



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS  
Núcleo de Revestimentos e Isolamentos

Proc. 0803/11/17793

# **REGRAS PARA A CONCESSÃO DE UM DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO A REDES DE FIBRA DE VIDRO PARA REFORÇO DE REVESTIMENTOS DE PAREDES**

Lisboa • julho de 2013

**I&D** EDIFÍCIOS

**RELATÓRIO 260/2013 – DED/NRI**



# **REGRAS PARA A CONCESSÃO DE UM DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO A REDES DE FIBRA DE VIDRO PARA REFORÇO DE REVESTIMENTOS DE PAREDES**

## **RESUMO**

Os revestimentos de paredes, nas suas condições normais de funcionamento, estão frequentemente sujeitos a tensões, durante a sua vida útil, devido a amplitudes térmicas, ao aumento de cargas das construções e a variações de sobrecargas, que geram tensões de tração ou de compressão. A utilização de redes de fibras de vidro é uma opção para melhorar o comportamento destes revestimentos.

Os estudos de concessão de Documentos de Homologação de redes de fibra de vidro para reforço de revestimentos de paredes destinam-se a comprovar a adequabilidade ao uso em revestimentos de paredes. A apreciação de redes de fibra de vidro relativamente ao seu comportamento e desempenho é efetuada com base no CUAP 04.04/55 e em normas internacionais ISO sempre que aplicáveis.

No presente Relatório apresentam-se os objetivos dos estudos de concessão de DH para redes de fibra de vidro para revestimentos de paredes, descreve-se a organização destes estudos no LNEC e referem-se as ações realizadas e os critérios aplicados na avaliação deste tipo de sistemas.

## **RULES FOR THE APPROVAL OF AN AGREEMENT OF GLASS FIBRE NETS FOR WALL RENDERS**

## **RÈGLES POUR OBTENIR L'AUTORISATION DE L'AGRÉMENT DES TREILLIS EN FIBRE DE VERRE POUR REVÊMENTS DE MUR**



# REGRAS PARA A CONCESSÃO DE UM DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO A REDES DE FIBRA DE VIDRO PARA REFORÇO DE REVESTIMENTOS DE PAREDES

## ÍNDICE DE TEXTO

	PÁG
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS DO ESTUDO DE CONCESSÃO DE DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO .....	3
3 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO DE CONCESSÃO DO DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO .....	4
3.1 GENERALIDADES .....	4
3.2 FASE PRELIMINAR DO ESTUDO.....	5
3.3 1ª FASE DO ESTUDO .....	6
3.3.1 VISITA À FÁBRICA.....	6
3.3.1.1 VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE FABRICO .....	6
3.3.1.2 REQUISITOS MÍNIMOS PARA O CONTROLO INTERNO DA QUALIDADE .....	6
3.3.1.3 SELEÇÃO DE AMOSTRAS PARA ENSAIO .....	8
3.3.2 ANÁLISE EXPERIMENTAL.....	9
3.3.2.1 ENSAIOS A REALIZAR.....	9
3.3.2.2 MÉTODOS DE ENSAIO .....	10
3.3.3 CRITÉRIOS DE APRECIAÇÃO.....	13
3.3.4 APRECIAÇÃO PRELIMINAR DO REVESTIMENTO .....	16
3.4 2ª FASE DO ESTUDO .....	16
3.4.1 AÇÕES A REALIZAR .....	16
3.4.2 VISITAS A OBRAS .....	17
3.4.3 ELABORAÇÃO E EDIÇÃO DO DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO.....	17

4 CONCLUSÕES.....	18
BIBLIOGRAFIA .....	20
ANEXO I – FICHAS DE ENSAIO .....	I.1

### ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
FIG. 1 - DETERMINAÇÃO DA MASSA POR UNIDADE DE SUPERFÍCIE.....	14
FIG. 2 – ENSAIO DE TRAÇÃO .....	14

### ÍNDICE DE QUADROS

	PÁG.
QUADRO 1 – ENSAIOS A REALIZAR NO ÂMBITO DO CONTROLO DA PRODUÇÃO EM FÁBRICA DE REDES DE FIBRA DE VIDRO PARA REFORÇO DE REVESTIMENTOS DE PAREDES .....	8
QUADRO 2 – CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICAÇÃO DAS REDES DE FIBRA DE VIDRO PARA REFORÇO DE REVESTIMENTOS DE PAREDES .....	9
QUADRO 3 – CARACTERÍSTICAS E COMPORTAMENTO DAS REDES DE FIBRA DE VIDRO PARA REFORÇO DE REVESTIMENTOS DE PAREDES .....	10
QUADRO 4 - EXIGÊNCIAS DAS REDES DE FIBRA DE VIDRO PARA O REFORÇO DE REVESTIMENTOS DE PAREDES .....	15

## **REGRAS PARA A CONCESSÃO DE UM DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO A REDES DE FIBRA DE VIDRO PARA REFORÇO DE REVESTIMENTOS DE PAREDES**

### **1 – INTRODUÇÃO**

Em 1951, foi publicado o Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), o qual, no seu art.º 17.º, estabelecia que a aplicação de novos materiais ou processos de construção para os quais não existissem especificações oficiais nem suficiente prática de utilização seria condicionada ao prévio parecer do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

A publicação do Decreto-Lei n.º 50/2008, de 19 de março, veio alterar o art.º 17.º do RGEU. Assim, de acordo com este Decreto-Lei, são abrangidos pela homologação do LNEC os produtos e sistemas de construção utilizados em edificações urbanas – quando relevantes para a satisfação das exigências essenciais referidas no n.º 1 do art.º 17.º do RGEU, com a atual redação dada pelo referido Decreto-Lei, desde que:

- não sejam cobertos por Normas Portuguesas ou por Normas Europeias adotadas em Portugal;
- não sejam objeto de uma Aprovação Técnica Europeia;
- não sejam objeto de certificação obrigatória;

sendo a homologação dispensada quando se verificarem os pressupostos referidos no n.º 5 do art.º 17.º do RGEU, com a atual redação do referido Decreto-Lei.

Um Documento de Homologação de um produto inclui normalmente, para além da Decisão de Homologação, uma descrição geral, a enumeração das suas características, o campo de aplicação, a apreciação – efetuada tendo em conta os resultados dos ensaios realizados e as observações decorrentes de visitas às instalações de fabrico, a obras em curso e a construções em uso –, regras para os seus armazenamento, transporte e aplicação em obra, e as características e respetivas tolerâncias a avaliar no âmbito da realização de eventuais ensaios de receção.

A apreciação do comportamento e desempenho das redes de fibra de vidro é efetuada com base no CUAP 04.04/55 [1], em normas internacionais ISO sempre que aplicáveis [2, 3, 4, 5 e 6], no ETAG 004 quando aplicável [7] e em estudos de investigação realizados pelo LNEC [8, 9].

No presente Relatório apresentam-se os objetivos dos estudos de concessão de DH para redes de fibra de vidro para revestimentos de paredes, descreve-se a organização destes estudos no LNEC e referem-se as ações realizadas e os critérios aplicados na avaliação deste tipo de sistemas.

Em anexo (Anexo I) apresentam-se Fichas de Ensaio de alguns dos ensaios a realizar.



## **2 – OBJETIVOS DO ESTUDO DE CONCESSÃO DE DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO**

Os revestimentos de paredes, nas suas condições normais de funcionamento, estão frequentemente sujeitos a tensões, durante a sua vida útil, devido a amplitudes térmicas, ao aumento de cargas das construções e a variações de sobrecargas, que geram tensões de tração ou de compressão. A utilização de redes de fibras, incorporadas entre duas demãos, é um dos processos usados para melhorar o comportamento deste tipo de revestimentos.

De um modo geral o objetivo da sua aplicação em revestimentos de paredes é melhorar o seu comportamento face à fendilhação e ao choque. O revestimento com armadura tem uma energia de rotura superior, resistindo melhor às tensões de tração e tem maior tenacidade, ou seja, absorve mais energia quando solicitado ao choque [8].

Estas redes podem ser aplicadas em toda a área do revestimento, ou em áreas localizadas, que possam ser mais suscetíveis à fendilhação ou ao choque [8].

Em geral, as redes são constituídas por fibra de vidro tecida segundo o processo designado por “meia-volta” ou “gaze de volta” – ou seja, com os fios da teia e da trama solidarizados por entrelaçamento, seguido de torção – e recebem, na fase final do processo de fabrico, uma proteção contra o ataque dos álcalis que consiste num revestimento de resina. Há ainda outras redes que são fabricadas com fios de vidro incorporando zircónio, o que lhes confere resistência aos álcalis sem necessidade de tratamento posterior [8].

## **3 – ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO DE CONCESSÃO DO DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO**

### **3.1 – Generalidades**

O processo de concessão de um Documento de Homologação de redes fibra de vidro tem início com uma Fase Preliminar de avaliação da viabilidade de realização do estudo, que consiste na análise da documentação enviada ao LNEC pela empresa produtora, de modo a verificar se estão reunidas as condições básicas para efetuar o estudo. Esta análise permitirá decidir se é possível desenvolver o estudo, ou se, pelo contrário, será necessário solicitar à empresa informações adicionais, ou a introdução de melhoramentos nos aspetos do seu funcionamento que condicionam a constância da qualidade do produto, nomeadamente no que se refere à definição do processo de fabrico, ao planeamento do controlo interno da produção e aos recursos humanos necessários às tarefas técnicas.

Se os dados recebidos forem considerados suficientes, será elaborado um Plano de Trabalhos do estudo a desenvolver.

No Plano de Trabalhos são definidas, além da Fase Preliminar que se acabou de referir e que passará então a estar incluída no estudo, mais duas Fases, que compreenderão as ações a realizar até à decisão de concessão do Documento de Homologação e, se essa decisão for positiva, a elaboração e emissão desse Documento.

Assim, o estudo para a concessão de um Documento de Homologação a redes de fibra de vidro integra uma sequência de ações, divididas em 3 fases:

#### **Fase Preliminar**

- avaliação da viabilidade de concessão do Documento de Homologação, com base na análise da documentação técnica relativa aos produtos, às condições de fabrico e ao controlo interno da qualidade.

#### **1ª Fase**

- elaboração do Plano de Trabalhos do estudo e sua aceitação pela empresa;
- visita à fábrica para verificação das condições de fabrico e de controlo interno da qualidade e marcação de amostras para ensaio;
- realização de ensaios em laboratório para identificação e caracterização das redes e para avaliação do seu comportamento, quando incorporadas em revestimentos

dos tipos abrangidos no seu campo de aplicação; faz-se notar que os ensaios podem ser realizados, no todo ou em parte, num laboratório de ensaios não pertencente ao LNEC, desde que se comprove tratar-se de laboratório exterior à empresa, isento e credível e que se verifique terem sido cumpridas as regras exigidas no presente Relatório, no que diz respeito a amostragem, a técnicas de ensaio e a registo dos resultados; neste caso, deve ser disponibilizada ao LNEC toda a informação requerida;

- apreciação preliminar das redes, com base nos resultados das ações precedentes.

## **2ª Fase**

- visitas a obras em curso com as redes incorporadas em revestimentos de paredes e a obras já executadas e em uso, caso existam;
- elaboração do Documento de Homologação do LNEC;
- aprovação do Documento de Homologação pela Comissão de Coordenação da Apreciação Técnica de Produtos de Construção (CCATPC) do LNEC;
- publicação e divulgação do Documento de Homologação (DH);
- compilação do estudo realizado e apreciação final dos resultados sob a forma de um Relatório do LNEC.

Nos itens seguintes descreve-se, sucintamente, o conteúdo das ações de cada uma das Fases referidas.

### **3.2 – Fase Preliminar do estudo**

Será executada uma análise detalhada de toda a documentação enviada ao LNEC pela empresa.

No caso de eventuais lacunas ou ambiguidades de informação, estas serão comunicadas à empresa de modo a serem eliminadas.

Se se verificarem falhas no processo de produção ou na organização do controlo interno da produção ou ainda insuficiência de qualificação do pessoal afeto ao controlo interno da produção e se se concluir que as deficiências detetadas são suscetíveis de afetar a confiança na constância de qualidade do produto, dar-se-á conhecimento desse facto à

empresa que será avisada de que o estudo não poderá ter continuidade até que sejam colmatadas as referidas deficiências.

A empresa deverá contar com pelo menos um técnico com formação superior adequada, o qual deve coordenar o sistema de controlo da qualidade e deve estar disponível para prestar ao LNEC todas as informações solicitadas.

### **3.3 – 1ª Fase do estudo**

#### **3.3.1 – *Visita à fábrica***

##### *3.3.1.1 – Verificação das condições de fabrico*

Serão efetuadas visitas às instalações de fabrico do revestimento de modo a analisar as condições técnicas de instalação e produção e avaliar a capacidade e a qualidade da produção.

O processo de fabrico e a organização do trabalho deve garantir a constância de características.

É dado um especial relevo às providências tomadas para o controlo interno da qualidade nas diversas fases do processo de fabrico. Devem estar previstos procedimentos para aceitação ou rejeição das matérias-primas e para aceitação, reaproveitamento ou rejeição dos produtos acabados. Os produtos rejeitados devem ter uma localização definida e devem estar claramente assinalados.

##### *3.3.1.2 – Requisitos mínimos para o controlo interno da qualidade*

As instalações de fabrico devem estar apetrechadas com um laboratório que permita a realização de um determinado número de ensaios, visando a verificação da constância do fabrico e das características do produto.

O controlo da qualidade deverá incidir não apenas sobre o produto final mas também sobre as matérias-primas utilizadas. No caso do controlo sobre as matérias-primas, este poderá ficar a cargo das empresas fornecedoras, desde que estas, juntamente com cada fornecimento, facultem os resultados do respetivo controlo interno da qualidade; os referidos resultados devem ser analisados cuidadosamente antes de os produtos serem aceites ou rejeitados e devem ser arquivados.

Para as redes de fibra de vidro deverá, pelo menos, ser realizado um conjunto de ensaios que permita a verificação da constância da malha tecida (dimensões, forma, fio e massa) e da proteção antialcalina (natureza e quantidade aplicada). No quadro 1 apresenta-se um conjunto de ensaios mínimos a realizar com aquele objetivo.

A realização destes ensaios deve obedecer a uma periodicidade mínima, tal como apresentada no quadro referido.

Faz-se notar que este conjunto de ensaios representa o que se considera um mínimo exigível a todos os produtos deste tipo, podendo portanto ser realizados mais ensaios.

Alguns destes ensaios poderão eventualmente ser substituídos por outros, desde que esses possam igualmente assegurar a verificação da manutenção da qualidade, de fabrico e final, do produto.

**Quadro 1 – Ensaio a realizar no âmbito do controlo da produção em fábrica de redes de fibra de vidro para reforço de revestimentos de paredes**

Controlo interno da qualidade	Material controlado	Ensaio	Periodicidade da recolha de amostras e dos ensaios realizados
Matérias-primas	Fibra de vidro	Ao cuidado das empresas fornecedoras (empresas certificadas)	Ficha com resultados que acompanha cada fornecimento
	Resina de proteção antialcalina	Ao cuidado das empresas fornecedoras (empresas certificadas)	
Produto acabado	Rede de fibra de vidro	Dimensão da malha	Uma vez por lote de fabrico
		Enviesamento do artigo (controlo visual por comparação com padrões)	
		Percentagem de quadrículas tapadas	
		Deslizamento teia/trama (controlo visual por comparação com padrões)	
		Comprimento das orelas	
		Largura do tecido	
		Massa da rede por unidade de superfície	
		Massa de resina por unidade de superfície	
		Apreciação final	

### 3.3.1.3 – Seleção de amostras para ensaio

No caso mais corrente em que os ensaios são, no todo ou em parte, realizados no LNEC, as visitas à fábrica têm ainda como finalidade a seleção das amostras do(s) produto(s) a utilizar na realização dos ensaios, que são marcadas para posterior envio ao LNEC. As amostras devem ser selecionadas aleatoriamente pelos técnicos do LNEC, devendo, sempre que possível, pertencer a pelo menos dois lotes diferentes de cada produto.

### **3.3.2 – Análise experimental**

#### **3.3.2.1 – Ensaaios a realizar**

A análise experimental é, em geral, realizada no LNEC, na sua maior parte no seu Laboratório de Ensaios de Revestimentos de Paredes (LNEC/LERevPa), mas pode também ser realizada, no todo ou em parte, noutra laboratório, desde que seja, comprovadamente, independente e credível, equipado para os ensaios a realizar e, de preferência, acreditado para os ensaios realizados. Neste caso, toda a documentação e informação requerida será fornecida ao LNEC, que, no caso do laboratório de ensaios escolhido não ser acreditado, poderá aceitar ou não a sua idoneidade. Em qualquer caso, terão que ser cumpridas todas as regras e procedimentos de ensaio e de registo especificados neste Relatório.

A análise experimental tem como finalidade a identificação e caracterização do produto e a verificação experimental da aptidão do revestimento para desempenhar as funções a que se destina.

Os ensaios a realizar são os apresentados nos quadros 2 e 3.

Os métodos de ensaio usados nos estudos de homologação do LNEC baseiam-se, sempre que aplicável, em Guias de Aprovação Técnica Europeus, Normas Europeias, Normas internacionais ISO [1, 2, 3, 4, 5 e 6] e em Fichas de Ensaio do LNEC (Anexo I).

Nos ensaios de laboratório os provetes estão submetidos a um ambiente de condicionamento e de ensaio caracterizado por uma temperatura de  $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $65\%\pm 5\%$  de humidade relativa até à data de ensaio.

#### **Quadro 2 – Características de identificação das redes de fibra de vidro para reforço de revestimentos de paredes**

<b>Produto</b>	<b>Ensaios de Identificação e Caracterização</b>	<b>Técnica de Ensaio</b>
<b>Redes de fibra de vidro</b>	Determinação das dimensões de abertura da malha	-
	Determinação da espessura	ISO 4603 [2]
	Determinação da massa por unidade de superfície	ISO 4605 [3] e ISO 3374 [4]
	Determinação do teor de cinzas aos 450°C	FE Pa 08 (Anexo I)
	Determinação da resistência à tração	ISO 4606 [5]
	Determinação do alongamento na rotura	ISO 4606 [5]

**Quadro 3 – Características de comportamento das redes de fibra de vidro para reforço de revestimentos de paredes**

Produto	Campo de aplicação	Ensaio de Caracterização e de Comportamento	Técnica de Ensaio
Redes de fibra de vidro	Todos	Envelhecimento artificial acelerado	ETAG 004 [8]
		Determinação da tração após envelhecimento artificial acelerado	ISO 4606 [5]
		Determinação do alongamento na rotura após envelhecimento artificial acelerado	ISO 4606 [5]
	Revestimentos de ligante mineral (reforço da resistência à fissuração)	Contribuição para a resistência à fendilhação de revestimentos de ligante mineral	Fe Pa 37 (Anexo I)
	Revestimentos de ligante mineral (reforço da resistência ao choque)	Contribuição para a resistência ao choque de revestimentos de ligante mineral	ETAG 004 [8]
	Revestimentos de ligante sintético (reforço da resistência à fissuração)	Contribuição para a resistência à fendilhação de revestimentos de ligante sintético	ISO 4606 [5]

### 3.3.2.2 – Métodos de ensaio

No Anexo I compilam-se as Fichas de Ensaio, nas quais se descrevem alguns dos métodos de ensaio usados.

Descrevem-se sucintamente os métodos de ensaio adotados, baseados em normas ou documentos normativos internacionais ou em procedimentos internos do LNEC/LERevPa sancionados pelo uso.

a) Massa por unidade de superfície

A massa por unidade de superfície é determinada pelo quociente da massa do provete pela área média calculada a partir das dimensões de cada provete (comprimento x largura), expressa em g/m<sup>2</sup>.

b) Massa de vidro por unidade de superfície através da determinação do teor de cinzas a 625±20° C.

A massa do teor em cinzas a 625±20° C (%) é determinada a partir de:

$$[(m_3 - m_1) / (m_3 - m_1)] \times 100;$$



Sendo que:

m1 – massa do cadinho;

m2 – massa do cadinho com o provete a ensaiar;

m3 – massa do cadinho com os resíduos.

c) Determinação da resistência à tração e do alongamento na rotura

Os ensaios de resistência à tração e de alongamento na rotura são, em geral, realizados numa das máquinas de tração “ETI – HM-S/CPC” ou “LLOYD LR 10 K”, nas seguintes condições (exceto quando a norma aplicável indicar outras condições):

- afastamento inicial das garras: 200 mm;
- velocidade de afastamento das garras: 10 mm/min;
- registo automático das forças aplicadas e das correspondentes deformações, até à rotura dos provetes.

d) Envelhecimento artificial acelerado

Os ensaios de envelhecimento artificial acelerado das redes são realizados segundo o Guia ETAG 004 [6], por imersão durante 28 dias em 4 litros de solução alcalina a  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$  (20 provetes: 10 na direção da teia e 10 na da trama).

A composição da solução é a seguinte:

1 g NaOH + 4g de KOH + 0,5 g Ca (OH)<sub>2</sub> por cada litro de água destilada.

Após o período de imersão em solução alcalina, as redes são imersas durante 5 minutos numa solução ácida (5 ml HCL diluído a 35% em 4 l de água) e depois colocadas sucessivamente em três banhos de água (4 l cada), durante 5 minutos em cada um.

Em seguida as redes são deixadas secar durante 48 h em ambiente de  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

e) Contribuição para a resistência à fendilhação de revestimentos de ligante mineral

A avaliação do comportamento das redes vocacionadas para armar revestimentos de ligante mineral ou misto baseia-se em ensaios comparativos de retração restringida de um reboco tradicional de comportamento conhecido não-armado e armado, realizados com base na técnica descrita na Ficha de Ensaio FE Pa 37 (Anexo I).

f) Contribuição para a resistência ao choque de revestimentos de ligante mineral

A avaliação do comportamento das redes vocacionadas para armar revestimentos de ligante sintético baseia-se em ensaios comparativos de choque de um revestimento de comportamento conhecido não-armado e armado, realizados com base na técnica descrita no ETAG 004 [7].

g) Contribuição para a resistência à fendilhação de revestimentos de ligante sintético

A avaliação do comportamento das redes vocacionadas para armar revestimentos de ligante sintético baseia-se em ensaios comparativos de tração e alongamento na rotura de um revestimento de comportamento conhecido não-armado e armado, realizados com base na técnica descrita na ISO 4606 [5].



Fig. 1 - Determinação da massa por unidade de superfície



Fig. 2 – Ensaio de tração

As condições e os resultados dos ensaios devem ser registados em fichas apropriadas e descritos em Boletins de Ensaio que são enviados para a empresa.

### **3.3.3 – Critérios de apreciação**

As exigências a considerar na concessão das homologações destes produtos foram definidas com base em Guias europeus [1, 7] e na análise dos aspetos de comportamento relevantes e tendo em conta as conclusões de estudos anteriores realizados [8, 9, 10 e 11].

Os requisitos estabelecidos referem-se, por um lado, à sua eficácia como reforço de revestimentos e por outro lado à manutenção das suas características ao longo do tempo, ou seja, à sua durabilidade.

A avaliação da eficácia depende do campo de aplicação definido para as redes e, sempre que não haja outros métodos definidos nas normas ou nos guias de aprovação técnica do revestimento a reforçar, é feita através da análise do revestimento, comparando a característica que se pretende melhorar no revestimento sem rede e com rede.

A avaliação da durabilidade é feita através da comparação dos resultados dos ensaios de resistência à tração e alongamento na rotura antes e após envelhecimento artificial acelerado.

No caso das redes para reforço de ETICS, as exigências para as redes, em termos de resistência após envelhecimento e de perda de resistência estão definidas no Guia de Aprovação Técnica Europeia ETAG 004 [7].

No caso dos rebocos de cimento foram tidos em conta os métodos de ensaio e as exigências estabelecidos no CUAP 04.04/55, de junho de 2013 [1].

No caso geral são definidos critérios com base num conjunto de produtos estudados no LNEC nos últimos anos, quer em estudos de investigação quer em estudos por contrato, e na comparação dos resultados obtidos com o comportamento real em obra.

No quadro 4 sintetizam-se as características e as especificações das redes de fibra de vidro consideradas adequadas, assim como a base de definição das exigências.

Faz-se notar que os critérios de apreciação dos ensaios não podem ser considerados de uma maneira isolada, mas sim de forma global.

Para além das características constantes do referido quadro 4, é necessário analisar as seguintes características e declarar os valores obtidos:

- Substâncias perigosas: declaração de inexistência no produto de substâncias perigosas [1];
- Teor de matéria orgânica: declaração do teor de matéria orgânica através do teor de cinzas a  $(625 \pm 20) ^\circ\text{C}$  [1].

No quadro 4 estão então indicados os critérios de apreciação para os diversos ensaios, bem como os documentos em que se baseiam.

**Quadro 4 – Exigências das redes de fibra de vidro para o reforço de revestimentos de paredes**

Especificação ou recomendação		Campo de aplicação					
		Revestimento de ligante mineral fino	Revestimento de ligante mineral de granulometria média ou grossa	Revestimento de ligante sintético	ETICS (rede normal)	ETICS (rede reforçada)	Reforço de revestimento de ligante mineral espesso (> 20 mm)
Dimensão de malha (mm x mm) <b>(indicativo)</b>		5 x 5	10 x 10	2,5 x 2,5	4 x 4	6 x 6	40 x 40
Massa por unidade de superfície (g/m <sup>2</sup> ) <b>(indicativo)</b>		70	100	60	160	300	160
Resistência à tração (N/mm)	Estado novo	≥ 12	≥ 15	≥ 10	≥ 25	≥ 45	≥ 12
	Após envelhecimento	≥ 6	≥ 7	≥ 5	≥20 e ≥50% do valor no estado novo	≥35 e ≥50% do valor no estado novo	≥ 10
Alongamento na rotura (%)	Estado novo	1,5 a 4%				2 a 4%	1,5 a 3%
	Após envelhecimento	1 a 4%				1 a 3%	1 a 3%
Comportamento do revestimento armado		Verificação da melhoria do revestimento armado em relação ao não-armado: ≥ 30 %			-	Melhoria da classificação de resistência ao choque > 1 categoria	Verificação da melhoria da resistência à tração do revestimento armado em relação ao não-armado: ≥ 30 %
Substâncias perigosas		declaração de inexistência no produto de substâncias perigosas					
Teor de matéria orgânica		declaração do teor de matéria orgânica através do teor de cinzas a (625 ± 20) °C					
<b>Base da especificação</b>		Comparação de comportamento de várias redes			ETAG 004 e comparação de comportamento de várias redes		Comparação de comportamento de várias redes

### **3.3.4 – Apreciação preliminar do revestimento**

Após a realização da visita às instalações fabris e a finalização e análise dos resultados da campanha experimental, é feita uma avaliação dos resultados destas ações, com base na qual se elabora uma Apreciação Preliminar do revestimento, que será transmitida à empresa, através de um ofício e de um Resumo de Resultados – quando o estudo vai prosseguir – ou através de um Relatório – quando o estudo termina nesta fase, ou quando, por qualquer outro motivo, se considera pertinente apresentar desde logo uma compilação das fases do estudo realizadas e as respetivas conclusões.

No caso da Apreciação Preliminar ser favorável, poder-se-á passar à fase seguinte da concessão do Documento de Homologação.

Caso alguns dos resultados sejam insatisfatórios, serão comunicadas à empresa as deficiências detetadas de modo a que esta tome as medidas necessárias para corrigir essas anomalias. O LNEC verificará posteriormente as correções, elaborando para o efeito um plano adicional de ensaios.

Eventualmente, as deficiências poderão ser de tal índole que a sua correção obrigue a uma total reformulação do produto, caso em que o LNEC emitirá uma decisão de não-concessão de Documento de Homologação. Neste último caso, o estudo realizado será compilado num Relatório de Apreciação Preliminar.

## **3.4 - 2ª Fase do estudo**

### **3.4.1 – Ações a realizar**

Após a realização da visita à fábrica e finalizada a análise experimental com resultados satisfatórios, ou após a correção das anomalias detetadas durante a primeira fase, passar-se-á à segunda fase do estudo de homologação, que é constituída pelas seguintes ações:

- visitas a obras
- elaboração e edição do Documento de Homologação.

### **3.4.2 – Visitas a obras**

Serão efetuadas visitas a obras em curso e a obras já executadas e em uso, de modo a avaliar as condições de aplicação do revestimento e o seu comportamento no que se refere à manutenção do aspeto e à durabilidade em geral.

Se durante as observações de obras se verificar um comportamento não-satisfatório do produto sem que para tal se encontre uma justificação aceitável, não será concedido o Documento de Homologação.

### **3.4.3 – Elaboração e edição do Documento de Homologação**

Caso as observações realizadas durante as visitas sejam consideradas satisfatórias, proceder-se-á à elaboração e edição do Documento de Homologação.

Uma versão provisória do Documento será enviado à empresa requerente, para comentários, os quais serão tidos em conta na elaboração da versão definitiva, sempre que não entrem em conflito com os critérios do LNEC, quer científicos quer formais.

O Documento deve ser aprovado pela Comissão de Coordenação da Apreciação Técnica de Produtos de Construção (CCATPC) do LNEC.

Em seguida, o Documento de Homologação será publicado e enviado à empresa. O Documento será ainda registado numa lista de Documentos de Homologação em vigor, disponível na Internet no portal do LNEC onde será também colocado em versão integral, de modo a poder ser consultado e descarregado pelos interessados.

Durante o período de validade do Documento de Homologação poderão ser realizadas visitas às instalações de fabrico do revestimento e a obras em curso ou já executadas que permitam obter informações sobre a constância de qualidade de produção.

#### **4 - CONCLUSÕES**

Os estudos de concessão de Documentos de Homologação de redes de fibra de vidro para reforço de revestimentos de paredes destinam-se a comprovar a adequabilidade ao uso em revestimentos de paredes, abrangendo, por um lado, os critérios e exigências estabelecidos nos documentos de aprovação dos revestimentos a reforçar e, por outro, os requisitos adicionais estabelecidos pelo LNEC com base em documentação nacional e estrangeira, em estudos de investigação e no conhecimento do comportamento desse tipo de revestimentos acumulado ao longo dos anos.

Esses estudos organizam-se em duas fases, das quais a primeira compreende a análise das condições de fabrico e a campanha experimental e respetiva apreciação, terminando com uma Apreciação Preliminar do revestimento, e a segunda, a realizar se a Apreciação Preliminar for positiva, inclui visitas a obras e respetiva apreciação e, se se mantiver a apreciação positiva, a elaboração e edição do Documento de Homologação. Estas duas fases serão antecedidas de uma Fase Preliminar, destinada a avaliar a viabilidade de prossecução do estudo com vista à concessão do DH.

O estudo é conduzido de acordo com regras e critérios bem definidos, que se sintetizam no presente Relatório.

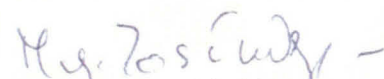
Os métodos de ensaios a usar e os requisitos definidos para cada tipo de rede são estabelecidos nos quadros 2 a 4 deste Relatório; no entanto, prevê-se também a possibilidade de verificar a adequabilidade ao uso através de ensaios comparativos dos revestimentos armados e não-armados, sempre que não sejam aplicáveis os requisitos estabelecidos.



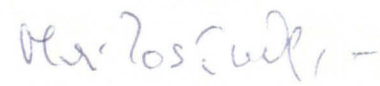
Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em julho de 2013.

VISTOS

O Chefe do Núcleo de  
Revestimentos e Isolamentos

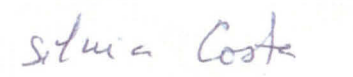
  
Maria do Rosário Veiga

AUTORIA

  
Maria do Rosário Veiga  
Eng<sup>a</sup> Civil, Investigadora Principal

O Diretor do Departamento de Edifícios

  
Jorge M. Grandão Lopes

  
Sílvia Costa  
Mestre em Química Tecnológica  
Bolsreira de Experimentação

## BIBLIOGRAFIA

- [1]. EUROPEAN ORGANIZATION FOR TECHNICAL APPROVAL (EOTA) – **Glass fibre mesh for reinforcement of cement based renderings**. CUAP – 04.04/55 – June 2013.
- [2]. ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (ISO) – **Verre textile – Tissus – Détermination de l'épaisseur**. Première édition, juillet 1978. ISO 4603 – 1978 (Fr).
- [3]. ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (ISO) – **Verre textile – Tissus – Détermination de la masse surfacique**. Première édition, novembre 1978. ISO 4605 – 1978 (Fr).
- [4]. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) – **Reinforcement products – Mats and fabrics – Determination of mass per unit area**. Third edition, june 2000. ISO 3374 – 2000 (En).
- [5]. ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (ISO) – **Verre textile – Tissus – Détermination de la force de rupture en traction et de l'allongement de rupture par la méthode de la bande**. Deuxième édition, mai 1995. ISO 4606 – 1995 (Fr).
- [6]. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) – **Rubber vulcanized or thermoplastic – Determination of tensile stress-strain properties**. Fourth edition, july 2005. ISO 37 – 2005 (En).
- [7]. EUROPEAN ORGANIZATION FOR TECHNICAL APPROVAL (EOTA) – **Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering**. ETAG 004. March 2000.
- [8]. VEIGA, M. Rosário – **Comportamento de argamassa de revestimentos de paredes. Contribuição para o estudo da sua resistência à fendilhação**. Lisboa: LNEC, maio de 2007. Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [9]. VEIGA, M. Rosário – **Argamassas para revestimento de paredes de edifícios antigos. Características e campo de aplicação de algumas formulações correntes**. Atas do 3.º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. Lisboa: LNEC, maio de 2003.

- [10]. [VEIGA, M. Rosário – **Argamassas armadas com fibras em revestimentos exteriores para de paredes**. Comunicação apresentada em Jornadas JNICT de Materiais, Sintra, JNICT, em junho de 1994. Lisboa : LNEC, maio de 2003.
- [11]. VEIGA, M.D.R., ABRANTES, V. – **Improving the cracking resistance of rendering mortars. Influence of composition factors** (1998), International Journal for Housing Science and Its Applications, 22 (4), pp. 245-254.



**ANEXO I**  
**FICHAS DE ENSAIO**



SFB	(41) Pr 4 (42) Pr 4
CDU	693.62

## FICHA DE ENSAIO

### REVESTIMENTOS COM BASE EM LIGANTES SINTÉTICOS

#### DETERMINAÇÃO DO TEOR EM CINZAS A 450°C

REVESTIMENTO DE PAREDES  
REVÊTEMENT DE MUR  
WALL COVERING

NOVEMBRO 1980

#### 1 - OBJECTO

A presente ficha de ensaio destina-se a fixar o modo de determinar o teor em cinzas a 450°C de temperatura dos revestimentos delgados de massas plásticas para paredes e dos revestimentos com base em ligantes sintéticos para paramentos interiores de paredes, enquanto sob a forma de pasta.

#### 2 - RESUMO DO PROCESSO

Calcinação a 450°C de temperatura numa porção do revestimento em pasta contida num cadinho, até massa constante do resíduo.

#### 3 - APARELHOS E UTENSÍLIOS

- 3.1 - Cadinho de porcelana, níquel ou platina.
- 3.2 - Mufla eléctrica capaz de manter a temperatura a  $450 \pm 20^\circ\text{C}$ .
- 3.3 - Estufa eléctrica capaz de manter a temperatura a  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ .
- 3.4 - Exsicador contendo um produto exsiccante (sílica-gel ou cloreto de cálcio, por exemplo).
- 3.5 - Balança com sensibilidade de 0,0001 g.

#### 4 - PROVETES

O ensaio é realizado sobre cinco provetes. Cada provete é constituído por cerca de 5 g de material retirado numa amostra representativa do produto a ensaiar.

#### 5 - TÉCNICA

5.1 - Calcina-se o cadinho na mufla à temperatura de 450°C durante cerca de 30 minutos, após o

que se introduz no exsicador para arrefecer até  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

5.2 - Pesa-se o cadinho vazio.

5.3 - Introduz-se o provete no cadinho, repartindo-o por toda a superfície deste, e pesa-se o conjunto.

5.4 - Coloca-se o cadinho com o provete na estufa à temperatura de  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  durante cerca de 3 horas.

5.5 - Introduz-se o cadinho com o provete na mufla a  $450 \pm 20^\circ\text{C}$  para calcinação deste.

5.6 - Decorridas cerca de 2 horas, introduz-se o cadinho com o provete no exsicador para arrefecer até  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  e pesa-se o conjunto.

5.7 - Repetem-se regularmente as operações descritas em 5.5 e 5.6 até que a massa do resíduo da calcinação seja constante. Considera-se atingida a massa constante quando a diferença entre as massas obtidas em duas pesagens sucessivas for inferior a 0,001 g.

#### 6 - RESULTADOS

Sendo:

$m_1$  - massa do cadinho;

$m_2$  - massa do cadinho com o provete a ensaiar;

$m_3$  - massa do cadinho com o resíduo;

o teor em cinzas, expresso em percentagem, é:

$$\frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

O valor final do teor em cinzas será a média aritmética das determinações obtidas a partir dos cinco provetes. Os desvios entre cada determinação e a média devem ser inferiores a 2% do valor médio.

## Pa 08.2

### 7 - BOLETIM DE ENSAIO

O boletim de ensaio deve fazer referência à presente ficha de ensaio e mencionar o seguinte:

- a) designação identificativa do produto ensaiado;
- b) qualquer alteração que eventualmente tenha sido introduzida na execução do ensaio;
- c) temperaturas e durações das operações de secagem e de calcinação de cada provete;
- d) valor de  $m_1$ ;
- e) valores de  $m_2$  e  $m_3$  para cada provete;
- f) teor em cinzas de cada provete e a média respectiva;
- g) data da realização do ensaio.

### BIBLIOGRAFIA

UNION EUROPÉENNE POUR L'AGRÈMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION (UEAtc) - Paris - Directivas Comuns UEAtc para a homologação de revestimentos delgados de massas plásticas para paredes. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), 1978. Tradução 701.

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER DES AVIS TECHNIQUES SUR DES PROCÉDÉS, MATÉRIAUX, ÉLÉMENTS OU ÉQUIPEMENTS UTILISÉS DANS LA CONSTRUCTION - Paris - Annexe au guide technique spécialisé des enduits plastiques de finition intérieurs. Modalités d'essais. Mai 1973.



## FICHA DE ENSAIO

FE

Pa 37

SfB	(41)Pr4 (42)Pr4
CDU	693.62

### REVESTIMENTOS DE LIGANTES MINERAIS PARA PAREDES ENSAIO DE SUSCEPTIBILIDADE À FENDILHAÇÃO

REVESTIMENTO DE PAREDES  
REVÊTEMENTS DE MUR  
WALL COVERING

MARÇO DE 1998

#### 1 - OBJECTO

A presente Ficha de Ensaio destina-se a fixar o modo de determinar a susceptibilidade à fendilhação de revestimentos tradicionais ou não-tradicionais para paramentos exteriores ou interiores de paredes, com base em ligantes minerais ou mistos.

#### 2 - RESUMO DO PROCESSO

Determinação das forças desenvolvidas por retracção restringida num provete do revestimento, desde a moldagem até aos 28 dias de idade. Este período pode ser encurtado para 7 dias de idade no caso de revestimentos com base em cimento ou cimento e ligante sintético.

Quadro 1 - Classificação quanto à susceptibilidade à fendilhação de argamassas de revestimento [1]

CLASSE DE SUSCEPTIBILIDADE À FENDILHAÇÃO	1º critério - CSAF	2º critério - CREF (mm)
1 (Fraca) *	$CSAF \geq 1$	$CREF \geq 1$
2 (Média) *	$CSAF \geq 1$	$0,6 \leq CREF < 1$
3 (Forte) **	$CSAF < 1$	$CREF < 0,6$

\*Tem que verificar as duas condições para pertencer à classe

\*\* Basta verificar uma das condições para pertencer à classe

Determinação da resistência à tracção ao fim do mesmo período de tempo e da curva força-deslocamento durante o ensaio de tracção.

Cálculo do coeficiente CSAF (coeficiente de segurança à abertura da 1ª fenda), através da relação entre a resistência à tracção e a força máxima medida no ensaio de retracção restringida.

Cálculo do coeficiente CREF (coeficiente de resistência à evolução da fendilhação), através da relação entre a energia de rotura no ensaio de tracção e a força máxima medida no ensaio de retracção restringida.

Comparação dos valores dos coeficientes CSAF e CREF com os limites estabelecidos na classificação de susceptibilidade à fendilhação sintetizados no quadro 1.

#### 3 - APARELHOS E UTENSÍLIOS

3.1 - Um conjunto de seis aparelhos de retracção restringida [2], cada um dos quais constituído basicamente (fig.1) por uma estrutura rígida, à qual estão ligadas uma cabeça superior (peça 3) e outra inferior (peça 5) - que vão servir de molde ao provete de argamassa.

## Pa 37.2

A cabeça inferior está fixa à estrutura, enquanto a superior desliza longitudinalmente, sendo este movimento regulado por um parafuso de fixação (peça 10). Entre a cabeça superior e o parafuso de fixação intercalou-se um transdutor de força (peça 22) que mede, em cada momento, a força transmitida pelo provete. Os principais elementos do aparelho devem ter as seguintes características:

- A estrutura deve ser suficientemente rígida, já que pequenos deslocamentos ou rotações tenderão a alterar significativamente as tensões geradas
- As cabeças devem ser capazes de funcionar como peças de molde dos provetes e de impedir os deslocamentos longitudinais, transmitindo a força gerada ao transdutor, sob a forma de tracção pura. A cabeça inferior é fixa à estrutura lateral por aparafusamento e deve ter o seu posicionamento bem definido na montagem por cavilhas de posicionamento (peças 11). A cabeça superior deve ter deslocamento longitudinal sem atrito, guiado por duas corredeiras laterais de bronze, de forma a evitar pequenas rotações - peças 4.
- O transdutor de força - peça 22 - deve funcionar à tracção e à compressão e ter grande sensibilidade e pequena deformação própria para as forças em causa. Consideraram-se apropriados transdutores com carga nominal de 5 kN, sensibilidade de 0,2% à tracção (10 N para a carga nominal) e 0,5% à compressão (25 N para a carga nominal), erro combinado máximo de  $\pm 0,1\%$  (5 N para a carga nominal) e deslocamento inferior a 0,1 mm (para a carga nominal). O transdutor deve ser montado com

rótulas em ambas as extremidades para centragem automática da força transmitida, e para evitar a introdução de forças transversais e momentos flectores. Para reduzir a deformação própria inerente ao funcionamento do transdutor deve-se fazê-lo trabalhar na gama mais favorável deste ponto de vista, e não obrigatoriamente a partir do zero, através da introdução de molas - peças 21 -, capazes de transmitir uma força inicial regulável pelo parafuso de fixação - peça 10. Rolamentos de contacto angular - peça 14 - introduzidos no encastramento do parafuso no apoio superior devem permitir a transmissão integral da reacção axial para o parafuso, impedindo a introdução de momentos parasitas.

- O transdutor de deslocamento deve ser capaz de medir os deslocamentos entre a cabeça superior - única peça móvel a que o provete fica directamente ligado -, e os lados fixos da estrutura. Considera-se adequado um transdutor de deslocamento do tipo LVDT ("linearly variable displacement transducer"), com um campo de medida de 1 mm, linearidade da ordem de 0,1% e coeficiente de temperatura inferior a 0,01% / °C.

3.2 - Equipamento de aquisição de dados com a possibilidade de ler em simultâneo, com periodicidade programável, seis transdutores de forças e seis transdutores de deslocamento indutivos e armazenar os valores em memória durante um período de tempo razoável. Considera-se adequado um sistema com as seguintes características:

- Possibilidade de armazenamento local até 1 Mb em disquete.
- Sistema operativo que lhe permita o funcionamento sem necessidade de um computador auxiliar.

- Conversor analógico-digital com 5 1/2 dígitos e 13 kHz.
- "Software" de aquisição de dados que permita o registo das forças e dos deslocamentos medidos pelos transdutores, sempre que a variação daquelas grandezas ultrapassa valores especificados, que foram fixados, para este estudo, em 5 N e 0,005 mm.

3.3 - Fonte de alimentação estabilizada, com regulação de 0 a 30 Volts, corrente de saída regulável até 3 Amperes, indicação analógica de tensão e corrente e entrada 20 V / 50 Hz.

#### 4 - PROVETES

##### 4.1 - Preparação

O ensaio é efectuado sobre provetes executados com o produto em pasta preparado de acordo com as especificações para aplicação em obra do fabricante - no caso de revestimentos não-tradicionais - ou de caderno de encargos - no caso de revestimentos tradicionais. No caso dos revestimentos destinados a serem aplicados preferencialmente por projecção, o produto deve ser colhido à saída da própria máquina de projecção.

Os provetes são moldados directamente nos aparelhos e têm a forma e dimensões ilustradas na fig. 2.

##### 4.2 - Número de provetes

São ensaiados pelo menos três provetes de cada revestimento. Caso os resultados tenham dispersão elevada este número deverá subir para seis.

#### 5 - AMBIENTE ATMOSFÉRICO DE CONDICIONAMENTO E DE ENSAIO

Os provetes para os ensaios devem ser mantidos em ambiente atmosférico

caracterizado por  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  de temperatura e  $50 \pm 5\%$  de humidade relativa, desde a moldagem até ao fim do ensaio de tracção.

#### 6 - TÉCNICA

##### 6.1 - Retracção restringida

A técnica de ensaio envolve a seguinte sequência de operações:

- Montagem dos aparelhos de forma a que a cabeça superior fique imobilizada pelo parafuso, ligado ao transdutor de força.
- Com os aparelhos na posição horizontal, moldagem dos provetes sobre placas de material acrílico bem pinceladas com uma mistura de massa consistente e óleo lubrificante, usando como paredes de molde as cabeças superiores e inferiores e varetas também de material acrílico fixas entre elas.
- Aparafusamento das estruturas de suporte dos transdutores de deslocamento e início das medições e respectivos registos.
- Cerca de duas horas mais tarde, extracção das varetas laterais.
- Quando a argamassa tiver cerca de 18 h de idade, colocação dos aparelhos na vertical e extracção das bases de material acrílico. Nesta posição elimina-se o atrito que a operação de olear a base não anula totalmente e criam-se condições de secagem idênticas nas duas faces; no entanto, é necessário subtrair a parcela de força correspondente ao peso da cabeça superior e restantes peças que, uma vez na posição vertical, transmitem carga ao transdutor.
- Continuação dos registos de forças, até à idade prevista para o ensaio de tracção.

##### 6.2 - Resistências à tracção e alongamento na rotura

A técnica de ensaio envolve a seguinte sequência de operações:

## Pa 37.4

- Na idade definida para o ensaio de tracção, movimentação lenta do parafuso, imprimindo uma força de tracção no provete, até à rotura, mantendo em funcionamento o sistema de medição e registo de forças e deslocamentos.
- Após a abertura da 1ª fenda, manutenção do movimento lento do parafuso, até anular completamente a resistência. No caso das argamassas mais frágeis, mantém-se o movimento do parafuso até a fenda atingir cerca de 1 mm, mesmo quando a força se anula antes, para possibilitar uma melhor observação da fenda.

Nestes ensaios e na determinação das grandezas com eles relacionadas considera-se que a rotura se inicia com a abertura da 1ª fenda - detectável pela brusca redução da força - e termina com a anulação total da força. A resistência à tracção é a força máxima atingida no ensaio de tracção e verifica-se, em geral, imediatamente antes da abertura da 1ª fenda. Os casos de materiais com fendilhação múltipla muito pronunciada podem constituir excepções, sendo possível que a força máxima e, portanto, a resistência à tracção, ocorra imediatamente antes da abertura de outra fenda que não a 1ª.

## 7 - RESULTADOS

Sendo:

$F_{r\text{máx}}$  - Força máxima medida durante o ensaio de retracção restringida, em N

$R_t$  - Resistência à tracção, em N

$G$  - Energia de rotura no ensaio de tracção, em N.mm

Os coeficientes para definir a classificação quanto à susceptibilidade à fendilhação são dados por:

$$\text{CSAF} = R_t/F_{r\text{máx}}$$

$$\text{CREF} = G/F_{r\text{máx}} \text{ (em mm)}$$

O revestimento é classificado de susceptibilidade à fendilhação fraca, média, ou forte, de acordo com o critério sintetizado no Quadro 1.

## 8 - BOLETIM DE ENSAIO

O Boletim de Ensaio deve mencionar a presente Ficha de Ensaio e incluir ainda a seguinte informação:

- a) designação identificativa do produto a ensaiar;
- b) informação sobre qualquer alteração eventualmente introduzida na execução do ensaio;
- c) descrição sumária das operações inerentes à preparação e aplicação do revestimento;
- d) número de provetes;
- e) idade dos provetes aquando da realização do ensaio de tracção;
- f) valores individuais e médios de: força máxima, resistência à tracção, energia de rotura no ensaio de tracção e coeficientes CSAF e CREF;
- g) gráfico das forças desenvolvidas durante o ensaio de retracção restringida e no ensaio de tracção;
- h) gráfico força-deslocamento durante o ensaio de tracção.

1 - VEIGA, M. Rosário – Comportamento de argamassas de revestimento de paredes. Contribuição para o estudo da sua resistência à fendilhação. Tese para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Lisboa, LNEC, Maio de 1997.

2 - VEIGA, M. Rosário - Aparelho para medição de tensões originadas pela restrição da retracção em argamassas para revestimento de paredes. Concepção, projecto e testes realizados. Lisboa, LNEC, Janeiro de 1994. Relatório 35/94-NCCT.

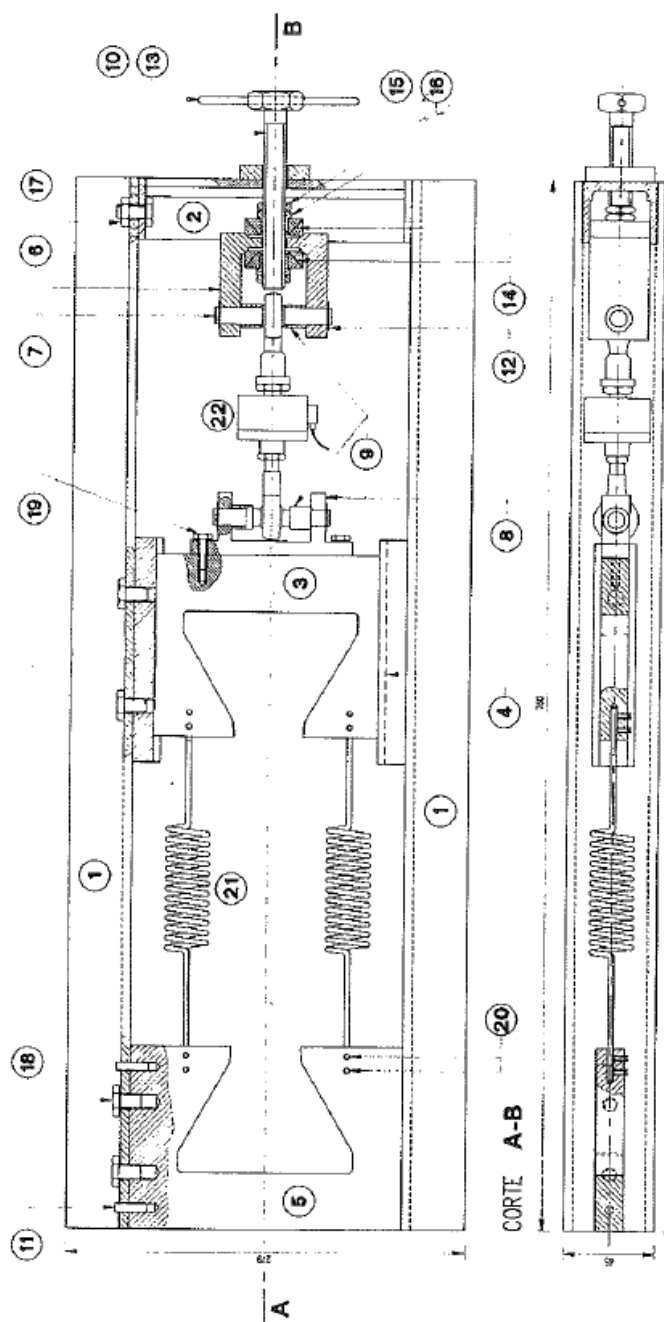


Fig. 1 - Esquema do aparelho de retracção restringida

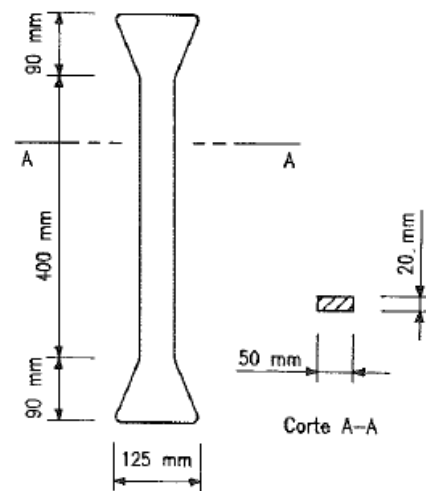


Fig.2 - Forma e dimensões dos provetes de argamassa



