a tensão de cedência e a viscosidade plástica, uma vez que se atinge para cada valor de velocidade (N), um valor de equilíbrio para o Torque (T) (Paiva, 2005: 35).

Para este ensaio o tempo estipulado foi de 150 minutos e uma velocidade de 160 rpm.

Os produtos foram previamente misturados numa batedeira de laboratório, e somente depois é que foram inseridos no copo cilíndrico do equipamento, para realização do ensaio. A variação do torque, a tensão de cedência e a viscosidade, foram registados automaticamente através de um programa computadorizado.



Fig. 415, A mistura do produto numa batedeira em laboratório



Fig. 414, Vista geral do Reómetro utilizado (Universidade de Aveiro)



Fig. 416, A Argamassa Industrial A e a F após mistura



Fig. 417, A Argamassa Industrial I e a F após mistura

Resultados obtidos

Nos Quadros a seguir verificam-se a tensão de cedência, a viscosidade e o torque das distintas argamassas de *grout*. Para comparação inseriram-se os resultados de uma argamassa de cal aérea e de uma argamassa de cal hidráulica, ambas ao traço volumétrico 1:3 e com 60% de

água¹⁹⁸. Descrevem-se ainda as observações efectuadas das argamassas, aquando da mistura na bateadeira, antes do ensaio de reologia.

GRÁFICO 16

TENSÃO DE CEDÊNCIA DAS ARGAMASSAS DE GROUT

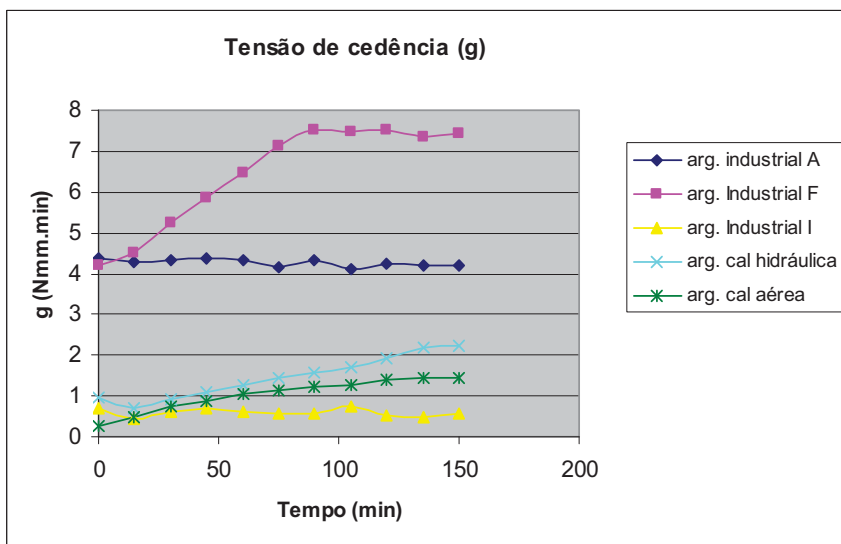
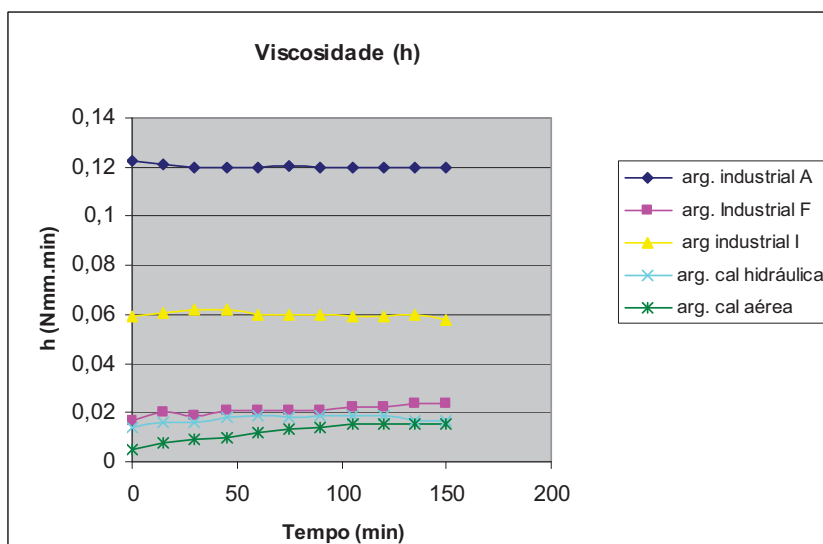


GRÁFICO 17

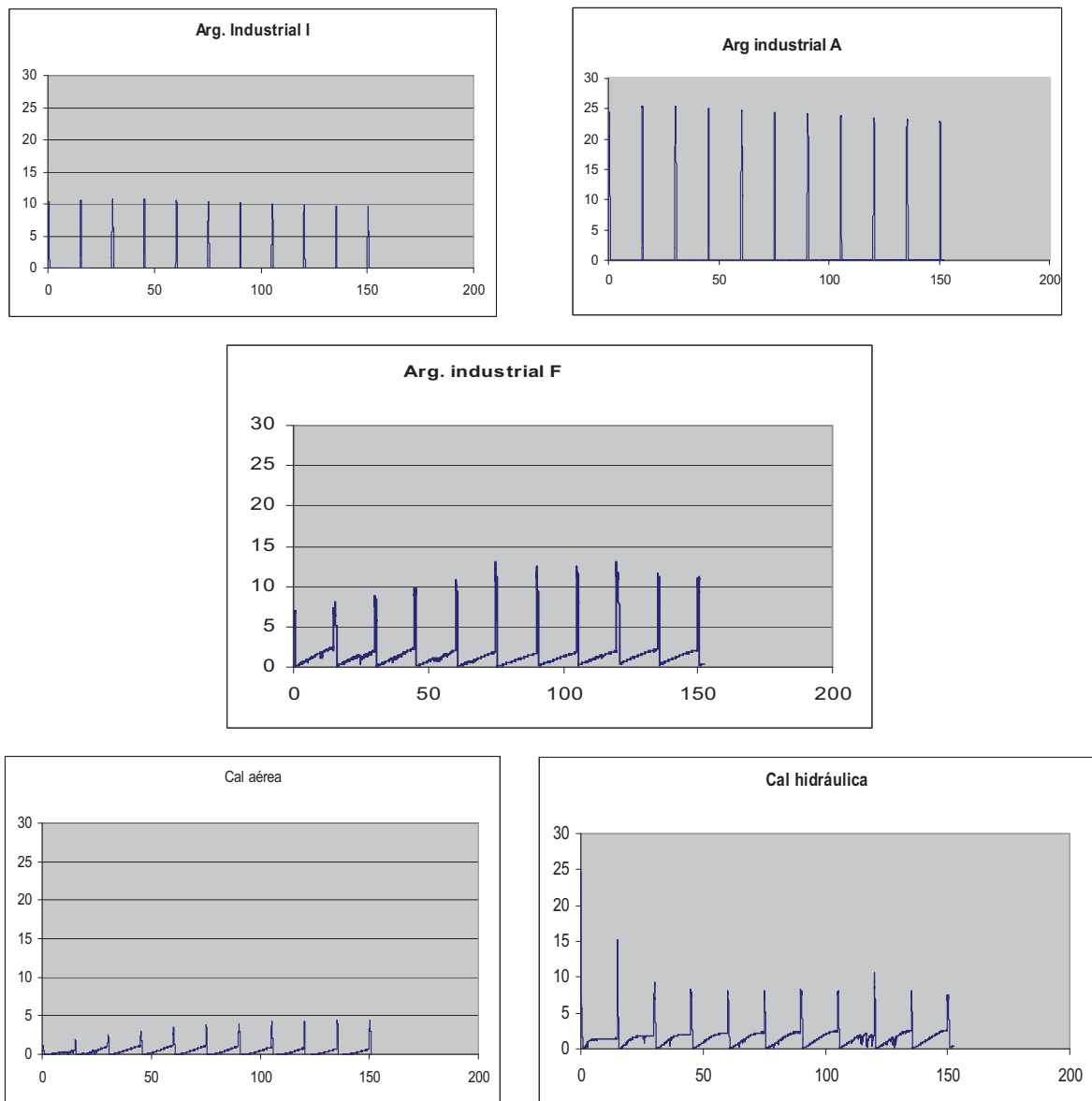
A VISCOSIDADE DAS ARGAMASSAS DE GROUT



¹⁹⁸ Os ensaios com as argamassas de cal aérea e cal hidráulica foram efectuados pela Eng.ª Helena Paiva, no âmbito de outros estudos, e foram-nos gentilmente cedidos.

GRÁFICO 18

A VARIÇÃO DO TORQUE NAS ARGAMASSAS DE GROUT

*Análise dos resultados*

- Observação da mistura antes do ensaio

Ao misturar as argamassas antes da realização do ensaio, verificou-se à vista desarmada, que a *argamassa industrial F* mostrou-se a mais líquida de todas, a menos viscosa e com surgimento de bolhas de ar. A argamassa que se apresentou mais viscosa, foi a *argamassa industrial A*, sendo comprovado *a posteriori* com o ensaio de reologia. A *argamassa industrial I* apresentou uma aparência “fofa”, porém menos viscosa que a *argamassa industrial A*, apresentando-se muito estável, com as partículas unidas; esta estabilidade foi depois comprovada com os resultados do ensaio do torque apresentados no Gráfico 18.

- Observações após o ensaio de reologia

A argamassa que se apresentou mais viscosa, foi a *argamassa industrial A*, seguida da *argamassa industrial I*, sendo a *argamassa industrial F* a menos viscosa, com valores próximos das argamassas compostas somente por cal aérea e cal hidráulica, como se pode observar através do Gráfico 17. A argamassa que apresentou maior tensão de cedência, que é a força mínima para o material começar a fluir, foi a *argamassa industrial F*, seguida da *argamassa industrial A*. A *argamassa industrial I*, demonstrou a menor tensão de cedência, inclusive menor que as argamassas de cal aérea e cal hidráulica, sendo isso considerado um factor positivo para as *argamassa de grout*, pois desta forma, elas podem ser aplicadas por um maior período de tempo, conservando as mesmas propriedades iniciais. Ao analisar os valores do torques nas diversas argamassas, verificou-se que todas as argamassas se apresentaram estáveis, com pequenas diferenças entre si. A *argamassa I* e a *argamassa A*, apresentaram valores constantes, do início ao fim do ensaio. A *argamassa F* apresentou uma pequena variação, notando-se um ligeiro aumento dos valores a partir dos 60 minutos.

Ensaio de Porosimetria

Este ensaio é utilizado para determinar a estrutura porosimétrica dos materiais porosos, ou seja, a distribuição da dimensão (diâmetro) e do volume dos seus poros. Esta técnica teve como objectivo verificar a estrutura porosimétrica das argamassas de *grout*. Este ensaio foi efectuado no Núcleo de Materiais Pétreos e Cerâmicos do Departamento de Materiais(NPC/DM), do LNEC, baseado na Norma ASTM D4404-84, utilizando os porosímetros FILLING APPARATUS e AUTOSCAN60 da marca QUANTACHROME¹⁹⁹.

Método de ensaio

1. As amostras foram previamente secas a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante mais de 72 horas e depois moídas.
2. As amostras foram introduzidas num tubo e submetidas a desgasificação durante pelo menos 30 minutos, à temperatura ambiente e a um vácuo de $20\text{ }\mu\text{m}$ de mercúrio (Hg). O mercúrio é sujeito a uma pressão, e à medida que a pressão aumenta, o mercúrio vai penetrando nos poros da amostra, primeiro nos maiores, depois nos médios e por fim nos pequenos. Quando os poros estão cheios obtém-se a curva de intrusão, após remoção do mercúrio, obtém-se a curva de extrusão. A partir destas curvas calcula-se, matematicamente, a distribuição de

¹⁹⁹ Sobre o assunto consultar a Nota Técnica: Luis Nunes, *Porosimetria por mercúrio de amostras de argamassas de cal*, Lisboa, LNEC, Nota Técnica 66/2007, DM, 2007.

diâmetro dos poros e as curvas porosimétricas sobre o volume de poros penetrado pelo mercúrio a uma determinada pressão (Magalhães *et al.*, 2008: 25)



Fig. 418, Vários aspectos do ensaio de porosimetria

Resultados obtidos

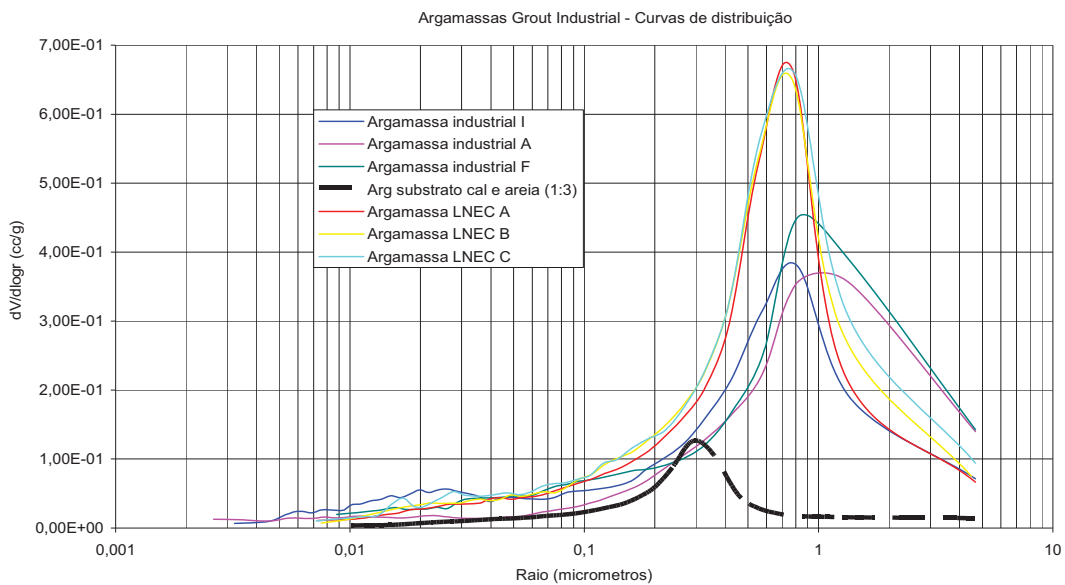
QUADRO 43

POROSIDADE TOTAL DAS ARGAMASSAS

Argamassas consolidadas	Porosidade total (%)
Argamassa industrial A	41,3
Argamassa industrial I	42,4
Argamassa industrial F	46,6
Argamassa LNEC A	48,5
Argamassa LNEC B	48,8
Argamassa LNEC C	51,0
Argamassa de cal + areia (traço 1:3;90 dias)	14,8

GRÁFICO 19

CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS POROS DAS ARGAMASSAS DE GROUT



Análise dos resultados

Ao observar o Gráfico da curva de distribuição dos poros das *argamassas de grout* verifica-se que todas as argamassas possuem padrão unimodal (um único pico) com raios de poros médio entre 0,7 e 1 μm . No entanto, algumas diferenças foram observadas, através de uma análise mais pormenorizada. Verificou-se que as *argamassas LNEC* são as mais porosas, ou seja, possuem maior quantidade de poros, no entanto são poros com dimensões menores que as *argamassas industriais*. De entre as *argamassas industriais*, a mais porosa é *argamassa F*. Todas as *argamassas industriais* apresentaram poros de maior diâmetro que as *argamassas LNEC* (Gráfico 19). Verificou--se ainda que as *argamassas LNEC* apresentaram maior porosidade e maior dimensão de raio de poros que a argamassa de cal + areia; esta argamassa apresentou raio de poros médio, de cerca de 0,3 μm .

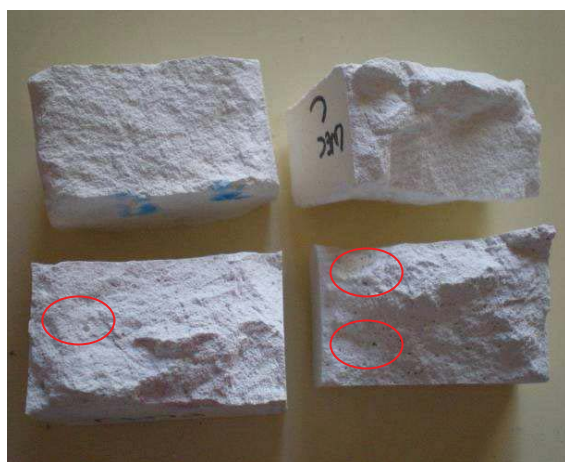


Fig. 419, Nota-se à vista desarmada uma elevada porosidade das Argamassas LNEC na gama dos macroporos

6.8.2.6 Análise geral dos resultados

O estudo das caldas de cal (*argamassas de injeção* ou de *grout*), para consolidar perda de aderência de revestimentos antigos, revelou que todas as argamassas se mostraram facilmente injectáveis. A segregação da água não ultrapassou o limite estipulado de 2% do volume inicial em nenhuma das argamassas ensaiadas.

Na avaliação do tempo de endurecimento, verificou-se que nas *argamassas industriais A e I* o início de presa foi verificado às 36 horas e nas *argamassas F e argamassas LNEC*, o endurecimento deu-se mais tarde. Contudo às 48 horas todas as argamassas apresentaram presa, no entanto, algumas diferenças foram apresentadas em relação principalmente aos dois conjuntos ensaiados: *argamassas industriais* e *argamassas LNEC*.

As *argamassas industriais A e I* demonstraram menor retracção. Com o ensaio de reologia, foi possível verificar que estas argamassas apresentaram maior estabilidade, maior viscosidade, sendo a *argamassa I*, composta por um ligante hidráulico, a que apresentou uma menor tensão de cedência e uma maior estabilidade, factores considerados positivos para uma argamassa de *grout*, pois ela conserva as mesmas propriedades iniciais, no seu estado líquido, por um maior período

de tempo, durante a sua aplicação. Estes resultados positivos provavelmente devem-se à utilização de adjuvantes super fluidificantes e retentores de água, que lhes foram adicionados a estas argamassas, segundo a ficha técnica do produto.

Todas as argamassas de *grout* ensaiadas, apresentaram um coeficiente de capilaridade elevado, e superior ao da argamassa de substrato, ensaiada para comparação, sendo que as *argamassas LNEC*, apresentaram um coeficiente de capilaridade mais elevado que as *industriais*, assim como também maior porosidade, porém os poros são de menores dimensões. Foi possível constatar que a quantidade de poros e a dimensão estão relacionados com a elevada capilaridade destas argamassas e ainda com a dimensão dos agregados. Os agregados utilizados nestas argamassas de *grout* são bem mais finos que os utilizados para a argamassa do substrato, o que deu origem a uma maior porosidade e a um maior coeficiente de capilaridade (Rato, 2006: 111-204).

A *argamassa industrial I*, composta por ligante hidráulico e adjuvantes, foi a que apresentou maior resistência mecânica e maior módulo de elasticidade. Em comparação com o substrato, esta argamassa é bastante rígida, mas poderá ser adaptada para ser um pouco mais resistente para ser utilizada em argamassas bem carbonatadas, como é muitas vezes o caso de argamassas de cal antigas,. No ensaio de aderência verificou-se que esta argamassa possui uma resistência semelhante à argamassa do substrato, rompendo pela zona das argamassa do *grout*, indicando que a resistência à tracção desta é inferior à força coesiva da argamassa do substrato, o que pode ser considerado positivo. A observação da superfície de rotura no ensaio de aderência mostrou que esta argamassa preencheu de maneira uniforme os vazios provocados nos provetes desenvolvidos para o efeito e apresentou-se carbonatada.

A *argamassa industrial A*, composta por cal aérea + adjuvantes foi a que apresentou valores intermédios, tanto da resistência mecânica como do módulo de elasticidade. Esta argamassa, tal como a *argamassa I*, preencheu de maneira uniforme os vazios e apresentou-se carbonatada.

Verificou-se que a *argamassa industrial F (cal aérea + aditivo pozolânico)* e as *argamassas LNEC A (cal aérea), B e C (cal aérea + aditivo pozolânico)*, foram as que apresentaram menor resistência mecânica, no ensaio de flexão e de compressão, e menor módulo de elasticidade, ou seja, são argamassas mais deformáveis. A observação da superfície de rotura no ensaio de aderência mostrou que estas argamassas não preencheram de maneira uniforme os vazios, apresentando-se pulverulentas e fissuradas, ou seja, após os 90 dias não estavam carbonatadas por completo. O surgimento de fissuras pode estar ligado à quantidade de água utilizada nestas argamassas e à ausência de adjuvantes fluidificantes e retentores de água. E o não endurecimento pode estar ligada a pouca hidraulicidade destas argamassas e à dificuldade de carbonatação no interior do revestimento.

Com efeito, com estes conjuntos de ensaios, pode-se verificar que a *argamassa industriais A e I*, obedecem aos requisitos básicos para uma argamassa de *grout*, sendo possível a sua utilização

para restituir a aderência de revestimentos antigos constituídos por cais resistentes e bem carbonatadas. A argamassa industrial F e as argamassas LNEC, mais fracas e deformáveis, serão adequadas para consolidar rebocos de menor resistência e com pouca profundidade. No entanto, será necessário assegurar uma carbonatação mais completa, que evite o efeito de pulverulência observado nas argamassas LNEC, para isto sugere-se que este estudo seja continuado com uma nova campanha de ensaios. A escolha dependerá da avaliação sobre as características mecânicas da argamassa a tratar e o grau de anomalia presente no revestimento, nomeadamente: a profundidade, o teor de humidade na parede, etc.

A seguir apresenta-se no Quadro 44 um resumo dos principais resultados obtidos com as argamassas de grout utilizadas neste estudo, para consolidar a perda de aderência de revestimentos antigos.

QUADRO 44

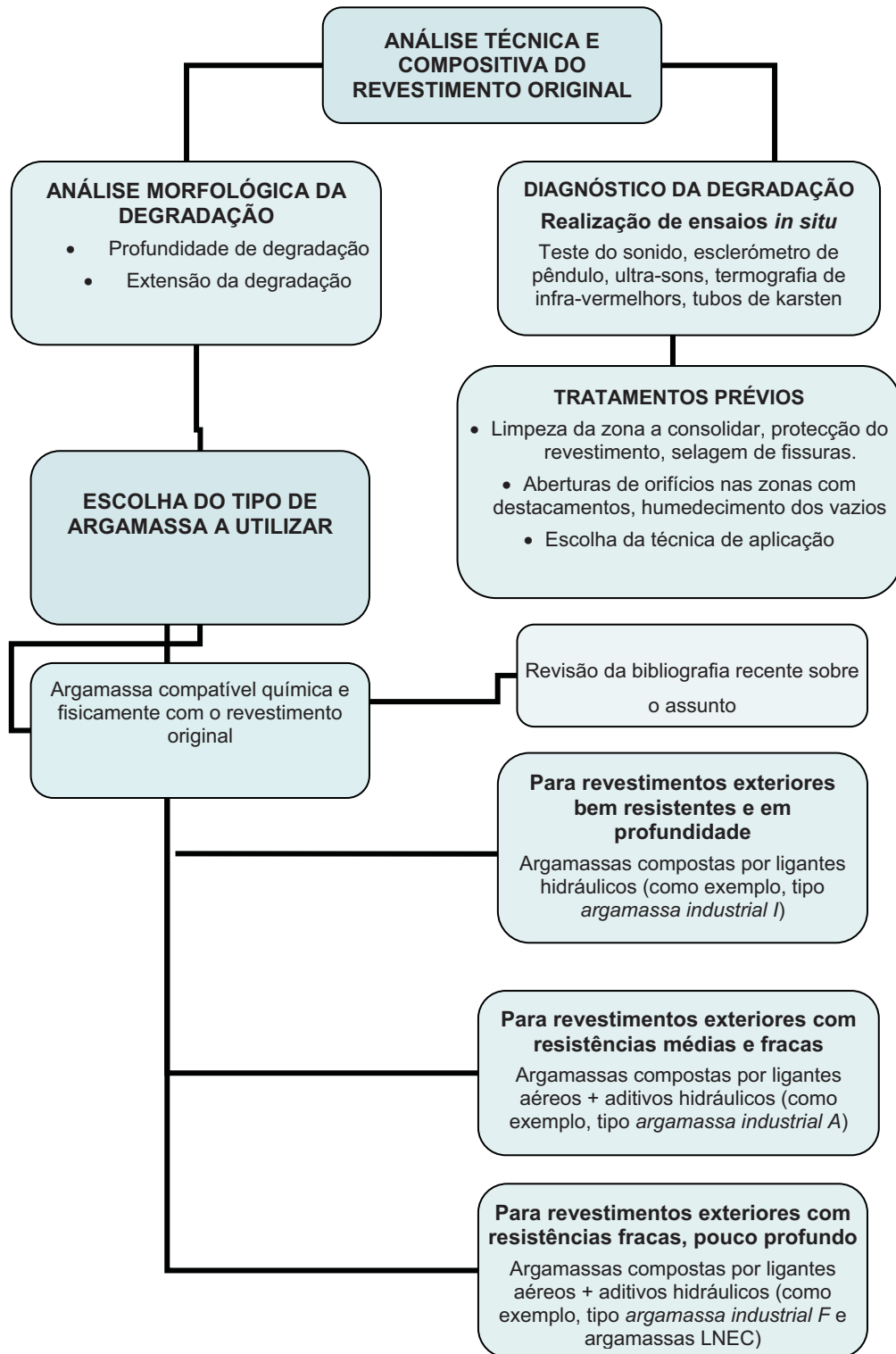
RESUMO DOS PRINCIPAIS RESULTADOS DOS ENSAIOS LABORATORIAIS EFECTUADOS COM AS ARGAMASSAS DE GROUT

Produtos		Argamassas Industriais			Argamassas LNEC			
		A	I	F	A	B	C	
Avaliação da argamassa no estado fresco	Esxudação (%)	0	0	1,11	1,11	0,56	0,56	
	Retracção (%)	1,30	1,03	5,54	4,04	3,53	3,90	
	Reologia	Mais viscosa; boa estabilidade	Menor tensão de cedência; boa estabilidade	Maior tensão de cedência	ND*	ND*	ND*	
	Injectabilidade	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	
Avaliação da argamassa no estado endurecido	Resistência mecânica	Flexão	0,98	1,69	0,41	0,30	0,30	0,21
		Compressão	1,64	3,72	0,69	0,75	0,60	0,64
		Módulo elasticidade	3123	4451	2025	183	158	141
		Aderência (zona de grout)	0,04	0,06	ND	ND*	ND*	ND*
	Comportamento à água Coef. Capilaridade aos 5 min (kg/m ² min ^{1/2})		4,35	3,22	5,45	0,62	8,58	7,88
Porosidade total		41,3	42,4	46,6	48,5	48,8	51,0	

* Não determinado

6.8.2.7 Metodologia para o tratamento de consolidação da perda de aderência

No diagrama seguinte apresenta-se sinteticamente os passos de uma metodologia, que pode orientar na escolha da argamassa (calda de cal) mais adequada a utilizar para consolidar revestimentos com perda de aderência.



6.9 REPINTURA DOS PARAMENTOS EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS

A maioria dos edifícios históricos, possuem um acabamento final por pintura com base em cal e pigmentos minerais (vulgo terras). As camadas de revestimentos por pintura são as que mais sofrem degradações ao longo do tempo e por isso são periodicamente renovadas, como resposta às deteriorações humanas ou naturais que sofrem ao longo dos anos, tais como: a chuva e a poluição atmosférica, assim como por questões de moda ou gosto. Por outro lado, a pintura para o edifício antigo, tem levantado no meio técnico e científico algumas questões, principalmente relativas à escolha do tipo de tinta a utilizar e à sua compatibilidade com o revestimento antigo de cal. Face a estas preocupações estudou-se nesta tese, o desempenho de dois diferentes tipos de tintas minerais, *as caiações e as tintas de silicatos*, compatíveis com as argamassas antigas de cal aérea, através de um estudo experimental em laboratório e de uma recolha bibliográfica sobre o assunto. Neste subcapítulo, apresentam-se os resultados dos ensaios laboratoriais sobre as distintas tintas, faz-se uma análise dos resultados e descreve-se ainda o tratamento pictórico que pode ser efectuado para as zonas de lacunas de um revestimento.

6.9.1 Principais características das tintas a usar sobre revestimentos de cal

Actualmente, a repintura dos edifícios antigos é um tema problemático para os técnicos da área da conservação e restauro. Repintar um edifício com produtos inadequados, pode comprometer a superfície do edifício, muitas vezes até de maneira irreversível, impossibilitando eventuais intervenções futuras e afectando seriamente a sua durabilidade.

Ao longo do tempo, diferentes técnicas e materiais foram usados na pintura exterior dos edifícios, sendo a caiação e as tintas de silicatos, as mais conhecidas desde a antiguidade clássica (Gettwer *et al.*, 1998: 596).

O restauro de um revestimento, depende, entre outros factores, da qualidade dos produtos a empregar, pois deverá respeitar o revestimento existente, quer quanto à natureza do ligante quer quanto à textura superficial. A qualidade da intervenção está ligada a vários factores: técnicos (tipo de tinta, método de aplicação), estéticos (cores, texturas, brilho), culturais e funcionais, nomeadamente de protecção do substrato (alvenaria, reboco).

Verifica-se que as tintas plásticas, acrílicas ou de PVA, encontradas hoje em dia no mercado, funcionam de forma inadequada sobre paredes de edifícios antigos, devido à sua composição química, quando aplicadas, formam um filme, que tem uma acção impermeabilizante nas paredes, alterando o seu comportamento global à água. Estas tintas apresentam também, em geral, uma aderência deficiente às superfícies frágeis, com baixa coesão superficial, como são os rebocos de cal, sejam eles antigos ou de substituição. Assim, surgem facilmente vários tipos de degradação

na camada pictórica, tais como, empolamento, fissuração e destacamento (Veiga e Tavares, 2002: 5).

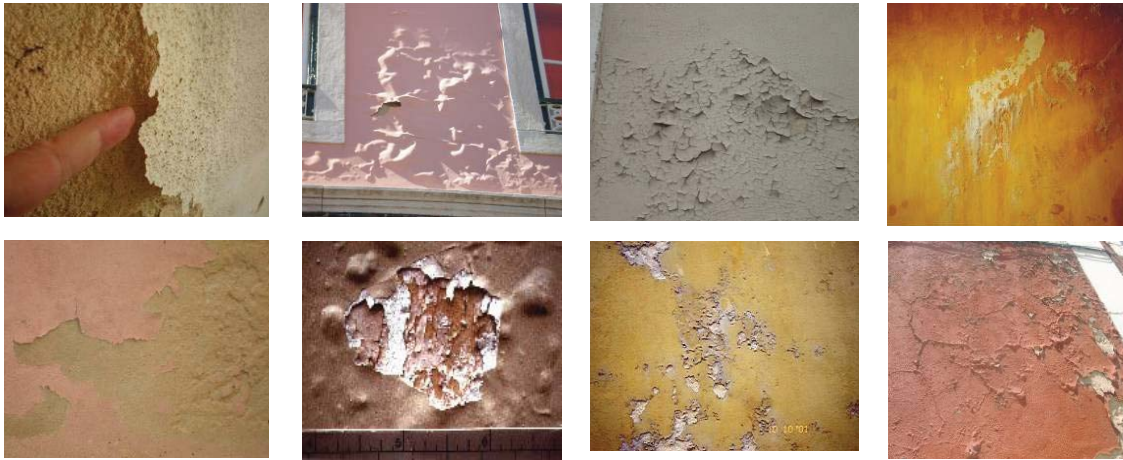


Fig. 420, Distintas degradações sobre o revestimento na pintura num edifício

Os edifícios antigos possuem características constituintes diferentes das construções modernas, geralmente possuem um reboco com presença de água, menos coeso e com menos resistência mecânica. As alvenarias das paredes destes edifícios são espessas, não possuem barreiras contra a humidade, são constituídas basicamente por argamassas à base de ligantes minerais (cal aérea), materiais bastante porosos e hidrófilos, que favorecem a permanência da humidade no seu interior. Desta forma os revestimentos exteriores, rebocos e pinturas, têm de funcionar melhor com esta humidade.

Após o restauro de um edifício, alguns critérios devem ser levados em conta na escolha da nova tinta a ser usada na pintura:

- a natureza técnica do suporte e o seu grau de conservação;
- a natureza da nova tinta deve ser compatível com a argamassa antiga de cal, ter uma boa permeabilidade ao vapor de água, ser resistente aos agentes atmosféricos, etc.;
- o aspecto cromático e estético desejado.

Os estudos realizados (Gonçalves e Veiga, 1997; Gonçalves e Tavares, 1999; Tavares *et al.*, 2001, Veiga e Tavares, 2002), levam à conclusão de que uma tinta adequada para paredes exteriores de edifícios antigos deve ter em conta os seguintes factores:

- Comportamento à água:
 - Permeabilidade ao vapor de água – a tinta não deve introduzir uma resistência significativa à evaporação da água contida nos suportes e argamassas.

- Impermeabilidade à água – a tinta deve fornecer alguma protecção contra a chuva, atrasando a sua penetração na parede. No entanto, não deve ser muito impermeável, já que, nesse caso, pode favorecer a cristalização de sais na camada antecedente.
- Resistência às acções externas (durabilidade):
 - Resistência aos ácidos ambientais – a gasolina e os combustíveis em geral produzem gases sulfurosos que se transformam em ácidos em contacto com a água e podem atacar quimicamente a tinta.
 - Resistência à alcalinidade do suporte – os suportes são, geralmente, bastante alcalinos, pelo que as tintas a usar sobre eles devem resistir bem a esse tipo de ambiente, mesmo na presença de água.
 - Resistência aos raios ultravioleta – a tinta deve possuir uma cor estável quando exposta ao Sol.
 - Resistência às variações climáticas – as tintas devem manter-se inalteradas, do ponto de vista químico, da cor e da aderência ao suporte, durante vários anos de exposição às variações climáticas normais em cada região: calor/chuva, chuva/frio, calor/frio; a escala de tempo dos edifícios antigos, principalmente dos monumentos, é diferente da dos edifícios correntes actuais, pelo que se exige uma maior durabilidade aos materiais usados nas reparações.
 - Resistência aos fungos e microorganismos – as tintas devem ter alguma resistência à fixação e desenvolvimento de fungos e outros microorganismos.
- Semelhança estética:
 - Aspecto estético da superfície pintada – a imagem da arquitectura histórica não deve ser perdida na sua textura e cor.

6.9.2 Estudo experimental com tintas minerais: caições e tintas de silicatos

A campanha experimental, foi efectuada no Laboratório de Ensaios de Revestimentos de Paredes (LERevPa), do Núcleo de Revestimentos e Isolamento do Departamento de Edifícios (NRI/DED) e no Núcleo de Materiais Orgânicos do Departamento de Materiais (NMO/DM), do LNEC²⁰⁰.

²⁰⁰Os ensaios no NMO contou com o apoio científico e com a incassável ajuda das Engenheiras Isabel Eusébio e Paula Rodrigues.

6.9.2.1 Confeção dos provetes (base de aplicação)

Os provetes foram preparados com uma argamassa de cal + areia, seguindo o procedimento habitual no LNEC, e foram controlados através de testes de espalhamento e de massa volúmica. Ao todo foram preparadas 154 provetes de dimensões e formas diferentes, conforme cada ensaio, dos quais 140 provetes utilizaram cal aérea hidratada da Lusical e os restantes 14 utilizaram a cal D. Fradique (a utilizada na reabilitação dos edifícios no Bairro do Castelo em Lisboa)²⁰¹.

A argamassa de cal + areia chamar-se-á neste estudo de *argamassa LNEC* e foi usada ao traço volumétrico 1:3, comumente usada em estudos de investigação no LNEC. A argamassa composta por cal D. Fradique chamar-se-á *argamassa Castelo* e foi usada apenas como suporte da *tinta Castelo*, procurando reproduzir as soluções ao tempo, aplicadas no Projecto Integrado no Bairro do Castelo pela DMRU-CML. Descrevendo-se, de seguida, a sua composição:

- *Argamassa LNEC* – ao traço volumétrico de 1:3 (cal aérea hidratada em pó da Lusical + areia: ½ areia do rio e ½ areia amarela). Esta argamassa tem sido estudada pelo LNEC em aplicações concretas sobre edifícios antigos.
- *Argamassa Castelo* – ao traço volumétrico de 1:3 (Cal D. Fradique + areia: ½ areia do rio e ½ areia amarela). A cal D. Fradique é uma cal aérea hidratada em pó de fabrico industrial que inclui uma gordura vegetal adicionada no momento de hidratação da cal.

Depois de prontos os provetes, ainda dentro dos moldes, foram condicionadas numa sala a uma temperatura de 23 ± 2 °C e humidade relativa $50 \pm 5\%$ HR, durante 28 dias, no mínimo. Após 5 dias de condicionamento, os moldes foram retirados com cuidado, afim de não partir os provetes, que são muito frágeis, e foram novamente postos na sala condicionada até completar os 28 dias.

6.9.2.2 Identificação e preparação das tintas utilizadas

Preparação das caiações

Os métodos de execução das caiações, foram definidos com base em bibliografia especializada e estão descritos no relatório 126/99 (Gonçalves e Tavares, 1999: 7-10) tendo sido preparados no Laboratório de Ensaios de Revestimentos de Paredes (LERevPa).

²⁰¹ Sobre este estudo consultar: M. Tavares, T. Gonçalves e J. Aguiar, *Estudos cromáticos de edifícios antigos – experimentação de caiações para paramentos exteriores*. Relatório 314/02-NA, Lisboa, LNEC, Setembro, 2002.

O estudo incidiu sobre dois tipos de caiações: **Simples** (mistura de cal, água e pigmentos inorgânicos); **Aditivada** (incluindo polímeros sintéticos para melhorar a durabilidade das pinturas), tal como a seguir se descreve.

As **caiações simples** seleccionadas foram :

- Cal aérea hidratada em pó sem pigmento, executada na proporção volumétrica de 1:2 (cal em pó + água).
- Cal aérea em pasta sem pigmento, executada na proporção volumétrica de 1:2 (cal em pasta + água).
- Cal aérea em pasta com pigmento mineral, executada na proporção volumétrica de 1:2 (cal em pasta + água e 3% de pigmento em relação ao peso da cal em pasta, utilizando-se um óxido de ferro de cor “amarelo-ocre”).

As **caiações aditivadas** seleccionadas foram:

- Caiação recomendada pelo ICCROM²⁰², onde foi utilizado o Primal AC33, uma resina acrílica em dispersão aquosa e leite desnatado.
- Caiação usada na reabilitação do Bairro do Castelo, de fabrico semi-industrial designada de *Tinta Castelo*. Segundo informação recolhida junto do fabricante, esta tinta é composta por cal aérea, resina acrílica e pigmentos²⁰³.

Materiais e utensílios utilizados no fabrico das tintas de cal:

- Cal em pó Lusical, cal em pasta de Alcanede, pigmentos minerais, água
- Baldes de 5 l
- Trinchas
- Pedacos de pano de algodão para peneirar a tinta
- Misturador eléctrico
- Vareta e espátula para misturar a tinta

²⁰² Veja-se em Paolo Mora, Laura Mora, *Le superficie architettoniche, materiale e colore*, in Bolletino d'Arte, Il colore nell Edilizia Storica, Suplemento 6, Roma, Ministero per I Beni Culturali e Ambientali, 1984, p. 17-24.

²⁰³ Não foi fornecida nenhuma ficha técnica quanto ao fabrico ou composição da tinta. Durante a visita à fábrica percebeu-se que as proporções, principalmente a quantidade de pigmento, podiam variar conforme a afinação da cor desejada para a tinta a (re)produzir.

- Recipiente com tampa (frasco) para a mistura prévia do pigmento
- Recipiente com tampa para guardar a tinta
- Luvas, batas, panos de limpeza, balança, copo milimetrado

Execução das caiações:

- Caiação de cal em pó

600 ml de cal aérea hidratada em pó Lusical (Massa Volúmica pó = 1.351,4 g/l)

1200 ml de água

Descrição: A cal em pó foi misturada com um pouco de água (200 ml) no misturador de laboratório, em velocidade 2, até se obter uma consistência pastosa. A esta “pasta” acrescentou-se a restante água (1000 ml), mexendo-se à mão com uma vareta, ficando com uma consistência semelhante à do leite. Depois passou-se a tinta resultante por um pano de algodão, por duas vezes, para retirar todas as impurezas e, em seguida, foi colocada num recipiente com tampa.



Fig. 421, Aspecto final da caiação de cal em pó

- Caiação de cal em pasta

600 ml cal em pasta de Alcanede (Massa volúmica da cal em pasta = 1339 kg/m³)

1200 ml água

Descrição: Retirou-se uma certa quantidade de cal em pasta do depósito para o misturador de laboratório, bateu-se durante 2 minutos, na velocidade 2, até ficar uma consistência bem cremosa. Desta cal depois retirou-se a quantidade desejada (600 ml) para um recipiente, onde se misturou a água (1200 ml), mexendo bem. A tinta resultante foi depois passada por um pano de algodão, por duas vezes, para retirar todas as impurezas e, em seguida, foi colocada num recipiente com tampa. Esta tinta pareceu ser mais densa que a de cal em pó.



Fig. 422, A cal em pasta



Fig. 423, A tinta a ser passada por um peneiro



Fig. 424, Pormenor da filtragem da tinta

- Caiação de cal em pasta pigmentada

600 ml cal em pasta de Alcanede

1200 ml água (200 ml para misturar com o pigmento)

26,93 g Pigmento (3% do peso de cal em pasta)

O pigmento usado foi da BAYER – BAYERFEROX 920 – Amarelo ocre, Cor NCS 1040–Y10R

Descrição: Retiraram-se previamente 200 ml de água à quantidade total (1200 ml), colocando-a num frasco com tampa, onde se juntou o pigmento e agitou-se bem, até a completa dissolução. Num balde onde se tinha preparado o “leite de cal” (600 ml de cal em pasta + 1000 ml água) da mesma forma que nas caiações de cal em pasta, juntou-se a solução pigmentada e mexeu-se bem. Depois passou-se por um pano de algodão, no mínimo por 2 vezes e, em seguida, foi colocada num recipiente com tampa. A tinta resultante aparentou ser mais espessa e mais densa que as outras duas, sendo possível que esta diferença se deva à presença do pigmento.



Fig. 425, A preparação do pigmento e a caiação de cal em pasta pigmentada pronta

- Caiação ICCROM

500 ml cal em pasta de Alcanede

200 ml de Primal AC33

135 ml de leite desnatado

665 ml água (200 ml para misturar com o pigmento)

20 g Pigmento (3% do peso de cal em pasta)

O pigmento usado foi da BAYER – BAYERFEROX 130 – Vermelho, Cor NCS 3040R.

Descrição: Retiraram-se previamente 200 ml de água à quantidade total (665 ml), colocando-a num frasco com tampa, onde se juntou o pigmento e agitou-se bem, até a completa dissolução. Bateu-se a cal em pasta durante 2 minutos, no misturador de laboratório, na velocidade 2, depois, retirou-se para um balde a quantidade de cal desejada (500 ml), onde se preparou o “leite de cal”, juntado-lhe o Primal (200 ml), o leite desnatado (135 ml) e a restante quantidade de água (465 ml), mexendo bem e, em seguida, juntou-se a solução pigmentada e tornou-se a mexer bem. Depois passou-se a tinta resultante por um pano de algodão, no mínimo 2 vezes e foi colocada num recipiente com tampa. Após algum tempo em repouso, pôde observar-se uma espécie de “nata branca” sobre a superfície e o pigmento muito concentrado, em baixo, o que parece corresponder a uma segregação dos materiais constituintes, antes da sua aplicação teve pois de se mexer bem a tinta. Esta tinta apresentou um cheiro bastante forte e intenso, agarrando-se com facilidade ao pincel e à espátula, sendo preciso um maior esforço na limpeza dos utensílios, devendo-se provavelmente à presença da resina acrílica.

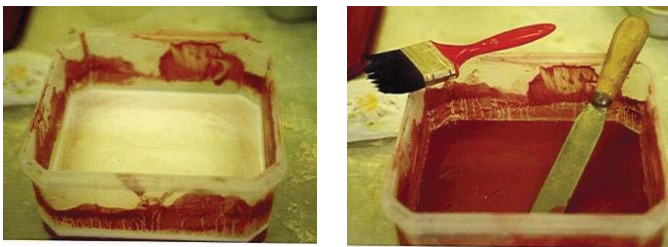


Fig. 426, Aspecto da caiação ICCROM

- Tintas de silicatos

Para as tintas de silicatos foram escolhidas três fabricantes diferentes e também três cores distintas, duas fabricadas em Portugal e duas fabricadas no estrangeiro, cuja designação será: *silicato A*, *silicato B (fabricadas em Portugal)*, *silicato C* e *silicato D (fabricadas no estrangeiro)*. As cores escolhidas foram: Branco, Amarelo Ocre e Vermelho Terra, por serem as cores que mais são encontradas nos edifícios históricos na zona de Lisboa, são cores que apresentam coeficiente de absorção da radiação solar diferenciados²⁰⁴.

²⁰⁴ Consultar: José Aguiar, *Estudos cromáticos nas intervenções de conservação em centros históricos*, Tese de Doutoramento, Universidade de Évora, Agosto, 1999, p. 416.

QUADRO 45

COEFICIENTE DE ABSORÇÃO SOLAR DAS CORES SELECIONADAS
(Aguiar, 1999: 416)

Cor	Coefficiente de absorção da radiação solar Varia entre 0 e 1 (máx. 1)
Branco	0,2 a 0,3
Amarelo, Laranja, Vermelho claro	0,3 a 0,5
Vermelho escuro, Verde-claro, Azul claro	0,5 a 0,7

Nos Quadros seguintes apresenta-se um resumo dos resultados dos ensaios de caracterização físico-química, para identificação dos compostos presentes nas tintas de silicatos. Os resultados detalhados apresentam-se na Nota Técnica 48/2002-NQ/DMC²⁰⁵.

QUADRO 46

RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS TINTAS DE SILICATOS (A, B e C)
(em % mássica)

Tinta	Pigm. cargas	Matéria inorgânica s/H ₂ O crist			Matéria orgânica			H ₂ O crist.	Matéria volátil	Matéria não volátil	Matéria volátil	Matéria não volátil ^c
		NP	ISO	NF	NP ^a	ISO ^b	NF		NF		LEMROC TR 01	
A	Branco	46,3	49,4	49,5	10,1	7,0	5,8	1,1	43,6	56,4	43,6	56,4
	Amarelo Ocre	-	-	46,9	-	-	6,2	1,0	45,9	54,1	45,8	54,2
	Vermelho	-	-	49,0	-	-	5,6	1,0	44,4	55,6	44,0	56,0
B	Branco	57,5	59,4	60,5	9,5	7,6	6,1	1,3	32,1	67,9	33,0	67,0
	Amarelo Ocre	-	-	57,3	-	-	6,0	0,8	35,9	64,1	35,8	64,2
	Vermelho	-	-	59,3	-	-	6,3	1,1	33,3	66,7	33,3	66,7
C	Branco	46,7	49,5	49,4	8,9	6,1	5,0	1,2	44,4	55,6	44,4	55,6
	Amarelo Ocre	-	-	49,4	-	-	5,4	1,6	43,6	56,4	43,8	56,2
	Vermelho	-	-	47,9	-	-	6,4	3,8	41,9	58,1	43,4	56,6

^a Matéria orgânica = 100 - (Matéria volátil + Pigmentos e cargas)

^b Matéria orgânica = 100 - (Matéria volátil + Matéria inorgânica sem H₂O de cristalização)

^c Matéria não volátil = 100 - Matéria volátil

²⁰⁵ Consultar: Alejandro Ribeiro, M. Isabel Eusébio, *Caracterização físico-química de tintas de silicatos alcalinos*, Nota Técnica n.º 48/2002 NQ/DMC, LNEC, Lisboa, 2002.

QUADRO 47

IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS INORGÂNICOS PRESENTES NAS
FRACÇÕES DE RESÍDUOS INORGÂNICOS (CI) DAS TINTAS DE SILICATOS (A, B e C) POR
ESPECTOFOTOMETRIA DE IV (números de onda, em cm^{-1})

Compostos inorgânicos		Silicatos	Calcite (CaCO_3)	Talco $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Baritas BaSO_4	Rútilo ou anatase (TiO_2)	Óxido de ferro Amar. Ocre	Óxido de ferro Vermelho	Óxido de ferro Castanho
Tinta A	Branco	1250-1000 460	1425,6 875,9 712,5	1020,2 669,3 536,1 464,0	-	800-500	-	-	-
	Amarelo Ocre	1250-1000 460	1425,6 875,9 712,5	-	-	-	798,8 614,7	-	-
	Vermelho	1250-1000 460	1425,6 875,9 712,5	-	-	-	-	562,7 479,4	-
Tinta B	Branco	1250-1000 460	1425,6 875,9 712,5	1020,2 669,3 536,1 464,0	-	800-500	-	-	-
	Amarelo Ocre	1250-1000 460	1425,6 875,9 712,5	1020,2 669,3 536,1 464,0	-	-	798,8 614,7	-	-
	Vermelho	1250-1000 460	1425,6 875,9 712,5	1020,2 669,3 536,1 464,0	-	-	-	562,7 479,4	-
Tinta C	Branco	1250-1000 460	-	1020,2 669,3 536,1 464,0	1181,3 1120,3 1081,6 636,3 609,9	800-500	-	-	-
	Amarelo Ocre	1250-1000 460	1425,6 875,9 712,5	1020,2 669,3 536,1 464,0	1181,3 1120,3 1081,6 636,3 609,9	-	798,8 614,7	-	-
	Vermelho	1250-1000 460	-	1020,2 669,3 536,1 464,0	1181,3 1120,3 1081,6 636,3 609,9	-	-	-	1080,2 797,8 532,8 451,6

QUADRO 48

PIGMENTOS E CARGAS PRESENTES NAS TINTAS DE SILICATOS (A, B e C)

TINTA		PIGMENTOS	CARGAS
A	Branco	Dióxido de titânio	Calcite e talco
	Amarelo Ocre	Óxidos de ferro amarelo	Calcite
	Vermelho	Óxidos de ferro vermelho	Calcite
B	Branco	Dióxido de titânio	Calcite e talco
	Amarelo Ocre	Óxidos de ferro amarelo	Calcite e talco
	Vermelho	Óxidos de ferro vermelho	Calcite e talco
C	Branco	Dióxido de titânio	Talco e barita
	Amarelo Ocre	Óxidos de ferro amarelo	Calcite, talco e barita
	Vermelho	Óxidos de ferro castanho	Talco e barita

QUADRO 49

IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS DA TINTA DE SILICATO D
POR ESPECTOFOTOMETRIA IV²⁰⁶

Identificação	Cargas	Matéria orgânica
Silicato D	Carbonato de cálcio (CaCO ₃) e silicatos provavelmente de potássio)	Resina acrílica
Fixador (primário)	Silicato de potássio e carbonato de potássio	Resina acrílica
Velatura	Silicatos e pouca quantidade de carbonato de potássio	Resina acrílica (polisiloxano)
Base da velatura	Carbonato de cálcio e silicatos (provavelmente de potássio)	Resina acrílica

QUADRO 50

ÍNDICE DE PH DAS TINTAS DE
SILICATOS ALCALINOS (A, B e C)

Tinta		pH
A	Branco	11,9
	Amarelo Ocre	11,7
	Vermelho	11,8
B	Branco	11,7
	Amarelo Ocre	11,6
	Vermelho	11,7
C	Branco	11,7
	Amarelo Ocre	11,8
	Vermelho	11,7

²⁰⁶ Este ensaio foi efectuado no Núcleo de Materiais Orgânicos(NMO), do Departamento de Materiais (DM), do LNEC, pela Engenheira Helena Silva com a orientação da Eng.^a Paula Rodrigues. O ensaio com as tintas de silicato D não foram feitos em conjunto com as outras tintas de silicatos ensaiadas neste estudo e sim *a posteriori*.

Análise dos resultados

Após os ensaios laboratoriais realizados no Núcleo de Materiais Orgânicos, pode-se concluir que o ligante orgânico presente em todas as tintas de silicatos e primários, é da família das resinas acrílicas-estirenadas e o ligante inorgânico é silicato de potássio. O teor de matéria orgânica segue a ordem B » A » C (excluindo C/Vermelho, que apresenta o teor de matéria orgânica mais elevado de todas as tintas) e situa-se um pouco acima de 5%, determinado pelo método considerado mais adequado, o da Norma Francesa NF FD T 30-808. As tintas de silicatos são bastante básicas, apresentando um índice de pH elevado, variando entre 11,6 a 11,9.

6.9.2.3 Aplicação das tintas

Caiações

As tintas foram aplicadas sobre provetes e sobre muretes que se encontravam ao ar livre, na LaRevPa do LNEC, constituídos por alvenaria de tijolo que foram rebocados com a *argamassa LNEC* e a *argamassa Castelo*, as mesmas que foram utilizadas nos provetes de pequenas dimensões.

Aplicação nos provetes

A aplicação das caiações sobre as bases de argamassas (provetes), foram feitas depois destas estarem totalmente secas.

Método de aplicação

1. As superfícies estavam limpas e devidamente identificadas;
2. Humedeceu-se com água a superfície (com um borrifador);
3. Mexeu-se bem a tinta, antes da aplicação, para que houvesse a mistura de todos os componentes;
4. Aplicou-se com trincha cada demão, (3 demãos no total, em 3 dias seguidos).
5. Antes de cada demão, humedecia-se novamente a argamassa;
6. Depois de pintados, os provetes foram levados para secar numa sala condicionada à temperatura de 23 ± 2 °C com uma humidade relativa de $50 \pm 5\%$ HR, durante 28 dias (no mínimo).

Observações efectuadas durante e após a aplicação

Dentro das *caiações simples sem pigmentos* (cal em pó e cal em pasta), aplicadas sobre a *argamassa LNEC*, a *caiação com cal em pasta* apresentou um melhor poder de cobertura.

A *caiação simples pigmentada* apresentou um melhor poder de cobertura em relação às *caiações simples sem pigmentos*, provavelmente também devido ao pigmento óxido de ferro (amarelo-ocre).

A *caiação aditivada* (ICCRUM), como já foi referido, mostrou sempre uma tendência para ocorrer a segregação dos constituintes, sendo preciso mexer muito bem a tinta, antes de cada aplicação, mesmo assim, a 1.^a demão dada sobre a *argamassa LNEC* ficou um pouco esbranquiçada, depois de seca Este “esbranquiçado” foi sendo “disfarçado” com as outras duas demãos, mas a superfície final apresentou-se ainda com algumas manchas. Aparentemente esta tinta tem um melhor poder de aderência ao suporte, do que as *caiações simples*, o que com grande probabilidade se deve à resina acrílica.

Na *caiação aditiva (tinta Castelo)* notou-se uma certa dificuldade na aplicação, a tinta não “escorrega” com facilidade, sobre as *argamassas LNEC e Castelo*. Sobre a *argamassa Castelo* esta dificuldade foi maior, provavelmente devido às suas características hidrófugas, pelo que não absorveu bem a tinta da *argamassa*.



Fig. 427, A tinta Castelo pronta para consumo



Fig. 428, Aplicação das caiações em provetes



Fig. 429, Provetes depois de pintados

Aplicação nos muretes

Método de aplicação

Primeiro foi feita uma camada de salpico com uma *argamassa bastarda* de cimento e cal aérea. Depois foram feitas duas camadas de reboco com a *argamassa LNEC* e com a *argamassa Castelo*.

A aplicação foi também feita depois das *argamassas* estarem totalmente secas.

Observações efectuadas durante e após a aplicação

As *caiações simples sem pigmentos* (cal em pó e cal em pasta) sobre os muretes, tiveram também comportamentos diferentes durante a aplicação sobre a *argamassa LNEC*. A *caiação com cal em pasta* apresentou um melhor poder de cobertura (com 3 demãos), enquanto a outra apresentou-se bem mais transparente; tendo-se que se aplicar 4 demãos de tinta.

A *caiação com cal em pasta* foi também aplicada, sobre a *argamassa Castelo*. Esta argamassa apresentou-se menos rugosa que a do *LNEC*, tendo no entanto revelado menor poder de absorção, durante a aplicação da tinta.

A *caiação simples pigmentada* apresentou um grande poder de cobertura, e foi de fácil aplicação. A identificação da cor foi feita com o NCS index, edition 2 e o resultado obtido foi: Cor 1040–Y10R ou 1040–Y20R (Amarelo Ocre).

As *caiações aditivadas* (ICCROM e Castelo) sobre as *argamassas LNEC* e *Castelo*, como aconteceu com a aplicação nos provetes, tiveram também comportamentos diferentes.

Na *caiação ICCROM*, a 1.^a demão ficou um pouco esbranquiçada e foi saindo com a 2.^a e a 3.^a demão. Na aplicação sobre a argamassa *Castelo*, esta caiação apresentou o mesmo problema, para além disto, demonstrou pouco poder de absorção da tinta, sendo preciso um consumo maior. A caiação *ICCROM* foi também aplicada com brocha sobre *argamassa LNEC*; observou-se que a aplicação é mais rápida do que com a trincha, mas o consumo de tinta é bastante maior. A identificação da cor foi feita com o NCS index, edition 2 e o resultado obtido foi 3040 R (vermelho “terra”).

Na *caiação Castelo* foi difícil a aplicação sobre *argamassa LNEC*, que se apresentou bastante rugosa; também neste caso foram necessárias 4 demãos de tinta, para preencher todos os poros da argamassa de suporte. Também com esta caiação, a aplicação sobre *argamassa Castelo*, apresentou o mesmo problema encontrado durante a aplicação nos provetes. O baixo poder de absorção da argamassa dificultou a aplicação. A identificação da cor foi feita com o NCS index, edition 2 e o resultado obtido foi 4030–Y90R (vermelho).



Fig. 430, Aplicação das caiações nos muretes

Tintas de silicatos

As embalagens dos produtos foram abertas, observadas e examinadas segundo a Norma Portuguesa NP EN ISO 1513. As tintas e os primários foram aplicados de acordo com as indicações das respectivas Fichas Técnicas.

As tintas foram aplicadas à trincha, nos provetes e nos muretes, deve-se salientar que todas elas indicavam que a 2.^a e a 3.^a demão podiam ser aplicadas sem diluição. Estas tintas tiveram que ser diluídas, pois encontravam-se demasiado consistentes, principalmente as tintas A e B.

Depois da aplicação das tintas, os provetes foram conservados em ambiente condicionado, caracterizado por uma temperatura de 23 ± 2 °C e de uma humidade relativa de $50 \pm 5\%$ HR, durante 28 dias, no mínimo.

A argamassa aplicada nos muretes encontrava-se bastante rugosa, talvez devido ao tipo de areia com granulometria bastante grossa, mas também à forma de “apertar” a argamassa, ou seja, a argamassa deveria ter sido apertada à colher, para se ter um acabamento liso e homogéneo. Devido a esta rugosidade, a aplicação da tinta foi difícil, sendo necessário repetir a aplicação várias vezes para cobrir bem os poros; assim, verificou-se um maior consumo de tinta, além de que o processo de aplicação foi bastante demorado. Foi observada uma dificuldade maior na aplicação da tinta B, do que nas tintas A e C. De todas as tintas, o *silicato B Vermelho* foi a mais difícil de aplicar, pois era a mais pastosa e “pesada”.

Após as aplicações as cores das pinturas dos muretes e provetes foram identificadas com o NCS index, edition 2.

TINTA DE SILICATO A

Especificações do fabricante:

“É uma tinta aquosa baseada num veículo organo-silicato. Deve ser aplicada diluída em água (máx. 5%), sobre uma demão de isolante”.

Observações registadas da tinta e do primário nas embalagens:

Tinta de silicato A – Ao abrir a lata encontrou-se uma fina camada líquida, translúcida e esbranquiçada, sobrenadante, mexeu-se a tinta e houve uma boa homogeneização. Todas as cores apresentaram uma consistência pastosa, embora tinta de *silicato A* de cor Vermelha apresentou-se mais pastosa que as de cor Ocre e Branca.

Primário A – Apresentava-se sob forma líquida, de cor branca, com uma consistência espessa e um cheiro bem forte.

TINTA DE SILICATO B

Especificações do fabricante:

Tinta de silicato B – “*Tinta de silicato de potássio modificado com polímeros orgânicos; não apresenta características filmógenas, reage com o próprio substrato (silificação), bastante resistente aos fungos e à intempérie*”.

Primário B – “*Produto à base de silicato de potássio modificado com polímeros orgânicos. É usado como camada isolante antes da aplicação da tinta e pode também ser aplicado misturado com a tinta para dissolvê-la*”.

Observações registadas da tinta e do primário nas embalagens:

Tinta de silicato B – Ao abrir a lata encontrou-se uma fina camada de um líquido transparente sobrenadante e um depósito que se apresentou bastante pastoso, até mesmo um pouco duro e de difícil dispersão e homogeneização. As tintas de cores Ocre e Vermelha, encontravam-se com uma menor quantidade de líquido sobrenadante em relação à de cor Branca; conseqüentemente também eram bem mais pastosas que a Branca.

Primário B – Apresenta-se sob forma líquida, bastante fluído (em relação ao primário A), de cheiro forte (menos intenso que o primário A) e de cor branca.

TINTA DE SILICATO C

Especificações do fabricante:

Tinta de silicato C – “*É uma tinta à base de silicato de potássio, modificado com emulsão acrílica e pigmentos seleccionados (dióxido de titânio e óxidos de ferro). Para exteriores e interiores. Elevada permeabilidade ao vapor de água e ao dióxido de carbono. Cumpre a Norma DIN 18 363, secção 2.4.6*”.

Primário C – “*Fundo fixador à base de silicato de potássio e resina acrílica em dispersão aquosa, diminui a absorção do suporte*”.

Observações registadas das tintas e do primário ainda nas embalagens:

Tinta de silicato C – Das três tintas anteriormente analisadas, o *silicato C* foi o que se apresentou de forma mais líquida; mesmo assim eram ainda visíveis pequenos pedaços de tinta pastosa sobrenadante. As tintas de cores Ocre e Vermelha, encontravam-se com uma menor quantidade de líquido sobrenadante em relação à de cor Branca.

Primário C – Apresentava-se na forma líquida, de cor branca, bastante fluído (em relação ao primário A), e de cheiro muito forte (semelhante ao primário A).

TINTA DE SILICATO D

Foram aplicados dois tipos de tintas de silicatos utilizadas para os edifícios antigos: uma tinta de silicato normal e uma outra de velatura, que pode ser utilizada para reintegração cromática de zonas com esmaecimento da pintura ou do barramento colorido ou ainda sobre um reboco de cal sem pintura.

Especificações do fabricante:

Tinta de silicato D – “Utilizada para o exterior com base em silicato, segundo a Norma DIN 18.363 2.4.1. É uma tinta de dispersão de silicato, com pigmentos inorgânicos, totalmente estável à luz e a substâncias minerais. Ideal para reabilitação de edifícios antigo e novos”.

Primário D (fixador) – “Diluyente e fixador, composto por silicato de potássio, utilizado para diluir as pinturas do sistema granital e lasur restauro. Pode ainda fixar e consolidar os suportes minerais arenosos”.

Velatura D – “Pintura mineral de dispersão segundo a norma DIN 18363 2.4.1, para velaturas luminosas sobre suportes minerais, obtendo-se um contraste interessante diferente das habituais tintas lisas”.

Base da velatura D – “Pintura com base em silicato, com cargas minerais e pigmentos inorgânicos, de cor branca, utilizada como base para posterior aplicação de velaturas com Lasur restauro. Tem poder de cobrir pequenas fissuras sobre o revestimento”.

Observações registadas das tintas e do primário ainda nas embalagens:

Tinta de silicato – Apresentou-se de forma líquida e não foram visíveis pedaços de tinta pastosa sobrenadante. É de referir que só foi ensaiada uma cor desta tinta, o Ocre, a cor escolhida foi a S 9053.

Primário D (fixador) – Apresentou-se na forma líquida, de cor esbranquiçada, bastante fluído, à vista desarmada apresentava um aspecto de um produto consolidante, tipo uma resina acrílica.

Velatura D – Apresentou-se líquida, com aspecto muito semelhante a tinta de silicato.

Base da velatura D – Apresentou-se líquida, de cor branca, no entanto foram visíveis pequenos “grãos”. A presença destes “grãos” foi confirmada após a aplicação e secagem da tinta.



Fig. 431, Os diversos produtos da tinta de silicato D, após secagem

QUADRO 51

IDENTIFICAÇÃO DAS CORES DAS TINTAS

Localização	Tipo de tinta	Cor identificada NCS <i>index, Edition 2</i>		
Provetes	Silicato A	Vermelho	S 4040-R	
		Amarelo ocre	S 1060-Y20R	
		Branco	S 0500-N	
	Silicato B	Vermelho	S 4040-R	
		Amarelo ocre	S 1060-Y20R	
		Branco	S 0500-N	
	Silicato C	Vermelho	S 4020-Y60R	
		Amarelo ocre	S 2040-Y20R	
		Branco	S 0500-N	
	Silicato D	Amarelo ocre	S 1020-Y10R	
	Muretes	Silicato A	Vermelho	S 3050-R
			Amarelo ocre	S 1060-Y20R
Branco			S 0500 N	
Silicato B		Vermelho	S 4040 R	
		Amarelo ocre	S 1060 Y 10 R	
		Branco	S 0500 N	
Silicato C		Vermelho	S 4020 Y 60R	
		Amarelo ocre	S 2040 Y 20 R	
		Branco	S 0500 N	
Silicato D		Amarelo ocre	S1020-Y20R	

Método de aplicação

Tinta de silicato A

- O método de aplicação foi com trincha. As bases de aplicação, depois de secas, foram limpas com uma trincha.
- Foi primeiro aplicada uma camada do primário, seguida de três demãos de tinta diluída a 5% com o primário.
- Foram aplicadas três demãos de tinta, com um intervalo de secagem de 2 horas entre demãos e o tempo final de secagem foi de 28 dias.

Tinta de silicato B

- As tintas foram diluídas com o primário e com água (segundo especificações do fabricante).
- Os procedimentos restantes foram idênticos aos usados para a tinta de silicato A.

Tinta de silicato C

- As bases de aplicação estavam devidamente secas e limpas e a aplicação foi feita com trincha.
- Não houve uma 1.^a demão de primário puro.
- Foram aplicadas três demãos de tinta, com um intervalo de secagem de 4 horas entre demãos e o tempo final de secagem foi de 28 dias.
- A 1.^a demão de tinta foi diluída com o primário com uma proporção de 1:1 (tinta + primário).
- A 2.^a e 3.^a demãos de tinta foram diluídas com o primário, com uma proporção de 1:30 (tinta + primário).

Tinta de silicato D

Tinta de silicato:

- As bases de aplicação estavam devidamente secas e limpas e a aplicação foi feita com trincha, com intervalo de secagem de 12 horas entre demãos e o tempo final de secagem foi de 28 dias.
- A 1.^a demão de tinta foi diluída com o primário (fixador) a 20%.

- A 2.^a demão de tinta foi aplicada sem diluição.

Velatura

- As bases de aplicação estavam devidamente secas e limpas e a aplicação foi feita com trincha, com intervalo de secagem de 12 horas entre demãos e o tempo final de secagem foi de 28 dias.
- A 1.^a demão de tinta foi diluída com o primário (fixador) a 20%.
- Foi aplicada primeiro, uma demão da base da velatura diluída em 20% do fixador.
- Após 12 hora de secagem da base, foi aplicada a velatura diluída no fixador, com uma proporção de 1:20 (tinta + fixador).



Fig. 432, Tinta de silicato A



Fig. 433, Tinta de silicato B



Fig. 434, Tinta de silicato C



Fig. 435, Tinta de silicato D e o fixador

6.9.2.4 Ensaio realizados

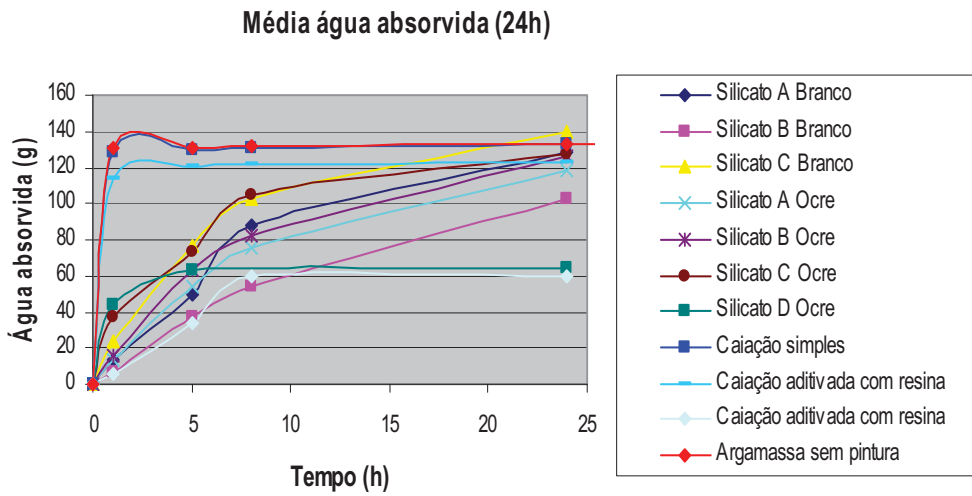
Absorção de Água por Capilaridade

Este ensaio teve como objectivo analisar a resistência introduzida pelos diferentes tipos de pintura à absorção de água da argamassa de reboco, com base na Norma EN 1015-18: 2000, utilizando provetes cilindros de argamassa LNEC (cal e areia) com diâmetro de 180 mm e espessura de 20 mm, sem pintura e com os vários tipos de pinturas estudados. Este ensaio foi efectuado sobre as caiações aditivadas (ICCROM sobre argamassa LNEC, Castelo sobre argamassa LNEC, e Castelo sobre argamassa Castelo), caiação simples e todas as tintas de silicatos (A, B, C e D).

No Gráfico 20 apresenta-se o que corresponde, em cada instante, à quantidade de água absorvida pelos provetes, desde o início do ensaio e durante 24 horas; no Quadro 52 apresenta-se o coeficiente de capilaridade máximo de cada revestimento, ao longo das 24 horas de ensaio.

GRÁFICO 20

ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE



QUADRO 52

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CAPILARIDADE MÁXIMO

	Argamassa sem pintura	Caição			Tintas de silicatos			
		simples	Castelo (aditivada c/ resina)	ICCROM (aditivada c/ resina e caseína)	A	B	C	D
Tempo de ensaio (h)	1	1	1	8	8	24	8	1
Característica	Coeficiente de Capilaridade máximo (kg/m ² .h ^{1/2})							
Branco	5,14	4,80	-	-	1,22	0,81	1,42	-
Amarelo Ocre	-	-	-	-	1,05	1,21	1,26	0,84
Vermelho	-	-	4,46	0,83	-	-	-	-

Análise dos resultados

Observou-se que a quantidade de água absorvida às 24 horas de ensaio, varia não só com o tipo de tinta, mas também com a cor, o que é natural, já que os diferentes pigmentos, introduzem características distintas.

Duas das caiações absorveram uma maior quantidade de água que as tintas de silicatos. No entanto, a *caiação ICCROM (aditivada com resina e caseína)* retardou de forma significativa a absorção de água pela argamassa de suporte, ultrapassando mesmo as tintas de silicatos. Assim, esta caiação pode alterar significativamente o comportamento à água da parede; a evolução no tempo dos coeficientes de capilaridade confirma estas conclusões. Para as caiações e para a argamassa sem pintura, os valores atingem o pico máximo com 1 hora de ensaio, entretanto, para a *caiação ICCROM*, o pico máximo foi atingido apenas com 8 horas de ensaio, o mesmo acontecendo com as tintas de silicatos, com excepção da *tinta de silicato B*, que só atingiu o pico máximo às 24 horas de ensaio. O coeficiente de capilaridade máximo dos provetes pintados com tintas de silicato é muito inferior, e dá-se mais tarde que os provetes de argamassa sem pintura. Desta forma, verifica-se que as tintas de silicatos retardam um pouco a absorção de água pelo reboco, assim como a *caiação ICCROM*.

Permeabilidade ao Vapor de Água

Este ensaio teve como objectivo analisar a resistência introduzida pelos diferentes tipos de pintura à evaporação da água através do conjunto do revestimento: reboco mais pintura.

Este ensaio foi efectuado de acordo com a Norma Europeia EN 1015-19: 1998 e a Ficha de Ensaio LNEC – FE Pa 17, realizado sobre os provetes cilíndricos de diâmetro de 180 mm e espessura de 20 mm, sendo efectuado sobre as caiações aditivadas (*ICCROM* sobre argamassa LNEC, *Castelo* sobre argamassa LNEC e *Castelo* sobre argamassa Castelo), caiação simples e sobre todas as tintas de silicatos (A, B, C e D).

No Quadro 53 apresentam-se os resultados do ensaio, expressos em termos da espessura da camada de ar de difusão equivalente.

QUADRO 53

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA

	Argamassa sem pintura	Caiação			Tintas de silicatos			
		simples	Castelo (aditivada com resina)	ICCROM (aditivada com resina e caseína)	A	B	C	D
Característica	Permeância ao vapor de água de provetes de 20 mm Espessura da camada de ar de difusão equivalente SD (m)							
Branco	0,14	0,15	-	-	0,17	0,19	0,19	
Amarelo Ocre	-	-	-	-	0,18	0,19	0,21	0,14
Vermelho	-	-	0,16	0,16	-	-	-	

Análise dos resultados

Os provetes pintados com as caiações apresentaram uma permeabilidade ao vapor de água com valores muito próximos da argamassa sem pintura. As tintas de silicatos apresentaram diferenças entre cores, sendo a tinta de *silicato D*, a que apresentou maior permeabilidade ao vapor de água, um valor semelhante ao da argamassa sem pintura. No entanto, em todos os casos, os valores obtidos não se distanciam excessivamente dos da argamassa sem pintura.

Resistência introduzida pelo Revestimento à Secagem do Suporte

Este ensaio teve como objectivo avaliar a influência da pintura na secagem do suporte e foi realizado de acordo com a Ficha de Ensaio do LNEC – FE Pa 38.

O aparelho utilizado para medir a capacidade de impermeabilização de um revestimento, denomina-se humidímetro, e contém sondas metálicas que permitem o registo da tensão eléctrica, sendo desenvolvido no LNEC no âmbito de trabalhos de investigação (Palma, 1992; Gonçalves, 1998).

Este ensaio foi efectuado sobre as caiações aditivadas *ICCROM e Castelo* e as tintas de *silicatos A, B e C* sobre argamassas LNEC. No entanto não se apresentam nos Gráficos os resultados com a tinta de silicato *C*²⁰⁷.

Método de ensaio

Os provetes têm como suporte placas de fibrocimento, que medem 150 mm x 300 mm, aonde são colocadas três sondas, alinhadas e com distanciamento de 5 cm entre si, cobrindo-se com *argamassa LNEC*; em seguida preenche-se o suporte com uma camada de 1 cm de espessura da mesma argamassa. As laterais dos provetes são seladas com uma mistura de cera de abelha e pez louro (50%).

Os provetes são colocados na horizontal e as sondas são ligadas ao humidímetro, efectuando-se a molhagem com uma lâmina de água de 10 mm durante 30 minutos. Depois, elimina-se a água e colocam-se os provetes na posição vertical até à estabilização da tensão eléctrica, que corresponde à sua secagem.

²⁰⁷ Os resultados com a tinta de *silicato C* não são apresentados no gráfico nesta tese por ter ocorrido um erro no ficheiro e não se ter conseguido transpor os dados para o gráfico, no entanto os dados puderam ser analisados. É de referir que não foi efectuado este ensaio com a tinta de *silicato D*.

Os resultados deste ensaio são expressos por um gráfico, com o tempo em horas nas abcissas e a tensão eléctrica em mV nas ordenadas. Os parâmetros utilizados na avaliação da capacidade de impermeabilização são:

- M** – atraso na molhagem (h), medido entre o tempo de início de molhagem e o momento em que a tensão eléctrica desce abaixo de 95% do valor inicial
- S** – período de humedecimento (h), em que a tensão se mantém abaixo de 95% da tensão inicial
- H** – intensidade de molhagem (mv.h) dada pela área do gráfico compreendida entre a linha que define a variação da tensão com o tempo e abaixo da linha correspondente ao menor valor dos seguintes: valor médio da tensão antes do ensaio, valor médio da tensão depois do ensaio.



Fig. 436, Diversos aspectos do ensaio com humidímetro

GRÁFICO 21

RESISTÊNCIA DA SECAGEM DO SUPORTE DAS CAIAÇÕES

Resistência à secagem do suporte

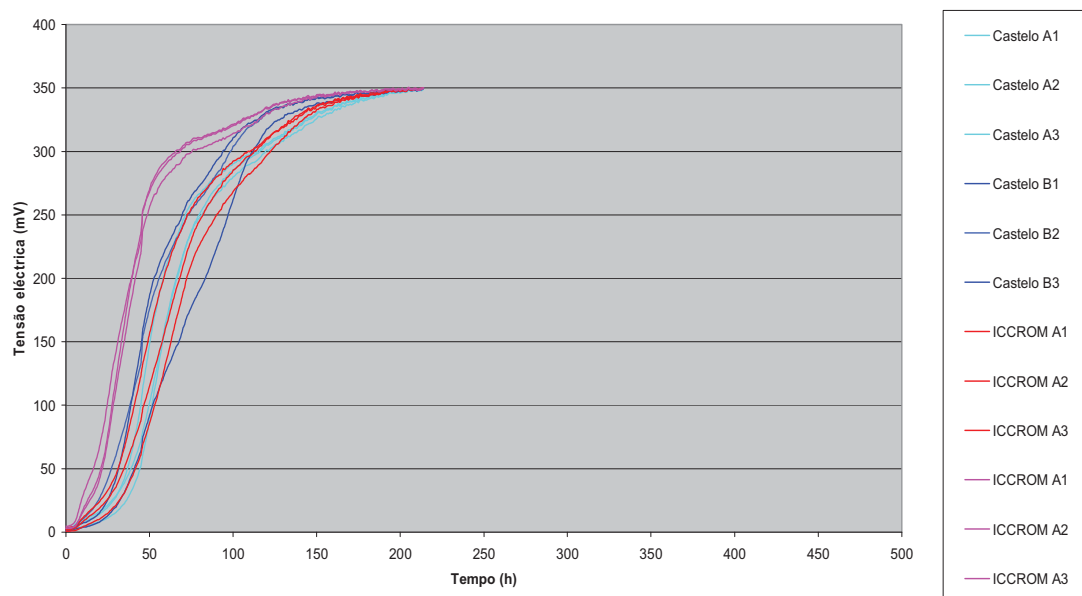
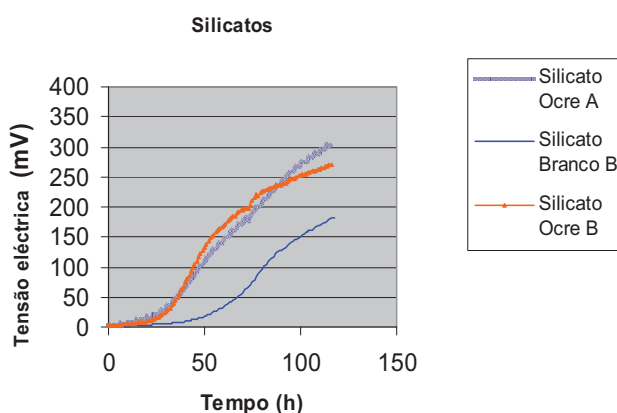


GRÁFICO 22

RESISTÊNCIA DA SECAGEM DO SUPORTE DAS TINTAS DE SILICATOS



Análise dos resultados

Os resultados deste ensaio indicam que as tintas de silicatos demoraram mais a atingir o valor máximo de secagem que as caiações, podendo-se assim concluir que as caiações não dificultam a secagem das paredes, enquanto as tintas de silicatos a atrasam moderadamente.

Envelhecimento Artificial Acelerado (Ciclos Calor/Chuva/Gelo/Degelo)

Este ensaio teve como objectivo observar a resistência das pinturas às variações de condições climáticas (calor/frio; chuva/calor; chuva/gelo) e foi realizado de acordo com um método de ensaio adaptado no LNEC, com base num ensaio definido pelo CSTB (Veiga, 1998 e CSTB, 1993).

Este ensaio foi realizado sobre provetes constituídos por tijolos correntes furados, rebocados numa das faces com uma camada de 15 mm de *argamassa LNEC*, sobre a qual se aplicaram as tintas.

Método do ensaio

O ensaio foi executado 28 dias após a aplicação das pinturas nos provetes, consistindo em efectuar ciclos alternados de calor (Infravermelho), chuva e gelo. No presente caso, foram realizados três conjuntos de ciclos, com 10 dias de ensaio para cada conjunto, distribuídos da seguinte forma:

1.º Conjunto de ciclo calor/frio alternado 10 dias	2.º Conjunto de ciclo chuva/calor alternado 10 dias	3.º Conjunto de ciclo gelo/degelo alternado 10 dias
8,5 h de calor a 60 °C 15,5 h de frio a -15 °C	5 h de chuva com o caudal mínimo de 1l/m ² 16 h de secagem 3 h de calor a 70 °C	8,5 h de chuva com o caudal mínimo de 1l/m ² 15,5 h de frio a -15 °C

As cores dos provetes pintados foram identificadas, antes e após cada ciclo de ensaio, com o sistema de códigos de cores NCS, para verificar a evolução da cor e foram também observados para detectar o aparecimento de qualquer outro defeito.

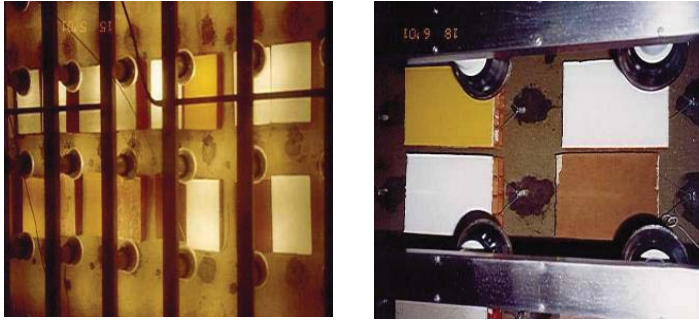


Fig. 437, O ensaio de envelhecimento artificial acelerado (tintas de silicatos)

Análise dos resultados

A análise foi feita por comparação visual, tendo sido analisadas as alterações de cor e outras degradações. Nas caiações de cor branca, a cor manteve-se estável, verificando-se um pequeno desgaste da camada de carbonato de cálcio, enquanto que as caiações de cores amarelo e vermelho, se apresentaram bastantes esmaecidas. As caiações aditivadas com resina (*Castelo*) e resina e caseína (*ICCROM*), para além do esmaecimento da pintura, apresentaram manchas de várias tonalidades, aparentemente relacionadas com a presença da resina.

As tintas de silicatos tiveram um bom comportamento quanto à degradação cromática, apresentando apenas um ligeiro esmaecimento da pintura após 30 dias de ensaio.



Fig. 438, Caição Castelo – aditivada com resina



Fig. 439, Caição simples, após o ensaio

Envelhecimento Artificial Acelerado (Xenotest)²⁰⁸

Este ensaio teve como objectivo observar a resistência das pinturas às variações climáticas e à radiação ultravioleta do Sol, sendo realizado sobre os provetes constituídos por placas de fibrocimento com a dimensão de 70 mm x 150 mm, revestidos com uma camada de argamassa LNEC (cal e areia) com 10 mm de espessura e pintados com *as tintas de silicato A, B e C e D*.

O ensaio que teve a duração de 1000 horas, consiste na realização de ciclos de chuva/calor sobre os provetes que são inseridos num equipamento com características indicadas a seguir. As cores dos provetes pintados são medidas antes e depois do ensaio com um espectocolorímetro de laboratório.

Método e condições de ensaio

O ensaio foi executado segundo a Norma ISO 11341: 2004, utilizando o equipamento Fitoclima 600 EDTU Climatração da ARALAB nas seguintes condições:

Ciclo de ensaios	Contínuo, 103 min de radiação e 18 min de chuva e radiação
Temperatura do corpo negro (°C)	65 ± 2
Humidade relativa durante o período seco (%)	70 ± 10
Duração (h)	1000

A expressão dos resultados foi efectuada através da observação visual, da medição da diferença da cor, **ΔE**, do índice de brancura, **WI**, e de amarelecimento, **YI**.

<u>Determinação da diferença de cor, ΔE</u> segundo a Norma ISO 7724 nas seguintes condições:	Aparelho	Machbeth color Eye 3000
	Área de amostragens	7,85 cm ²
	Geometria	d/8°
	Brilho especular	excluído
	Iluminantes	D65
	Observador	10°
<u>Determinação dos índices de brancura WI, e de amarelecimento, YI</u> segundo a norma ASTM E 313 nas seguintes condições	Aparelho	Machbeth color Eye 3000
	Área de amostragens	7,85 cm ²
	Geometria	d/8°
	Brilho especular	excluído
	Iluminantes	D65
	Observador	10°

²⁰⁸ Este ensaio foi realizado no Núcleo de Materiais Orgânicos do Departamento de Materiais de Construções (NMO/DM), sob a direcção das Eng.^{as} Isabel Eusébio e Paula Rodrigues.

QUADRO 54

DIFERENÇA DE COR (ΔE)²⁰⁹ DOS SILICATOS E CAlAÇÕES APÓS ENSAIO XENOTEST

Cores	Tintas de silicatos				Caição			
					aditivada c/ resina (Castelo)	aditivada c/ resina e caseína (ICCROM)	simples	pigmentada
	A	B	C	D				
Branco	ΔE^*	ΔE^*	ΔE^*	ΔE^*	ΔE^*	ΔE^*	ΔE^*	ΔE^*
	1,32	0,62	1,54	-	-	-	0,9	-
Amarelo Ocre	17,5	5,39	1,52	4,57				21,9
				3,65 Velatura				
Vermelho	2,24	17,61	4,60	-	6,1	14,4	-	-

QUADRO 55

ÍNDICE DE AMARELECIMENTO (YI) E BRANCURA (WI) DAS TINTAS DE SILICATOS
(valores da escala do espectocolorímetro)

Cores	Tintas de silicatos							
	A		B		C		D	
	YI	WI	YI	WI	YI	WI	YI	WI
Branco	66,37	7,22	66,0	4,91	65,63	4,90	Não realizado	
Amarelo	97,30		93,96		81,70		60,22 Granital	
							60,00 Velatura	
Vermelho	84,73		91,62		74,07		Não realizado	

²⁰⁹ A diferença total de cor, ΔE^* , é calculada através da seguinte equação: $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$. Onde se $\Delta L^* > 0$ a amostra torna-se mais luminosa; se $\Delta L^* < 0$ a amostra torna-se mais escura; se $\Delta a^* > 0$ a amostra torna-se e mais vermelha; se $\Delta a^* < 0$ a amostra torna-se mais verde; Se $\Delta b^* > 0$ a amostra tornou-se mais amarela; se $\Delta b^* < 0$ a amostra tornou-se mais azul. Se $0,0 < \Delta E^* < 0,2$ a variação total de cor não é visível ao olho humano; se $0,1 < \Delta E^* < 1,0$ a variação total de cor é muito pouco visível; se $1,0 < \Delta E^* < 3,0$ a variação total de cor é pouco visível; $< 6,0$ a variação total de cor é moderadamente visível; se $\Delta E^* > 6,0$ a variação total de cor é muito visível. Consultar: Inês Lemos Cardoso, *Caracterização de alterações cromáticas sobre substrato pétreo: medição de parâmetros de cor*, Estudo apresentado na Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia Licenciatura em Conservação e Restauro, Lisboa, 2004, p. 20. Consultado em <http://mnmachadodecastro.imc-ip.pt/>.

Análise dos resultados

A análise foi feita por observação visual, medição da diferença da cor (ΔE), do índice de brancura, (WI), e do índice de amarelecimento (YI). As tintas de silicatos e as caiações sofreram alterações diferenciadas, no que diz respeito ao ensaio de envelhecimento artificial Xenotest.

As caiações apresentaram uma camada esbranquiçada (carbonato de cálcio) sobre a pintura em todas as cores, sendo mais visível nas cores amarelo ocre e vermelho. As caiações que apresentaram uma maior variação de cor, consequentemente um maior ΔE^* foram as *caiações pigmentada* (amarelo ocre), *caiação ICCROM* (ativada com resina e caseína) e a *Caiação Castelo* (aditivada com resina). De entre as caiações, a que obteve um melhor comportamento, foi a *caiação em pasta* de cor branca.

As tintas de *silicatos A e B*, de cores amarelo ocre e vermelho, além de alteração de cor, apresentaram manchas brancas e brilhantes sobre a camada pictórica, após 1000 horas de ensaio. A tinta de *silicato A* amarelo ocre e a tinta de *silicato B* vermelha apresentaram uma maior variação total da cor, e consequentemente um maior ΔE^* . A tinta de *silicato C* apresentou à vista desarmada, apenas um ligeiro esmaecimento em todas as cores. A tinta de *silicato D* amarelo ocre (a única ensaiada), à vista desarmada não apresentou manchas, nem brilho sobre a pintura, apenas pequenas fissuras. O índice de amarelecimento (YI) desta tinta foi o menor de todos.



Fig. 440, O aparelho para realização do ensaio de Xenotest



Fig. 441, Medição das cores após o ensaio com espectrocolorímetro



Fig. 442, Os provetes pintados com as caiações após o ensaio de Xenotest (1000 horas)



Fig. 443, Tinta de silicato A após ensaio Xenotest (1000 horas)



Fig. 444, Tinta de silicato B após ensaio Xenotest (1000 horas)



Fig. 445, Tinta de silicato C após ensaio Xenotest (1000 horas)

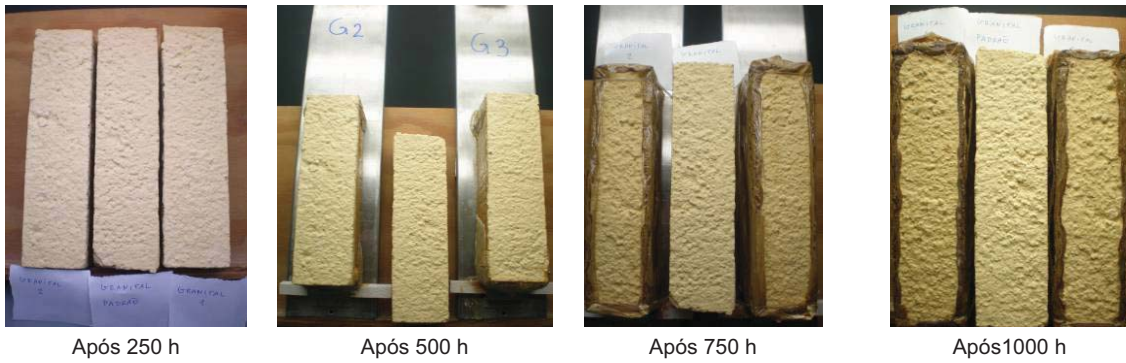


Fig. 446, O comportamento da tinta de silicato D durante e após o ensaio Xenotest

Envelhecimento Natural

Este ensaio teve como objectivo observar a resistência das pinturas às condições ambientais naturais. Foi realizado sobre muretes de alvenaria de tijolo construídos na Estação de Ensaio Natural de Revestimentos de Paredes (LaRevPa) do LNEC, revestidos com uma argamassa LNEC (cal e areia).

Método de ensaio

Os muretes foram pintados com as caiações e as tintas de silicatos. Após aplicação e secagem das tintas, as cores de cada pintura foram identificadas através de um código de leitura da cor NCS índice, edition 2 – 1997. As leituras seguintes dos índices NCS foram realizadas após 1 ano e depois ao fim de 8 anos de exposição.

QUADRO 56

MEDIÇÕES DE COR SEGUNDO O SISTEMA NCS

Tinta	Cor	1.ª Leitura 2000	2.ª Leitura 2001	3.ª Leitura 2008
Cal em pó	Branca	S 0 500–N	S 0 500–N	S 1002–R
Cal em pasta	Branca	S 0 500–N	S 0 500–N	S 1002–R
Cal em pasta pigmentada	Amarelo-Ocre	1040–Y20R	1040–Y20R	S 1030–R
Castelo	Vermelha	4030–Y90R	4030–Y90R	S 2040–R
ICCROM	Vermelha	3040–R	3040–R	S 2050–R

QUADRO 56
(continuação)

Tinta	Cor	1.ª Leitura 2000	2.ª Leitura 2001	3.ª Leitura 2008
Silicato A	Branca	S 0 500–N	S 0 500–N	S 0 500–N
	Ocre	S 1060–Y20R	S 1040–Y10R	S 10 30–Y10R
	Vermelha	S 3050–R	S 2050–R	S 2040–R
Silicato B	Branca	S 0 500–N	S 0 500–N	S 0 500–N
	Ocre	S 1060–Y20R	S 1050–Y10R	S 1040–Y10R
	Vermelha	S 4040–R	S 4040–R	S 3030–R
Silicato C	Branca	S 0 500–N	S 0 500–N	S 0 500–N
	Ocre	S 2040–Y20R	S 2030–Y30R	S2020–Y30R
	Vermelha	S 4020–Y60R	S 5020–Y60R	S 2030–Y40R
Silicato D	Ocre	S 0520–Y20R	S 0520–Y20R	
	Velatura	S 0510–Y10R	S 0510–Y10R	

Análise dos resultados

Após um ano de exposição natural, as superfícies dos muretes pintados com *caiações* e com *tintas de silicatos*, mantiveram-se praticamente inalteradas, ocorrendo apenas um ligeiro esmaecimento da cor.

Após dois anos de exposição natural, as superfícies dos muretes pintados com *caiações*, apresentaram um esmaecimento um pouco mais acentuado que no ano anterior. As *caiações* de cores branca e amarelo ocre, mostraram-se mais estáveis, ocorrendo apenas um pequeno esmaecimento da cor, relativamente à cor vermelho ocre, que apresentou um maior esmaecimento. A *caiação Castelo* (com resina) de cor vermelho ocre, apresentou ainda manchas sobre a camada pictórica, enquanto que na *caiação ICCROM* (resina e caseína) de cor vermelho ocre, surgiu uma grande quantidade de manchas, claras e escuras e pequenos destacamentos da pintura.

Após 8 anos de exposição das *caiações* e das *tintas de silicatos* (A, B e C), de um modo geral as pinturas apresentaram um bom comportamento, sendo evidente um esmaecimento geral da pintura. Sobre as *caiações*, observaram-se ainda sujidades. Verificou-se um maior esmaecimento da cor sobre as tintas aditivadas com resinas (*ICCROM* e *Castelo*), que apresentaram ainda perdas pontuais da camada pictórica.



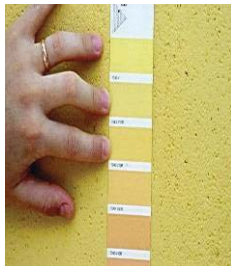
Silicato A



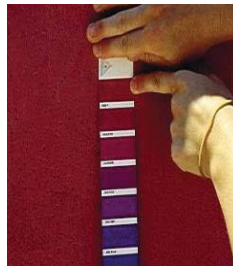
Silicato B



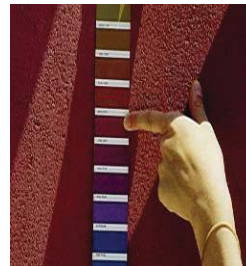
Silicato D



Caição pasta pigmentada



Caição Castelo



Caição ICCROM

Fig. 447, Os muretes pintados com as caições e as tintas de silicatos



Castelo



ICCROM



Cal em pasta



Silicato A



Silicato B



Silicato C

Fig. 448, Muretes após 8 anos de envelhecimento natural



Fig. 449, Muretes pintados com a tinta de silicato D após 1 ano de exposição

6.9.2.5 *Análise geral dos resultados*

Os revestimentos por pintura de base mineral apresentaram um desempenho funcional positivo, face às acções específicas para edifícios antigos, o que foi comprovado pelos ensaios realizados.

Tanto as *caiações* como as *tintas de silicatos* apresentaram, em geral, um comportamento à água compatível. Com efeito, mostraram alguma capacidade de protecção contra a água do exterior, principalmente as *tintas de silicatos*, provocando um atraso na penetração, que pode ser suficiente para permitir a secagem parcial antes de atingir a alvenaria, e permitindo, por outro lado, uma secagem fácil e rápida, quando as condições exteriores forem favoráveis à evaporação.

Quanto ao envelhecimento natural e artificial, detectaram-se algumas diferenças: as *tintas de silicatos* mostraram-se mais resistentes que as *caiações*, como era de esperar, devido à sua composição química. De entre as *caiações* ensaiadas, as *caiações de cal em pasta* (branca e pigmentada), possuem um bom poder de cobertura, maior do que as *caiações de cal em pó*. Importa destacar que as *caiações de cal em pasta*, depois de 1 ano de exposição ao ar livre, não apresentaram alterações cromáticas significativas, nem revelaram outros tipos de anomalias indesejáveis. No entanto, após 8 anos de exposição, apresentaram esmaecimento da cor e sujidades.

As *caiações aditivadas* com resina, demonstraram o pior comportamento dentre as *caiações* ensaiadas. Como aspectos negativos, importa registar a pouca resistência aos ensaios de envelhecimento com raios UV e com ciclos de calor/chuva, dos quais resultaram manchas com alterações de cor; no entanto não constituíram uma barreira que impedisse o processo de secagem do suporte. Após 8 anos de envelhecimento natural, apresentaram, para além do esmaecimento da cor, destacamento da pintura.

No que diz respeito ao suporte de aplicação, observou-se que numa argamassa rugosa, a aplicação da tinta é muito mais difícil, exigindo um maior consumo da mesma; quanto ao suporte constituído por uma argamassa com constituintes hidrófugos, este apresentou pouco poder de absorção durante a aplicação da tinta, sendo igualmente necessário um consumo maior. É de referir que esta argamassa demonstrou, no ensaio de absorção por capilaridade, pouco poder de absorção de água e uma permeabilidade maior ao vapor de água, em relação a argamassa composta apenas por cal e areia sem aditivos (*argamassa LNEC*).

A adição de resinas acrílicas às *caiações*, confere, de facto, um maior poder de aderência e de coesão interna a este tipo de revestimentos por pintura. Importa no entanto garantir a qualidade das resinas utilizadas e uma percentagem adequada, pois estes factores têm um importante impacto nas características físico-químicas da *caiação* final. Percentagens demasiado elevadas de aditivo podem facilmente conduzir a *caiações* excessivamente impermeáveis e ao surgimento de manchas.

No que diz respeito ao aspecto estético, designadamente no caso do património histórico, quer se trate de monumentos, de centros históricos ou, de um modo geral, de edifícios com valor patrimonial, é de fulcral importância, conservar a imagem urbana, pelo que as *caiações* e as *tintas de silicatos*, apresentam textura e brilho semelhantes ao original. No entanto, as *tintas de silicatos* apresentam um maior poder de cobertura, dotando a superfície de cor uniforme, ao contrário do que acontece com as *caiações*, que têm alguma transparência. No caso dos edifícios antigos, em geral, os revestimentos originais mantinham visíveis todas as irregularidades das paredes com uma tonalidade cheia de *nuances*; logo as tintas de silicatos afastam-se um pouco da imagem original, o que, nalguns casos, pode ser um factor negativo. No entanto, para se conseguir alguma transparência, poderá ser utilizada a gama de tintas *do silicato D*, designadas por *velatura*, e ensaiada nesta tese. É de referir que a paleta de cores deste fabricante é muito mais suave e bem mais próxima de uma *caiação*.

No entanto, a escolha do tipo de tinta deve ter ainda em conta outros factores:

- A cal, em presença de gases sulfurosos presentes na poluição atmosférica, degrada-se, dando origem à formação de sulfatos, que são solúveis com a água da chuva. Assim, em edifícios situados em grandes centros urbanos, muito expostos à poluição atmosférica, a opção pela *caiação* é praticamente inviável, sendo preferível o uso das tintas de silicatos, devido à sua durabilidade e estabilidade cromática.
- Em conjuntos edificados com alguma dimensão, é aconselhável a utilização de tintas de silicatos, devido à maior durabilidade em relação às *caiações*, no que se refere às acções climáticas e às radiações ultravioleta.
- A *caiação* deve ser fabricada e aplicada com bastante rigor. Deve ser usada uma cal de boa qualidade, sendo preferível o uso da cal em pasta, que produz uma *caiação* com uma maior estabilidade cromática e melhor aderência e coesão, que a *caiação* com cal em pó; caso se adicione pigmento à *caiação*, este deve ser mineral e ter boa resistência aos raios UV e IV; a adição de resina acrílica à *caiação*, confere-lhe maior coesão e poder de aderência, desde que usada de maneira correcta (percentagem e tipo de resina), para não alterar as características físicas da *caiação*.
- Todos estes aspectos implicam que, para se obter uma boa *caiação*, é necessário dispor de aplicadores experientes na tecnologia de preparação e aplicação tradicionais da cal, mas também com formação que lhes permita assimilar alterações introduzidas recentemente (como as adições de resinas) para procurar assegurar um melhor desempenho. Assim, a indisponibilidade deste tipo de mão-de-obra pode inviabilizar a opção por uma solução de *caiação*, apontando de novo a via das tintas de silicatos.
- Finalmente, é necessário recordar que o valor histórico e arquitectónico do edifício, ou conjunto, objecto da intervenção, é determinante na escolha da tinta a usar na repintura. De

facto, embora os critérios funcionais, relacionados com as características analisadas, devam sempre ser cumpridos, os critérios estéticos e de respeito pelos materiais e soluções originais, podem ter um peso maior ou menor, conforme o valor patrimonial do edifício e consoante seja maior ou menor a necessidade de preservação e respeito histórico.

Nos Quadros seguintes, apresenta-se um resumo dos principais resultados obtidos nos vários ensaios realizados e o comportamento das diferentes formas de pinturas (*caiações* e *silicatos*) estudadas.

QUADRO 57

RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS COM AS CAIAÇÕES SIMPLES

CAIAÇÃO SIMPLES		
	Caiação em pó (Branca)	Caiação em pasta (Branca)
Preparação da tinta	Preparação normal segundo normas no relatório 126/ 99-NCCt	Preparação normal segundo normas no relatório 126/99-NCCt
Aplicação	A seco, com trincha, em 3 camadas Apresentou pouco poder de cobertura	A seco, com trincha, em 3 camadas Apresentou maior poder de cobertura que a caiação em pó.
Envelhecimento UV	Não houve alteração significativa da cor.	Não houve alteração significativa da cor.
Envelhecimento calor/chuva	Não houve alteração significativa da cor. Nos limites dos provetes houve destacamento da pintura.	Não houve alteração significativa da cor.
Envelhecimento natural	Depois de dois anos de exposição, não houve alteração significativa da cor, nem destacamento, pulverulência ou surgimento de bolhas sobre a pintura.	
	Após oito anos de exposição houve esmaecimento da cor para além de sujidades sobre a superfície, principalmente das caiações brancas.	

QUADRO 58

RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS COM AS CAIAÇÕES PIGMENTADAS E ADITIVADAS

CAIAÇÕES SIMPLES COM PIGMENTO E CAIAÇÃO ADITIVADAS				
	Caiação pasta pigmentada	Caiação Castelo	Caiação Castelo	Caiação ICCROM
	Argamassa LNEC Pigmento utilizado: Bayer 920 Amarelo	Argamassa LNEC Pigmento + Resina acrílica	Argamassa Castelo Pigmento + Resina acrílica	Argamassa LNEC Pigmento utilizado: Bayer 630 Vermelho
Preparação da tinta	Preparação segundo normas do relatório 126/99NCCt. A tinta apresentou-se mais compacta que as caiações simples.	Preparada na fábrica. Consistência mais líquida que as outras caiações e uma cor forte.	Preparada na fábrica. Consistência mais líquida do que as outras caiações e uma cor forte.	Difícil homogeneização. Formou "nata branca" sobre a superfície e o pigmento revelou dificuldades de dispersão, assentando.
Aplicação	Grande poder de cobertura. Fácil aplicação. Bom aspecto visual.	Difícil aplicação, ou seja a tinta não escorregou bem sobre o suporte	Sobre esta argamassa a aplicação foi mais difícil. A argamassa não absorveu bem a tinta.	A pintura apresentou manchas. A 1ª demão surgiu esbranquiçada, desaparecendo esse velo gradualmente com a 2.ª e 3.ª demãos. Adequado poder de aderência ao suporte.
Absorção de água por capilaridade	Não foi realizado ensaio.	Absorveu pouca água, mas mais que a mesma tinta quando aplicada sobre a argamassa Castelo.	Foi a caiação que absorveu menor quantidade de água	Foi a caiação que absorveu maior quantidade de água.
Permeabilidade ao vapor de água	Não foi realizado ensaio.	Apresentou valores iguais ao da <i>caiação do Iccrom</i> . SD = 0,16 m	SD = 0,14 m Nota: a Caiação Castelo sobre argamassa Castelo é ligeiramente mais permeável ao vapor de água que sobre argamassa LNEC.	Caiação com menor permeabilidade ao vapor de água, juntamente com a caiação <i>Castelo</i> sobre argamassa LNEC. SD = 0,16 m
Resistência introduzida pelo revestimento à secagem do suporte	Não foi realizado ensaio.	As duas caiações ensaiadas Castelo e ICCROM tiveram comportamento semelhante quanto à secagem (ver fig. 54).	As duas caiações ensaiadas Castelo e ICCROM tiveram comportamento semelhante quanto à secagem (ver fig. 54).	As duas caiações ensaiadas Castelo e ICCROM tiveram comportamento semelhante quanto à secagem (ver fig. 54).
Envelhecimento UV	Apresentou maior alteração de cor, provavelmente devido à pouca resistência do pigmento aos raios UV.	Foi a que apresentou menor alteração de cor.	Apresentou alteração de cor e manchas. Houve destacamento da camada pictórica.	Alteração de cor e manchas.
Envelhecimento calor/chuva	Descoloração e deslavamento da pintura	Generalizada descoloração da pintura e manchas	Generalizadas descoloração da pintura e manchas	Alteração de cor e manchas.
Envelhecimento Natural	Não houve alteração significativa durante 1 ano de exposição.			
	Após 8 anos houve esmaecimento da cor	Após 8 anos além do esmaecimento da cor houve perdas da camada pictórica		

QUADRO 58
continuação)

TINTAS DE SILICATOS				
	SILICATO A	SILICATO B	SILICATO C	SILICATO D
Preparação da tinta	Preparada na fábrica Consistência pastosa	Preparada na fábrica. Consistência pastosa.	Preparada na fábrica. Consistência mais líquida do que as outras.	Difícil homogeneização. Consistência líquida.
Aplicação	Bom poder de cobertura, de fácil aplicação. 1º demão do primário, demãos seguintes diluída a 5% no primário. Intervalo de secagem entre demãos 2 horas.	Bom poder de cobertura, de fácil aplicação. A tinta foi diluída no primário. Intervalo de secagem entre demãos 2 horas	Bom poder de cobertura, de fácil aplicação. A tinta foi diluída no primário, 1º demão 1:1 e 2º demão 1:30. Intervalo de secagem entre demãos 4 horas	Bom poder de cobertura, de fácil aplicação. 1.ª demão diluída no primário a 20%, 2.ª demão pura. Intervalo de secagem entre demãos 12 horas
Absorção de água por capilaridade	Absorveu uma quantidade de água intermédia.	Absorveu menos água que as restantes tintas.	Foi a tinta que absorveu maior quantidade de água.	Absorveu uma menor quantidade de água que a tinta de silicato C e maior que a tinta A e B.
Permeabilidade ao vapor de água (provetes de 20 mm)	Ligeira redução da permeabilidade ao vapor de água SD = 0,17 m	Ligeira redução da permeabilidade ao vapor de água SD = 0,19 m	Ligeira redução da permeabilidade ao vapor de água (a menos permeável) SD = 0,20 m	Boa permeabilidade, a mais permeável. SD = 0,14 m
Resistência introduzida pelo revestimento à secagem do suporte	As tintas de silicatos demoraram mais a atingir o valor máximo de secagem que as caiações. No entanto não dificulta significativamente a secagem das paredes sobre as quais são aplicadas.			Não foi realizado
Envelhecimento UV	Alteração de cor, manchas e brilho A tinta de silicato A Ocre apresentou maior alteração	Alteração de cor, manchas e brilho	<i>Silicato C</i> branco apresentou maior alteração de cor.	Foi a que apresentou menor alteração de cor.
Envelhecimento calor/chuva	Ligeiro esmaecimento da pintura			
Envelhecimento Natural	Não houve alteração significativa durante 2 ano de exposição.			
	Após 8 anos de exposição houve esmaecimento da cor			

6.10 REINTEGRAÇÃO CROMÁTICA EM ZONAS DE LACUNAS

A reintegração cromática, sendo uma intervenção estética, localizada sobre os revestimentos exteriores com valor histórico, pode ser necessária em alguns casos:

- Nas zonas de lacunas, que foram preenchidas com argamassa de restauro e que apresentem dissemelhança de cor e estejam em dissonância com a leitura estética do revestimento, pode ser necessário proceder a uma reintegração cromática pontual, para integrar esteticamente o novo revestimento com o original.

- No caso de revestimento decorativo que apresenta desgastes cromáticos (escurecimento ou esmaecimento da pintura) e que está dificultando a leitura estética da obra ou ainda quando a opção de conservação seja pela sua preservação, em vez de extracção, essas zonas de desgastes, muitas vezes com distintas tonalidades, podem ser reintegradas cromaticamente.

No entanto, é importante referir que esta opção de restauro é difícil de ser realizada, sem ocasionar outros problemas, como por exemplo manchas sobre o revestimento original. Assim sendo, esta técnica de restauro, só se justifica em casos de revestimentos com grande valor técnico e histórico, devendo ser realizada por pessoal especializado em conservação e restauro e que conheça bem as técnicas da pintura mural e da reintegração cromática.

Para realizar esta técnica, é necessário ainda conhecer a composição do revestimento e principalmente o tipo de pigmento utilizado, para que sejam utilizados na reintegração cromática materiais o mais semelhante possível aos originais.

Para Paul Philippot, tanto as grandes como as pequenas lacunas, podem provocar dificuldade na leitura; desta forma, a reintegração cromática de uma lacuna, deve ser entendida como um acto crítico que pretende estabelecer a unidade formal da obra, estruturando características que se perderam com o tempo (Philippot, 1996: 332).

Paolo e Laura Mora (Mora, 1996: 348), analisam as possíveis perdas cromáticas existentes numa obra, identificando-as de acordo com sua localização, extensão e profundidade, subdividindo-as em:

- Alteração da pátina.
- Alteração da pigmentação.
- Perdas totais do pigmento (aparente ou não), limitado na área superficial, permitindo a sua reconstrução.
- Perdas totais do pigmento (aparente ou não) e que, devido à sua extensão e/ou localização, não permitem a sua reconstrução.
- Perdas de extensão considerável, que por causa de seu significado arquitectónico, jamais deveriam ser reconstruídas.

Com efeito, a finalidade da reintegração cromática, é reduzir o protagonismo da lacuna, constituída por nível e cor diferentes do original. Os métodos de reintegração cromática aqui adoptados, são os mesmos utilizados na pintura de cavalete e na pintura mural e dependem sempre da obra, do seu valor, da sua importância histórica e técnica, da sua função e localização. Todos estes factores, contribuem para definir o método de reintegração cromática mais adequado.

Dentro dos princípios estabelecidos, a reintegração cromática, pode ser efectuada através de retoque ilusionista (mimética) ou visível (diferenciada) (Brandi, 2006: 24; Baldini, 1998: 36-43):

- **Reintegração cromática ilusionista** – não discernível a olho nu, consiste na reintegração total da lacuna, tanto quanto à forma como à cor, simulando o aspecto original da obra.
- **Reintegração cromática visível ou diferenciada** – é visível a olho nu, podendo ser executada através de outras técnicas, como *tratteggio* ou *rigatino*, *pontilhismo* e *velatura visível*:
 - *Tratteggio ou rigatino* – esse método foi criado por Brandi e Mora, no Instituto Central de Restauro (ICR), por volta de 1950, e consiste numa série de linhas (traços) verticais, mas não necessariamente paralelos, de cores puras que se justapõem e que se ajustam em espessura e cor ao original, sendo aplicado quase sempre sobre uma base de cor clara, branca, que dá uma intensidade às cores. Este método é visível de perto, mas ao longe desaparece, por mistura óptica, compondo-se e descompondo-se aos olhos do espectador, diminuindo o impacto da lacuna, proporcionando uma continuidade aparente da imagem, vista à distância (Pascual, 2003: 119).
 - *Pontilhismo* – é um método semelhante ao *tratteggio*, onde em vez de linhas verticais, se utilizam pontos; caracteriza-se por ser uma técnica onde pequenos pontos justapostos provocam uma mistura óptica aos olhos do observador.
 - *Velatura, ou retoque neutro ou arqueológico* – consiste em reintegrar as lacunas, aplicando uma cor neutra, transparente, adequada à cor dominante da pintura original. Esta opção é utilizada no caso de impossíveis reconstituições. É também designada na pintura mural como *acqua sporca* (água de cal com pigmento).

Durante o decorrer desta tese foi possível aplicar e acompanhar alguns casos práticos deste tipo de intervenção, e tirar algumas conclusões:

- No restauro das fachadas do Edifício Principal do LNEC, as zonas de lacunas foram obturadas com uma argamassa semelhante à original, a marmorite, em composição e técnica. Neste caso, após as obturações das zonas de lacunas, observou-se uma diferença cromática entre o revestimento antigo e o novo, sendo necessário aplicar sobre as zonas obturadas uma reintegração cromática. As técnicas de reintegração utilizadas foram várias: o *tratteggio*, o *pontilhismo* e a *velatura (acqua sporca)*, notando-se que o *pontilhismo* foi a técnica que demonstrou melhor resultado, adaptando-se bem à técnica do revestimento original, que é constituída por diversos agregados de cores distintas (Veiga, *et al.*, 2006: 49).

Verificou-se, que caso não se consiga uma reintegração próxima ao original, é preferível que esta apresente uma tonalidade mais clara, do que mais escura. As reintegrações com

tonalidades mais escuras, sobressaem mais no paramento, enquanto que as reintegrações mais claras, com o tempo podem aproximar-se da tonalidade original, devido ao próprio envelhecimento natural.

Observou-se ainda alguma dificuldade de aplicação da argamassa nova nas zonas de lacunas, devido com o surgimento de escorrências de água e de argamassa, devido à posição vertical do paramento, sendo fundamental impedir estas escorrências com a colocação de panos nas zonas de aplicação, tendo sido para isso necessária a ajuda de uma outra pessoa e uma limpeza imediata do local.



Fig. 450, Execução da *velatura (acqua sporca)* para a marmorite das fachadas do Edifício Principal do LNEC, experiência em laboratório



Ensaio das argamassas para preenchimento de lacunas

Velatura (acqua sporca)

Retoque

Retoque

Retoque

Retoque

Fig. 451, Distintas técnicas de reintegração cromática utilizada sobre a marmorite, nas fachadas do Edifício Principal do LNEC

No estudo realizado no âmbito de um estágio curricular feito no LNEC²¹⁰, Candelária (2008), utilizou, para reintegração de lacunas sobre provetes constituídos por argamassas de cal, simulando um revestimento exterior, diversos pigmentos e cores, e distintas técnicas de retoque, concluindo que:

²¹⁰ Este trabalho foi efectuado no âmbito do estágio de final de curso da Licenciatura em "Conservação e Restauro" da Escola de Tomar, sendo orientado no LNEC, pela Eng.ª Rosário Veiga com a co-orientação da Dra. Martha Tavares. Consultar: P. Candelária, *Reintegração pictórica sobre revestimentos exteriores de cal*, Estágio Curricular, Instituto Politécnico de Tomar, Licenciatura bietápica em Conservação e Restauro, Setembro 2008.

- É importante não só conseguir aproximar o máximo possível à cor original, como também é importante o modo e o tipo de argamassa utilizada para as obturações de lacunas, evitando sempre os relevos entre as paredes de contacto entre as lacunas e o original. Observou-se que após a reintegração cromática das zonas de lacunas, surgiu um problema na zona limite entre a parte antiga e a nova, com o aparecimento de auréolas em torno de toda a lacuna, tendo-se que “disfarçar” estas zonas, com um novo retoque cromático; no entanto os resultados não foram satisfatórios e as zonas de lacunas ficaram bastante evidentes.
- De entre as técnicas de retoques ensaiadas, a *ilusionista* foi a técnica considerada como sendo a de mais rápida execução e a mais económica, principalmente quando utilizada em de grandes superfícies, como no caso dos revestimentos exteriores.
- De entre os pigmentos ensaiados (inorgânicos – terras naturais), os pigmentos adquiridos em droguaria, apresentaram-se mais estáveis aos raios UV, do que os pigmentos comprados numa empresa de restauro no exterior, no ensaio de envelhecimento natural.
- No ensaio de Difracção de raio-X (DRX) sobre os pigmentos da droguaria, a maioria destes pigmentos são constituídos essencialmente pelos minerais colorantes.



Fig. 452, Diversas etapas do trabalho sobre reintegração cromática (Candelária, 2008)

Após a análise dos diversos casos práticos, pode concluir-se que a reintegração cromática em zonas de lacunas sobre revestimentos exteriores, constitui um desafio, tendo-se a certeza que a reintegração das lacunas irá diminuir o impacto que estas apresentam na imagem da superfície, repondo o equilíbrio cromático, mas deixarão marcas sobre o revestimento, como representação do tempo, do seu envelhecimento e da sua história.

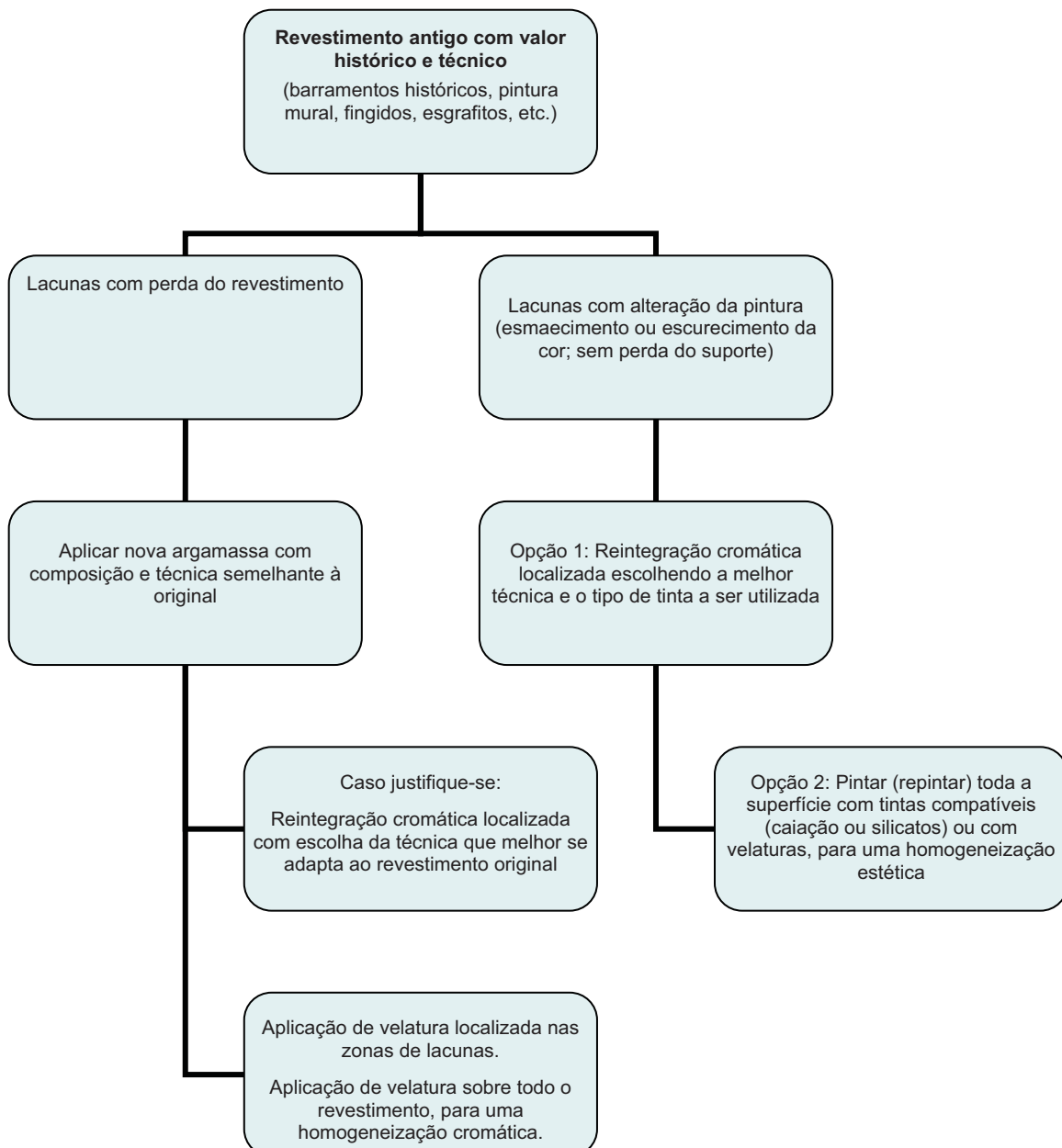
QUADRO 59

VANTAGENS E DESVANTAGENS DA REINTEGRAÇÃO CROMÁTICA LOCALIZADA SOBRE REVESTIMENTOS EXTERIORES

Vantagens	Desvantagens
Preservação máxima do revestimento original	Dificuldade de execução, tanto na obturação das lacunas (produzir argamassas novas semelhantes à originais), como na execução da reintegração cromática
Intervenção mínima	Podem deixar marcas sobre a superfície do revestimento, podendo interferir na sua leitura estética

6.10.1 Metodologia para a reintegração cromática de revestimentos exteriores

No diagrama seguinte, apresenta-se sinteticamente os passos de uma metodologia desenvolvida para a reintegração cromática localizada sobre revestimentos exteriores com base em cal.



6.11 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO

Segundo os manuais, entende-se por *manutenção* o conjunto de acções preventivas e reparadoras destinadas a manter o bom funcionamento, quer da edificação como um todo quer de cada uma das suas partes, a que se pode chamar também de *patologia preventiva*. Inclui um vasto conjunto de operações como por exemplo inspecções de rotina, limpeza e aplicação de pinturas novas (AAVV, 2002; Coscollano, 2003).

Um edifício com manutenção programada envelhece mais dignamente e demora mais tempo, além de ser rentável a nível de habitabilidade e economia, pois evitam-se grandes gastos ocasionados por reparações de anomalias. Uma manutenção eficaz impede ou atrasa a ocorrência da maior parte das anomalias.

A manutenção de um edifício ou de um revestimento exterior pode ser considerada uma condição complementar do projecto de restauro ou de execução, para garantir a vida da edificação e de todos os seus componentes. O técnico responsável pela obra deverá elaborar um manual específico para o imóvel e entregá-lo juntamente com a obra ao proprietário ou à comunidade. Prever e realizar esta manutenção é um trabalho prioritário e planeá-la correctamente é tarefa indispensável para com o património, constituindo assim um compromisso, tanto por parte de quem promove as intervenções (administrações públicas), como dos profissionais que nelas intervêm.

A proposta de manutenção deverá compreender todas aquelas acções destinadas à integridade do edifício reparado, assim como a especificidade dos materiais e elementos que são usados na sua reparação. É desejável que o programa de manutenção seja acompanhado por técnicos especializados, que deverão elaborar uma ficha técnica, onde serão registados todos os dados sobre o edifício em questão, tais como: materiais empregues no revestimento, técnicas de execução, anomalias existentes e causas que as geraram; devendo ser realizada uma vistoria anual ou bienal ao edifício. Deve-se conhecer o aspecto original da fachada e determinar os elementos que foram acrescentados (não originais) e aqueles que causaram as lesões por terem sido colocados sem nenhum cuidado especial. É importante registar também os produtos que foram usados durante o restauro, estes deverão ser controlados até à perda total (ou não) da sua eficiência e renovados caso se justifique.

Uma proposta de manutenção para os revestimentos exteriores contempla os seguintes aspectos:

- Revisões visuais periódicas dos elementos restaurados, verificando a aparição de novas lesões como: fendilhações, fissuras, deformações, manchas, etc.
- Vistoria periódica dos revestimentos exteriores. A sua degradação depende dos materiais utilizados, do nível de exposição e do ambiente ao qual está exposto. O comportamento

das argamassas terá de ser seguido durante alguns anos para averiguar a sua eficiência e a necessidade pontual de substituição.

- Limpeza periódica das superfícies e dos elementos de drenagem. A limpeza da fachada deve ser feita com critérios e cuidados especiais e de forma que permita um posterior restauro caso seja necessário; através dela, conseguem-se eliminar as eflorescências, manchas, pó e a sujidade que ao longo dos anos se acumulam sobre o revestimento. O processo de limpeza é uma operação que pode ser realizada por diversos métodos (consultar subcapítulo 6.6), dependendo do tipo de acabamento e do problema encontrado, necessitando na maioria das vezes de pessoal especializado.
- Reparação dos revestimentos. Para proceder à reparação de um revestimento exterior será necessário eleger a técnica mais adequada, variando em função basicamente do tipo de lesão. Uma vez determinadas as causas que provocaram essa lesão procede-se à sua eliminação, começando assim a sua reparação.
- Reparação das fissuras. Em primeiro lugar deve ser feita uma análise das fendas e fissuras presentes na fachada, para isso realiza-se um levantamento fotográfico e gráfico das mesmas indicando a sua localização, situação, inclinação, profundidade (se afecta somente o revestimento ou toda a estrutura) e depois inicia-se o processo de reparação.
- Reparação do revestimento em desprendimento. O processo é semelhante ao descrito acima para as fendas e fissuras, sendo a sua reparação, feita através da consolidação e é realizada conforme o problema encontrado (consultar subsubcapítulo 6.8.2).
- Reparação dos revestimentos pintados. A primeira operação é limpar a sujidade da fachada, em seguida reparar as fendas e fissuras e por último preparar a fachada para receber a nova pintura, se for o caso. A manutenção das pinturas requer uma reparação periódica em função do tipo de suporte, da situação climática e do tipo de tinta.
- Substituição de revestimentos. Recomenda-se substituir um revestimento em mau estado, somente quando as hipóteses de reparações forem esgotadas. Para tal procedimento de reparação é preciso conhecer e estudar as características físico-químicas e mineralógicas do revestimento original.
- Substituição de pinturas. Para repintar um paramento alguns cuidados básicos são necessários. Caso a pintura anterior seja uma pintura com base em produtos poliméricos, neste caso requer uma decapagem prévia da camada anterior; pois muitas vezes repintar uma fachada por cima de uma camada de pintura anterior pode causar várias anomalias ao longo do tempo como: desprendimento, farinação, bolhas, etc. Esta remoção pode ser feita através de: decapagem mecânica (raspagem ou projecção com abrasivo), decapagem química com dissolventes, detergentes etc. ou com uma lavagem com água quente à

pressão. Outro ponto que se deve levar em consideração é que a nova pintura deve ser compatível com a argamassa do suporte.

Em Portugal, segundo o Regime Geral das Edificações Urbanas (RGEU), as edificações existentes «*deverão ser reparadas e beneficiadas pelo menos uma vez em cada período de oito anos, com o fim de remediar as deficiências provenientes do seu uso normal e de as manter em boas condições de utilização, sob todos os aspectos de que trata o presente regulamento*»²¹¹. Os edifícios antigos e restaurados, necessitam de uma manutenção mais frequente, pelo menos em alguns casos, do que os oito anos estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 38 382, como se indica no Quadro 60.

QUADRO 60

MANUTENÇÃO DOS REVESTIMENTOS EXTERIORES ESTIMATIVA DE TEMPO PARA AS REVISÕES

Material	Medidas de manutenção		
	Revisão cada 2 anos	Revisão cada 5 anos	Revisão cada 10 anos
Reboco	Observação visual do revestimento	Observações visuais periódicas dos elementos restaurados, verificando a aparição de novas lesões como: fendilhações, fissuras, deformações, sujidades etc.	Comprovação do estado de conservação do revestimento. Revisão das partes restauradas para controlar a eficiência dos materiais usados, e caso justifique, a sua renovação.
Barramento			
Acabamentos decorativos			
Pintura a cal	Observação visual	Observação visual e repintura, caso necessitem.	
Pintura de silicato	Observação visual		Repintura

²¹¹ Consultar: *Regimento Geral das Edificações Urbanas* e Decreto-Lei n.º 38 382 de 07-08-1951, Artigo 9.

7 CONTRIBUTOS DO TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO PARA UMA NOVA METODOLOGIA DE RESTAURO APLICADA AOS REVESTIMENTOS EXTERIORES DE EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL

7.1 ENQUADRAMENTO

Com este estudo, após uma revisão bibliográfica e após a campanha experimental, conseguiu-se um maior entendimento do comportamento dos revestimentos exteriores de edifícios antigos com base em cal e um maior rigor na aplicação de metodologias de conservação e restauro, tendo como objectivo principal a máxima conservação destas superfícies arquitectónicas, principalmente no que diz respeito à aplicação prática das técnicas de restauro aqui analisadas e estudadas, através de ensaios laboratoriais.

7.2 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

As técnicas de restauro estudadas em laboratório – a consolidação, a pintura e o tratamento cromático de lacunas – são práticas já conhecidas; no entanto assiste-se ainda muitas vezes a dificuldades técnicas para a sua aplicação, no que diz respeito aos revestimentos exteriores dos edifícios antigos com base em cal. Com este estudo julga-se que se tornou viável a sua aplicação, permitindo:

- Estabelecer métodos de análises *in situ* do revestimento, para conhecimento da sua técnica, da sua história e do seu estado de conservação (Quadro 61).
- Estabelecer métodos de análise das anomalias do revestimento, onde é possível quantificar o grau de deterioração e escolher a técnica e o produto consolidante adequado para o seu tratamento (Quadro 62).
- Especificar as distintas técnicas de restauro e os diversos produtos consolidantes existentes para os revestimentos (Quadros 63 a 66).

- Aplicar materiais, os mais compatíveis possíveis com o revestimento, composto por ligantes minerais, dando-se preferência aos materiais tradicionais, que são os mais conciliáveis, para além de acarretarem menos riscos para a saúde do conservador-restaurador e serem economicamente viáveis. Deste modo, foi possível avançar para a qualidade e para a sustentabilidade dos materiais que se empregam nas obras de restauro.
- Verificar a eficiência da utilização de produtos consolidantes tradicionais como, por exemplo, a água de cal, para consolidação de revestimentos.
- Desenvolver novos produtos consolidantes com base em cal como, por exemplo, a água de cal aditivada (com Metacaulino e com Acril), e as caldas de cal (*grouts*) desenvolvidas no âmbito deste estudo.
- No âmbito dos ensaios laboratoriais desenvolveu-se um tipo de provete, para a realização do ensaio de aderência com as caldas de cal, simulando a perda de aderência entre camadas.
- Com os resultados obtidos dos ensaios laboratoriais efectuados aos produtos consolidantes, foi possível quantificá-los e estabelecer requisitos para sua aplicação. Com efeito, para cada produto ensaiado foi possível estabelecer critérios de aplicação para cada anomalia observada nos revestimentos (Quadro 66).





Nesse sentido, com os estudos efectuados ao longo desta tese, foi possível conhecer melhor os produtos consolidantes utilizados para o restauro de revestimentos exteriores dos edifícios antigos com base em cal e verificar a sua eficácia, permitindo deste modo aplicar uma nova metodologia para a sua conservação e restauro. Os critérios estéticos e de respeito pelos materiais e de soluções originais, podem ter um peso maior ou menor, consoante o valor patrimonial do edifício e de acordo com a necessidade de preservação histórica dos seus revestimentos.

Para uma melhor compreensão da metodologia desenvolvida nesta tese, nos Quadros seguintes descrevem-se os principais ensaios *in situ* que podem ser efectuados e estabeleceu-se uns valores e uma classificação da resistência mecânica superficial para os revestimentos; determina-se os valores aproximados de consumo e de um custo estimado para a consolidação de argamassas de cal e, por fim, apresenta-se um resumo da metodologia preconizada ao longo deste estudo, definindo-se uma estratégia de intervenção geral para cada tipo de revestimento ou da sua anomalia.

No Quadro 61 apresenta-se os métodos de análises *in situ* efectuados durante este estudo para os revestimentos exteriores dos edifícios antigos com base em cal, tendo como objectivo o conhecimento da técnica de execução, da sua história e do seu estado de conservação.

QUADRO 61

ENSAIOS *IN SITU* PARA CARACTERIZAÇÃO DO REVESTIMENTO EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL E DO SEU ESTADO CONSERVAÇÃO

Identificação das camadas do revestimento – Arqueologia do Revestimento		
Ensaio		Objectivo
Abertura de janelas de sondagens através da remoção estratigráfica (mecanicamente com bisturi)		<p>Identificar o número e espessuras das camadas de argamassa utilizadas no revestimento, reconhecendo inclusive as diferentes campanhas de obras que o paramento sofreu ao longo do tempo.</p> <p>As espessuras das diversas camadas do revestimento podem ser medidas com um aparelho tipo <i>Medidor de espessuras de revestimentos Universal referência 021 3000</i></p>
Utilização de Atlas de cor NCS		<p>Identificar as cores das diversas camadas de argamassas e pinturas</p> <p>Ajudar na definição da policromia original</p>
Caracterização do teor de água e capacidade de absorção de água do revestimento		
Ensaio		Objectivo
Humidímetro		<p>Avaliar o teor de água das paredes. Os valores obtidos permitem estimar as variações do estado de humedecimento de uma parede em condições naturais (Magalhães <i>et al.</i>, 2008).</p>
Permeabilidade à água sob baixa pressão com Tubos de Karsten		<p>Medir a quantidade de água absorvida por uma determinada superfície do revestimento.</p>

QUADRO 61
(continuação)

Identificação de sais		
<p>Marcadores Colorimétricos</p>		<p>Identificação de um ião específico, recorrendo a marcadores colorimétricos, que em contacto com as superfícies humedecidas, variam a cor conforme a concentração de iões específicos.</p>
Avaliação da resistência mecânica dos revestimentos		
<p>Ensaio com Esclerómetro de pêndulo e com o Durómetro</p>		<p>Avaliar a resistência mecânica das camadas superficiais dos revestimentos. A perda de coesão pode ser avaliada com o Durómetro e com o Esclerómetro de pêndulo. A perda de aderência pode ser avaliada com o Esclerómetro de pêndulo ou através de outras técnicas como o teste de percussão, ultrasons ou termografia de infravermelhos.</p>

No quadro 62 estabelece-se métodos de análise das anomalias do revestimento, através de ensaios *in situ*, onde é possível quantificar o grau de deterioração. Com este conhecimento é possível escolher a técnica e o produto consolidante adequado para o tratamento de conservação e restauro.

QUADRO 62

**CLASSIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA SUPERFICIAL ESTABELECIDA NOS
ENSAIOS *IN SITU* COM ESCLERÔMETRO DE PÊNULO E DURÔMETRO**

Ensaio	Valores da resistência	Classificação da resistência	Tipificação da anomalia	
			Perda de coesão	Perda de aderência
Avaliação de camadas mais espessas com Esclerômetro de pêndulo Modelo Schimdt PM. Este ensaio pode ser indicado para avaliação de zonas com perdas de aderência e em zonas com perda de coesão.	> 75	Muito dura (tipo argamassas de cimento)	Bom estado de conservação	Bom estado de conservação
	55-77	Dura (tipo argamassas de cal e areia bem carbonatadas e resistentes)	Bom estado de conservação	Bom estado de conservação
	40-55	Normal (tipo argamassas de cal e areia em bom estado de conservação)	Bom estado de conservação	Bom estado de conservação
	30-40	Moderada	Perda de coesão superficial (≈ até 2 mm)	Perda de aderência com pouca profundidade
	20-30	Fraca (argamassa com média perda de aderência e coesão)	Perda de coesão intermédia (< 15 mm)	Perda de aderência intermédia
	O < 20	Muito fraca	Perda da coesão em profundidade (> 15mm)	Perda de aderência com grande profundidade
Ensaio	Valores da resistência	Classificação da resistência	Tipificação da anomalia	
			Perda de coesão	Perda de aderência
Avaliação de camadas mais superficiais com Durômetro SHORE A. Este ensaio é indicado para avaliar a perda de coesão.	> 88	Muito duras (argamassas de cal a areia resistentes)	Bom estado de conservação	Não indicado
	70-87	Normal	Bom estado de conservação	Não indicado
	70-50	Moderada	Perda de coesão superficial (≈ até 2 mm)	Não indicado
	50-30	Fraca	Para perda de coesão intermédia (< 15 mm)	Não indicado
	< 30	Muito fraca	Perda da coesão em profundidade (>15 mm)	Não indicado

No Quadro 63 especificam-se os diversos produtos estudados nesta tese para a consolidação da perda de coesão apresentando as vantagens e desvantagens de cada um, e o seu possível campo de aplicação, mediante o tipo de revestimento e de anomalia apresentada.

QUADRO 63

RESUMO DAS PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGEM DA APLICAÇÃO DOS PRODUTOS CONSOLIDANTES PARA PERDA DE COESÃO SOBRE REVESTIMENTOS EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL

Produto	Vantagens	Desvantagens	Campo de aplicação
Água de cal simples	<p>Extrema compatibilidade com o revestimento original</p> <p>Produto de fácil obtenção e economicamente viável</p>	<p>Pouco poder de penetração na microestrutura da argamassa</p> <p>O alto índice de pH pode alterar algumas técnicas de pintura e alguns pigmentos.</p> <p>É necessário introduzir grandes quantidades de água no revestimento, podendo ser desaconselhável em revestimentos húmidos e com problemas de sais.</p>	<p>Rebocos históricos sem acabamentos decorativos e com pouca perda de coesão (≈ até 2 mm)</p>
Água de cal aditivada + Metacaulino	<p>Extrema compatibilidade com o revestimento original</p> <p>Produto de fácil obtenção e economicamente viável</p> <p>A adição do metacaulino diminuiu o índice de pH do produto.</p> <p>Aumento da resistência mecânica em relação a água de cal simples.</p>	<p>Pouco poder de penetração no revestimento.</p> <p>É necessário introduzir grandes quantidades de água no revestimento, podendo ser desaconselhável em revestimentos húmidos e com problemas de sais.</p>	<p>Rebocos históricos com ou sem acabamentos decorativos, com perda de coesão intermédia (< 15 mm).</p>
Água de cal aditivada + Acril (5%)	<p>Produto de fácil obtenção e economicamente viável</p> <p>Origina um incremento da resistência semelhante a Água de cal + Metacaulino.</p> <p>Não altera as propriedades hídricas das argamassas nem a porosidade.</p>	<p>Pouco poder de penetração no revestimento</p> <p>O Acril é uma resina acrílica que utilizada em elevadas quantidades pode mudar as características químicas e físicas da argamassa original.</p>	<p>Rebocos históricos com ou sem acabamentos decorativos, com perda de coesão intermédia (< 15 mm)</p>
Bactérias	<p>Extrema compatibilidade com o revestimento original.</p> <p>De entre os consolidantes que estabelecem a consolidação através de depósitos de CaCO₃, foi o que obteve maior poder de penetração e maior incremento da resistência mecânica.</p>	<p>Mudou a cor do revestimento original. No entanto este problema pode ser resolvido com a troca do nutriente.</p> <p>Originou a formação de sais (nitratos e cloretos).</p> <p>Pelo que se sabe existe apenas uma empresa, sediada em França, que fabrica comercialmente este produto.</p>	<p>No momento não se recomenda a sua utilização, devido a algumas desvantagens apresentadas nesta tese.</p>
Silicato de etilo (TG e ET produtos ensaiados nesta tese)	<p>Compatibilidade com o revestimento original.</p> <p>Não alterou as propriedades hídricas das argamassas nem a porosidade.</p> <p>Apresentou maior incremento da resistência mecânica</p>	<p>Alterou um pouco o cromatismo original da argamassa.</p> <p>Custo elevado, principalmente se for utilizado em grandes áreas.</p>	<p>Rebocos históricos com ou sem acabamento decorativo com grande perda de coesão.</p> <p>Aconselham-se ensaios prévios para testar se vai haver alteração de cor do revestimento original</p>

QUADRO 63
(continuação)

Produto	Vantagens	Desvantagens	Campo de aplicação
Acril diluído a 25% em água	Bom poder fixativo. Fixação rápida.	Menor incremento da resistência mecânica em relação aos outros métodos. Pode provocar brilho sobre o revestimento. O Acril é uma resina acrílica que, utilizada em elevadas quantidades pode mudar as características químicas e físicas da argamassa original.	Consolidar camadas superficiais dos acabamentos decorativos, como por exemplo camadas pictóricas em desprendimento.

No Quadro 64 especificam-se os diversos produtos estudados nesta tese para a consolidação da perda de aderência apresentando as vantagens e desvantagens de cada um, e o seu possível campo de aplicação, mediante o tipo de anomalia apresentada.

QUADRO 64

RESUMO DAS PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGEM DA APLICAÇÃO DOS PRODUTOS CONSOLIDANTES PARA PERDA DE ADERÊNCIA SOBRE REVESTIMENTOS EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL

Produto	Vantagens	Desvantagens	Campo de aplicação
Argamassa industrial I (composta por ligante hidráulico e adjuvantes)	Extrema compatibilidade com o revestimento original. Apresentou-se carbonatada no interior do revestimento e preencheu de maneira uniforme os vazios. Menor retracção, maior estabilidade e maior viscosidade, em relação as outras argamassas ensaiadas.	Apresentou maior resistência mecânica e maior módulo de elasticidade, em relação as outras argamassas e em relação ao suporte ensaiado. Isto pode ser considerado uma desvantagem se o revestimento original não apresentar resistência mecânica semelhante.	Para revestimentos exteriores resistentes e em profundidade. Perda de aderência com grande profundidade, com valores da resistência com Esclerómetro de pêndulo entre 0 < 20
Argamassa industrial A (composta por ligante aéreo, aditivos hidráulicos e adjuvantes)	Extrema compatibilidade com o revestimento original. Apresentou-se carbonatada no interior do revestimento e preencheu de maneira uniforme os vazios. Menor retracção, maior estabilidade e maior viscosidade, em relação as outras argamassas ensaiadas.	Não apresentou nenhuma desvantagem.	Para revestimentos exteriores com resistências médias e fracas Perda de aderência intermédia com valores da resistência com Esclerómetro de pêndulo entre 20-30

QUADRO 64
(continuação)

Produto	Vantagens	Desvantagens	Campo de aplicação
Argamassa industrial F (composta por ligante aéreo, e aditivos hidráulicos)	Extrema compatibilidade com o revestimento original. Argamassas mais deformáveis.	Observou-se que no interior do revestimento a argamassa após 3 meses de aplicação ainda encontrava-se pulverulenta e fissurada, ou seja, não estava carbonatada.	Para consolidar rebocos de menor resistência, e com pouca profundidade; Valores da resistência com Esclerómetro de pêndulo entre 30-40 No entanto, será necessário assegurar uma carbonatação mais completa, que evite o efeito de pulverulência observado.
Argamassas LNEC A, B e C (compostas por ligantes aéreos, e aditivos hidráulicos)	Extrema compatibilidade com o revestimento original. Argamassas mais deformáveis	Observou-se que no interior do revestimento a argamassa após 3 meses de aplicação ainda encontrava-se pulverulenta e fissurada, ou seja, não estava carbonatada.	Para consolidar rebocos de menor resistência, e com pouca profundidade. No entanto, será necessário assegurar uma carbonatação mais completa, que evite o efeito de pulverulência observado. Sugere-se que este estudo seja continuado com uma nova campanha de ensaios.

No Quadro 65 determinam-se os valores aproximados de consumo e apresenta-se um custo estimado para a consolidação de argamassas de cal.

QUADRO 65

ESTIMATIVA DE CUSTOS E CONSUMO DE MATERIAL PARA A CONSOLIDAÇÃO DE REVESTIMENTOS EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL *

Consolidação para perda de coesão de revestimentos sem acabamentos decorativos		
Produto	Consumo aproximado por m ²	Valor aproximado por m ²
Água de cal simples	≈ 8 litros e ½	≈ 2, 50 €
Água de cal aditivada + Metacaulino	≈ 8 litros e ½	≈ 2, 79 €
Água de cal aditivada + Acril	≈ 8 litros e ½	≈ 2, 75 €
Silicato de etilo	≈ 2 litros	≈ 20 €
Acril	≈ 1 litro e ½	≈ 6 €

QUADRO 65
(continuação)

Consolidação para perda de aderência		
Produto	Consumo aproximado por m ²	Valor aproximado por m ²
Argamassa industrial A	≈ 17 litros de calda de cal	≈ 154 €
Argamassa industrial I		≈ 134 €
Argamassa industrial F		≈ 38 €
Argamassa LNEC A	≈ 17 litros de calda de cal	≈ 2 €
Argamassa LNEC B		≈ 8,50 €
Argamassa LNEC C		≈ 8,0 €

* Os custos e os consumos aqui apresentados foram calculados com base nos ensaios efectuados nesta tese. O preço da água de cal teve por base um produto confeccionado em obra e não um produto comercializado pela indústria do restauro, enquanto os outros produtos tiveram como referência o valor de mercado. Nesse sentido, os valores finais são valores aproximados, que podem variar conforme o consumo e o preço de mercado.

No Quadro 66 apresenta-se um resumo da metodologia preconizada ao longo deste estudo, definindo-se uma estratégia de intervenção geral para cada tipo de revestimento, a depender da sua importância histórica ou técnica ou da anomalia apresentada; estabelece-se critérios de aplicação para cada produto ensaiado e para cada anomalia observada nos revestimentos.

QUADRO 66

**RESUMO DA METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO ESTABELECIDADA
PARA REVESTIMENTOS EXTERIORES DOS EDIFÍCIOS ANTIGOS COM BASE EM CAL**

Princípios orientadores da intervenção	
Linhas de orientação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intervenção mínima ▪ Respeito pela autenticidade histórica e técnica da obra ▪ Registo detalhado das anomalias apresentadas ▪ Registo rigoroso das intervenções efectuadas, sem falsificar as intervenções, ou seja, diferenciar o restauro da obra original ▪ Utilização de materiais compatíveis nas intervenções de restauro ▪ Realização de um plano de manutenção da obra após a intervenção ▪ O tratamento de restauro efectuado deverá ser sempre individualizado, cada caso é um caso, com identidade e problemas colocados pela individualidade dos revestimentos e do edifício.

QUADRO 66
(continuação)

OBSERVAÇÕES E REGISTOS – Estudos prévios	
CONHECIMENTO DO REVESTIMENTO – histórico e técnico	<p>Recolha histórica, através de pesquisa em arquivos documentais, bibliografia actualizada, fotografias, plantas e alçados do edifício e cadernos de obra.</p> <p>Recolha e registo das intervenções anteriores, assinalando os materiais e técnicas utilizados nestas intervenções.</p>
	<p>Análise arquitectónica, estilística e técnica do revestimento ou da obra em questão, identificando artistas, arquitectos e engenheiros envolvidos na obra.</p>
	<p>Observação visual, da fachada e do revestimento</p> <p>Arqueologia do revestimento (análise estratigráfica):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificação, descrição da técnica de execução, das argamassas utilizadas, número de camadas, composição, textura e cor, através de registos escritos, gráficos e fotográficos.
ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO	<p>Identificação das anomalias através de registo gráfico e fotográfico.</p> <p>Análise das causas de degradação.</p> <p>Análise do grau de deterioração e da extensão sobre o revestimento.</p>
	<p>Realização de ensaios <i>in situ</i> para análise do estado de conservação do revestimento.</p> <p>Se necessário, extracção de amostras do revestimento para análises de laboratório.</p>
ESTRATÉGIA GERAL DE INTERVENÇÃO (a depender do tipo de anomalia, do grau de deterioração e do valor patrimonial do edifício)	
Revestimento exterior com valor histórico, técnico e artístico (revestimentos decorativos como esgrafitos, fingidos, pintura mural, estucos, etc.)	<p>Conservação máxima dos revestimentos</p> <p>Mínima intervenção: reparações apenas nas zonas degradadas</p> <p>Utilização de materiais compatíveis com o revestimento original</p> <p>Os novos revestimentos devem ser executados com técnicas semelhantes às originais, mantendo o respeito pela obra original sem haver falsificações.</p>
Revestimento exterior com valor histórico (rebocos antigos de cal, barramentos lisos, etc.)	<p>Conservação máxima dos revestimentos</p> <p>Mínima intervenção, utilização de materiais compatíveis com o revestimento original</p> <p>Remoção do revestimento antigo quando as anomalias apresentadas não forem passíveis de restauro</p> <p>Os novos revestimentos devem ser constituídos por argamassas compatíveis com a estrutura antiga, de preferência com base em cal, tendo em conta o tipo de alvenaria, as anomalias apresentadas e a sua localização geográfica.</p>
Revestimento sem grande valor histórico mas com valor técnico (revestimentos com base em cal do século XX com acabamento e técnicas distintas como, por exemplo, marmorite e fingidos)	<p>Conservação máxima dos revestimentos</p> <p>Mínima intervenção, utilização de materiais compatíveis com o revestimento original</p> <p>Remoção do revestimento antigo quando as anomalias apresentadas não forem passíveis de restauro</p> <p>Os novos revestimentos devem ser executados com técnicas semelhantes aos originais, mantendo o respeito pela obra original sem haver falsificações</p>

QUADRO 66
(continuação)

ESTRATÉGIA GERAL DE INTERVENÇÃO	
(a depender do tipo de anomalia, do grau de deterioração e do valor patrimonial do edifício)	
<p>Revestimento sem grande valor histórico nem técnico</p> <p>(revestimentos com base em cal do século XX, como rebocos lisos e caiações)</p>	<p>Caso os revestimentos estejam em bom estado de conservação devem ser preservados na sua integridade.</p> <p>Caso se apresentem bastante deteriorados e o seu restauro não seja viável economicamente, serão substituídos por revestimentos constituídos por argamassas compatíveis com a estrutura original.</p>
ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO PARA CADA ANOMALIA IDENTIFICADA	
Biodeterioração	<p>Identificação dos microrganismos responsáveis pelo desenvolvimento dos biofilmes.</p> <p>Aplicação de produtos específicos tipo herbicida, fungicida ou biocida e posterior remoção.</p>
Sujidades	<p>Tendo em conta a especificidade de cada revestimento efectuar ensaios prévios para escolha do método de limpeza mais adequado: por via húmida, via seca ou por via química.</p>
Intervenção anterior	<p>Remoção das intervenções anteriores e de elementos inadequados sobre o paramento que estejam a danificar o revestimento</p>
Perda de coesão	<p>Realizar ensaios <i>in situ</i>, com Esclerómetro de pêndulo ou Durómetro por exemplo, para quantificar o grau de deterioração e escolher o produto consolidante adequado.</p> <p>Efectuar o tratamento através da técnica de consolidação utilizando produto compatível quimicamente, fisicamente e esteticamente com o revestimento original.</p> <p>Procurar utilizar produtos não prejudiciais a saúde do conservador.</p> <p>Para grandes extensões aconselha-se a aplicação do produto através da pulverização.</p>
ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO PARA CADA ANOMALIA IDENTIFICADA	
Perda de coesão	<p>Para perda da coesão em profundidade (> 15 mm)</p> <p>Utilizar produtos consolidantes que penetrem mais em profundidade (tipo silicato de etilo). Caso trate-se de um revestimento decorativo, efectuar ensaios prévios, pois este produto pode alterar o cromatismo original. Em sua substituição pode ser utilizado o consolidante biológico (Bactérias, neste caso, o nutriente do produto tem de ter uma cor neutra), ou uma Água de cal aditivada + Metacaulino, por exemplo.</p>
	<p>Para perda de coesão intermédia (< 15 mm)</p> <p>Pode-se optar por consolidantes inorgânicos que exercem a consolidação através de depósitos de CaCO₃, tipo Água de cal pura ou aditivada + Metacaulino, por exemplo.</p>
	<p>Para perda de coesão superficial (≈ até 2 mm)</p> <p>No caso de películas de pinturas sobre os revestimentos decorativos pode-se utilizar produtos que penetrem pouco, mas que tenham bom poder de fixação (com base em resinas acrílicas)</p> <p>No caso de rebocos ou barramentos sem revestimentos decorativos, pode-se optar pela utilização de produtos que exercem a consolidação através de depósitos de CaCO₃, tipo Água de cal pura ou aditivada + Metacaulino, por exemplo.</p>

QUADRO 66
(continuação)

ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO PARA CADA ANOMALIA IDENTIFICADA	
Perda de aderência	Análise da profundidade e extensão da degradação através de ensaios <i>in situ</i> tipo: teste de percussão, esclerómetro de pêndulo, ultra-sons, termografia de infravermelhos, etc. <u>Tratamentos prévios:</u> Limpeza da zona a consolidar, protecção do revestimento, selagem de fissuras, aberturas de orifícios nas zonas com destacamentos, humedecimento dos vazios Escolha da técnica de aplicação: injeção manual (utilizando seringas de veterinário com gatilho ou injeção manual através de gotejamento com seringas e recursos a tubos plásticos), por gravidade, por bombeamento com equipamento desenvolvido para o efeito; ou através de pistolas eléctricas. Escolher argamassa (caldas de cal) compatível química e fisicamente com o revestimento original
	Para revestimentos bem resistentes e com perda de aderência com grande profundidade Utilizar caldas de cal (<i>grout</i>) compostas por ligantes hidráulicos (como exemplo, tipo <i>Argamassa industrial I</i>)
	Para revestimentos com resistências médias e fracas Caldas de cal compostas por ligantes aéreos + aditivos hidráulicos (como exemplo, tipo <i>Argamassa industrial A</i>)
	Para revestimentos com resistências fracas, com perda de aderência com pouca profundidade Caldas de cal compostas por ligantes aéreos + aditivos pozolânicos (como exemplo, tipo <i>Argamassa industrial F e Argamassas LNEC</i>)
Tratamento de microfissuras, fissuras e fendas	Nestas zonas deverá ser utilizada uma argamassa semelhante à original, tendo em conta o tamanho do agregado. A aplicação desta argamassa deve ser realizada com perfeição, sendo importante que a mesma seja aplicada bem apertada e que fique ao nível do revestimento original, para que não sejam visíveis relevos salientes sobre o paramento para não interferir na leitura da imagem do edifício
ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO PARA CADA ANOMALIA IDENTIFICADA	
Tratamento da perda de erosão	Caso a opção seja pela conservação do revestimento existente e haja perda de coesão, efectuar a consolidação de preferência com água de cal simples ou aditivada. Aplicação de uma nova argamassa com base em cal, compatível com a original.
Tratamento de lacunas	Utilizar argamassa semelhante à original em composição, textura, cor e técnica, e que preencha os requisitos de compatibilidade (químicos, físicos e estéticos). A argamassa deve ser aplicada bem apertada e deverá ficar nivelada com o revestimento original, para não interferir na leitura da imagem do edifício.
Aspectos estéticos	Revestimento com valor histórico e técnico (barramentos históricos, pintura mural, fingidos, esgrafitos, marmorite, etc.)
	Lacunas com perda do revestimento Aplicar nova argamassa com composição e técnica semelhante à original Caso se justifique: reintegração cromática localizada com escolha da técnica que melhor se adapta ao revestimento original Aplicação de velatura localizada nas zonas de lacunas. Aplicação de velatura sobre todo o revestimento, para uma homogeneização cromática.

QUADRO 66
(continuação)

ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO PARA CADA ANOMALIA IDENTIFICADA		
Aspectos estéticos	Revestimento com valor histórico e técnico (barramentos históricos, pintura mural, fingidos, esgrafitos, marmorite, etc.)	
	Lacunas com alteração da pintura (esmaecimento ou escurecimento da cor; sem perda do suporte)	<p><u>Opção 1:</u> Reintegração cromática localizada escolhendo a melhor técnica e o tipo de tinta a ser utilizada.</p> <p><u>Opção 2:</u> Pintar (repintar) toda a superfície com tintas compatíveis (caiação ou silicatos) ou com velaturas, para uma homogeneização estética</p>
Nova pintura (repintura)	Pintura do edifício (revesetimento constituído por argamassa com base em cal)	<p>É aconselhado a utilização de caiação ou tintas de silicatos.</p> <p>Edifícios situados em grandes centros urbanos e em edifício de grande dimensão, aconselha-se a utilização de tintas de silicatos.</p> <p>A caiação com leite de cal proveniente da cal em pasta apresentou boa durabilidade nos ensaios de envelhecimento natural; a sua utilização depende do local onde o edifício está inserido, dos aspectos estéticos desejados e consoante a necessidade de preservação e respeito pelo edifício histórico.</p>

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS PARA DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Com o desenvolvimento do presente estudo entende-se que foram atingidos os objectivos preconizados no Capítulo introdutório contribuindo para a definição de uma metodologia de restauro e para a conservação dos revestimentos exteriores dos edifícios antigos com base em cal.

Cumprimento dos Objectivos e Síntese Geral dos Resultados Obtidos

No que respeita ao primeiro dos objectivos referidos, *sistematizar conhecimentos sobre os revestimentos exteriores dos edifícios antigos com base em cal*, no Capítulo 3 foi efectuada uma sistematização sobre as antigas técnicas de revestimentos quanto à sua composição e sua técnica de aplicação, através de uma recolha bibliográfica com identificação dos materiais e modo de aplicação; este aspecto é de grande relevância pois com o advento da industrialização e das novas tecnologias, nomeadamente com a introdução de novas argamassas, os ofícios antigos caíram em desuso, tendo conseqüentemente desaparecido aqueles que conheciam e dominavam estas técnicas e saberes milenares como, por exemplo, a arte de trabalhar com a cal. Entende-se que a descrição metódica destes revestimentos pode contribuir para um maior entendimento destas tecnologias, evidenciando o restabelecimento destas práticas, tão imprescindível para a recuperação dos edifícios antigos e históricos.

Em relação ao segundo objectivo referido, *identificar os principais problemas de degradação sobre os revestimentos exteriores dos edifícios antigos com base em cal*, no Capítulo 5 foi efectuada uma sistematização das principais formas de degradações que afectam os revestimentos; verificando-se que as principais são sobretudo: a perda de coesão, a perda de aderência e o uso inadequado de tintas incompatíveis com este revestimento.

Para cumprir o terceiro dos objectivos, *estudos teóricos e práticos sobre os tipos de produtos consolidantes e técnicas de restauro sobre os revestimentos exteriores dos edifícios antigos com base em cal*, no Capítulo 6 foi efectuada uma extensa campanha experimental de laboratório, que

incidiu sobre os produtos indicados para os tratamentos das principais formas de degradações observadas. Assim:

- Para o tratamento da perda de coesão estudaram-se diversos produtos com características distintas. Procurou-se estudar com maior ênfase os produtos que exercem a consolidação com base na introdução de depósitos de carbonato de cálcio na microestrutura da argamassa. Nesse sentido, procurou-se estudar a viabilidade técnica da aplicação da água de cal como consolidante destes revestimentos; logo, para melhorar a sua eficácia, procurou-se aumentar o seu volume de carbonato de cálcio introduzido no interior da argamassa incorporando alguns aditivos. Assim, foram elaborados e estudados nesta tese, três produtos derivados da água de cal: Água de cal simples, Água de cal + Metacaulino e Água de cal + Álcool, com os resultados obtidos nos ensaios de laboratório e com os ensaios *in situ* apresentados no subcapítulo 6.9.2.5 (Análise geral dos resultados), foi possível considerar um resultado positivo no emprego da Água de cal simples ou da Água de cal aditivada como produto consolidante de argamassas de cal com perda de coesão. O Metacaulino, como aditivo da argamassa de cal, aumentou a resistência da argamassa em aproximadamente 30% em relação à argamassa não consolidada, tanto nos ensaios de laboratório como nos ensaios *in situ* efectuados; na observação ao MEV desta argamassa verificou-se a presença de uma película gelatinosa e “pontes”, formadas por cálcio e silício, fazendo a ligação entre a pasta de cal e os agregados, comprovando a presença dos produtos hidráulicos responsáveis pelo incremento da resistência desta amostra. A introdução do Metacaulino contribuiu ainda para diminuir o índice do pH da água de cal, um factor considerado positivo no caso de se utilizar este produto sobre acabamentos exteriores decorativos, pois o alto índice de pH dela, pode afectar certos tipos de pigmentos. Com os resultados obtidos nos ensaios de laboratório e *in situ* foi possível estabelecer uma classificação para a perda de coesão e indicar o tipo de produto consolidante aconselhado para cada problema.
- Para o tratamento da perda de aderência estudaram-se caldas de cal industriais e outras fabricadas no âmbito desta tese em laboratório com composições distintas. Este estudo permitiu estabelecer requisitos básicos para a composição de uma calda de cal. Com os resultados obtidos nos ensaios de laboratório e *in situ* foi possível estabelecer uma classificação para a perda de aderência e indicar o tipo de produto aconselhado para cada problema.
- Para o tratamento estético das lacunas, após os ensaios efectuados em laboratório e *in situ* foi possível estabelecer diversos critérios para a reintegração cromática de lacunas conforme o problema apresentado, o valor histórico e estético do revestimento e a leitura estética final pretendida.
- Para a repintura do edifício antigo após os ensaios de laboratório efectuados com os diversos tipos de revestimentos por pintura de base mineral, foi possível verificar a

resistência e o comportamento à água de cada tinta estudada e estabelecer critérios para a sua utilização, conforme o valor histórico e estético do revestimento e a leitura estética final pretendida.

No Capítulo 7, estabeleceu-se, após a análise dos resultados obtidos com os diferentes estudos, uma metodologia de restauro para os revestimentos exteriores dos edifícios antigos com base em cal que inclui: os estudos prévios antes da intervenção – o conhecimento histórico e tecnológico do revestimento, os principais ensaios *in situ*, incluindo a aplicação do estudo da arqueologia do revestimento e a avaliação do estado de conservação –; as patologias e as causas e, por fim, a possibilidade de definir o tratamento mais adequado, tendo em consideração o tipo de degradação apresentada e o valor histórico e tecnológico do revestimento a tratar.

Não obstante, não existem padrões de técnicas de restauros que devam ser seguidos por todos os povos, existem princípios éticos da conservação que devem ser respeitados. Cada país, cada povo tem o seu património, que é único e está intimamente ligado com a sua cultura, cabe ao conservador-restaurador ou ao técnico responsável pela obra, interpretá-la na sua origem, no seu tempo, no conhecimento dos materiais que a compõem e definir o mais adequado tratamento de restauro.

Desenvolvimentos Futuros

No decorrer deste estudo, foram naturalmente surgindo novos aspectos interessantes, que não puderam ser incluídos, mas que são importante e podem servir como base para novas linhas de investigação nesta área:

- A inexistência, verificada neste estudo, de uma classificação normalizada para as anomalias existentes sobre os revestimentos; sugere-se a necessidade da elaboração de um documento com a terminologia das formas de alteração e a degradação dos revestimentos exteriores dos edifícios antigos com base em cal.
- A carência, aferida neste estudo, de um documento com as descrições das antigas técnicas de cal aplicadas sobre os revestimentos em Portugal; sugere-se o interesse da elaboração de um documento com as descrições das antigas técnicas, incluindo os materiais, as ferramentas utilizadas e os métodos de aplicação.
- Os ensaios *in situ* são relativamente rápidos de serem efectuados e não são onerosos, revelaram alguma dificuldade de realização, que dependia muitas vezes do estado de conservação do revestimento, necessitando de uma grande quantidade de amostragem. No entanto não se encontraram normas onde são definidos os ensaios para verificar a perda de coesão e de aderência dos revestimentos, adaptou-se uma metodologia após leitura de

várias normas. Com efeito, será importante aprofundar a metodologia destes ensaios com a elaboração de fichas técnicas para a execução dos mesmos.

- Será importante continuar e aprofundar o estudo sobre a consolidação da perda de coesão com a utilização da água de cal, devido aos resultados positivos apresentados neste estudo, para além da potencialidade económica e sustentável deste produto consolidante. Nesse sentido, será relevante estudar novos produtos que possam ser incorporados à água de cal, como também aumentar a percentagem do aditivo Metacaulino. É importante ainda estudar novos métodos de ensaios para verificar a penetração do consolidante como, por exemplo, o ensaio com o *DRMS* (Drilling Resistance Measurement System). É ainda fundamental realizar ensaios para verificar a resistência aos sais das argamassas consolidadas como, também, para verificar a durabilidade do tratamento de consolidação ao longo dos anos, sendo importante para tal efectuar um plano de acompanhamento dos revestimentos consolidados.
- Para dar continuidade aos estudos sobre a consolidação da perda de aderência será de interesse estudar novas caldas de cal fabricadas em laboratório com a adição de outros tipos de ligantes, de agregados com granulometrias distintas e de adjuvantes, factores que estão intrinsecamente ligados às características positivas ou não destas caldas.
- Quanto à repintura dos revestimentos importa ainda estudar o comportamento das tintas de siloxanos existentes no mercado, como sendo compatíveis com os revestimentos exteriores dos edifícios antigos com base em cal.

BIBLIOGRAFIA

AAVV – *Mantenimiento de los edificios*. Madrid : Colegio oficial de Aparejadores y arquitectos técnicos de Madrid, 2002.

AAVV – *Carta internacional sobre conservação e o restauro do monumentos e dos sítios (Carta de Veneza – 1964)*. [Em linha]. Adoptada pelo ICOMOS em 1965. Comunicação ao II Congresso Internacional de Arquitectos e Técnicos dos Monumentos Históricos, Veneza, 25-31 Maio 1964. Veneza : ICOMOS, 1965. 5 p. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL: [hppt:\\www.international.icomos.org/venicecharter2004/portuguese.pdf](http://www.international.icomos.org/venicecharter2004/portuguese.pdf).

AAVV – *Facciate dipinte: conservazione e restauro. Atti del Convegno di Studi, Genova, 15-17 Aprile 1982*. Genova : Editrice Sagep, 1984. ISBN: 8870581012. 335 p.

AAVV – *Adhésifs et consolidants*. Actes du X^{ème} Congrès International, Institut International de Conservation des Oeuvres Historiques et Artistiques, Paris, 2-7 Setembre 1984. London : IIC Works, 1984. p. 1-226.

AAVV – *Collins concise english dictionary*. London : Harpercollins pub., 2002.

AAVV – *The conservation of wall paintings*. Ed. Sharon Cather. London : Institute of art and Getty Conservation Institute, 1987. ISBN: 0-89236-162-X.

AAVV – *Carta de 1987 de la conservación y restauración de los objetos de arte y cultura*. [Em linha]. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW: <URL:[hppt:\\www.mcu.es/patrimonio/docs/MC/IPHE/Biblioteca/ITALIA.pdf](http://www.mcu.es/patrimonio/docs/MC/IPHE/Biblioteca/ITALIA.pdf).

AAVV – *Traitements des façades*. Marselha : ICOMOS, 1987.

AAVV – *Raccomandazioni NORMAL – 1/88*. Roma : Istituto Centrale per il Restauro (ICR), 1988.

AAVV – *Beja – centro histórico. Plano de salvaguarda e recuperação*. Beja : Câmara Municipal de Beja, FADEPA, 1988. p. 118-126.

AAVV – *El color del centro historico – arquitectura histórica y color en el bairro del Carmem*. Valencia : Ajuntamente de Valencia, 1990. ISBN: 84-605-2163-X.

AAVV – *Els colors de l'eixample*. Barcelona : Ajuntament de Barcelona, 1993.

AAVV – *Guía práctica de la cal y el estuco*. León : Editorial de los Oficios, 1998. ISBN: 9788493042707.

AAVV – *O fresco do antigo tribunal de Monsaraz*. Lisboa : IPPAR,1999. (Coleção Cadernos 2). ISBN: 9728087519.

AAVV – *Carta de Cracóvia. Princípios para a conservação e restauro do património construído*, 2000. [Em linha]. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:\\www.prorestauro.com/index.php?option=content&task=view&id=30.

AAVV – *EMOdicó – european mortar industry organization – technical dictionary*. [Em linha]. 3.^a ed. 2001. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW: <URL: hppt:\\www.euromortar.com/P_dico.pdf.

AAVV – *Diccionario de la lengua española*. León : Everest, 2002. ISBN: 84-241-12768.

AAVV – *Dicionário da língua portuguesa*. Porto : Porto Editora, 2003.

AAVV – *Principios para la preservación, conservación y restauración de pinturas murales*. [Em linha]. Ratificados por la 14.^a Asamblea General del ICOMOS, en Victoria Falls, Zimbabwe, Octubre de 2003. Victoria Falls : ICOMOS, 2003. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL: hppt:\\www.international.icomos.org/charters/wallpaintings_sp.htm.

AAVV – *Rebocos e tintas de cal – módulo – argamassas para rebocar e tinta de cal*. Texto policopiado. Beja : Câmara Municipal de Beja, Setembro de 2005.

AAVV – *Dictionnaire de la langage française*. Paris : Le Robert Micro, 2006.

AAVV – *Glossário della calce*. In Fórum Italiano Calce, Dezembro de 2007. [Em linha]. [Consult. Jan. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt:\\www.forumcalce.it.

AAVV – *Compass compatibility of plasters with salt loaded substrates in historic buildings*. [Em linha]. Ed. R. P. J. Van Hees. European Commission, 2007. Relatório final do projecto. [Consult. Jan. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt:\\www.compass-salt.org.

ACUN, S.; ARIOUGLU, N. – *The evaluation of lime mortars and Blaster with the purpose of conservation and restoration*. [Em linha]. In XIX Symposium Cipa/Icomos "New Perspectives to

Save Cultural Heritage", Antalya, Turkey, Outubro de 2003. [Consult. Abr. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt:\cipa.icomos.org/fileadmin/papers/antalya/149.pdf.

ADRIANO, Patrícia; SILVA, A. Santos – *Caracterização de argamassas antigas da Igreja de Santa Maria de Évora – Sé Catedral de Évora*. Lisboa : LNEC, 2006. (Relatório 59/06-NMM).

ADRIANO, Patrícia; SANTOS, S.; VEIGA, M. R.; CANDEIAS, A.; MIRÃO, J. – *Determinação da composição de argamassas antigas*. [CD-ROM]. [Em linha]. Comunicação ao 2.º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, FIL, Lisboa, 22-23 Novembro 2007. Lisboa : APFAC, 2007. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:http://cathedral.lnec.pt/publicacoes/c10.pdf

AGUIAR, José; HENRIQUES, Fernando – *Como conhecer com rigor o passado cromático de um edifício*. Lisboa : Cromográfica, Lda. Engenheiro & Arquitectos. n.º 2 (Fev/Mar 1993).

AGUIAR, José; HENRIQUES, Fernando – *O problema da cor na conservação e reabilitação do nosso património urbano*. Comunicação ao 2.º ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, Lisboa, 27 Junho a 1 Julho 1994. Lisboa : LNEC, 1994. (2.º ENCORE, Vol. 1: D – Materiais Antigos e Técnicas de Conservação). ISBN: 972-49-1614-6. p. 255-266.

AGUIAR, José – *Sobre a salvaguarda dos antigos acabamentos exteriores em intervenções de conservação e reabilitação em centros históricos*. Comunicação ao IV Encontro Nacional de Municípios com Centros Históricos, Oeiras, Novembro de 1996a.

AGUIAR, José; TAVARES, Martha; VALVERDE, Isabel; PINCHO, Inês – *Análises cromáticas para o projecto Integrado do Castelo*. Lisboa : LNEC, 1996b. (Relatório 239/96-NAU).

AGUIAR, José – *Estudos Cromáticos nas intervenções de conservação em centros históricos*. Comunicação ao Seminário A cidade DeCOR, Póvoa do Varzim, 30-31 Outubro 1997a.

AGUIAR José; TAVARES, Martha; MENDONÇA, Isabel – *Fingidos de madeira e de pedra – breve historial, técnicas de execução, de restauro e de conservação*. [CD ROM]. Lisboa : CENFIC, 1997b.

AGUIAR, José – *Algumas notas sobre a conservação de revestimentos exteriores em edifícios antigos*. Comunicação à Jornada “Prática da Conservação e Restauro do Património Arquitectónico”, Seteais, Sintra, 30 Outubro 1998. Lisboa : GeCoRPA, 1999.

AGUIAR, José – *Estudos cromáticos nas intervenções de conservação em centros históricos – bases para a sua aplicação à realidade portuguesa*. Évora : Universidade de Évora, 1999a. Tese para obtenção do grau de Doutor em Conservação do Património Arquitectónico.

AGUIAR, José – *A salvaguarda dos revestimentos arquitectónicos e o problema da sua “apresentação”* (Parte I e Parte II). Pedra Cal. Lisboa : GeCoRPA. Ano III, n.º 9(10) (1999b), p. 21-45.

AGUIAR, José; TAVARES, Martha; VEIGA, M. do Rosário – *Consolidação de revestimentos exteriores (rebocos e barramentos) de edifícios antigos – reflexões para um plano de estudo*. Lisboa : LNEC, 2001. (Relatório 216/2001-NA).

AGUIAR, José – *Conservação de revestimentos exteriores: da teoria à prática*. Comunicação ao Seminário “A intervenção no Património, Práticas de Conservação e Reabilitação”, Porto, 2-4 Outubro 2002. Porto : FEUP-DGEEMN, 2002a.

AGUIAR, José – *Sobre a cor escondida das cidades históricas portuguesas e o particular caso do palácio de Queluz*. Lisboa : LNEC, 2002b. p. 7-26. (Cadernos Edifícios 02 – Revestimentos de paredes em edifícios antigos). ISBN: 872-49-1929-3.

AGUIAR, José – *La couleur oubliée des cites historiques portugaises et le cas du Palais de Queluz*. [Em linha]. In Colloque Couleurs de l’Architecture, Château de Versailles, France, 31 janvier-2 février 2002c. 14 p. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:\\mestrado-reabilitacao.fa.utl.pt/disciplinas/jaguiar/jaguiarcadernosedificios2.pdf.

AGUIAR, José – *Planear e projectar a conservação da cor na cidade histórica: experiências havidas e problemas que subsistem*. Comunicação ao 3.º ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, Lisboa, 26-30 Maio 2003. Lisboa : LNEC, 2003. (3.º ENCORE; Vol. 2: Tema II – Património Urbano: Estratégias e Metodologia de Intervenção), ISBN: 972-49-1960-9. p. 785-794

AGUIAR, José – *Uma arqueologia da cor? Conservação de superfícies e revestimentos no urbano português*. Estudos Património. Lisboa : IPPAR. ISSN: 1645-2453. N.º 9 (2006), p. 56-71.

AGUILAR, Alberto Sepulcro – *Consideraciones sobre los morteros para la consolidación de fábricas de edificios históricos*. In Seminario Internacional sobre Consolidación de Pinturas Murales, Aguilar de Campoo (Palencia), 19 a 20 de Agosto de 1998. Aguilar de Campoo : Fundación Santa Maria La Real, 1998. (Técnicas de Consolidación en Pintura Mural). ISBN: 9788489483071. p. 77-94.

ALARCÃO, Catarina – *Prevenir para preservar o património museológico*. Revista Museal. Faro : Museu Municipal de Faro. (2007), p. 10-33.

ALARCÃO, Catarina – *Estudo de uma coloração rosa em substrato biológico e tentativa de eliminação*. [Em linha]. [Consult. Abr. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt:\\www.mnmachadodecastro.imc-ip.pt/.

ALCALDE, Manuel Moreno; VILLEGAS, Rosário Sánchez – *Indicadores de alteración de los materiales pétreos*. Granada : Junta de Andalucía, 2003. p. 58-71. (Cuadernos Técnicos – Metodología de diagnóstico y evaluación de tratamientos para la conservación de los edificios históricos). ISBN: 84-8266-370-4.

ALLSOPP, Dennis; SEAL, Kenneth J., GAYLARDE Christine C. – *Introduction to biodeterioration*. 2.^a ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2004. ISBN: 978-0521528870.

ALMAGRO, Antonio – *La fotogrametría en la documentación del patrimonio histórico*. Sevilla : Instituto del Patrimonio Histórico, IAPH, 1996. p. 95-109. (Cuaderno Técnicos, n.º III). ISBN: 84-86944-12-0.

ÁLVAREZ, José Ignacio Galindo; PÉREZ, Antonio Martín; GARCÍA, Pedro J. Casado – *Historia de los morteros*. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. N.º 13 (1995), p. 52-59.

ALVAREZ, Victoria I. Pingarrá – *Performance analysis of hydraulic lime grouts for masonry repair*. [Em linha]. University of Pennsylvania, Master of Science in Historic Preservation, 2006. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:http://repository.upenn.edu/hp theses/13.

ARCOLAO, Carla – *Le ricette del restauro*. Venezia : Marsilio, 2001. ISBN: 8831769111.

ASCASO, Carmem; WIERZCHOS, J.; RIOS, A de los; GARCIA, M. A.; RODRIGUES, J. Delgado – *Caracterização de comunidade litobiônicas in situ em monumentos*. In 3.º ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, Lisboa, Portugal, 26-30 Maio 2003. 1 Folheto.

ASHURT, John; ASHURT, Nicola – *Mortars, plasters and renders*. Vol. 3. London : Gower Technical Press, 1989. ISBN: 0291 397476.

BAATZ, Wolfgang – *Some Basic consideration(s) on the conservation and restoration of sgraffito facades* (sic). In 5th International Restorer Seminar, Veszprém, Hungary, 29 Júnus-09 Július 1985. Budapest : National Centre of Museums, 1985. (Vol. 1: Band 1. Cinquieme cours international pour restaurateurs). ISBN: 96-30168642. p. 201-205.

BAGLIONI, P.; DEI, L.; PIQUE, F.; SARTI, G.; FERRONI, E. – *New autogenous lime-based grouts used in the conservation of lime-based wall paintings*. Studies in Conservation. London : IIC. Vol. 42, n.º 1(1997) p. 43-54.

BALDINI, Humberto – *Teoría de la restuaración y unidad de metodologia*. Vol. 2. Madrid : Nerea/Nardini, 1998. ISBN: 84-89569-17-7.

BALEN, K. Van; PAPAYIANNI, I.; HEES, R. Van; BINDA, L.; WALDUM, A. – *Introduction to requirements for and functions and properties of repair mortars*. Journal Materials and Structures. Belgium : Springer Netherlands. ISBN: 1359-5997. Vol, 38, n.º 8 (October 2005), p. 781-785.

BARAHONA, Celia Rodríguez – *Revestimientos continuos en la arquitectura tradicional española*. Madrid : MOPT, 1992.

BARAHONA, Célia Rodríguez – *Técnicas para revestir fachadas*. Madrid : Ed. Munilla-Leria, 2000. ISBN: 84-89150-34-6.

BARBERO, Juan Carlos Encinas – *Los conglomerantes hidráulicos en la consolidación de revestimientos murales*. In Seminario Internacional sobre Consolidación de Pinturas Murales, Aguilar de Campoo (Palencia), 19 a 20 de Agosto de 1998. Aguilar de Campoo : Fundación Santa Maria La Real, 1998. (Técnicas de Consolidación en Pintura Mural). ISBN: 9788489483071. p. 31-52.

BARREIRA, João – *A arte grega*. Porto : Ed. Lopes da Silva, 1994.

BARROS, Luis Aires – *As rochas dos monumentos portugueses: tipologias e patologias*. Vol. I e II. Lisboa : IPPAR, 2001. ISBN: 972-8087-81-0.

BERBERO, Juan Carlo (Coord.) – *Técnicas de consolidación en pintura mural*. Actas del Seminario Internacional sobre Consolidación de Pinturas Murales. Aguilar de Campoo : Fundación Santa Maria La Real, 1998. ISBN: 9788489483071.

BERASATEGUI, Delfina; ARMENGOL, Vicenç; BELLAFONT, Jaume – *Revoques y estucados – teoria y prácticas*. Barcelona : UPC, 1999. ISBN: 84 8301-284-7.

BENNETT, Bob – *Awash with colour – the use of limewash as a decorative and protective coating*. [Em linha]. In The Building Conservation Directory, 1997. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.buildingconservation.com/articles/awash/awash.html.

BOITO, Camilo – *Os Restauradores*. Introd. de Beatriz Mugayar Kuhl. 2.^a ed. São Paulo : Artes e Ofícios, 2003.

BONINI, Massimo; LENZ, Sebastian; GIORGI, Rodorico; BAGLIONE, Piero – *Nanomagnetic sponges for the cleaning of works of art*. [Em linha]. Langmuir. Florence : American Chemical Society. Vol. 23, n.º 17 (2007), p. 8681-8685. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt://pubs.acs.org/cgi-bin/sample.cgi/langd5/2007/23/i17/pdf/la701292d.pdf.

BORRELLI, Ernesto; TABASSO, Marisa; AYMARA, E.; SÁNCHEZ – *Realización de muestras de mortero con cal aerea para el estudio de productos consolidantes: propuesta metodologica*. In 3rd International Congress on “Restoration of Buildings and Architectural Heritage”, Granada, 9-10 mai 1996. Granada : Arco Impresores, 1996. Conference papers, p. 307-312.

BORRELLI, Ernesto – *Conservation of architectural heritage, historic structures and materials*. [Em linha]. Roma : ICCROM, 1999. 9 p. (ARC Laboratory Handbook; Vol. 3 – Salts).

ISBN: 92-9077-157-7. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.iccrom.org/pdf/ICCROM_14_ARCLabHandbook02_en.pdf.

BOTTICELLI, Guido; DANTI, G.; GIOVANNONI, S. – *Twenty years of barium application on mural paintings. Methodology of application*. In ICOM Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting, Copenhagen, Denmark, 10-14 September 1984. Paris : The International Council of Museums, 1984.

BOTTO, Margarida – *Elementos para o estudo da pintura mural em Évora durante o período moderno: evolução, técnicas e problemas de conservação*. Évora : Universidade de Évora, 1998. Tese de Mestrado em Recuperação do Património Construído.

BRAGA, Mónica Couceiro; CHARRUA, Alexandra Sofia – *Estuques e esgrafitos de Évora – guia*. Lisboa : Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, 1992.

BRAGA, Ana Teresa – *A evolução dos critérios de intervenção de restauro de obras de arte sacra em Portugal*. [Em linha]. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.prorestauro.com/index.php?option=content&task=view&id=144&Itemid=115.

BRAJER, Isabelle; KALSBECK, Noline – *Limewater absorption and calcite crystal formation on a limewater-impregnated secco wall painting*. Studies and Conservation. London : IIC.. Vol. 44, n.º 3 (1999), p.145-156.

BRANCO, J. Paz – *Manual do pedreiro*. Lisboa : LNEC, 1981.

BRANDI, Cesari – *Teoría de la restauración*. 5.ª ed. Madrid : Alianza Forma, 1995. ISBN-13: 9788420641386.

BRANDI, Cesare – *Teoria do restauro*. Lisboa : Ed. Orion, 2006.

BRIGOLA, João Carlos – *Perspectiva histórica da evolução do conceito de museu em Portugal. Breve história da legislação sobre política museológica em Portugal*. Revista da APOM: Lugar Aberto. N.º 1 (Out. 2003), p. 32-45.

BURGI, Sergio; MENDES, Marilka; BAPTISTA, Carlos – *Materiais empregados em conservação-restauração de bens culturais*. Rio de Janeiro : ABRACOR, 1990.

BRUS, Jiri; KOTLIK, Petr – *Consolidation of stone by mixtures of alkoxysilane and acrylic polymer*. Studies Conservation. London : IIC. Vol. 41, n.º 2 (1996), p. 109-119.

CABALLERO, Luís Zoreda – *Arqueologia de la arquitectura. Conocimiento e intervención*. Estudos Património. Lisboa : IPPAR. ISSN: 1645-2453. N.º 9 (2006), p. 33-43.

CABRAL, João Peixoto – *História breve dos pigmentos. III – Das artes grega e Roma*. Boletim da Sociedade Portuguesa de Química. Lisboa : SPQ. N.º 82 (1992), p. 57-64.

CAETANO, Joaquim Inácio – *400 anos a fingir ou acabamentos nas paredes dos edifícios dos séculos XV e XVI*. Revista ARTIS. Lisboa : Instituto da Arte da Faculdade de Letras de Lisboa. N.º 5 (2006), p. 125-144.

CAETANO, Joaquim Inácio – *Revestimentos de imitação da pedra em Évora ou o gosto pela arquitectura erudita*. Revista Monumentos. Lisboa : DGEMN. 26 (2007) p. 174-179.

CANEVA, Giulia; NUGARI, Maria Pia; SALVADORI, Ornella – *Biology in the conservation of works of art*. Rome : ICCROM, 1991. ISBN 92-9077-101-1.

CANEVA, Giulia; NUGARI, Maria Pia; SALVADORI, Ornella – *La biología en la restauración*. Sevilla : Editora NEREA, 2000. ISBN 84-89569-48-7.

CALDEIRA, Cleide Cristina – *Conservação preventiva: histórico*. [Em linha]. Revista CPC. São Paulo : CPC. Vol. 1, n.º 1 (Nov 2005), p. 91-102. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt: www.usp.br/cpc/v1/php/wf07_revista_interna.php?id_revista=2&tipo=7 - 41k -

CAMAITI, Mara; CERRI, Fanny; RESCIC, Silvia; SACCHI, Barbara; TIANO, Piero – *Ethyl silicate as reinforcing agent for stone materials: laboratory and "in situ" tests*. In Congresso internazionale "I silicati nella conservazione: indagini, esperienze e valutazioni per il consolidamento dei manufatti storici", Villa Gualino, Torino, 13-15 febbraio 2002. Torino : Fondazione per le biotecnologie (FAO), 2002. ISBN 88-88177-10-8. Papers, p. 137-145.

CANDELÁRIA, Patrícia – *Reintegração pictórica sobre revestimentos, exteriores de cal*. Tomar : Instituto Politécnico de Tomar/Escola Superior de Tecnologia/Departamento de Arte, Conservação e Restauro, Setembro 2008. Estágio Curricular da Licenciatura Bietápica em Conservação e Restauro.

CANONGE, Pascal; AUTRIC, Françoise; NOURISSIER, Gilles – *Techniques et pratique de la chaux*. Paris : Ecole d'Avignon, 1995.

CARBONARA, Giovanni – *Il trattamento delle superficie come problema generale di restauro*. In VI Convegno di Studi, Bressanone, Italy, 26-29 giugno 1990. Coord. G. Biscontin, S. Volpin [et al.]. Padova : Ed. Libreria Progetto, 1990. (Scienza e Beni Culturali – Superfici dell'architettura: le Finiture). p. 20-30.

CARDOSO, Inês Lemos – *Caracterização de alterações cromáticas sobre substrato pétreo: medição de parâmetros de cor*. [Em linha]. Lisboa : Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2004. 20 p. Estudo apresentado na Licenciatura em Conservação e Restauro. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://mnmachadodecastro.imc-ip.pt/

CARR, David Charles Wright – *Los acabados de los monumentos novohispanos y la petrofilia al final del siglo XX*. [Em linha]. In XXI Coloquio Internacional de Historia del Arte. Ed. Alberto Dallal. México : Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998. (La Abolición del Arte). ISBN: 968-36-6941-7. p. 143-180. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt: //cenedic.uco.mx/ccmc-construccion/recursos/3932.pdf.

CARRIO, Juan Monjo – *Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos*. Madrid : Ed. Munilla-Leria, 1997.

CASADEVALL, J. – *IL recupero degli sgraffiti a Barcelona*. In XVII Convegno Internazionale di Scienza e Beni Culturali, Bressanone, Italy, 10-13 luglio 2001. Venezia : Edizioni Arcadia Ricerche srl, 2001. (Lo Stucco – Cultura, Tecnologia, Conoscenza). p. 299-308.

CASAL, Milene Gil – *Conservação de pintura mural – estudo e consolidação de argamassas de cal aérea e areia com falta de coesão*. Lisboa : LNEC, 2002. Texto policopiado.

CASAL, Milene Gil Duarte – *Terras corantes: o que são e para que servem*. Comunicação ao Encontro “Pigmentos e corantes naturais. Entre as artes e as ciências”, Évora, Universidade de Évora. Évora : Fundação Luis Molina, 2007a. (Pigmentos e corantes naturais. Entre as artes e as ciências). Eds. Alexandra Soveral Dias, António Estêvão Candeias. ISBN: 978-972-99959-5-8.

CASAL, Milene Gil [et al.] – *Yellow and red ochre pigments from southern Portugal: Elemental composition and characterization by WDXRF and XRD*. In Nuclear instruments & methods in physics research, 2007b. Papers, p. 728-731.

CAVACO, Luís; VEIGA, M. Rosário, GOMES, A. – *Render application techniques for ancient buildings*. Comunicação ao 2.º Simpósio Internacional sobre Patologia, Durabilidade e Reabilitação dos Edifícios/2nd International Symposium on Building Pathology, Durability and Rehabilitation, Lisboa, LNEC, 6-8 Novembro 2003. Lisboa : LNEC, 2003. (Aprendendo com os erros e defeitos da construir: actas/Learning from errors and defects in buildings: proceedings). ISBN: 2003ISBN 972-49-1982-X.

CIFUENTES, M.^a Antónia Moreno – *La consolidación de revestimientos murales en yacimientos arqueológicos*. In Seminario Internacional sobre Consolidacion de Pinturas Murales, Aguilar de Campoo (Palencia), 19 a 20 de Agosto de 1998. Aguilar de Campoo : Fundación Santa Maria La Real, 1998. (Técnicas de Consolidación en Pintura Mural). ISBN: 9788489483071. p. 55-73.

CENNINI, Cennino - *El libro dell'Arte*. Firenze : Ed. Marzocco, 1943.

CHAROLA, A. Elena – *Salts in the deterioration of porous materials: an overview*. Journal of the American Institute for Conservation. Vol. 39, n.º 3 (2000), p. 327-343.

- CHOAY, Françoise – *A Alegoria do património*. Lisboa : Edições 70, 1999.
- CLIFTON, James R.; GEOFFREY, J.; FROHNSDORFF, C. – *Stone-consolidating materials: a status report*. In Conference Conservation of Historic Stone Buildings and Monuments, February 1981, National Academy of Sciences in Washington. USA : Ed. National Academy Press, 1982. (Conservation of Historic Stone Buildings and Monuments). ISBN: 030903275X. p. 287-311.
- CODELLO, Renata – *Il costruito a colori-panoramica di indirizzi ed esperienze normative. Recuperare*. Milano : Pegspa. N.º 3, (1994) p. 190-197.
- CONSTANTINIDES, Iana; HUMPHRIES, Lynne – *Exterior stucco*. In The Building Conservation Directory: 2003. London : Cathedral Communications Ltd., 2003. ISBN: 190091526X. Conference papers, p. 1-5.
- CORREIA, Mariana, MERTEN, Jacob – *A taipa alentejana: sistemas tradicionais de protecção*. In II SIACOT, Madrid, 18-19 Setembro 2003. Conference papers, p.1-7.
- COSCOLLANO, José Rodriguez – *Restauración y rehabilitación de edificios*. Madrid : Thomson Paraninfo, S.A., 2003. ISBN: 9788428328548. 341 p.
- COSTA, Doria Rodrigues da – *Avaliação de tratamentos para a conservação de superfícies graníticas arenizadas*. Lisboa : LNEC, 2007. Tese apresentada a concurso para obtenção do grau de especialista do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- COUTINHO, António de Sousa – *Pozolanas, betões com pozolanas e cimentos pozolânicos*. Lisboa : LNEC, 1958. 172 p. (Memória; M 136).
- COUTINHO, Joana de Sousa – *Materiais de construção – ligantes e caldas*. [Em linha]. Porto : FEUP/Departamento de Engenharia Civil, 2006. Texto de apoio às aulas teóricas. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://civil.fe.up.pt/pub/apoio/ano1/CienciaDosMateriais/index.htm.
- CRISPIM, César Augusto – *Identificação de cianobactérias em biofilmes de superfícies externas de prédios históricos: análise morfológica e molecular*. Porto Alegre, Brasil : Universidade federal do Rio Grande do Sul, Fevereiro de 2003. Dissertação de mestrado.
- CRISPIM, César A.; GAYLARDE, C. C. – *Cyanobacteria and biodeterioration of cultural heritage: a review*. Journal Microbial Ecology. New York : Springer. Vol. 49, No 1 (January, 2005), p. 1-9.
- COSTA, Sandra Vaz – *A encomenda pública na arquitectura moderna portuguesa – questões de salvaguarda*. Estudos Património. Lisboa : IPPAR. ISSN: 1645-2453. N.º 3 (2002), p. 106-109.

CRUZ, António João – *As cores vitruvianas. Os materiais da pintura mural romana segundo o tratado de Vitrúvio*. *Revista Artis*. Lisboa : Instituto de História da Arte da Faculdade de Letras de Lisboa. N.º 3 (2004), p. 67-86.

CRUZ, António João – *Os pigmentos naturais utilizados em pintura*. Comunicação ao Encontro “Pigmentos e corantes naturais. Entre as artes e as ciências”, Évora, Universidade de Évora, Março de 2005. Évora : Fundação Luis Molina, 2007. (Pigmentos e corantes naturais. Entre as artes e as ciências). Eds. Alexandra Soveral Dias, António Estêvão Candeias. ISBN: 978-972-99959-5-8. p. 5-23.

CURVELO, Alexandra – *O Instituto José de Figueiredo entre 1965-1999*. In AAVV – *40 anos do Instituto José de Figueiredo*. Lisboa : IPM, 2007. ISBN: 972-99476-6-X. p. 119-128.

DELGADO, J. Rodrigues – *Consolidation of decayed stones. A delicate problem with few practical solutions*. In 3rd International Seminar on Structural Analysis of Historical Constructions, Guimarães, Portugal, 7-9 Novembro 2001. Guimarães : Universidade do Minho, 2001. (Historical Constructions 2001: Possibilities of numerical and experimental techniques). ISBN: 972-8692-01-3. p. 3-14.

DELGADO, J. Rodrigues; MIMOSO, J. M. – Conference papers of the International Symposium “Stone Consolidation in Cultural Heritage. Research and practice”, Lisboa, Portugal, 6-7 Maio 2008. Lisboa : LNEC, 2008.

DOERNER, Max – *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. 5.^a ed. Barcelona : Reverté, 1988.

D'OSSAT, Guglielmo de Angelis – *Guide to the methodical study of monuments and causes of their deterioration*. Rome : ICCROM, 1982.

DRDÁCKY, Milos, SLIZKOVÁ, Suzana – *Calcium hydride based consolidation of lime mortars and stone*. In International Symposium “Stone Consolidation in Cultural Heritage. Research and practice”, Lisboa, Portugal, 6-7 Maio 2008. Lisboa : LNEC, 2008. Conference Papers, p. 299-308.

EUSÉBIO, Isabel Marques; RODRIGUES, M. Paula – *Tintas, vernizes e revestimentos por pinturas para a construção Civil*. Lisboa : LNEC, 1990. 120 p. (Cursos e Seminários; CS 14).

EUSÉBIO, Isabel Marques; RODRIGUES, M. Paula – *Revestimento por pintura para a construção civil. Preparação de superfícies*. Lisboa : LNEC, 1991. 68 p. (Informação Científica e Técnica de Materiais de Construção; ITMC 18).

FAMIGLIETTI, Laura; SANTORO, Chiaran Scioscia – *La tecnica dello Stucco attraverso le fonti: tecnica d'esecuzione e caratterizzazione chimico-fisica dei materiali costitutivi*. In XVII Convegno

Internazionale di Scienza e Beni Culturali, Bressanone, Italy, 10-13 luglio 2001. Venezia : Edizioni Arcadia Ricerche srl, 2001. (Lo Stucco – Cultura, Tecnologia, Conoscenza). p. 19-26.

FEIFFER, Cesare – *La conservazione delle superfici intonacate: il metodo e le tecniche*. 2.^a ed. Milano : Skira editore, 1997. ISBN: 88-8118-271-8. 216 p.

FERRAGNI, D., FORTI, M.; MALLIET, J.; MORA, L.; MORA, P.; TORRACA, G. – *La conservazione degli intonaci sgraffiti. Un esempio: la facciata cinquecentesca in via Della Fossa a Roma*. Ricerche di storia dell'arte. Roma : La nuova Italia Scientifica. N.º 24 (1984a), p. 33-43.

FERRAGNI, D.; Forti, M.; MALLIET, J.; MORA, P.; TEUTONICO, J.; TORRACA, G. – *Injection grouting of mural paintings and mosaics*. In X.^{ème} Congrès International, Institut International de Conservation des Oeuvres Historiques et Artistiques, Paris, 2-7 Settembre 1984. London : IIC Works, 1984. (Adhesives and Consolidants). p. 110-116.

FERRER, Ascensión Morales – *La pintura mural: su soporte, conservacion, restauracion y las técnicas modernas*. 1.^a ed. Sevilla : Universidad de Sevilla, 1995. ISBN: 84 472 0215-1.

FORTI, Giorgi – *La calci e gli intonaci*. Firenze : Edicalce, 1997.

FRAGATA, Ana; PAIVA, Helena; VELOSA, Ana; VEIGA, Rosário, FERREIRA, Victor. – *Application of crushed glass residues in mortars*. In Portugal SB07 – Sustainable Building on “Sustainable Construction, Materials and Practices Challenge of the Industry for the New Millennium”, Lisboa, Portugal, 12-14 September 2007. Lisboa : IST, 2007a. (Sustainable Construction – Materials and Practices). ISBN: 978-1-58603-785-7. 5 p.

FRAGATA, A.; VEIGA, M. Rosário; VELOSA, Ana; FERREIRA, Victor – *Incorporação de resíduos de vidro em argamassas de revestimento – avaliação da sua influência nas características da argamassa*. Comunicação ao 2.º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, FIL, Lisboa, 22-23 Novembro 2007. Lisboa : APFAC, 2007b. 13 p.

FRAGATA, Ana; VEIGA, M. Rosário; VELOSA, Ana; FERREIRA, Victor; COROADO, João – *Use of glass residue in air lime mortars*. [CD ROM]. In Heritage 2008 – World Heritage and Sustainable Development Internacional Conference, Vila Nova de Foz Côa, Portugal, 7-9 May 2008.

FRANZ, Andreas; STOREMYR, Per – *Conservation of mural paintings in the regallia room. Archbishop's palace 1999 – 2005*. Norway : Nidarø Cathedral, 2005.

FRAZÃO, Irene – *A pintura mural*. In Catálogo de Exposição “Dar Futuro ao Passado”. Lisboa : IPPAR, 1993.

FRONER, Yacy Ara – *Ciência da conservação ou conservação científica: hipóteses para reflexão*. In II Congresso Nacional de Arquivologia, Porto Alegre, Brasil, 23-27 Julho 2006. (Os desafios do arquivista na sociedade do conhecimento). p. 1-14.

FRONER, Yacy Ara – *Memória e preservação: a construção epistemológica da Ciência da Conservação*. [Em linha]. Palestra apresentada no Ciclo Memória & Informação na Fundação Casa de Rui Barbosa, Rio de Janeiro, 30 Maio 2007. 25 p. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.casaruibarbosa.gov.br/template_01/default.asp VID_Secao=261&VID_Materia=419.

GAGE, John – *Colour and culture: practice and meaning from Antiquity to Abstraction*. London : Thames and Hudson, 1995. ISBN: 978-0-520-22225-0.

GAYLARDE, Peter M.; GAYLARDE, Christine C. – *Algae and cyanobacteria on painted buildings in Latin America*. [Em linha]. International Biodeterioration & Biodegradation. London : Elsevier Ltd. Vol. 46, no 2 (September, 2000), p. 93-97. ISSN: 0964-8305. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0964830500000743.

GÁRATE, Ignacio Rojas – *Artes de la cal*. Madrid : Didot, 1994. ISBN: 978-84-89150-50-8. 250 p.

GÁRATE, Ignacio Rojas – *Arte de los yesos*. Madrid : Ed. Munilla-Leria, 1999. ISBN: 8489150256. 381 p.

GARCIA, Garmilla; Rodriguez, I. F.; CANO, M.; ZALBIDE, M.; IBANEZ, J. A.; OSA; E. GARIN, S. – *Comparación analítica de dos consolidantes comerciales aplicados en areniscas eocenas de monumentos de los siglos XVI y XIX en San Sebastián*. Materiales de Construccion. Madrid : ITC. Vol. 52, n.º 266 (2002), p. 1-16.

GASPAROLI, Paolo – *Le superfici esterne degli edifici. Degradi, criteri di progetto, tecniche di manutenzione*. Firenze : Alinea editrice, 2002. ISBN: 88-8125-612-6. 512 p.

GETTWERT, G.; RIEBER, W.; BONARIUS, J. – *One-component silicate binder systems for coatings*. Surface Coating International. Boston : Springer Boston. ISBN: 1476-48651356-0751. Vol. 81, n.º 12 (1998), p. 596-603.

GIL, José Manuel – *El revoco tradicional*. Madrid : Prensa, 1997. p. 86-93.

GIL, Nuno; LAMAS, António – *Restoration studies of the rendering of historical buildings in Parque da Pena (Sintra, Portugal)*. In Structural Studies, Repairs and Maintenance of Historical Buildings. London : Wessex Institute of Technology, 1997. ISBN: 1-85312-466-4.

GONÇALVES, Catarina Valença – *A pintura mural no concelho de Alvito, séc. XVI-XVII*. Alvito : Câmara Municipal de Alvito, 1999. ISBN: 972-95114-8-9.

GONÇALVES, Teresa Diaz – *Guarnecimentos tradicionais para paredes exteriores de edifícios antigos*. Lisboa : LNEC, 1996. (Relatório 11/96-NCCT).

GONÇALVES, Teresa Diaz; VEIGA, M. Rosário – *Acabamentos para paredes exteriores de edifícios antigos. Comunicação ao Encontro 1997, Materiais de Construção – Inovação e Qualidade*, ISMAG, Lisboa, 5-6 Maio 1997. Lisboa : ISMAG, 1997.

GONÇALVES, Teresa Diaz – *Capacidade de impermeabilização de revestimentos de paredes com base em ligantes minerais. Desenvolvimento de um método de ensaio baseado na resistência eléctrica*. Lisboa : LNEC, 1998. 178 p. (Teses de Mestrado LNEC; TM 2).

GONÇALVES, Teresa Diaz; TAVARES, Martha – *Estudo experimental de caiações para paramentos exteriores de edifícios antigos*. Lisboa : LNEC, 1999. (Relatório 126/99-NCCT).

GONÇALVES, Teresa Diaz – *Patologia e reabilitação das construções. Edifício antigos. Salitre*. Lisboa : LNEC, 2003. (Relatório 55/03-NCMC).

GONÇALVES, Teresa Diaz; RODRIGUES, José Delgado – *Rebocos para paredes antigas afectadas por sais solúveis*. Comunicação ao Seminário “Sais solúveis em argamassa de edifícios antigos: danos, processos e soluções”, Lisboa, LNEC, 14-15 Fevereiro 2005. Lisboa : LNEC, 2005. Conference papers, p. 4.1- 4.14.

GONÇALVES, Teresa Diaz – *Salt crystallization in plastered or rendered walls*. Lisboa : UTL/ Instituto Superior Técnico, Julho de 2007. Tese de Doutoramento.

GONZÁLEZ, Jesús Martín – *Revestimientos continuos: tradicionales y modernos*. Madrid : Fundación Escuela de la Edificación, 2005. ISBN: 84-86957-97-4. 290 p.

GONZALEZ-ORIAL, Geneviève – *Las bacterias arquitectas. El método de la biomineralización y otros sistemas de microbiología aplicados en la restauración*. In II Congresso Internacional “Restaurar La Memoria”, Valladolid, España, 7-9 Novembro 2000.

GRIFFIN, Isobel – *Pozzolanas as additives for grouts: an investigation of their working properties and performance characteristics*. Studies in Conservation. London : IIC. Vol. 49 (2004), p. 23-34.

GRIMMER, Anne – *The preservation and Repair of Historic Stucco*. Preservation Briefs. No. 22 (1990). [Em linha]. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt: \\www.nps.gov/hps/tps/briefs/brief22.htm,

GRISSOM, Carol A.; CHAROLA, A. Elena; BOULTON, Ann; MECKLENBURG, Marion F. – *Evaluation over time of an ethyl silicate consolidant applied to ancient lime plaster*. Studies in Conservation. London : IIC. _Vol. 44, no. 2 (1999), p. 113-120.

GROSSI, C. M.; BRIMBLECOMBE, P.; BONAZZA, A.; Sabbioni, C.; ZAMAGNI, J. – *Sulfate and carbon compounds in black crusts from the Cathedral of Milan and Tower of London*. [Em linha]. In Heritage, Weathering and Conservation-Fort. London : Taylor & Francis Group. ISBN: 0-415-41272-2. p. 441-446. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt: noahsark.isac.cnr.it/publications.php.

GUIMARÃES, José Epitácio Passos – *A cal – fundamentos e aplicações na engenharia civil*. São Paulo : Editora Pini, 1997. ISBN: 85-7266-141-7. 286 p.

GUNES, Serkan; YILMAZ, Gulsen – *Understanding graffiti in the built environment: the case in Ankara, Turkey*. In 42. ISoCaRP CONGRESS, Istanbul, Turkey, 14-18 September 2006.

HANSEN, Eric; DOEHNE, E.; FIDLER, J.; LARSON, J.; MARTIN, B.; MATTEINI, M.; NAVARRO, C.; PARDO, E.; PRICE, C.; TAGLE, A.; TEUTONICO, J.; WEISS, N. – *A review of selected inorganic consolidants and protective treatments for porous calcareous materials*. Reviews in Conservation. London : IIC. No. 4 (2003).

HEIRMAN, G.; DE GRAEF, B.; DE WINDT, W.; HERREMANS, T.; VANGHEEL, T.; DE BELIE, N.; VERSTRAETE, W. – *Biological repair of damaged concrete and mortar surfaces: biomineralization*. In 6th International Conference on Materials Science and Restoration, Karlsruhe, Germany, 23-25 September 2003. ISBN: 3-931 681-76-9. Conference papers, p. 501-508.

HENRIQUES, Fernando – *A conservação do património histórico edificado*. Lisboa : LNEC, 1991a. 48 p. (Memórias; M 775).

HENRIQUES, Fernando – *Caracterização de argamassa para edifícios antigos*. Plano de Investigação. Lisboa : LNEC, 1991b. (Relatório 254/95-NCct).

HENRIQUES, Fernando – *Algumas reflexões sobre a conservação do património histórico edificado em Portugal*. Comunicação ao 2.º ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, Lisboa, 27 Junho a 1 Julho 1994. Lisboa : LNEC, 1994. (2.º ENCORE; Vol. 1: A – Conceito e Estratégias). ISBN 972-49-1614-6. p. 67-78.

HENRIQUES, Fernando M. A. – *Humidade em paredes*. 2.ª ed. Lisboa : LNEC, 2001. 182 p. (Colecção Edifícios; CED 1).

HENRIQUES, Fernando – *Conservação dos revestimentos exteriores do Palácio Nacional de Sintra*. Lisboa : LNEC, 2002. p. 27-38. (Cadernos Edifícios 02 – Revestimentos de paredes em edifícios antigos). ISBN: 872-49-1929-3.

HENRIQUES, Fernando; RODRIGUES, J. Delgado; AIRES DE BARROS, Luís; PROENÇA, Nuno – *Materiais pétreos e similares. Terminologia das formas de alteração e degradação*. Lisboa :

LNEC, 2004. 44 p. (Informações Científicas e Técnicas de Patologia e Reabilitação das Construções; ITPRC 2).

HENRIQUES, Fernando; RODRIGUES, Paulina – *O papel da investigação no estudo das argamassas de substituição na conservação do património*. [Em linha]. Revista Engenharia Civil. Braga : Universidade do Minho. N.º 31 (2008) p. 29-37. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.civil.uminho.pt/c-tac/journal/n31/Pag%2029.pdf.

HENRIQUES, Jorge Gabriel – *A Charola de Tomar. Estratégias de conservação da pintura mural*. Lisboa : Faculdade de Letras/Universidade de Lisboa, 2000. Dissertação de Mestrado em História da Arte, Património e Restauro.

HOLANDA, Francisco de – *Da pintura antiga*. Introd. José da Felicidade Alves. Lisboa : Horizonte, 1984. ISBN: 972-24-0001-0. 136 p.

HOLMES, Stafford; WINGATE, Michael – *Building with lime: a practical introduction*. London : Intermediate Technology Publications, 2000. ISBN: 1853395471.

IGLESIAS, Fernando Acero – *Restauración de fachadas historicas*. 1.ª ed. Barcelona : Col Legi d' Arquitectos de Girona, 2007. ISBN 978-84-96185-95-1. 191 p.

JOKILEHTO, Jukka – *A history of architectural conservation*. [Em linha]. England : University York, 1986. 466 p. Tese de doutoramento. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.iccrom.org/eng/02info_en/02_04pdf-pubs_en/ICCROM_doc05_HistoryofConservation.pdf.

JOKILEHTO, Jukka – *Conservation principles and their theoretical background*. Amsterdam : Elsevier Science Publish. Durability of Buildings Materials. ISBN: 0167-3890. Vol. 5, No 3-4 (1988), p. 267-277.

JOKILEHTO, Jukka – *Considerations on authenticity and integrity in world heritage context*. [Em linha]. [Consult. Abr. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.ct.ceci-br.org/novo/revista/viewarticle.php?id=44&layout=html.

JUSTICIA, M.ª José Martínez – *Historia y teoria de la conservación e restauración artística*. Madrid : Tecnos, 2001. 456 p. ISBN: 84-309-3679-3.

KANAN, Maria Isabel – *Manual de conservação e intervenção em argamassa e revestimentos à base de cal*. Brasília : IPHAN/Monumenta, 2008. 171 p. (Programa Monumenta, Cadernos Técnicos; Vol. 8). ISBN: 978-85-7334-077-8.

KOLLER, Manfred – *Facciate dipinte in Europe centrale: ricerca e restauro*. In Convegno di Studi, Genova, 15-17 Aprile 1982. Génova : Editrice Sagep, 1984. (Facciate Dipinte: Conservazione e Restauro). ISBN: 8870581012. p. 13-18.

KONOW, Thorborg Von – *Restaurering och reparation med puts-och murbruk*. Traduzido para o português. Vammala : Abo Akademi, 1997. ISBN 952-9616-79-1. . Dissertation in Restoration and Repair with Rendering and Masonry Mortar. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:web.abo.fi/stiftelsen/forlag/publications/ISBN_952961679_1.html.

LACERDA, Manuel; RAMALHO, Maria Magalhães – *A arquitectura como guardiã da memória. Estudos Património*. Lisboa : IPPAR. ISSN: 1645-2453. N.º 9 (2006), p. 5-8.

LANGE, Bente – *The colours of Rome*. Rome : Danish Architectural Press, 1995. ISBN: 87-7407-156-4. 142 p.

LEANDRO, Sandra – *O mito do recriador: Luciano Freire e os trabalhos de conservação e restauro da "pintura antiga"*. In AAVV – *40 anos do Instituto José de Figueiredo*. Lisboa : IPM, 2007. ISBN: 972-99476-6-X. p. 65-82.

LEITNER, Heinz – *L'uso dei silicate nella conservazione della pittura murale dal punto di vista del restauratore*. In Congresso internazionale "I silicati nella conservazione: indagini, esperienze e valutazioni per il consolidamento dei manufatti storici", Villa Gualino, Torino, 13-15 febbraio 2002. Torino : Fondazione per le biotecnologie (FAO), 2002. ISBN: 88-88177-10-8. Conference papers, p. 157-174.

LETTIERI, M.; MECCHI, A. M. – *Il Silicato détile nel consolidametro di pietre calcaree molto porose*. In Congresso internazionale "I silicati nella conservazione: indagini, esperienze e valutazioni per il consolidamento dei manufatti storici", Villa Gualino, Torino, 13-15 febbraio 2002. Torino : Fondazione per le biotecnologie (FAO), 2002. ISBN: 88-88177-10-8. Conference papers, p. 121-125.

LEWIN, S. Z; BAER, N. S. – *Rationale of the barium hydroxide-urea treatment of decayed stone. Studies in Conservation*. London : IIC. Vol. 19, No. 1, (1974), p. 24-35.

LLERA, Fátima de – *A Capela de Rui Valente na Sé: estudo para a salvaguarda do monumento funerário. Monumentos*. Lisboa : DGEMN. ISSN: 0872-8747. N.º 24, (2006), p.92-97.

LOPES, Maria Leonor – *A caiação tradicional no Distrito de Santarém. Testemunhos contemporâneos*. [Em linha]. Évora : Universidade de Évora, 1997. Tese de Mestrado. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em www:<url:hppt:\\dited.bn.pt/31382/2369/2879.pdf.

LOPES, Ana Sofia – *Conservação e restauro dos esgrafitos e pinturas murais do Castelo de Amiera do Tejo. Estudos Património*. Lisboa : IPPAR. ISSN: 1645-2453. N.º 10 (2007), p.155-162.

LÓPEZ, Jiménez; NAVARRO, C. Rodriguez; GONZALEZ-MUNOZ, M. T.; RODRÍGUEZ-GALLEGO, M. – *Bacterial conservation of ornamental calcareous stone: interactions with autochthonous microbiota*. [Em linha]. In 6th International Symposium on the Conservation of

monuments. In the Mediterranean Basin, Sociedade de Geografia de Lisboa, Lisboa, 7-10 Abril 2004. Conference papers, p. 432- 436. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:aem.asm.org/cgi/content/full/69/4/2182.

LOURENÇO, Pedro; TAVARES, Martha; LLERA, Fátima; PEREIRA, P. – *Biological coloration of calcareous stone surfaces in portuguese ecclesiastic monuments*. In Heritage, Weathering and Conservation Conference (HWC-2006), Madrid, Spain, 21-24 June 2006. Madrid : Taylor & Francis, 2006. 2 Vol. ISBN: 0-415-41272-2. 992 p.

LUSO, Eduarda; LOURENÇO, Paulo; ALMEIDA, Manuela – *Breve história da conservação e do restauro*. [Em linha]. Revista Engenharia Civil. Braga : Universidade do Minho. N.º 20 (2004), p. 31-44. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:\\www.civil.uminho.pt/cec/revista/Num20/Pag%2031-44.pdf

LUSO, Eduarda; LOURENÇO, Paulo; FERREIRA, Rui Miguel – *Injecções para consolidação de construções em terra. Revisão do conhecimento e método de ensaio*. Comunicação ao 5.º Seminário de Arquitectura de Terra (V ATP), Universidade de Aveiro, Aveiro, 10-13 Outubro 2007. Lisboa : Argumentum, 2007. (Terra em Seminário 2007). ISBN: 978-972-8479-49-7. p. 165-172.

LUXÁN, M. P.; DORREGO, F.; Vicente, Dorrego, J. F. – *Sistema de revestimientos con morteros hidrofugados en masa aplicables en paramentos con alta humedad y sales*. BIA. n. 235. Madrid : Colegio oficial de Aparejadores y arquitectos técnicos de Madrid. (Enero-Febrero 2005) p. 88-89. Premio de Investigación Fundación Escuela de la Edificación 2004.

MACHADO, Cyrilo Volkmar – *Collecção de memórias relativas às vidas dos pintores, e escultores, architetos, e gravadores portuguezes e dos estrangeiros que estiverão em Portugal*. Coimbra : Imprensa da Universidade, 1922. (Colecção Subsídios para a História da Arte em Portugal; 5).

MAGALHÃES, Ana Cristian – *Patologia de rebocos antigos*. Lisboa : LNEC, 2002. p. 69-85. (Cadernos Edifícios 02 – Revestimentos de paredes em edifícios antigos). ISBN: 872-49-1929-3.

MAGALHÃES, A. Cristian; VEIGA, M. Rosário – *Avaliação da resistência de amostras de argamassas históricas recolhidas em obra – metodologia e correlação de resultados*. Lisboa : LNEC, 2006. (Relatório 259/06-NRI).

MAGALHÃES, A. Cristian; VEIGA, M Rosário – *Metodologia de diagnóstico de anomalias devidas à humidade em paredes antigas*. Lisboa : LNEC, 2008. (Relatório 115/2008-NRI).

MAYER, Ralph – *Manual do artista*. São Paulo : Martins Fontes, 1996. ISBN: 8533611145.

MANARESI, Raffaella Rossi – *Intonaci e stucchi in area Padana*. Bollettino d'Arte. Roma : Ministero per i Beni Culturali e Ambientali. Vol. VI, no. 73 (1992), p. 133-146.

MARCONE, A. M.; GAMMINO, N. M.; BANCHELLI, C.; CALDI, C. Cici; FAMIGLIETTI, L.; Romana, F. Radiciotti; SCACCHETTI, I.; Zampa, A.; SEBASTIANELLI, M. – *Il restauro campione della Charola di Tomar*. Estudos Património. Lisboa : IPPAR. ISSN: 1645-2453. N.º 4 (2003), p. 84-91.

MARCONI, Paolo – *Le facciate dipinte cinquecentesche a Roma: problemi di storiografia artistica e di conservazione*. In Convegno di Studi, Genova, 15-17 Aprile 1982, Génova : Editrice Sagep, 1984. (Facciate Dipinte: Conservazione e Restauro). ISBN: 8870581012. p. 13-18.

MARGALHA, M. Goreti – *O uso da cal em argamassas no Alentejo*. Évora : Universidade de Évora, 1997. Dissertação de Mestrado.

MARGALHA, M. Goreti; VEIGA, M. Rosário; BRITO, Jorge – *The maturation time factor in lime putty quality*. [Em linha]. In 7th International Brick Masonry Conference (7 IBMAC), London, 30 October-1 November 2006. Lisboa : Lneq, 2006. Publicações em actas de encontros científicos. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://cathedral.lneq.pt/publicacoes/c11.pdf.

MARGALHA, M. Goreti; VEIGA, M. Rosário; BRITO, Jorge de – *Influência das areias na qualidade de argamassas de cal aérea*. [CD ROM]. [Em linha]. Comunicação ao 2.º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, FIL, Lisboa, 22-23 Novembro 2007. Lisboa : APFAC, 2007. [Consult. Abr. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt: \\conservarcal.lneq.pt/pdfs/GORETI_Areia_APFAC.pdf.

MARGAGLIOTTA, António; MAZZÉ, Ângela – *Lo stucco e le tecniche di imitazione*. In XVII Convegno Internazionale di Scienza e Beni Culturali, Bressanone, Italy, 10-13 luglio 2001. Venezia : Edizioni Arcadia Ricerche srl, 2001. (Lo Stucco – Cultura, Tecnologia, Conoscenza). p. 280-288.

MASSARI, Giovanni; MASSARI, Ippolito – *Damp buildings, old and new*. Rome : ICCROM, 1993. ISBN: 92-9077-111-9. 305 p.

MARTINS, Ana Cristina – *Património histórico-cultural: a emergência das reformas (do Liberalismo ao Republicano)*. Estudos Património. Lisboa : IPPAR. ISSN: 1645-2453. N.º 5 (2003), p. 33-50.

MATTEINI, Mauro – *In review: an assessment of Florentine methods of wall painting conservation based on the use of mineral treatments*. [Em linha]. In AAVV – The conservation of wall paintings. Ed. Sharon Cather. London : Institute of art and Getty Conservation Institute, 1987. ISBN: 0-89236-162-X. p.137-148. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt: \\ciarteblog.blogspot.com/2007/02/conservation-of-wall-paintings.html.

MATTEINI, Mauro; MOLES, Arcangelo – *La Chimica nel restauro. I Materiali dell'arte pittorica*. 2.ª ed. Firenze : Nardini, 2007.

MATTEINI, Mauro; MOLES, Arcangelo – *Ciencia y restauración. Método de investigación*. 1.ª ed. Sevilla : Nerea, 2001. (Colección Arte y Restauracion 6). ISBN: 978-84-89569-53-9.

MATEUS, João Mascarenhas – *Técnicas tradicionais de construção de alvenarias*. Lisboa : Livros Horizontes, 2002. ISBN: 972-24-1234-5.

MENDONÇA, Paulo – *Habitar sob uma segunda pele: estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados*. Guimarães : Universidade do Minho, 2005. [Em linha]. Tese de doutoramento. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/4250.

MENEZES, Marluçi; TAVARES, Martha Lins – *A imagem da cidade como património vivo*. Comunicação ao 3.º ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, Lisboa, 26-30 Maio 2003. Lisboa : LNEC, 2003. (3.º ENCORE; Vol. 2: Tema II – Património Urbano: Estratégias e Metodologia de Intervenção). ISBN: 972-49-1960-9. p. 785-794

MENEZES, Marluçi; TAVARES, Martha Lins – *The safeguard and rehabilitation of the city image for the conservation of the urban landscape – A multidisciplinary perspective*. [CD Rom]. [Em linha]. In European Symposium on Research in Architecture and Urban Design EURAU'08, Madrid, 16-19 Janeiro 2008. Madrid : Superior Technical School of Architecture of the Technical University of Madrid, 2008a. 9 p. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:conservarcal.lnec.pt/english/other_publications.html.

MENEZES, Marluçi; TAVARES, Martha – *Social and sustainable development of the architectural heritage*. [CD Rom]. [Em linha]. In Internacional Conference HMC 08 – Historical Mortars Conference 2008: Characterization, Diagnosis, Repair and Compatibility, Lisbon, Portugal, 24-26 Setembro 2008. Lisboa : LNEC [etc.], 2008b. 10 p. [Consult. Nov. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt:conservarcal.lnec.pt/english/other_publications.html.

MESQUITA, Marieta Dá – *Arquitectura e renovação, aspectos do restauro arquitectónico em Portugal no século XIX*. Lisboa : Universidade Técnica, Faculdade de Arquitectura, 1993. 73 p. Prova Complementar de Doutoramento.

MÉTAYER-LEVREL, G. Le; CASTANIER, S.; ORIAL, G.; LOUBIÉRE, J. F.; PERTHUISOT, J. P. – *Applications of bacterial carbonatogenesis to the protection and regeneration of limestone in buildings and historic patrimony*. Sedimentary Geology. London : Elsevier. N.º 126 (1999), p. 25-34.

MICHOINOVÁ, Dagmar – *Lime based mortars for restoration of historical mortars especially under wall paintings*. In International RILEM workshop, RILEM France, 2000. France : RILEM Publications S.A.R.L, 2000. (PRO 12, Historic mortars: Characteristics and Tests). ISBN: 2-912143-15-2. p. 297-306.

MIGUEL, Ana M. Macarrón; MOZO, Ana González – *La conservación y la restauración en el siglo XX*. Madrid : Editorial Tecnos, 2004.

MILLER, A.; DIONÍSIO, A.; MACEDO, M. F. – *Primary bioreceptivity: a comparative study of different portuguese lithotypes*. International Biodeterioration & Biodegradation. Vol. 57, n.º 2 (2006), p. 136-142.

MONTE, Renzo dal – *Morteros de consolidación para revestimientos pintado. Línea PLM. Un nuevo silicato de etilo para pintura mural: Biostel*. In Seminario Internacional sobre Consolidación de Pinturas Murales, Aguilar de Campoo (Palencia), 19 a 20 de Agosto de 1998. Aguilar de Campoo : Fundación Santa Maria La Real, 1998. (Técnicas de Consolidación en Pintura Mural). ISBN: 9788489483071. p. 95-114.

MONTEIRO, Patricia; CRUZ, M. João – *As pinturas murais da capela do Santíssimo na Igreja Matriz de Arronches*. Estudos Património. Lisboa : IPPAR. ISSN: 1645-2453. N.º 10 (2007), p. 213-219.

MORA, Paolo; MORA, Laura – *Le superfici architettoniche, materiale e colore*. Bollettino d'Arte. Roma : Ministero per i Beni Culturali e Ambientali. Suplemento 6 (1984), p. 17-24.

MORA, Paolo; MORA, Laura; PHILIPPOT, Paul – *Problems of presentation*. In Historical and philosophical issues in the conservation of cultural heritage. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1996. ISBN: 978-0-89236-398-8. p. 301-324.

MORA, Paolo, MORA, Laura, PHILIPPOT, Paul – *La Conservazione delle pitture murali*. Bologna : Editrice Compositori, 2001. ISBN: 88-7794-279-7.

MORALES, A. F. – *La pintura mural*. Sevilla : Universidad de Sevilla, 1995. ISBN: 84-472-0215-1.

MOROPOLOU, A.; THEOULAKIS, TSIOURVA, Th; HARALAMPOPOLOUS, G. – *Compatibility evaluation of consolidation treatments in monument scale*. In RAPHAEL-COMARECH – Compatible materials recommendations for the preservation of European Cultural heritage, PACT 58 2000. Atenas : Association of Civil Engineers of Greece-EC, 2000.

MUNOZ, M.^a Teresa – *Conservation of ornamental stone by Myxococcus xanthus-induced carbonate biomineralization*. Journal of Virology online. Vol.69, n.º 4 (2002), p.1-23.

MURARO, Michelangelo – *Tecniche della pittura murale en Veneta*. In Pitture murali nel Veneto e tecnica dell'affresco. Veneta : Neri Pozza, 1960.

MURILLO, Susana Garcia – *Los organismos vivos como factores que contribuyen activamente al deterioro de nuestros monumentos*. Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Vol. 14. n.º 57 (2006), p. 57-66.

MUSEU ALBERTO SAMPAIO/ASSOCIAÇÃO MURALHA – *Técnicas de construção tradicional*. Guimarães : MAS/MADP, 1982. (Caderno n.º 1 – Tintas).

MUSSO, Stefano F. – *Lo Stucco in architettura. Tra “simulazione” e “nascondimento”*. In XVII Convegno Internazionale di Scienza e Beni Culturali, Bressanone, Italy, 10-13 luglio 2001. Venezia : Edizioni Arcadia Ricerche srl, 2001. (Lo Stucco – Cultura, Tecnologia, Conoscenza). p. 27-35.

NARDINI, Ilaria; ZENDRI, Elisabetta; BISCONTI, Guido; RIATO, Sara – *Composition and technology of historical stuccoes coming from Grimani palace in venice (Italy)*. Journal of Cultural Heritage. London : Science Direct. Vol. 8, n.º 1 (2007). p. 61-64.

NETO, M.ª João Baptista – *Memória, propaganda e poder: o restauro dos monumentos nacionais (1929-1960)*. Porto : FAUP, 2001.

NÓBREGA, Isabel Cristina – *Lacunas da obra de arte*. Revista do CIERC, Dezembro de 2006, ISSN n.º 1807-5800. [Acedido em Julho de 2008]. Disponível na Internet: <http://www.ciec.org.br/publicacoes-revista5.asp>

NUNES, Filipe Nunes – *Arte da Pintura, symmetria, e perpectiva composta*. [Em linha]. Lisboa : Oficina de José Baptista Alvares, 1767. [Consult. Nov. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt:purl.pt/7777/1/P1.html.

ORDAZ, J.; ESBERT, R. M. – *Glosario de términos relacionados con el deterioro de las piedras de construcción*. Materiales de construcción. España : Universidad de Oviedo/Departamento de Geología. Vol. 38, n.º 209 (1988), p. 39-45.

ORTIGÃO, Ramalho [1896] – *O culto da arte em Portugal*. 1.ª ed. Lisboa : Esfera do Caos Editores Lda., 2006. ISBN: 989-8025-13.

OSCA PONS, Júlia – *Emprego de consolidante inorgânicos e organilíceos como alternativa aos consolidantes orgânicos*. In Seminario sobre Restauración de Pinturas Murales, Aguilar de Campoo (Palencia), 20-22 Júlio 2005. Palencia : Fundación Santa Maria La Real, 2005. (Tratamientos y metodologias de conservación de pinturas murales). ISBN: 84-89483-97-3.

PAIVA, Helena – *Caracterização reológica de argamassas*. Aveiro : Universidade de Aveiro, 2005. Tese de mestrado.

PAIVA, José A. Vasconcelos – *Humidade em edifícios*. Lisboa : LNEC, 1969. Tese apresentada a concurso para Especialista do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

PAIVA, José A. V.; Aguiar, J.; PINHO, A. (Coord.) – *Guia técnico de reabilitação habitacional*. 2 Vol. Lisboa : INH/LNEC, 2006. ISBN: 972-49-2081-X.

PALMA, J. – *Aparelho detector de humidade com base na variação da condutibilidade*. LNEC : Lisboa, 1992. (Relatório 56/93-GEEt).

PALOMO, A.; BLANCO-VARELA, M. T.; MARTINEZ-RAMIREZ, P.; PUERTAS, F.; FORTES, C. – *Historic mortars: characterization and durability. New tendencies for research*. [Em linha]. Madrid : Eduardo Torroja Institute (CSIC). [Consult. Nov. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.arcchip.cz/w09/w09_palomo.pdf.

PALLOTINO, Elisabetta – *Architetture del cinquecento a Roma. Una lettura dei rivestimenti originari*. Annali di Architettura. Vicenza : Electa. ISBN: 8884180007. N.^{os} 10-11 (1998-99), p. 288-298.

PAMPLONA, Marisa; KOCHER, Mathias; SNETHLAGE, Rolf; WENDLER, Eberhard – *Consolidation effectiveness of TEOS on Açã limestone from Portugal – a laboratory study*. In International Symposium “Stone Consolidation in Cultural Heritage. Research and practice”, Lisboa, Portugal, 6 e 7 Maio 2008. Lisboa : LNEC,2008. Conference papers, p. 183-192.

PASCUAL, Eva; PATINO, Mireia – *O restauro de pintura*. 1.^a ed. Lisboa : Editorial Estampa, 2003. ISBN 9723319136. 160 p.

PAPAYIANNI, I. J. – *Design of compatible repair materials for the restoration of monuments*. International journal for restoration of buildings and monuments. ISSN: 0947-4498. Vol. 10, n.º 6 (2004) p. 623-636.

PAPAYIANNI, I.J.; STEFANIDOU, M.; CHRISTODOULOU, S. – *Influence of design parameters on the performance of plasters and renderings used for restoration of historical buildings*. In Internacional Conference HMC 08 – Historical Mortars Conference 2008: Characterization, Diagnosis, Repair and Compatibility, Lisbon, Portugal, 24-26 September 2008. Lisboa : LNEC, 2008.

PEREIRA, M.^a Lilia Solipa – *O Chalé da Condessa d’Edla*. Comunicação ao 1.º Congresso Internacional de Sintra “O Romantismo”, Sintra, 1988. Sintra : Instituto de Sintra, 1988. (Romantismo: Sintra nos itinerários de um movimento).

PERNÃO, João Nuno – *O léxico da cor*. [Em linha]. Lisboa : Faculdade de Arquitectura/Laboratório da Cor, 2006. [Consult. Abr. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.apcor.org/.

PESTANA, José Artur – *Conservação e restauro das pinturas murais da sacristia da Igreja do Mosteiro de São João da Tarouca*. Estudos Património. Lisboa : IPPAR. ISSN: 1645-2453. N.º 4 (2003), p. 58-61.

PETERSON, Sten – *Lime water consolidation*. In Symposium “Mortar, cements and Grouts used in the Conservation of historic Buildings”, Rome, Italy, 3-6 November 1981. Roma . ICCROM, 1982.

PHILIPPOT, Paul – *La restauration des façades peintes: du problème critique au problème technique*. In Convegno di Studi, Genova, 15-17 Aprile 1982. Génova : Editrice Sagep, 1984. (Facciate Dipinte: Conservazione e Restauro). ISBN: 8870581012. p. 105-107.

PHILIPPOT, Albert; PHILIPPOT, Paul – *The problem of integration of lacunae in the restoration of paintings*. In Historical and philosophical issues in the conservation of cultural heritage. Los Angeles : The Getty Conservation Institute, 1996. p. 335-338. ISBN: 978-0-89236-398-8.

PHILIPPOT, Paul – *The idea of patina and the cleaning of paintings*. Bulletin de l’Institut Royal du patrimoine artistique. Bruxelles : IRPA. N.º IX (1966), p. 138-143.

PINHO, Fernando Farinha da Silva – *Paredes de alvenaria ordinária – estudo experimental com modelos simples e reforçados*. Lisboa : Faculdade de Ciências e Tecnologia/Departamento de Engenharia Civil, 2007. Tese de Doutoramento.

PINTO, A. Paula Ferreira – *Conservação de pedras carbonatadas: estudo e selecção de tratamentos*. Lisboa : IST, 2002. Tese de doutoramento.

PRICE, Clifford – *La consolidation du calcaire par compresse de chaux et eaux de chaux*. In X.^{ème} Congrès International, Institut International de. Conservation des Oeuvres Historiques et Artistiques, Paris, 2-7 Setembre 1984. London : IIC Works, 1984. (Adhesives and Consolidants). p. 169-171.

PRICE, Clifford; ROSS, Keith; WHITE, Granham – *A further appraisal of the lime technique for limestone consolidation, using a radioactive tracer*. Studies Conservation. London : IIC. Vol. 33, n.º 4 (1988), p. 178-186.

QUINZAVOS, Pilar Rivas – *La documentación como fuente de información para la restauración*. In Tratado de rehabilitación. Tomo 2: Metodología de la Resturación y de la Rehabilitación. Madrid : Ed. Munilla-Leria, 1999. ISBN: 8489150109. p.15-27.

RAGO, Fabiola; CINCOTTO, M.^a Alba – *Influencia do tipo de cal hidratada na reologia de pastas*. [Em linha]. São Paulo : Escola Politécnica da Universidade de S. Paulo, 1999. 24 p. (Boletim Técnico – Série BT/PCC/233). ISSN: 0103-9830. [Consult. Abr. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt:publicacoes.pcc.usp.br/PDF/btpcc233.pdf.

RAMALHO, Maria Magalhães – *Arqueologia da arquitectura – o método arqueológico aplicado ao estudo e intervenção em património arquitectónico*. Estudos Património. Lisboa : IPPAR. ISSN: 1645-2453. N.º 3 (2002), p.19-29.

RAMOS, Luís Maldonado – *Toma de datos en patologia constructiva*. In Tratado de rehabilitación. Tomo 2: Metodología de la resturación y de la rehabilitación. Madrid : Ed. Munilla-Leria, 1999. ISBN 8489150109. p.125-150.

RATO, Vasco Nunes da Ponte Moreira – *Influência da microestrutura morfológica no comportamento de argamassas*. Lisboa : UNL/FCT, 2006. Tese para obtenção de grau em Doutor em Engenharia civil pela Universidade Nova de Lisboa.

RIBEIRO, Alejandro; EUSÉBIO, M. Isabel – *Caracterização físico-química de tintas de silicatos alcalinos*. Lisboa : LNEC, 2002. (Nota Técnica n.º 48/2002-NQ/DMC).

RIBEIRO, Alejandro; EUSÉBIO, M. Isabel – *Tintas inorgânicas: tintas de cal e de silicatos*. Lisboa : LNEC, 2002. p. 117-137. (Cadernos Edifícios 02 – Revestimentos de paredes em edifícios antigos). ISBN: 872-49-1929-3.

RIBEIRO, Isabel; SOUSA, Pedro – *A ciência e a arte no IJF/IPCR*. In AAVV – 40 anos do Instituto José de Figueiredo. Lisboa : IPM, 2007. ISBN: 972-99476-6-X. p. 129-134.

RIVERA, Javier – *Restauración arquitectónica desde los orígenes hasta nuestros días. Conceptos, teoría e historia*. In Teoría e Historia de La resturación. Tomo 1: Máster de Restauración y Rehabilitación del Patrimonio. Madrid : Universidad de Alcalá, 1997. p. 103-169.

RIBEIRO, Paulo Malta da Silveira – *Estuques antigos – caracterização construtiva e análise patológica*. Lisboa : IST, 2000. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Construção, pela Universidade Técnica de Lisboa.

RIBEIRO, Paulo Malta da Silveira; VEIGA, M. do Rosário; BRITO, Jorge de – *Gypsum coatings in ancient buildings. Construction and Building Materials*. [Em linha]. London : Elsevier. N.º 21 (2007). [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.elsevier.com/locate/conbuildmat

RICKSTAL, Filip Van – *Grout injection of masonry, scientific approach and modelling*. Belgium : K.U. Leuven, 2000. Ph. D. Thesis.

RICKSTAL, Filip Van, TOUMBAKARI, Eleni-Eva; IGNOUL, Sven; GEMERT, Dionys Van – *Development of mineral grouts for consolidation injection*. [CD-Rom]. [Em linha]. In VI International Conference Materials Science and Restoration, Seminar “Consolidation of Masonry”, Karlsruhe, Germany, 16-18 September 2003. (Materials Science and Restoration AMSR 1). p. 61-76. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:bwk.kuleuven.be/materials/Research/LS/Postdoc/LS-IC048-Zuid%20Africa-2005.pdf.

RIVERS, Shayne; UMNEY, Nick – *Conservation of furniture*. [Em linha]. London : Butterworth Heinemann, 2003. ISBN: 978-0-7506-0958-6. 803 p. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:books.google.pt.

ROCHA-GOMES, Leia Verónica; ALVAREZ, Cristina Engel de – *Análise dos aspectos ambientais no uso de pigmentos nas argamassas de reatamento do Espírito Santo (Brasil): diagnóstico e recomendações*. Comunicação ao 2.º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, FIL, Lisboa, 22-23 Novembro 2007. Lisboa : APFAC, 2007.

RODORICO, Luigi R.; BAGLIONE, Piero – *A new method for consolidating wall paintings based on dispersions of lime in alcohol*. Studies Conservation. London : IIC. Vol. 45, n.º 3 (2000), p. 154-161.

RODRIGUES, M. Paulina – *Argamassas de revestimento para alvenarias antigas – contribuição para o estudo da influência dos ligantes*. Lisboa : UNL/FCT, 2004. Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, na especialidade de Reabilitação do Património Edificado, pela Universidade Nova de Lisboa.

RODRIGUES, M. Paulina – *Construções em terra crua. Tecnologias, potencialidades e patologias*. Revista MUSA. Setúbal : Museu de Arqueologia e Etnografia do Distrito de Setúbal. N.º 2 (2007) p. 149-155.

RODRIGUES, Paulina Faria – *Argamassas de cal aérea para construção em terra*. Comunicação ao V Seminário da Arquitectura de Terra em Portugal, Universidade de Aveiro, Aveiro, 10-13 Outubro 2007. Aveiro : Argumentum, 2007. (Terra em Seminário 2007; Tema 2 – Materiais e Comportamento). p. 66-70.

RODRIGUES, M. Paula; EUSÉBIO, M. Isabel; RIBEIRO, Alejandro – *Revestimentos por pintura. Defeitos, causas e reparação*. 2.ª ed. Lisboa : LNEC, 2006. (Informação Científica e Técnica de Patologia e Reabilitação das Construções, ITPRC 5).

RODRIGUES, Paulo Simões – *Da história da conservação e do restauro: das origens ao Portugal oitocentista*. In AAVV – 40 anos do Instituto José de Figueiredo. Lisboa : IPM, 2007. ISBN: 972-99476-6-X. p. 17-38.

RODRÍGUEZ-GORDILLO, J. [et al.] – *Color y restauración. Efectividad cromática de pigmentos en morteros de restauración (cal hidráulica y yeso)*. [Em linha]. Óptica pura y Aplicada. Madrid : Sedóptica. Vol.37, n.º 1, (2007), p. 83-88. [Consult. Nov. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt:www.sedoptica.es/revistas/pdfs/81.pdf.

RUIZ, Rafael Alonso – *El esgrafiado: un revestimiento mural*. León : Editorial de los Oficios, 2001. 371 p. ISBN: 84-930427-2-2.

SÁNCHEZ, Antonio Pereza; SANZ, José María Zaragoza – *La tradición del uso del yeso en exteriores*. Ponencia en el Curso de Restauración Arquitectónica, Granada, España. 25-27 marzo 1993. Granada : Universidad de Granada, 1993. (Revestimiento y color en la arquitectura: conservación y restauración). ISBN: 84-338-2209-8. p. 183-200.

SANCHEZ, Francisco Javier Alejandro – *Historia, caracterización y restauración de morteros*. Sevilla : Universidad de Sevilla, 2002. 150 p. (Colección Textos de Doctorado – Serie Arquitectura). ISBN: 84-472-0773-0.

SALEMA, Sofia – *As superfícies arquitectónicas de Évora: O esgrafito. Contributos para a sua salvaguarda*. Évora : Universidade de Évora, 2005. Tese apresentada à Universidade de Évora para obtenção de grau de Mestre em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico pela Universidade de Évora.

SALEMA, Sofia – *O esgrafito em Évora. Monumentos*. Lisboa : DGEMN. N.º 26 (2007), p. 164-173. ISSN: 0872-8747.

SANTIAGO, Cybèle Celestino – *Estudo dos materiais de construção de Vitruvius até ao século XVIII. Uma visão crítico-interpretativa à luz da ciência contemporânea*. Évora : Universidade de Évora, 2001. Tese para obtenção de grau de Doutor em Conservação de Monumentos pela Universidade de Évora.

SILVA, António Santos; REIS, M.^a Olinda Braga – *Caracterização de um revestimento exterior do Palácio de Queluz*. Lisboa : LNEC, 1998a. (Relatório 232/98-NQ).

SILVA, António Santos; REIS, M.^a Olinda Braga – *Caracterização mineralógica e microestrutural de rebocos e pinturas de edifícios de Sintra e do Palácio Nacional de Mafra*. Lisboa : LNEC, 1998b. (Nota Técnica n.º 85/98-DMC).

SILVA, António Santos – *Caracterização de argamassas de reboco e guarnecimentos de edifícios da Praça do Rossio*. Lisboa : LNEC, 2001. (Nota Técnica n.º 88/2001-DMC).

SILVA, António Santos – *Caracterização de argamassas antigas – casos paradigmáticos*. Lisboa : LNEC, 2002. p. 87-101. (Cadernos Edifícios 02 – Revestimentos de paredes em edifícios antigos). ISBN: 972-48-1929-3.

SILVA, António Santos; PAIVA, M.; RICARDO, J.; SALTA, M.; MONTEIRO, A. M.; CANDEIAS, A. E. – *Characterisation of roman mortars from the archaeological site of Tróia (Portugal)*. In the III International Materials Symposium Materiais 2005 and XII Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais – SPM, Aveiro, Portugal, 20-23 March 2005. Switzerland : Trans Tech Publications, 2006. (Materials Science Forum; Vols 514-516). ISSN: 0-87849-402-2. p. 1643-1647.

SILVA, Maria Angélica; TAVARES, Martha – *Discussing the integrated urban conservation of the image of the historical city of Penedo: patrimony, landscape, cultural tourism and sustainability*. [CD Rom]. In 4th International Seminar on Urban Conservation. Interfaces in integrated urban conservation: Bridging between disciplines and cooperative action, Recife, Brazil, 23-25 November 2004. Organized by CECI.

SEGURADO, João Emílio – *Acabamentos de Construção*. 5.^a ed. Lisboa : Bertrand, 1939.

SERRANO, Elisa – *Un mortero de inyección de produtos naturales para la conservación de pinturas murales*. In Seminario Internacional sobre Consolidación de Pinturas Murales, Aguilar de Campoo (Palencia), 19 a 20 de Agosto de 1998. Aguilar de Campoo : Fundación Santa Maria La Real, 1998. (Técnicas de Consolidación en Pintura Mural). ISBN: 9788489483071. p. 77-94.

SOUSA, Antonieta Vera de – *Património – A evolução do conceito de património e das normas legais*. 2004. [Em linha]. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.adepa-alcobaça.org.

SOUSA, Vítor; BRITO, Jorge de – *Rebocos tradicionais principais causas de degradação. Engenharia Civil*. Lisboa : IST. n.º 23 (2005), p. 1-15.

SCARZELLA, Paolo; GASPARELI, Paolo – *Available technological systems for painting, repainting, and plaster integration of historical buildings. Duration, Compatibility and use Limits*. In International Symposium on “Dealing with Defects in Building”, Varenna, Italy, 28-30 Setembro 1994. (Dealing with Defects in Building; Vol. 2). p. 688-698.

SCARZELLA, Paolo; TRIVELLA, Livio; GASPAROLI, Paolo – *Riferimenti tecnologici per il progetto delle ricoloriture murali degli edifici storici: dati coloristici, mezzi disponibili, indicazioni sperimentali di compatibilità e durabilità*. In VI Convegno di Studi, Bressanone, Italy, 26-29 giugno 1990. Coord. G. Biscontin, S. Volpin [et al.]. Padova : Ed. Libreria Progetto, 1990. (Scienza e Beni Culturali – Superfici dell’architettura: le Finiture). p.317-324.

SCARZELLA, Paolo – *Traditional “earth pigments and lime” Wall painting. Today’s problems on repainting in historical buildings*. Comunicação ao Seminário sobre “A Cor e Conservação de Superfícies Arquitectónicas”, Lisboa, LNEC, 2-3 Dezembro 1999b. Papers, p. 5-14.

TABASSO, Marisa Laurenzi – *Acrylic polymers for the conservation of stone: advantages and drawbacks*. *APT Bulletin* – Preservation of Historic Masonry. Vol. 26, No. 4, (1995) p. 17-21.

TABASSO, Marisa Laurenzi – *Dalle prove di Laboratorio all’applicazione in cantiere: I materiali lapidei*. In Congresso internazionale, Villa Gualino, Torino, 13-15 Febbraio 2002. Torino : Il Prato, 2002. (I Silicati nella conservazione. Indagini, esperienze e valutazioni per il consolidamento dei manufatti storici). ISBN: 88-88177-10-8. p. 103-109.

TAGLIASACCHI, Germano – *Colore e ambiente. Sikkens nel restauro*. Turin : AKSO, 1984.

TAVARES, Martha Lins – *O Chalé da Condessa de Edla, um caso de decoração parietal de edifícios*. Lisboa : Universidade Lusíada, 1996. Texto policopiado. Trabalho apresentado na disciplina História e Tecnologia das Artes Decorativas no Mestrado em História da Arte. Texto policopiado.

TAVARES, Martha Lins – *A rua do Bom Jesus no Bairro do Recife – Um estudo sobre o uso da cor nas fachadas de edifícios históricos*. Vol. I e II. Universidade Lusíada : Lisboa, 1998. Tese de Mestrado em História da Arte.

TAVARES, Martha Lins, VALVERDE, Isabel – *A Cor na imagem urbana portuguesa*, Lisboa : Estar, 2000.

TAVARES, Martha Lins; GONÇALVES, Teresa Diaz; AGUIAR, José – *Estudos cromáticos de edifícios antigos. Experimentação de caiações para paramentos exteriores*. Lisboa : LNEC, 2002a. (Relatório 314/02-NA).

TAVARES, Martha Lins; VEIGA, M. Rosário; EUSÉBIO, M. Isabel – *Uma solução actual para acabamento de paramentos exteriores de edifícios antigos: as tintas de silicatos*. Lisboa : LNEC, 2002b. (Relatório 311/02-NA).

TAVARES, Martha Lins – *Revestimentos por pintura para edifícios antigos: um estudo experimental sobre as caiações e as tintas de silicatos*. Lisboa : LNEC, 2002c. p. 139-151. (Cadernos Edifícios 02 – Revestimentos de paredes em edifícios antigos). ISBN: 972-48-1929-3.

TAVARES, Martha Lins – *A importância da cor na imagem de um bairro histórico*. Comunicação ao V Encontro sobre Património – Cidade Revelada, Itajaí, Brasil, 12-14 Setembro 2002. Itajaí : Fundação Cultural de Itajaí, 2002d.

TAVARES, Martha Lins; MAGALHÃES, Ana Cristian; VEIGA M. Rosário; AGUIAR, José – *Análisis previo del estado de conservación de revestimientos antiguos. El diagnóstico a través de ensayos in situ y de laboratorio. Algunos casos de estudio*. Comunicação ao VII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico Y Edificación, Lanzarote, España, 11-16 Julho 2004. Lanzarote : CICOP España, 2004.

TAVARES, Martha Lins; VEIGA, Rosário; CRISTIAN, Ana; AGUIAR, J. – *Relatório preliminar sobre os revestimentos interiores da Sé de Évora*. Lisboa : LNEC, 2005a. (Relatório 272/ 05-NRI).

TAVARES, Martha Lins; RODRIGUES, Madalena; LLERA, Fátima – *Metodologia de estudo desenvolvida para a elaboração do diagnóstico do estado de conservação dos elementos pétreos e revestimentos e proposta de intervenção do Mosteiro de Santa Cruz em Coimbra*. Comunicação

ao 4.º Encontro do IPCR – Instituto Português de Conservação e Restauro, Univesidade Lusíada, Lisboa, 24-25 Novembro 2005. Lisboa : IPCR, 2005b. Conference papers, p. 2-8.

TAVARES, Martha Lins; MAGALHÃES, Ana; VEIGA, M. Rosário; AGUIAR, J. – *Métodos de diagnóstico para revestimientos de edificios antiguos. Importancia y aplicabilidad de los ensaios in situ*. PH. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. – Especial Cráterios. Sevilla : Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. ISSN: 1136-1867. Año XIII, n.º 53 (Abril 2005c), p. 11-17.

TAVARES, Martha Lins; VEIGA, Rosário – *Revestimentos exteriores de paredes do Pavilhão de segurança do Hospital Miguel Bombarda – Identificação de camadas e estudo cromático*. Lisboa : LNEC, 2006. (Relatório 13/06-NRI).

TAVARES, Martha Lins; FRAGATA, Ana; VEIGA, M. Rosário – *A consolidação da falta de aderência de rebocos antigos – um estudo com diferentes argamassas para grouting*. Comunicação ao 2.º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, FIL, Lisboa, 22-23 Novembro 2007. Lisboa : APFAC, 2007.

TAVARES, Martha Lins; MAGALHÃES, Ana; VEIGA, M. Rosário; VELOSA, Ana; AGUIAR, José – *Repair mortars for a maritime fortress of the XVII th century*. [Em linha]. In 1st International Conference MEDACHS 08 – Construction Heritage in Coastal and Marine Environments: Damage, Diagnostic, Maintenance and Rehabilitation, Lisboa, Portugal, 28-30 January 2008. Lisboa : LNEC, 2008. 9 p. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt:conservarcal.lnec.pt/pdfs/Medachs-Forte%20SMarta%20FINAL.pdf.

TELLES, Liberato – *A decoração na construção Civil*. Tomo I: pintura simples. Lisboa : Typographia do Commercio, 1898. 233 p.

TEUTONICO, J. M.; MCCAIG, I.; BURNS, C.; ASHURST, J. – *The smeaton project: factors affecting the properties of lime-based mortars*. APT Bulletin. Springfield : Association for Preservation Technology. Vol. 25, n.º 3-4 (1993), p. 32-49.

TEUTÓNICO, Jeanne Marie – *ARC – a laboratory manual for architectural conservators*. [Em linha]. Rome : ICCROM, 1988. ISBN 92-9077.083-X. 168 p. [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.iccrom.org/pdf/ICCROM_11_LabManual_en.pdf.

TIANO, P.; BIAGIOTTI, L.; MASTROMEI, G. – *Bacterial bio-mediated calcite precipitation for monumental stones conservation: methods of evaluation*. Journal of microbiol methods. London : Elsevier Science. Vo. 36, n.º 1-2 (1999), p.139-145.

TIANO, Piero – *Biodegradation of cultural heritage: decay mechanisms and control*. *Methods*. [Em linha]. In Workshop ARIADNE 9 – Historic materials and their diagnostics,

4-10 February 2002. [Consult. Abr. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.arcchip.cz/w09/w09_tiano.pdf.

TIRELO, Regina A. – *A arqueologia da arquitectura: um modo de entender e conservar edifícios*. In Revista do Centro de Preservação Cultural da Universidade de São Paulo. São Paulo : CPC. Vol. 2, n.º 3 (2006), p. 145-165.

TOMÉ, Miguel – *Património e restauro em Portugal (1920-1995)*. 1.ª ed. Porto : FAUP, 2002. ISBN: 972-9483-54-X. 494 p.

TONIOLO, Lúcia.; COLOMBO, C.; BRUNI, S.; FERMO, P.; CASOLI, A; PALLA, G.; BIANCHI C. L. – *Gilded stuccoes of the italian barroque*. Studies Conservation. London : IIC. N.º 43 (1988), p. 201-208.

TONIOLO, Lúcia; PARADISI, A; GOIDANICH, S; CARNELLI, D.; PENNATI; G. – *Surface consolidation of ancient plaster: the problem of the efficacy evaluation*. In International Symposium “Stone Consolidation in Cultural Heritage. Research and practice”, Lisboa, Portugal, 6-7 Maio 2008. Lisboa : LNEC, 2008. Conference papers, p. 251-258.

TORRACA, Giorgio – *Porous building materials: materials science for architectural conservation*. 2.ª ed. Rome : ICCROM, 1982. 145 p.

TORRACA, Giorgio – *Problemi de conservazione delle superfici murarie esterne*. In VI Convegno di Studi, Bressanone, Italy, 26-29 giugno 1990. Coord. G. Biscontin, S. Volpin [et al.]. Padova : Ed. Libreria Progetto, 1990. (Scienza e Beni Culturali – Superfici dell'architettura: le Finiture). p. 14-19.

TORAYA, Juan das Cuevas – *A era do cimento*. [Em linha]. In Un siglo de Cemento en Latinoamérica; Capítulo. Mexico : Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto – IMCYC, 1999. portalVitruvius – Arquitextos 028, setembro de 2002. ISSN: 1809-6298 [Consult. Nov. 2007]. Disponível em WWW:<URL: http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq028/arq028_01.asp.

TRAMPEDACH, Kirsten – *Introduction to danish wall paintings – conservation ethics and methods of treatment*. [Em linha]. National Museum of Denmark – Conservation Department. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:http://www.natmus.dk/cons/walls/chrchpnt.htm.

UEMOTO, Kai Loh – *Pintura à base de cal*. São Paulo : Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1993.

VADSTRUP, Søren – *20 recipes for traditional paint types. Repair of Masonry and Plaster. Lime-wash on Masonry*. In Guide 12: Technical Instructions for Restoration Works. Lyngby : Raadvad Centeret, 1999. ISBN: 87-90915-13-5. 52 p.

VÁLEK, Jan – *Compatibility of new mortars with historic masonry, mortars, renders and plasters*. [Em linha]. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:hppt://www.itam.cas.cz/static-presentation.

VASARI, Giorgio – *Le vite de' piú eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da cimabue insino a' tempi nostril*. Edizioni Gintina Torentiniare, 1999. ISBN: 880612787X.

VASCONCELOS, Flório de – *Três estuques anteriores ao barroco*. Museu, Porto. 1961, 2.ª série, n.º 3.

VIEIRA, Eduarda M.ª Martins M. da Silva – *Técnicas tradicionais de fingidos e de estuques no norte de Portugal. Contributo para o seu estudo e conservação*. Évora : Universidade de Évora, 2002. Tese de Mestrado.

VILLANUEVA, Luís de Domínguez – *Patologia de guarnecidos y revocos*. In VVAA – Tratado de Rehabilitacion. Tomo 4: Patologia y técnicas de intervención: Fachadas y cubiertas. Madrid : Ed. Munilla-Ilería, 1999. ISBN: 8489150265. p. 273-289.

VILLEGAS, Rosário – *Metodologia para la evaluacion y estudio previo de tratamientos*. Sevilla : Instituto Andaluz del Património Histórico, 2003. p.194-205. (Cuadernos Técnicos – Metodologia de diagnóstico y evaluación de tratamientos para la conservación de los edificios históricos). ISBN: 84-8266-370-4.

VITRÚVIO, M. Polión – *Tratado de arquitectura*. Trad. Justino Maciel. Lisboa : IST Press, 2006. ISBN: 972-8469-43-8.

VEIGA, M. Rosário – *Parecer sobre a reabilitação do Moinho das Mourisca*. Lisboa : LNEC, 1991. (Relatório 9/91-NCct).

VEIGA, M. Rosário – *Parecer sobre intervenções no Moinho de Maré de Corroios*. Lisboa : LNEC, 1993. (Relatório 261/93-NCct).

VEIGA, M. do Rosário [et al.] – *Curso de especialização sobre revestimentos de paredes*. Lisboa : LNEC, 1996.

VEIGA, M. Rosário; CARVALHO, Fernanda – *Some performance characteristics of lime mortars for use on rendering and repointing of ancient buildings*. 5th International Masonry Conference. Londres, October 1998. Lisboa : LNEC, 1998. 14 p. (Comunicações, COM 15). ISBN: 978-972-49-1763-4.

VEIGA, M. Rosário – *Abordagem à renovação de revestimentos com base em cal: requisitos, critérios de selecção e casos de estudo*. Comunicação ao Seminário “Cor e Conservação de superfícies Arquitectónicas”, Lisboa, Dezembro de 1999.

VEIGA, M. Rosário – *Comportamento de argamassas de revestimento de paredes. Contribuição para o estudo da sua resistência à fendilhação*. Lisboa : LNEC, 2001. 552 p. (Teses e Programas de investigação; TPI 12). ISBN: 978-972-49-1757-3.

VEIGA, M. Rosário; TAVARES, Martha – *Características das paredes antigas. Requisitos dos revestimentos por pintura*. Actas do Encontro “A indústria das tintas no início do século XXI”. Lisboa, APTETI, Outubro de 2002a.

VEIGA, M. Rosário; CARVALHO, Fernanda – *Argamassa de rebocos para paredes de edifícios antigos: requisitos e características a respeitar*. Lisboa : LNEC, 2002b. p. 39-56 (Cadernos Edifícios 02 – Revestimentos de paredes em edifícios antigos). ISBN: 872-49-1929-3.

VEIGA, M. Rosário; AGUIAR, José – *Definições de estratégia de intervenção em revestimentos de edifícios antigos*. Comunicação ao PATORREB 2003 – 1.º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 18-19 Março 2003c. Porto : FEUP, 2003a.

VEIGA, M. Rosário – *As argamassas na conservação*. Comunicação às 1.ªs Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro sobre “Avaliação e Reabilitação das Construções existentes”, Aveiro, 26 Novembro de 2003b. Lisboa : LNEC, 2005. 26 p. (Comunicações; COM 103). ISBN: 978-972-49-1991-1

VEIGA, M. Rosário – *Argamassas para revestimento de paredes de edifícios antigos. Características e campo de aplicação de algumas formulações correntes*. Comunicação ao 3.º ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, Lisboa, 26-30 Maio 2003. Lisboa : LNEC, 2003c. (3.º ENCORE; Vol. 2: Tema II – Património Urbano: Estratégias e Metodologia de Intervenção). ISBN: 972-49-1960-9. p. 927-934.

VEIGA, M. Rosário; AGUIAR, José; SILVA, A. Santos; CARVALHO, Fernanda – *Conservação e renovação de revestimentos de paredes de edifícios antigos*. Lisboa : LNEC, 2004. 138 p. (Colecção Edifícios; CED 9). ISBN: 978-972-49-2009-2.

VEIGA, M. Rosário – *Comportamento de rebocos para edifícios antigos: Exigências gerais e requisitos específicos para edifícios antigos*. [Em linha]. Comunicação ao Seminário “Sais solúveis em argamassas de edifícios antigos”, LNEC, Lisboa, 14-15 Fevereiro 2005. Lisboa : LNEC, 2005. 13 p. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:http://mestrado-reabilitacao.fa.utl.pt/disciplinas/jbastos/Rveiga9-Sais%20soluveis.pdf

VEIGA, Rosário; TAVARES, Martha; Magalhães, Ana C.; SILVA, A. Santos; Rodrigues, F.; BAIÃO, M.; LOPES, J. Grandão; Nunes, Lia – *Reparação das fachadas de marmorite do Edifício Principal do LNEC – acções de apoio às especificações de caderno de encargos*. Lisboa : LNEC, 2006a. (Relatório 262/06-NRI).

VEIGA, M. Rosário – *Os revestimentos antigos e a identidade dos edifícios*. [Em linha]. *Arquitectura Ibérica: Reabilitação*. N.º 12 (2006b), p. 36-45. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:http://conservarcal.lnec.pt/pdfs/RV_ArqIber.pdf.

VEIGA, M. Rosário – *Intervenções em revestimentos antigos: conservar, substituir ou ... destruir*. [Em linha]. Comunicação ao PATORREB 2006 – 2.º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 20-21 de Março 2006. Porto : FEUP, 2006c. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:http://conservarcal.lnec.pt/pdfs/RV-Patorreb_2006.pdf.

VEIGA, M. Rosário; SILVA, Santo A.; TAVARES, Martha; MAGALHÃES, Ana – *Conservação e restauro das fachadas de um edifício na Av. Álvares Cabral, em Lisboa*. Lisboa : LNEC, 2007a. (Relatório 42/07-NRI).

VEIGA, M. Rosário; TAVARES M.; MAGALHÃES, A. – *Conservação dos revestimentos interiores da Sé de Évora diagnóstico e recomendações*. Lisboa : LNEC, 2007b. (Relatório 233/07-NRI).

VEIGA, M. do Rosário – *Conservação e reparação de revestimentos de paredes de edifícios antigos – Métodos e materiais*. Lisboa : LNEC, 2007c. Programa de Investigação e Programa de Pós graduação apresentados para a obtenção do título de Habilitação para o Exercício de Funções de Coordenação de Investigação Científica.

VEIGA, Rosário – *Revestimentos de paredes em edifícios antigos*. [Em linha]. Comunicação ao Seminário Univer(s)cidades – desafios e propostas da candidatura, Universidade de Coimbra, Coimbra, 29-30 Novembro 2007d. 34 slides. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:http://conservarcal.lnec.pt/pdfs/RV_Coimbra_Universidades.pdf.

VEIGA, M. Rosário; FRAGATA, Ana; VELOSA, A.; MAGALHÃES Ana C.; MARGALHA, G. – *Air lime based mortars: discussion of their viability to be used as substitution renders in historical buildings*. [CD ROM]. In Internacional Conference HMC 08 –2008: Characterization, Diagnosis, Repair and Compatibility, Lisbon, Portugal 24-26 Setembro 2008. Lisboa : LNEC, 2008.

VELOSA, Ana; VEIGA, M. Rosário – *Uso de pozolanas como adições em argamassa de cal para reabilitação de edifícios antigos*. Lisboa : LNEC, 2002a. (Relatório 02/02-NCct).

VELOSA, A; VEIGA, M. Rosário – *Use of additivated lime mortars for old building rehabilitation. adapted testing methods*. In International Conference on Durability of Building Materials and Components (9 DBMC), Brisbane, Australia, 17-20 March 2002b.

VELOSA, A; VEIGA, M. Rosário – *Pozzolanic materials – evolution of mechanical properties*. In International Building Lime Symposium, Orlando, Florida, 9 -11 March 2005. Lisboa : LNEC, 2005. Publicações em actas de encontros científicos.

VELOSA, Ana – *Argamassas de cal com pozolanas para revestimentos de paredes antigas*. Aveiro : Universidade de Aveiro, 2006. Tese de Doutoramento.

VELOSA, Ana; COROADO, J.; VEIGA, M. Rosário; ROCHA, F. – *Characterization of roman mortars from Conímbriga with respect to their repair*. Materials Characterization. (2007a), p.1-9.

VELOSA, A. VEIGA, R. – *Lime-metakaolin mortars – properties and applications*. In Portugal SB07 – Sustainable Construction, Materials and Practices – Challenge of the Industry for the New Millennium, Lisbon, Portugal, 12-14 September 2007. Lisboa : LNEC, 2007b. 6 p. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:http://conservarcal.lnec.pt/pdfs/UIW06.pdf.

WHEELER, George – *Alkoxysilanes and the consolidation of stone: where we are now*. In International Symposium “Stone Consolidation in Cultural Heritage. Research and practice”, Lisboa, Portugal, 6-7 Maio 2008. Lisboa : LNEC, 2008. Conference papers, p. 41-51.

WITTE, E. de; FLORQUIN, S.; LANDRIE, M. Goessens – *L’Influence de la modification dès dispersion sur les propriétés dès films*. In X.^{ème} Congrès International, Institut International de. Conservation des Oeuvres Historiques et Artistiques, Paris, 2-7 Setembro 1984. London : IIC Works, 1984. (Adhesives and Consolidants). p. 29-40.

WONG, Kelly H. – *Assessment of the grout used for the structural stabilization of the early phrygian citadel gate at gordion*. Turkey : University of Pennsylvania, 2006. Tese de Doutoramento.

ZAJADACZ, Karina – *Grouting of architectural surfaces – the challenge of testing*. [Em linha]. In International Seminar Theory and Practice in Conservation – A Tribute to Cesare Brandi, Lisboa, LNEC, 4-5 Maio 2006. Lisboa : LNEC, 2006. Conference papers, p. 509-516. [Consult. Set. 2008]. Disponível em WWW:<URL:http://www.icvbc.cnr.it/drilling/publications/Lizbon_articlecc.pdf.

ZERBINATTI, Marco – *Il restauro de manufatti pietra artificiale:messa a punto e sperimentazione di sistemi compatibili di pulitura, stuccatura, risarcimento*. Comunicação ao 3.º ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, Lisboa, 26-30 Maio 2003. Lisboa : LNEC, 2003. (3.º ENCORE; Vol. 2: Tema III – Parque Edificado Recente), ISBN: 972-49-1960-9. p. 1253 - 1262

ZOGLAMI, KARIMA – *Las areniscas miocénicas de la formación fortuna utilizadas en la construcción del acueducto romano de Zaghuan-Cartago*. Barcelona : Universidade Autonoma de Barcelona, 2003. Tese de Doutorado.

NORMAS

ASTM C404-03 – *Standard specification for aggregates for masonry Grout*. Washington : ASTM. 2 p.

ASTM C476-02 – *Standard specification for grout for masonry*. Washington : ASTM. 3 p.

ASTM C1019-03 – *Standard test method for sampling and testing grout*. Washington : ASTM. 5 p.
ASTM C1180-03ae1 – *Standard terminology of mortar and grout for unit masonry*. Washington : ASTM. 2 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT (CSTB) – *Certification CSTB des enduits monocouches d'imperméabilisation. Modalités d'essais*. Paris : CSTB. (Cahiers du CSTB; Livraison 341, Cahier 2669-4, juillet-août 1993).

NP EN ISO 4618-2: 2002 – *Tintas e vernizes – Termos e definições para produtos de pintura. Parte 2: Termos específicos relativos às características e propriedades dos produtos de pintura*. Monte da Caparica : IPQ. 16 p.

