



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

CENTRO DE INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA
Núcleo de Qualidade Metrológica

Proc. 1104/11/17804

LABORATÓRIO CENTRAL DE APOIO METROLÓGICO DO LNEC

Evolução, capacidades actuais e potenciais linhas estratégicas de desenvolvimento futuro

Estudo realizado no âmbito do Projecto de Investigação
“Desenvolvimento da Qualidade Metrológica de
Instrumentação Científica Aplicada em Engenharia Civil”

Lisboa • Outubro de 2011

I&D INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO 350/2011 – NQM

**Laboratório Central de Apoio Metrológico do LNEC:
Evolução, Capacidades Actuais e Potenciais Linhas Estratégicas de
Desenvolvimento Futuro**

Resumo

A criação do Laboratório Central de Apoio Metrológico (LCAM) do LNEC, em 1993, ocorreu num contexto em que se pretendia desenvolver uma infraestrutura metrológica de apoio a um conjunto de laboratórios com ensaios acreditados. Com a importância crescente da Qualidade, a sua acção desenvolveu-se para outras actividades de I&DI no âmbito da Engenharia Civil onde a medição tem um papel relevante.

Para responder às exigências que constituem, na actualidade, a missão do LCAM no seio do LNEC é útil conhecer a sua origem e evolução, as suas capacidades e os desafios emergentes que se afiguram, de modo a perspectivar o seu futuro. O presente relatório apresenta, por isso, os aspectos inerentes a esta evolução, a descrição das suas capacidades actuais e potenciais linhas de desenvolvimento visando a consolidação da sua acção.

**Laboratório Central de Apoio Metrológico do LNEC:
Evolution, Current Capabilities and Potential Strategic Guidelines for
Future Development**

Abstract

The establishment of the Laboratório Central de Apoio Metrológico (LCAM) of LNEC in 1993 occurred in a framework intended to develop a metrology infrastructure to support LNEC's accredited testing laboratories. With the growing importance of Quality, its action has developed to other R&DI within the Civil Engineering where measurement has an important role.

To meet the demands of the mission of LCAM at LNEC is useful to understand its origin and evolution, its capabilities and challenges that encompass its future. This report presents, therefore, the aspects inherent to this development, a description of their current capabilities and possible strategic guidelines for the consolidation of its activities.

**Laboratório Central de Apoio Metrológico do LNEC:
Evolution, les Capacités Actuelles et Potentielles Lignes Stratégiques pour le
Développement Futur**

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
2	EVOLUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ACTUAL DO LABORATÓRIO CENTRAL DE APOIO METROLÓGICO	5
2.1	Instalações	5
2.2	Grandezas, Padrões e Rastreabilidade	7
2.3	Actividade Metrológica e Âmbito de Acreditação.....	8
2.4	Apoio a Estudos de Investigação	11
2.5	Recursos Humanos	13
2.6	Organização e Caracterização da Actividade	14
2.7	Estágios e Apoio a Laboratórios de Metrologia	16
3	ESTADO ACTUAL E PERSPECTIVAS DE FUTURO	17
3.1	Actividade Metrológica no Âmbito da Acreditação dos Laboratórios do LNEC	17
3.2	Actividade Metrológica no Âmbito de I&DI do LNEC	18
3.3	Objectivos Gerais e Condicionamentos	19
2.7	Estágios e Apoio a Laboratórios de Metrologia	16
4	COMENTÁRIOS FINAIS	21
	Anexo 1 – Instalações do LCAM/LNEC	23
	Anexo 2 – Padrões e Cadeias de Rastreabilidade do LCAM/LNEC	31
	Anexo 3 – Quadro de Pessoal com Actividade no LCAM/LNEC	41
	Anexo 4 – Indicadores da Actividade	43

LABORATÓRIO CENTRAL DE APOIO METROLÓGICO DO LNEC: EVOLUÇÃO, CAPACIDADES ACTUAIS E POTENCIAIS LINHAS ESTRATÉGICAS DE DESENVOLVIMENTO FUTURO

1. INTRODUÇÃO

O Laboratório Central de Apoio Metrológico (LCAM) é uma unidade laboratorial incorporada no Núcleo de Qualidade Metrológica (NQM) do Centro de Instrumentação Científica (CIC) do LNEC, vocacionada para promover serviços de calibração e ensaio metrológico a outras unidades laboratoriais do LNEC e para apoiar estudos desenvolvidos no âmbito de investigação programada, por contrato e OACT.

A criação do LCAM, em Maio de 1993, teve como objectivo dotar o LNEC de uma componente de apoio metrológico essencial para a acreditação de diversos ensaios realizados em laboratórios do LNEC no âmbito do Sistema Português da Qualidade. Para esse efeito, foi necessário congregar esforços em diversas frentes, nomeadamente, proceder à selecção e formação de recursos humanos, adquirir um primeiro conjunto de padrões e instrumentos de medição de referência, estabelecer uma primeira instalação laboratorial (cedida pelo Departamento de Materiais de Construção) e desenvolver documentos técnicos e de Gestão da Qualidade (com destaque para o Manual da Qualidade e para os Procedimentos de Garantia da Qualidade - PGQs).

Este processo foi impulsionado pelas Chefias, na época, do Centro de Projecto e Construção de Equipamento, Inv. Eng.º Francisco Carvalhal, do Departamento de Materiais de Construção, Inv. Eng.º M. Esteves Ferreira, pelo Director da Qualidade, Inv. Eng.º João Mimoso, e pelo Inv. Eng.º Manuel Pimenta de Castro, que viria a ser nomeado posteriormente Chefe do Grupo de Qualidade Metrológica e Chefe do LCAM, conduzindo à formalização do pedido de acreditação do LCAM/LNEC em 1994 de acordo com os requisitos da norma NP EN 45501 [1].

O LCAM foi, assim, o primeiro laboratório do LNEC a ser acreditado, o que constituía um requisito fundamental para que se pudessem desenvolver os processos conducentes à acreditação dos restantes laboratórios de ensaios do LNEC.

Desde então, o crescimento do LCAM tem sido sustentado pela crescente procura dos seus serviços, alargando-se quer pelo apetrechamento tecnológico – que tem sido contínuo

desde 1996 – quer pela crescente capacidade técnica e científica do NQM, para corresponder a novas solicitações de cariz metrológico de diversos sectores do LNEC envolvidos em investigação e OACT. Este crescimento conduziu a que o LCAM ocupasse, em 1997, as segundas instalações provisórias e, desde 2007, se instalasse na sua localização definitiva, embora a construção desta instalação tenha contemplado apenas dois terços do espaço laboratorial inicialmente previsto e considerado necessário para suportar a actividade metrológica no médio e longo prazo.

No momento actual, pode-se afirmar que o LCAM atingiu um nível de cobertura significativo relativamente aquilo que são as necessidades do LNEC de rastreabilidade e calibração de grandezas ao nível laboratorial. Contudo, existe um conjunto bem definido de lacunas que se considera importante colmatar no futuro associadas à medição das grandezas eléctricas, do tempo e frequência e do volume.

Uma outra área de actuação, consideravelmente mais vasta e, porventura, de maior interesse para a actividade do LNEC, relaciona-se com a aplicação da metrologia em actividades de investigação programada, por contrato e OACT. O desenvolvimento das competências do LCAM como suporte experimental do NQM no apoio aos sectores do LNEC que desenvolvem este tipo de actividade é persistente e tem correspondido a um crescente número de solicitações.

Neste último contexto é identificável um elevado potencial de actuação por parte do NQM – e do LCAM enquanto seu braço experimental – se se tiver em consideração:

- a capacidade actual do NQM no que se refere ao conhecimento associado à aplicação de métodos matemáticos e computacionais em metrologia e à disponibilidade de conhecimento teórico, experimental e procedimental;
- a diversidade e o tipo de grandezas mensuráveis em que o LNEC efectua medições quer em regime estático ou estacionário (por exemplo, nível, deformação, inclinómetros, extensometria, geometria de estruturas) quer em regime dinâmico (por exemplo, velocidades em escoamentos de ar ou de líquidos, medição de fluxos, aceleração);
- a diversidade de ensaios de determinação de propriedades de objectos ou meios envolvendo a medição de grandezas por via indirecta (frequentemente

envolvendo a combinação de grandezas mensuráveis de acordo com modelos matemáticos com maior ou menor grau de complexidade);

- as necessidades de rigor envolvidas neste tipo de estudos;
- a realização de ensaios em campo sujeitos a condições de influência extremas.

Assim, existe actualmente no LNEC um enquadramento favorável para intensificar o desenvolvimento das competências metrológicas inerentes à actividade de investigação no âmbito da Engenharia Civil.

Neste relatório pretende-se apresentar um resumo do desenvolvimento do LCAM e da sua actividade desde que foi criado até ao momento actual, incluindo alguns indicadores e métricas que permitem uma melhor compreensão da sua evolução e do seu papel. Pretende-se, ainda, descrever as capacidades e competências actuais e apontar potenciais linhas estratégicas de desenvolvimento que se afiguram primordiais para que o LCAM cumpra plenamente a sua missão no LNEC, orientada para o apoio metrológico à actividade de investigação desenvolvida no contexto da Engenharia Civil.

2. EVOLUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ACTUAL DO LABORATÓRIO CENTRAL DE APOIO METROLÓGICO

2.1 Instalações

A actividade do LCAM iniciou-se em 1993 com a instalação provisória numa sala situada na sub-cave da zona nascente do Edifício Arantes e Oliveira cedida pelo Departamento de Materiais de Construção do LNEC. Nesse espaço, dispendo de cerca de 28 m², foram instalados os primeiros padrões aplicados em calibração de equipamento de medição de comprimento, massa, temperatura e pressão.

Desde então, o LCAM desenvolveu a sua actividade noutros espaços de modo a dar resposta às crescentes solicitações de serviço. Em 1996, o LNEC promoveu a reabilitação de uma área de depósito patrimonial na sub-cave poente do Edifício Arantes e Oliveira, permitindo que se procedesse à transferência das instalações do LCAM para esta nova área laboratorial onde foram estabelecidas quatro áreas distintas dedicadas às grandezas comprimento, massa, temperatura e humidade e pressão. A reorganização dos espaços dedicado à metrologia permitiu um primeiro pedido de extensão do âmbito da acreditação.

Em 2002 iniciou-se um novo processo visando a construção de um laboratório metrológico preparado de raiz para dar resposta às necessidades do LNEC não só no imediato mas, também, prevendo a sua expectável evolução em competências e em actividade, no longo prazo. Nesse sentido, foi desenvolvido um projecto que contemplava áreas de actividade laboratorial, administrativa, de formação, de apoio à presença de pessoal técnico e estagiários e de apoio ao desenvolvimento de actividade de I&DI. A planta do laboratório, na sua versão actualizada, prevê a ocupação de uma área de 860 m², conforme se expõe na Figura 1.

Em 2004 iniciou-se o processo de construção da 1ª fase do laboratório (Fase A, conforme se observa na Fig. 3), correspondente a uma área de 491 m², ou seja, cerca de 55 % da área total. O processo de construção dessa 1ª fase das novas instalações ficou concluído em finais de 2006, permitindo a transferência dos equipamentos, padrões e arquivo documental, bem como, a realização da primeira auditoria externa nestas instalações, a qual decorreu em Abril de 2007.

As instalações actuais do laboratório dispõem de condições que permitem o desempenho da actividade metrológica com elevado rigor, sendo distribuídas por salas laboratoriais dedicadas, conforme a descrição que se pode observar na planta da Figura anterior, com condicionamento ambiental diferenciado para áreas laboratoriais distintas¹.

No Anexo 1 apresenta-se uma descrição detalhada da evolução das instalações acompanhada da descrição de alguns dos seus aspectos construtivos mais relevantes que contribuem para a qualidade das medições e de uma análise de alguns dos constrangimentos actuais e futuros que merecem alguma reflexão.

2.2 Grandezas, Padrões e Rastreabilidade

O campo de intervenção do LCAM é particularmente vasto, agrupando competências num número significativo de grandezas onde realiza calibrações e ensaios de caracterização metrológica, destacando-se:

- comprimento (dimensional e 3D);
- temperatura termodinâmica;
- massa;
- tempo e frequência;
- pressão;
- humidade relativa;
- grandezas eléctricas (tensão eléctrica, corrente eléctrica e resistência eléctrica)
- grandezas geométricas (nomeadamente, ângulo, ortogonalidade, circularidade, planeza e paralelismo).

O LCAM dispõe actualmente de cerca de 250 instrumentos de medição e padrões materializados de grandezas físicas, classificados como padrões de referência, de transferência e de trabalho, distribuídos pelas diferentes áreas acima mencionadas.

¹ Nos laboratórios dimensionais as condições de referência são de $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ e $50\text{ \%hr} \pm 15\text{ \%hr}$ enquanto que nos laboratórios de massa, pressão, tempo e frequência e grandezas eléctricas, é de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ e $50\text{ \%hr} \pm 15\text{ \%hr}$.

No Anexo 2 encontram-se diagramas das principais cadeias de rastreabilidade associadas às diversas grandezas mensuráveis actualmente mantidas pelo NQM e imagens de alguns dos principais padrões de referência do laboratório que determinam as suas melhores capacidades de medição e de calibração (CMC). Estas cadeias de rastreabilidade estabelecem a ligação de uma parte significativa dos instrumentos e sistemas de medição do LNEC aos padrões primários das grandezas mensuráveis, de acordo com o Sistema Internacional (SI), constituindo nesses casos o elemento fundamental da garantia da Qualidade das medições efectuadas por estes.

2.3 Actividade Metrológica e Âmbito de Acreditação

O Laboratório Central de Apoio Metrológico do LNEC iniciou o processo de acreditação no âmbito do Sistema Português da Qualidade (SPQ) em 1993, com a elaboração do Manual de Qualidade do laboratório (publicado em 30 de Abril de 1993), cumprindo os requisitos da norma NP EN 45001: 1990 – Critérios gerais para o funcionamento de laboratórios de ensaios. Nas Figuras seguintes encontram-se a capa e a indicação formal dos responsáveis aos diversos níveis de decisão.

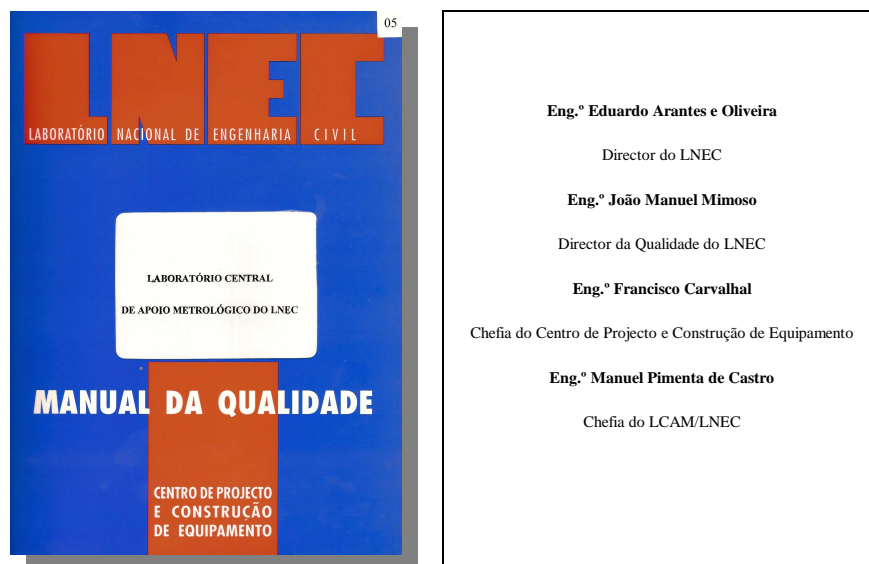


Figura 3 – Capa e Folha da cópia n.º 05 da primeira versão do Manual de Qualidade do LCAM/LNEC (1993)

Em 1995 realizou-se a primeira auditoria interna (efectuada pelo Eng.º Manuel Bernardo), tendo concluído a sua acreditação em 1996, após auditoria externa realizada pelo Instituto Português da Qualidade. Foi atribuído ao processo de acreditação o número 25 no âmbito de laboratórios de calibração (actualmente, M0025). A acreditação incorporava sete

itens: Termómetros de líquido-em-vidro, manómetros, comparadores, paquímetros, crivos, micrómetros de exteriores e instrumentos de pesagem.

A primeira extensão do âmbito de acreditação, concretizada em 1999, permitiu um alargamento a um número significativo de equipamentos comuns nos laboratórios acreditados do LNEC, nomeadamente, estufas, câmaras climáticas, transdutores de deslocamento e de pressão. Esse alargamento implicou a acreditação complementar do LCAM como laboratório de ensaios (com a identificação L0257).

Em 2007 foi solicitada uma segunda extensão do âmbito de acreditação, tendo o processo sido concluído entre 2008 e 2009, da qual resulta o actual âmbito de acreditação, mencionando-se no Quadro 1 os tipos de equipamentos e padrões inseridos neste. No Quadro 2, indicam-se os restantes tipos de calibração ou ensaios metrológicos efectuados pelo LCAM não incluídos no âmbito de acreditação.

Verifica-se que se encontram nestas listas 74 tipos de ensaios distintos, dos quais, 47 no âmbito de acreditação (cerca de 63 %). A actividade desenvolvida pelo LCAM no âmbito de acreditação satisfaz mais de 80 % das necessidades de calibração e ensaio metrológico dos laboratórios acreditados do LNEC.

Quadro 1 – Âmbito de Acreditação do LCAM/LNEC em 2010

Calibração de equipamentos para medição de comprimento e grandezas geométricas	
Micrómetros de exteriores	Transdutores de deslocamento
Comparadores analógicos e digitais	Transdutores de deslocamento <i>in situ</i>
Cabeças micrométricas	Paquímetros analógicos
Apalpa-folgas	Paquímetros digitais
Peneiros de malha metálica	Calibrador de extensómetros
Peneiros chapa perfurada	Extensómetros (ensaios tracção/compressão)
Calibração de equipamentos para medição de massa	
Instrumentos de pesagem	Pesos não classificados
Calibração de equipamentos para medição de pressão	
Manómetros pneumáticos analógicos	Transdutores pressão pneumática analógicos
Manómetros pneumáticos digitais	Transdutores pressão pneumática digitais
Manómetros hidráulicos analógicos	Transdutores pressão hidráulica analógicos
Manómetros hidráulicos digitais	Transdutores pressão hidráulica digitais
Manómetros em linha pressurizada	Transdutores de pressão em linha pressurizada

Calibração de equipamentos para medição de temperatura e humidade

Termómetros de dilatação de líquido	Higrómetros de espelho
Termómetros digitais	Termohigrógrafos com indicador dedicado
Termómetros de resistência platina	Termohigrómetros com indicador dedicado
Termopares tipo B, E, J, K, N, R, S, T	Termohigrómetros mecânicos (tambor)
Termistores	Termoanemómetros (escala de temperatura)

Ensaio metrológico dimensionais

Moldes metálicos cúbicos	Moldes metálicos cilíndricos
Moldes metálicos triplos	Ensaio dimensionais
Moldes metálicos prismáticos	Pratos de prensa

Ensaio metrológico temperatura

Estufas	Mufas
Câmaras climáticas	Fornos
Câmaras climáticas especiais	Banhos com regulação térmica

Quadro 2 – Actividade de Calibração e Ensaio Metrológico Complementar do LCAM/LNEC

Calibração de equipamentos para medição de comprimento e grandezas geométricas

Pentes	Escalas graduadas
Colunas de medição vertical	Fitas métricas
Graminhos	Reticulos graduados
Rodas excêntricas	Catetómetros
Punções de corte	Circómetros
Padrões de espessura	Medidores de espessura tipo compasso
Peneiros especiais	Réguas e padrões dimensionais
Peneiros de barras metálicas	Calibrador de defómetros unidimensionais
Medidores de nível ultrassónicos	Defómetros unidimensionais
Defómetros tridimensionais (ângulos)	

Calibração de equipamentos para medição óptica

Sistema de ampliação de projector de perfis

Calibração de equipamentos para medição combinada

Aparelhos ensaio VICAT/HDT	Calorímetros semi-adiabáticos de Langavant
Plastómetros	Equipamento ensaio dchoque Charpy
Prensas de pratos quentes	Penetrómetros
Dilatómetros	

2.4 – Apoio a Estudos de Investigação

A origem do LCAM está associada à necessidade de desenvolver competências que permitissem prestar o apoio metrológico aos laboratórios acreditados do LNEC. A crescente disponibilidade de meios (padrões e equipamento de referência) dispendo de níveis de exactidão cada vez mais elevados e com capacidade de se adaptar a novas exigências metrológicas conduziu a que, progressivamente, fosse possível ao LCAM dar resposta a múltiplas solicitações associadas à medição no enquadramento da I&DI realizada por diferentes sectores do LNEC.

Desde 2006 que o LCAM tem dado uma contribuição crescente para a actividade de caracterização metrológica de sistemas de medição envolvendo projectos promovidos por diversos Sectores do LNEC. Indicam-se em seguida alguns destes projectos.

- calibração de calorímetros de Langavant (Departamento de Materiais do LNEC e entidades externas);
- calibração de sistemas combinados de medição aplicados no laboratório de ensaios de reacção ao fogo (Departamento de Edifícios);
- calibração de defómetros unidimensionais incorporados em almofadas LFJ (Departamento de Barragens de Betão);
- ensaios metrológicos de verificação dos ângulos de extensómetros instalados em defómetros tridimensionais (Departamento de Barragens de Betão);
- calibração de máquinas de ensaio de choque Charpy (Departamento de Materiais e entidades externas);
- ensaios para estudos de determinação do coeficiente de dilatação térmica em provetes betuminosos (Departamento de Transportes);
- estudos de caracterização metrológica de sistemas combinados de medição para ensaios de pavimentos (Departamento de Transportes);
- caracterização geométrica de condutas e calibração de medidores de nível ultrassónicos (Departamento de Hidráulica e Ambiente);
- caracterização geométrica de um modelo físico da frente de um comboio de alta velocidade (Departamento de Estruturas);
- calibração de extensómetros de prensa com configurações especiais (Departamento de Estruturas);
- estudo de caracterização geométrica de anéis de ensaios de provetes (Departamento de Barragens de Betão);

- estudo para calibração de pêndulos britânicos (Departamento de Transportes e entidades externas).

Este tipo de actividade é particularmente promissora atendendo a que: as exigências inerentes à garantia da Qualidade dos resultados de medição tendem a ser maiores; que o LNEC concebe e desenvolve sistemas de medição e métodos de ensaio aplicados nos mais diversificados contextos de actuação em Engenharia Civil; e que a actividade de consultoria metrológica enquadra-se na perspectiva transversal que caracteriza a actividade do Centro de Instrumentação Científica onde se insere.



Figura 4 – Montagem para a calibração de calorímetros de Langavant (DM)

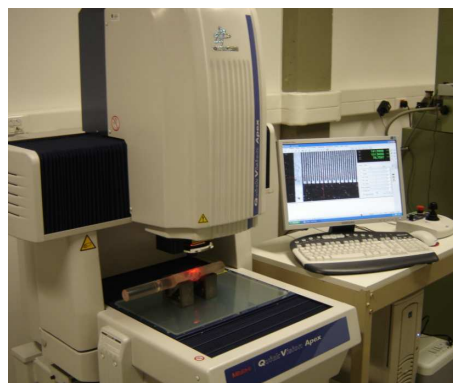


Figura 5 – Ensaio metrológico de defómetros tridimensionais (DBB)

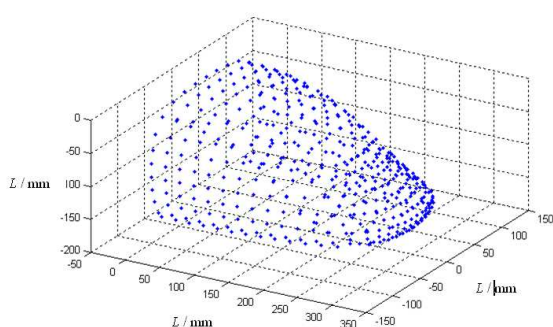


Figura 6 – Resultado da caracterização geométrica 3D de um modelo físico da frente de um comboio de alta velocidade (DE)

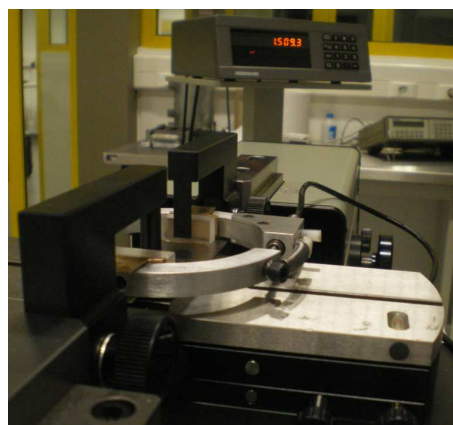


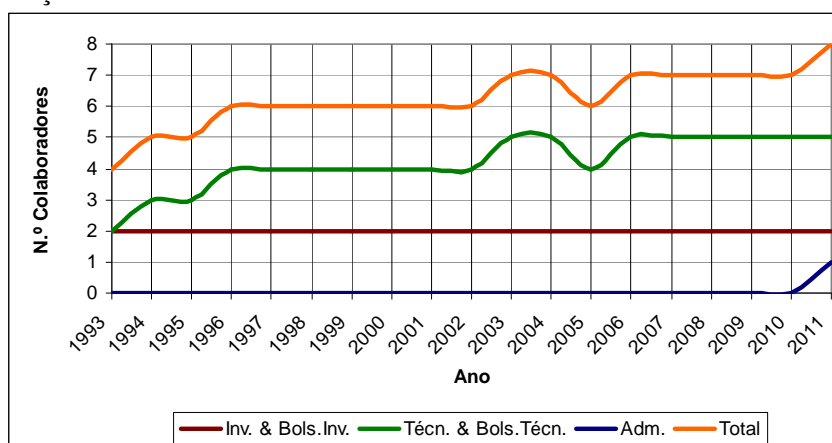
Figura 7 – Caracterização geométrica de anéis para ensaio de provetes (DBB)

2.5 – Recursos Humanos

A actividade do LCAM iniciou-se, em 1993, com um Quadro de Recursos Humanos constituído por quatro colaboradores (O Chefe do Laboratório, Inv. Eng.º Manuel Pimenta de Castro, o Responsável pelo Apoio Metroológico, Dr. Álvaro Silva Ribeiro e os Técnicos Luís Cunha e António Pais) inseridos inicialmente no Grupo de Estudos de Mecânica (GEM) e, em 1994, no Grupo de Qualidade Metroológica (GQM), entretanto criado, contando ainda com a colaboração do Inv. Eng.º José Guimarães Correia, do Grupo de Estudos de Electrónica (GEEn).

Da evolução do Quadro de pessoal com actividade no LCAM (vide Anexo 3), Quadro 3, verifica-se que a colaboração de pessoal com funções ligadas à investigação tem assegurado a Chefia e a componente metroológica, e que a evolução do pessoal tem sido condicionado essencialmente pela evolução do pessoal técnico, dando resposta às crescentes solicitações (duplicação do número de serviços numa década), tendo tido um incremento em 1994 e 1996 em virtude do aumento significativo do âmbito de acreditação do LCAM e em 2004 na sequência da abertura de novas linhas de actividade, mantendo-se estável desde então. Das cinco pessoas que se encontram nesta categoria, quatro asseguram as áreas de actividade especializadas e o quinto colaborador assegura a coordenação da componente técnica e de gestão interna de recursos.

Quadro 3 – Evolução do número de colaboradores do LCAM



No presente ano refira-se a integração de uma colaboradora para a parte administrativa e a substituição decorrente da aposentação do Eng.º Téc. João Benevente nas funções de Coordenador da Actividade Operacional pelo Bolseiro de Experimentação recentemente destacado para o NQM, Eng.º Abel Virgílio, que se encontra em fase de formação.

2.6 – Organização e Caracterização da Actividade

A organização e gestão do laboratório tem sido desenvolvida, desde a criação do mesmo, no âmbito do Sistema de Gestão (da Qualidade) que suporta a sua acreditação. Este sistema tem sido objecto de auditoria, desde 1994, por entidades externas e independentes, permitindo a consolidação das suas diferentes facetas.

O laboratório dispõe de uma diversidade de documentos controlados, de que se destacam os mais de 60 procedimentos de calibração e ensaio metrológico, os documentos electrónicos que incorporam simultaneamente os boletins de ensaio, as tabelas de balanço de incertezas e os certificados de calibração e ensaio, e um acervo de documentos de gestão da qualidade cobrindo aspectos tão diversificados como, por exemplo, os planos de calibração e manutenção dos padrões, as competências dos recursos humanos, a avaliação de fornecedores e clientes, os processos de confirmação metrológica ou a monitorização ambiental de todos os espaços laboratoriais.

Ainda nesta vertente da organização do Sistema de Gestão do laboratório, deve-se mencionar a evolução recente do mesmo, que consistiu no desenvolvimento de uma base electrónica de documentação interna, permitindo a partilha e a redução drástica do uso de papel (da ordem de 90%) no laboratório.

O processo de virtualização de documentação, iniciado em 2008, tem sido auditado com sucesso desde então pelo Instituto Português da Acreditação (IPAC) no âmbito da acreditação do laboratório. Com base nesta experiência, a Direcção da Qualidade dos Laboratórios Acreditados convidou o NQM para liderar a comissão que visa promover a informatização (B-Quality) dos Laboratórios Acreditados do LNEC, sendo o LCAM um dos cinco laboratórios inseridos na primeira fase deste projecto.

Tem-se verificado um crescimento consolidado da actividade desenvolvida pelo LCAM no que se refere a alguns dos seus principais indicadores, nomeadamente, os que são indicados de seguida.

- número de serviços prestados (Fig. 8);

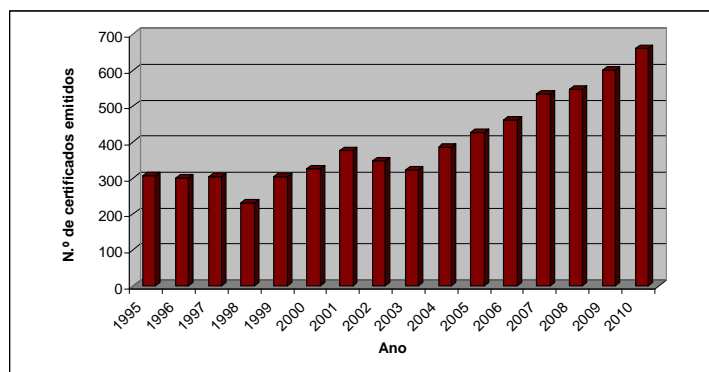


Figura 8 – Evolução do número de certificados emitidos

- aumento da receita correspondente a actividade interna e externa (Fig. 9);

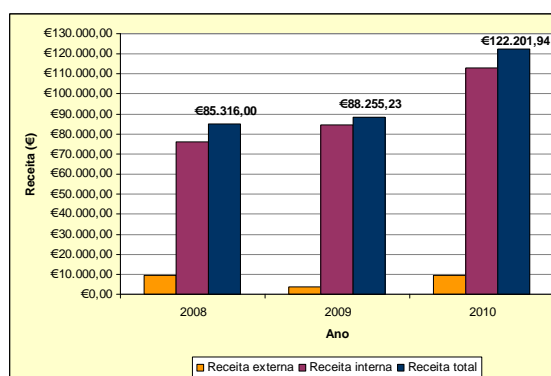


Figura 9 – Evolução das receitas (2008-2010)

- redução de encargos relacionados com a calibração externa de padrões do LCAM (Fig. 10).

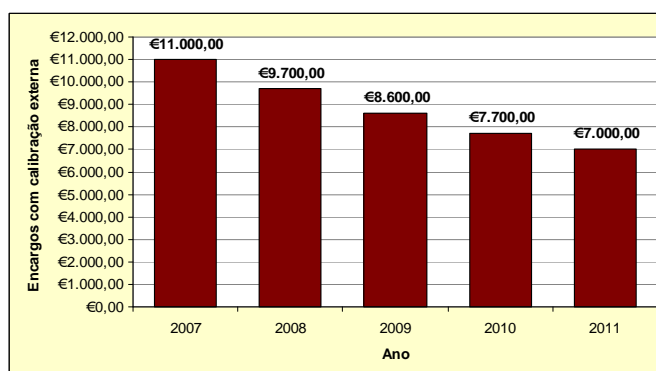


Figura 10 – Evolução dos encargos com calibrações externas (2007-2011)

No Anexo 4 é apresentada informação mais detalhada relativa à caracterização e evolução da actividade traduzida num conjunto de indicadores, nomeadamente, de receitas e despesas associadas à actividade do LCAM.

2.7 – Estágios e Apoio a Laboratórios de Metrologia

O LCAM tem vindo a desenvolver acções e actividades de formação de Técnicos e Responsáveis metrologistas, há mais de uma década, participando desse modo em iniciativas de cooperação promovidas pelo LNEC com instituições congéneres.

Realça-se a intervenção do LCAM na formação de recursos humanos das seguintes instituições:

- Laboratório de Engenharia Civil de Macau (LECM);
- Laboratório Regional de Engenharia Civil da Região Autónoma da Madeira;
- Laboratório Regional de Engenharia Civil da Região Autónoma dos Açores;
- Laboratório de Engenharia Civil de S. Tomé e Príncipe (LECSTP);
- Laboratório de Engenharia Civil da Guiné-Bissau (LECG).

Essa actividade tem tido reflexo não só na formação do pessoal mas, também, no apoio prestado pelo NQM na organização de Sistemas de Gestão (da Qualidade) de acordo com a norma de referência NP EN ISO/IEC 17025 onde se inclui, nomeadamente, a instalação de unidades laboratoriais, a cooperação na elaboração de documentação específica, informação e registos aplicados em calibrações e ensaios metrológicos, e a estruturação das componentes do sistema dedicadas à gestão metrológica da instrumentação.



Figura 8 – Apoio na Instalação do Laboratório Metrológico e Formação de Responsáveis e Técnicos de várias entidades em S. Tomé e Príncipe (Laboratório de Engenharia Civil de S. Tomé e Príncipe, Setembro de 2010)

3. ESTADO ACTUAL E PERSPECTIVAS DE FUTURO

A criação do Laboratório Central de Apoio Metrológico do LNEC na década de 1990, foi assente em dois objectivos principais, um de curto prazo, visando criar uma infra-estrutura de apoio metrológico às unidades orgânicas que desenvolviam os processos de acreditação; e outro, de médio e longo prazo, visando dotar o LNEC com uma infra-estrutura de apoio metrológico à actividade de I&DI.

Relativamente a cada um dos objectivos mencionados pode-se avaliar, no momento actual, o grau de concretização de cada um desses objectivos, as perspectivas de evolução das necessidades metrológicas e o interesse potencial do desenvolvimento de competências (planeadas ou novas).

A presente análise poderá ser complementada com a leitura do Anexo 4 deste documento contendo alguns dos principais indicadores da actividade do LCAM.

3.1 – Actividade Metrológica no Âmbito da Acreditação dos Laboratórios do LNEC

A actividade do LCAM tem sido centrada na resposta às necessidades de rastreabilidade associadas à instrumentação dos laboratórios do LNEC, em particular, no âmbito da acreditação.

Essa resposta tem sido concretizada mediante o desenvolvimento de meios que permitem a consolidação das cadeias de rastreabilidade e a sua integração no âmbito de acreditação do LCAM, e dotando o laboratório de competências que têm vindo a permitir reduzir a sua dependência de calibrações externas. Subsistem algumas áreas de medição, associadas à actividade laboratorial, onde o LCAM ainda não dispõe de meios podendo-se destacar, nesse contexto, a medição de volume, de grandezas eléctricas, geométricas e em regime dinâmico.

A criação destas cadeias de rastreabilidade envolve a necessidade de aquisição de um conjunto reduzido de padrões de referência e depende, nalguns casos, da conclusão da infra-estrutura metrológica que foi prevista no projecto do laboratório concebido em 2002.

O enquadramento desta evolução no âmbito de acreditação do LCAM, comportaria encargos adicionais associados com o pedido de extensão do âmbito de acreditação, o que se julga poderia ser suportado pela nova actividade de calibração interna e correlativa redução de encargos com calibrações externas. Não haveria reflexos nos encargos de manutenção das

acreditações do laboratório já existentes e nos encargos relacionados com calibrações externas de padrões do LCAM.

3.2 – Actividade Metrológica no Âmbito de I&DI do LNEC

O crescente desenvolvimento das competências do Núcleo de Qualidade Metrológica associado à medição e calibração, à capacidade de cálculo de incertezas e à aquisição de padrões de elevado rigor e multifuncionais tem contribuído para uma crescente procura (significativamente acentuada nos anos mais recentes) de apoio por parte de diversos sectores do LNEC, relativamente a processos de medição incorporada em investigação e OAC&T e ao desenvolvimento de teses de doutoramento no âmbito da Engenharia Civil.

Considerando que, por um lado, este tipo de actividade cobre apenas uma parte reduzida das necessidades do LNEC e que, por outro lado, a incorporação sistemática da componente metrológica na actividade do LNEC constituirá, a breve prazo, uma vantagem competitiva de importância contratual, tem sido um objectivo central do desenvolvimento das competências do LCAM o incremento da sua capacidade de resposta, adaptando os meios metrológicos sempre que necessário.

Esta perspectiva de evolução da actividade tem, desde logo, uma vantagem que resulta de não trazer encargos adicionais ao LNEC relativamente à acreditação, uma vez que a natureza diversificada desta actividade não se enquadra nesse contexto específico. É relevante referir, no entanto, que a actividade metrológica em causa se desenvolve num laboratório acreditado, com um Sistema de Gestão (da Qualidade), dispondo de rastreabilidade ao Sistema Internacional e com capacidade para avaliar as incertezas de medição.

A prossecução desta linha de actuação implica, porém, que se possa dispor do espaço laboratorial previsto no projecto de construção das instalações do LCAM, de modo a albergar padrões que permitam promover a garantia da qualidade da medição de equipamentos de medição utilizados nos diversos contextos da sua actividade. Em particular, destacam-se as medições envolvendo: a velocidade (em meio líquido e em ar); a aceleração; distâncias de grande alcance; aplicações de extensometria; entre outras.

3.3 – Objectivos Gerais e Condicionais

A evolução estratégica proposta para os próximos anos resulta de uma análise da evolução e da implantação da Metrologia no LNEC, da identificação do que constituem as principais oportunidades e lacunas internas e externas que se enquadram no âmbito de intervenção do LNEC e do contributo que se considera que pode ser dado pelo NQM, de que o LCAM é parte integrante, para promover a Qualidade das medições alargada à actividade de I&DI dos diversos Sectores do LNEC.

Neste sentido, identificam-se objectivos de gestão que se desejava atingir e que estão condicionados pela satisfação de algumas condições necessárias para a sua concretização.

Os objectivos de gestão de curto e médio prazo são:

1. consolidar a actividade desenvolvida no âmbito da acreditação e estudar formas de optimização de processos de gestão metrológica com impacto financeiro, nomeadamente, determinando intervalos óptimos devidamente fundamentados relativamente à calibração de padrões em entidades externas;
2. desenvolver a actividade metrológica em grandezas particularmente importantes para a actividade do LNEC, para as quais não se dispõe actualmente de meios para concretizar a desejável rastreabilidade (nomeadamente, as grandezas eléctricas; as grandezas observáveis em regime dinâmico; o volume e a massa volúmica).
3. promover um reajustamento do âmbito da acreditação, de modo a incluir outros ensaios de interesse para o LNEC no enquadramento da Engenharia Civil e, eventualmente, excluir outros com reduzido retorno económico e financeiro;
4. alargar o âmbito de intervenção do LCAM/LNEC a actividades emergentes associadas a Sectores do LNEC (caracterização metrológica de protótipos, de provetes e de materiais de referência; caracterização metrológica de equipamento usado em ensaios em campo);
5. fazer face ao natural crescimento de solicitações internas que resulta da intervenção actual do LCAM corresponder a cerca de 10 % da actividade a que poderia dar a sua contribuição;
6. promover a automatização de ensaios de forma a reduzir as limitações de recursos humanos decorrente do previsível aumento da actividade.

Das condições necessárias para a concretização de uma parte significativa do que foi enumerado, salientam-se as três vertentes fundamentais:

- **Pessoal:** aumentar as competências e qualificações dos técnicos de modo a fazer face a novas solicitações conjugando essa evolução com o incremento de soluções de automatização parcial de ensaios de maior duração;
- **Equipamento:** aquisição periódica de instrumentação necessária para a consolidação das cadeias de rastreabilidade (permitindo a poupança em calibração externa e o alargamento da actividade), substituição e manutenção de instrumentação (com destaque para a que possui uma utilização intensiva), criação de novas cadeias de medição aplicáveis a grandezas que não se encontram no âmbito da actividade desenvolvida mas com interesse para o LNEC e aquisição de soluções de automatização novas ou adaptáveis a equipamentos e padrões já existentes;
- **Instalações:** a conclusão das instalações do LCAM é uma condição essencial para que se possa alargar a actividade às grandezas de interesse para o LNEC no âmbito da Engenharia Civil e, simultaneamente, dotar o LNEC de uma instalação metrológica preparada para dar resposta a novos desafios não só no imediato mas, também, aos desafios futuros.

4 – COMENTÁRIOS FINAIS

A actividade metrológica, embora tenha surgido no LNEC como uma preocupação desde meados dos anos 70 do Século XX, apenas nos anos 90 adquiriu visibilidade traduzida na criação do Laboratório Central de Apoio Metrológico.

A intervenção do LCAM no contexto dos laboratórios acreditados ou em vias de acreditação, reforçada com a intervenção crescente em actividades de I&DI, permite afirmar que, actualmente, já desenvolve uma contribuição relevante para a actividade do LNEC.

A relação directa que existe entre a Metrologia e a Qualidade da medição, elemento determinante para a valorização de Organismos com a missão atribuída ao LNEC determina, cada vez mais, a necessidade de se dispor de componentes orgânicas que permitam apoiar a actividade de medição e que se disponha de ferramentas para a evidenciação dessa mesma Qualidade (por exemplo, pela rastreabilidade, pela manutenção metrológica de padrões, e pela capacidade de avaliação de incertezas de medição). Considera-se, por isso, que essa relação é essencial para a evidenciação da qualidade e da excelência do LNEC.

No passado recente o LNEC desenvolveu significativamente a sua componente metrológica ao ponto de, hoje, constituir um dos mais importantes representantes do país no que se refere às componentes técnica e científica da Metrologia.

Por todas as razões apresentadas, considera-se que o prosseguimento da consolidação e do desenvolvimento da componente metrológica no LNEC é não só potenciadora do desenvolvimento técnico e de I&DI, como a ferramenta adequada para a evidenciação da qualidade da medição que deve caracterizar um organismo de investigação com a dimensão e a importância do LNEC, constituindo esse facto um relevante factor de diferenciação com impacto na sua competitividade.

LNEC, Lisboa, Outubro de 2011

VISTOS

O Director do CIC



Carlos Oliveira Costa

AUTORIA



Álvaro Silva Ribeiro

Lic.º em Física Tecnológica, Doutor
Investigador Auxiliar, Chefe do NQM

Anexo 1 – Instalações do LCAM/LNEC

A actividade do LCAM iniciou-se em 1993 com a instalação provisória numa sala situada na sub-cave da zona nascente do Edifício Arantes e Oliveira (Fig. A1.1) cedida pelo Departamento de Materiais de Construção do LNEC. Nesse espaço, dispondo de cerca de 28 m², foram instalados os primeiros padrões aplicados em calibração de equipamento de medição de comprimento, massa, temperatura e pressão. O acesso à zona laboratorial era precedido de uma antecâmara para proteger o condicionamento ambiental do espaço de laboratório.

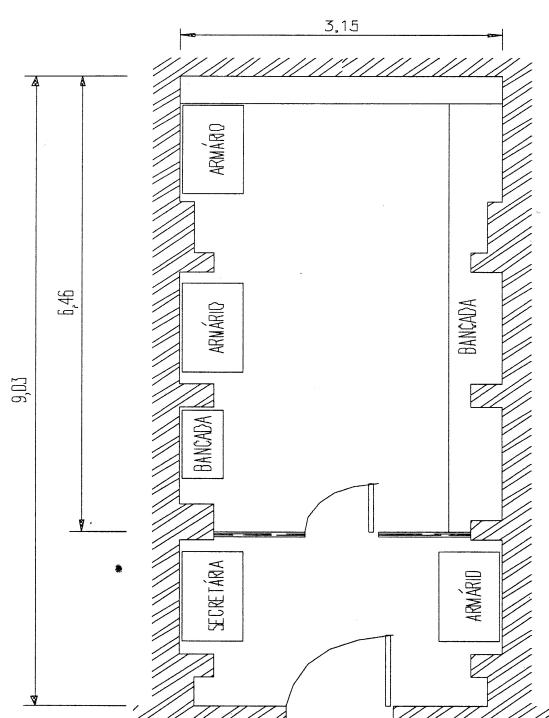


Figura A1.1 – Planta da primeira instalação do LCAM/LNEC

O incremento da actividade desenvolvida pelo LCAM, sustentando o primeiro pedido de extensão do âmbito da acreditação, conduziu à transferência das instalações para a sub-cave poente do Edifício Arantes e Oliveira, promovendo a reabilitação de uma área de depósito patrimonial para uma área laboratorial. Na organização do espaço laboratorial foram estabelecidas quatro áreas distintas dedicadas às grandezas comprimento, massa, temperatura e humidade e pressão, conforme se vê na Figura A1.2 exposta em seguida.

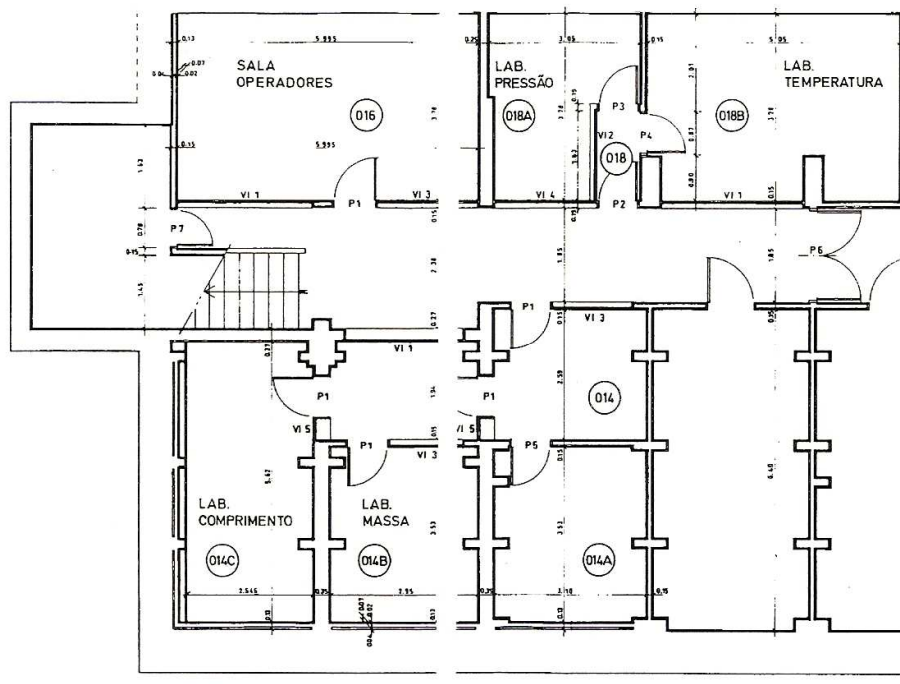


Figura A1.2 – Planta da segunda instalação do LCAM/LNEC

O laboratório dispunha, então, de uma área total de cerca de 100 m², da qual 55 m² eram dedicados a salas laboratoriais. Estas instalações permitiam a utilização diferenciada dos espaços tendo em consideração a natureza das grandezas envolvidas, em consonância com os requisitos associados à acreditação do laboratório em cada um dos domínios de acreditação.

Em 2002 iniciou-se um novo processo visando a construção de um laboratório metrológico preparado para dar resposta às necessidades do LNEC não só no imediato mas, também, prevendo a sua expectável evolução em competências e em actividade, para o longo prazo. Nesse sentido, foi desenvolvido um projecto que contemplava áreas de actividade laboratorial, administrativa, de formação, de apoio à presença de pessoal técnico e estagiários e de apoio ao desenvolvimento de actividade de I&DI. A planta do laboratório, na sua versão actualizada, prevê a ocupação de uma área de 860 m², conforme se expõe na figura seguinte.

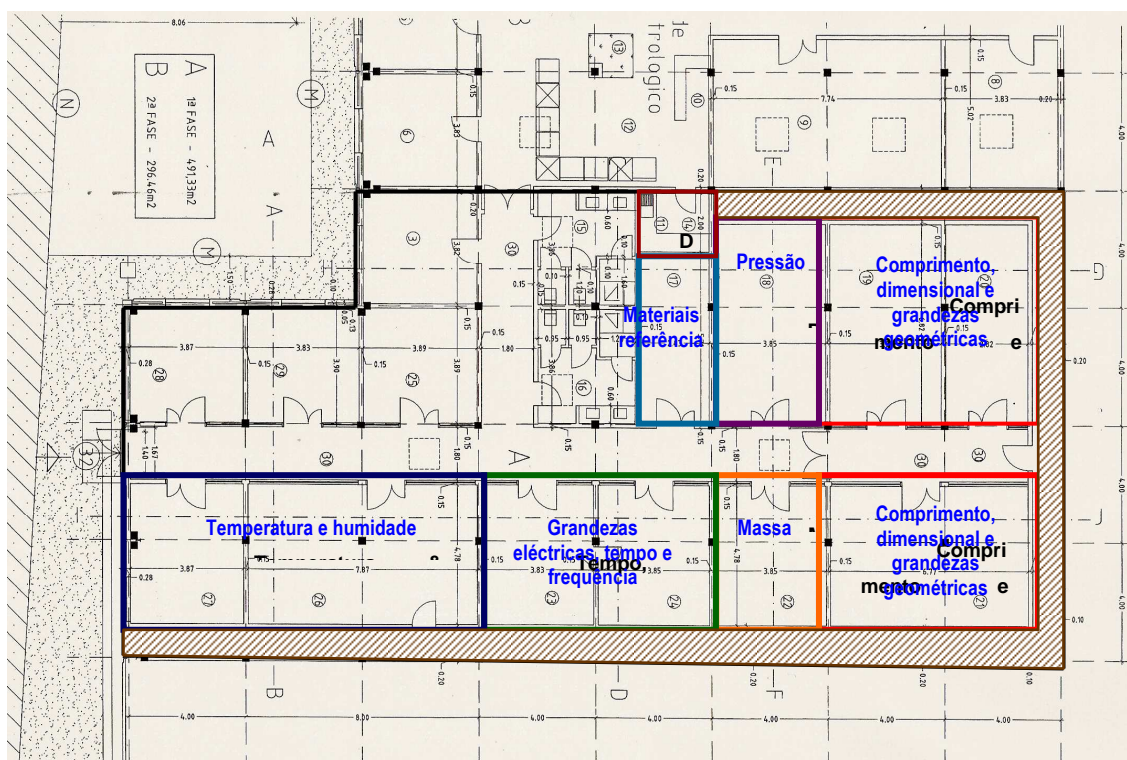


Figura A1.4 – Planta das instalações parciais do LCAM/LNEC concluídas em 2007

As instalações actuais do laboratório dispõem de condições que permitem o desenvolvimento da actividade metrológica com elevado rigor, sendo distribuídas por salas laboratoriais dedicadas conforme a descrição que se pode observar na planta da Fig. A1.4, com condicionamento ambiental diferenciado para áreas laboratoriais distintas². Alguns destes espaços laboratoriais são expostos nas Figuras A1.5 a A1.11.

Outros aspectos construtivos a realçar no projecto das novas instalações, visando o objectivo de promover a qualidade das medições efectuadas, são:

- a monitorização e aquisição permanente das condições ambientais em cada uma das salas laboratoriais onde estas condições devem cumprir requisitos normativos para a execução de calibrações e ensaios, usando termohigrómetros digitais (Fig. A1.12), os

² Nos laboratórios dimensionais as condições de referência são de $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ e $50\text{ \%hr} \pm 15\text{ \%hr}$ enquanto que nos laboratórios de massa, pressão, tempo e frequência e grandezas eléctricas, é de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ e $50\text{ \%hr} \pm 15\text{ \%hr}$.

quais transmitem os dados através da rede interna do laboratório para ficheiros de um arquivo de rede;

- o corredor técnico (Fig. A1.13) que envolve toda a área laboratorial exterior, destinado à instalação de condutas e outras infra-estruturas de apoio e à redução do consumo de energia associado à manutenção dos níveis de condicionamento ambiental dos laboratórios;
- os maciços anti-vibratórios (Figuras A1.14 a A1.17) incorporados nos pavimentos das salas de medição dimensional, cuja função visa evitar a propagação de vibrações perturbadoras da medição de grandezas dimensionais e geométricas, as quais são particularmente sensíveis a estes efeitos.



Figura A1.5 – Sala de calibração de pressão



Figura A1.6 – Sala de calibração de massa



Figura A1.7 – Sala de calibração dimensional 1



Figura A1.8 – Sala de calibração dimensional 2



Figura A1.9 – Sala de calibração dimensional 3



Figura A1.10 – Sala de calibração de alta temperatura



Figura A1.11 – Sala de calibração de temperatura (termometria)



Figura A1.12 – Termohigrómetro de monitorização ambiental colocado numa das salas laboratoriais

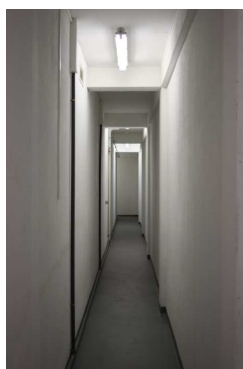


Figura A1.13 – Vista parcial do corredor técnico

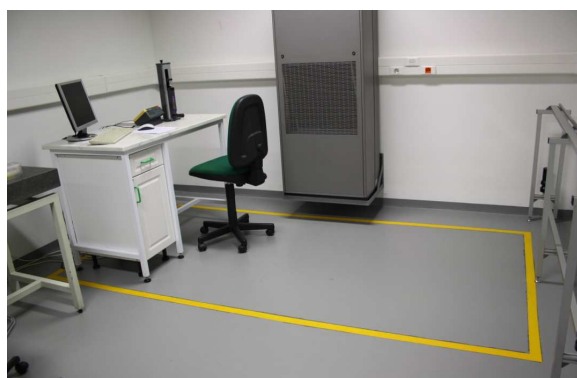


Figura A1.14 – Marcação do maciço anti-vibratório (sala de calibração dimensional 1)



Figura A1.15 – Marcação do maciço anti-vibratório (sala de calibração dimensional 2)



Figura A1.16 – Marcação do maciço anti-vibratório (sala de calibração dimensional 3 - máquina de medição de coordenadas 3D).



Figura A1.17 – Marcação do maciço anti-vibratório (sala de calibração dimensional 3, máquina de medição unidimensional).

Deve-se mencionar, porém, que pelo facto de, até ao momento, ter sido executada apenas uma parte do projecto inicial (cerca de 55%) cuja utilização inicialmente prevista era exclusivamente laboratorial, tornou-se necessário promover a adaptação de quatro das salas da fase A para apoio técnico e administrativo (uma dedicada à recepção e devolução de equipamento de clientes, duas utilizadas como gabinetes para quatro técnicos e uma sala para arquivo, reuniões e auditoria). Esta situação de adaptação de espaços tem criado constrangimentos à actividade que apenas serão resolúveis com a execução da parte complementar do projecto, destacando-se:

- a inexistência de espaço para novos técnicos que venham a desempenhar funções no LCAM, bem como, para o coordenador da actividade operacional que desempenha funções relevantes na organização interna do laboratório e não dispõe de espaço nos gabinetes existentes;
- a inexistência de espaço utilizável por estagiários que, cada vez com maior frequência, têm períodos de formação prolongados no laboratório;
- a inexistência de uma separação adequada entre o espaço administrativo e o espaço laboratorial, uma vez que todo o espaço até agora construído se destinava a uso laboratorial, sendo este um requisito da acreditação incorporado no contexto da segurança e confidencialidade da informação;

- a inexistência de um espaço de formação, previsto para a segunda fase do projecto, notando-se que o Centro de Instrumentação Científica não dispõe de qualquer espaço com a mesma funcionalidade;
- as limitações de espaço que constituem um impedimento inultrapassável para o desenvolvimento de algumas das áreas de actividade solicitadas ao laboratório (por exemplo, no domínio das grandezas eléctricas, de grandezas dinâmicas, do volume e da massa volúmica), as quais se enquadram numa crescente intervenção metrológica aplicada a ensaios, estudos e teses desenvolvidas no LNEC no âmbito da Engenharia Civil.

Anexo 2 – Padrões e Cadeias de Rastreabilidade do LCAM/LNEC

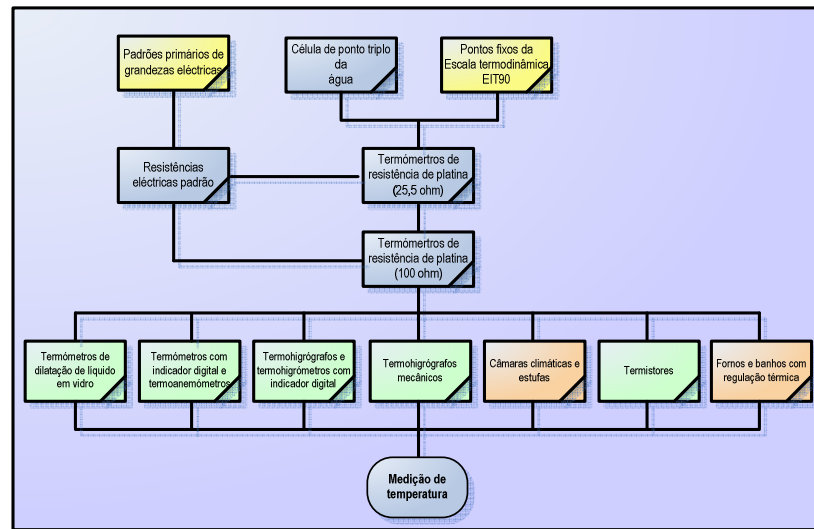


Figura A2.1 – Cadeia de rastreabilidade T1 do LCAM/LNEC associada à grandeza temperatura (intervalo de medição de - 20 °C a 230 °C)

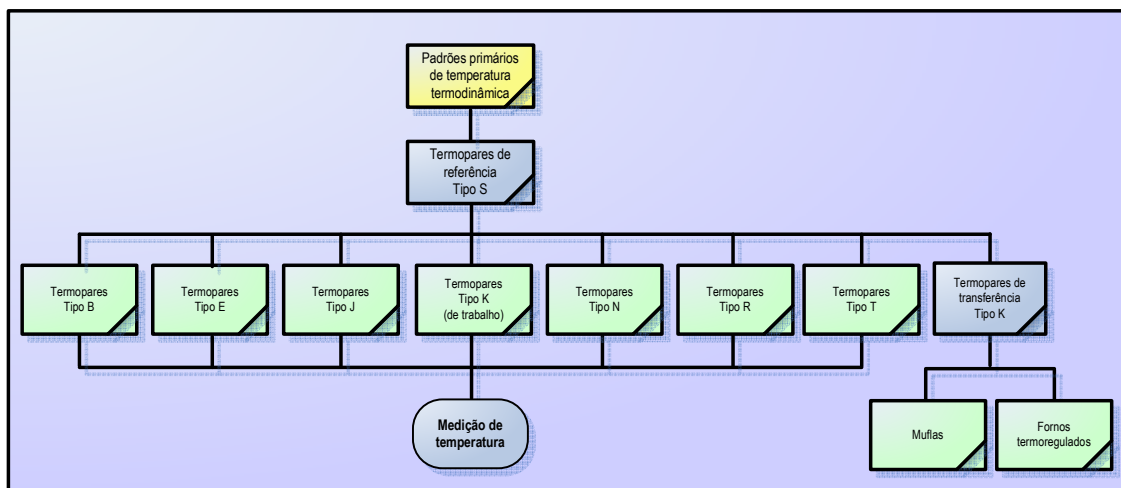


Figura A2.2 – Cadeia de rastreabilidade T2 do LCAM/LNEC associada à grandeza temperatura (intervalo de medição de 0 °C a 1100 °C)

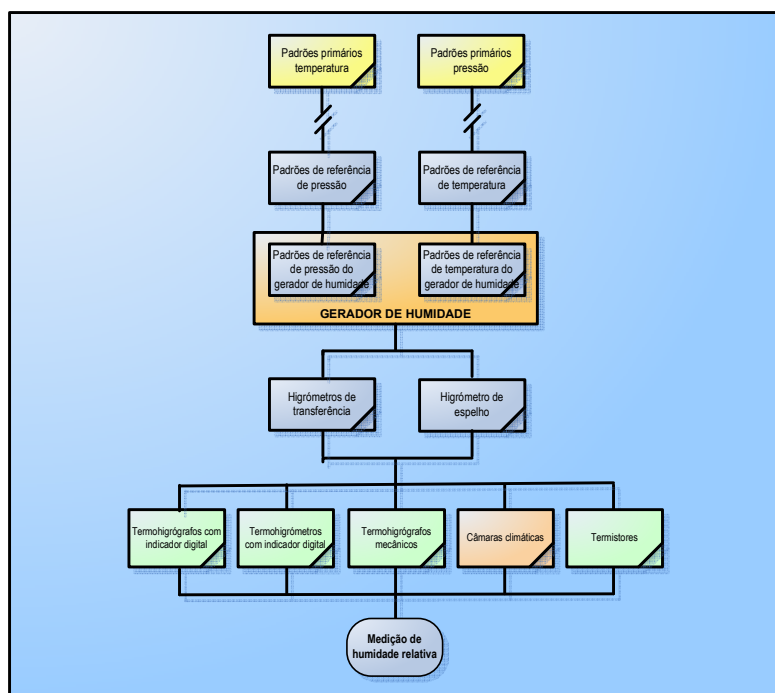


Figura A2.3 – Cadeia de rastreabilidade H1 do LCAM/LNEC associada à grandeza humidade

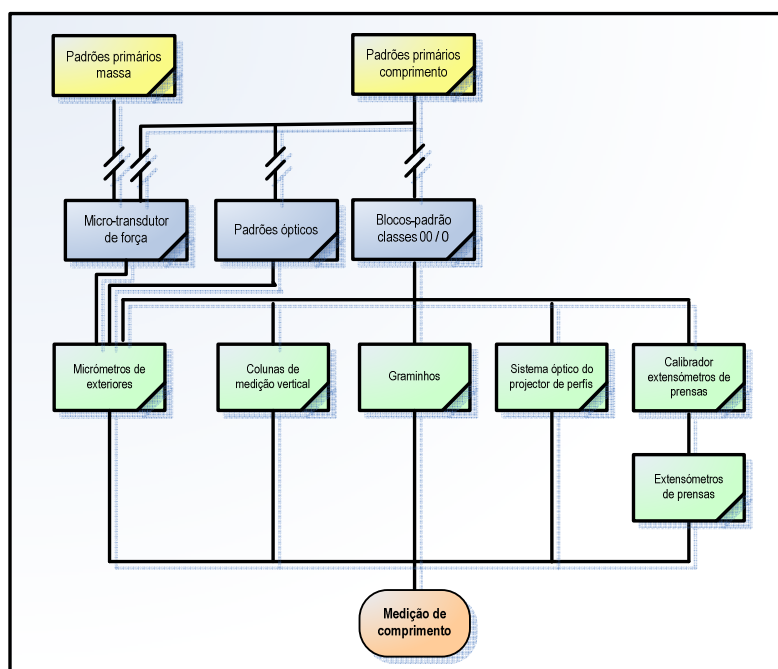


Figura A2.4 – Cadeia de rastreabilidade C1 do LCAM/LNEC associada à grandeza comprimento

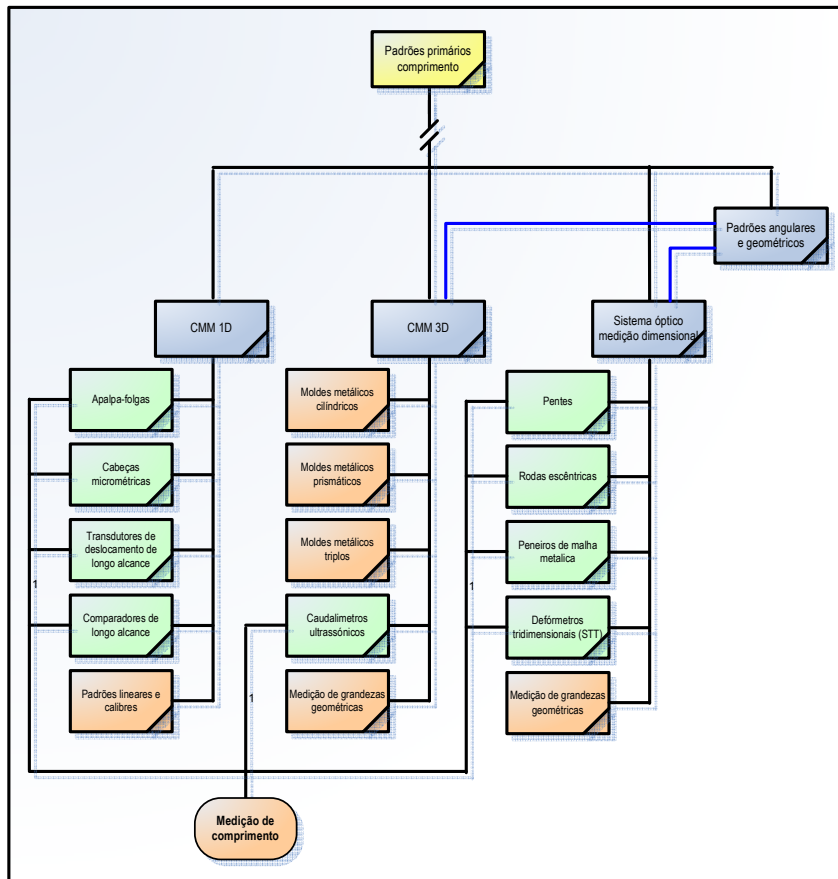


Figura A2.5 – Cadeia de rastreabilidade C2 do LCAM/LNEC associada à grandeza comprimento

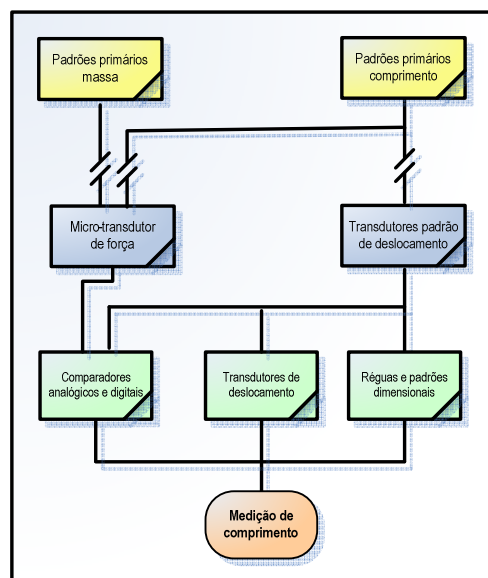


Figura A2.6 – Cadeia de rastreabilidade C3 do LCAM/LNEC associada à grandeza comprimento

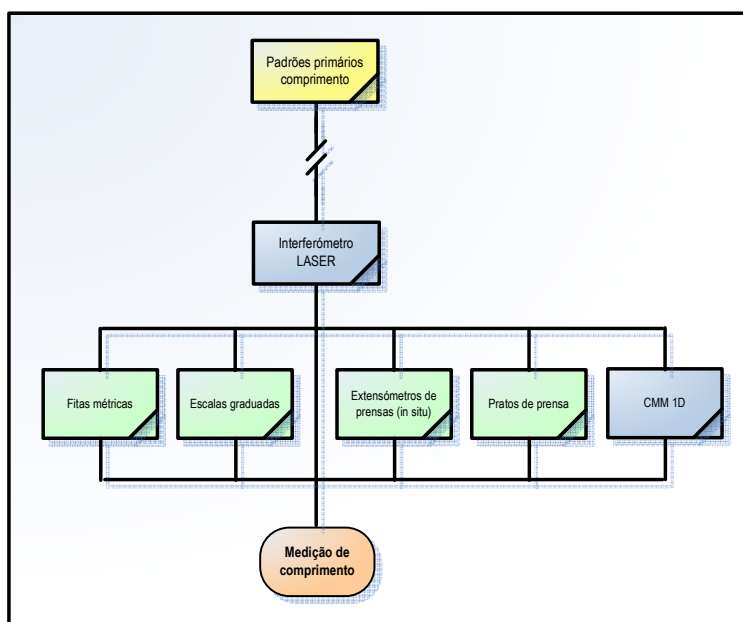


Figura A2.7 – Cadeia de rastreabilidade C4 do LCAM/LNEC associada à grandeza comprimento

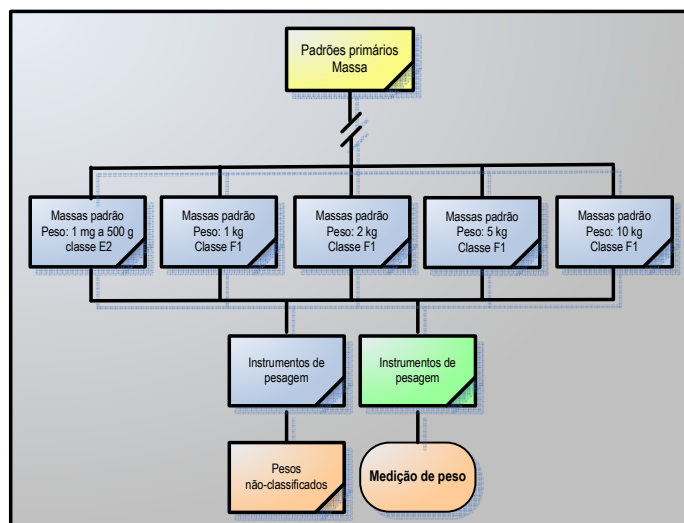


Figura A2.8 – Cadeia de rastreabilidade M1 do LCAM/LNEC associada à grandeza massa

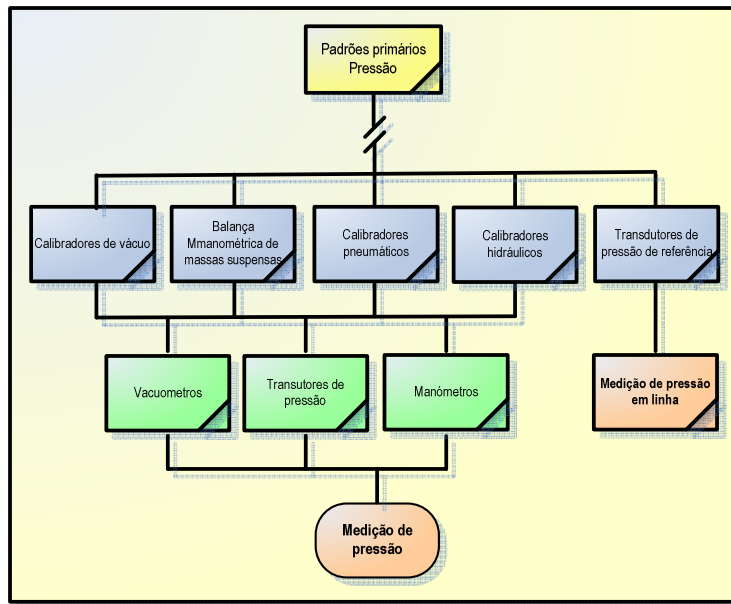


Figura A2.9 – Cadeia de rastreabilidade P1 do LCAM/LNEC associada à grandeza pressão

Grandeza: comprimento

Designação do padrão:
Transdutores de deslocamento com indicador dedicado

Intervalo(s) de medição:
0 a 50 mm

Resolução:
0,1 μm

Melhor Capacidade de Medição e Calibração
CMC: 0,3 μm



Designação do padrão:
Máquina de medição de coordenadas 1D

Intervalo(s) de medição:
0 a 300 mm

Resolução:
0,1 μm

Melhor Capacidade de Medição e Calibração
CMC: 0,3 μm

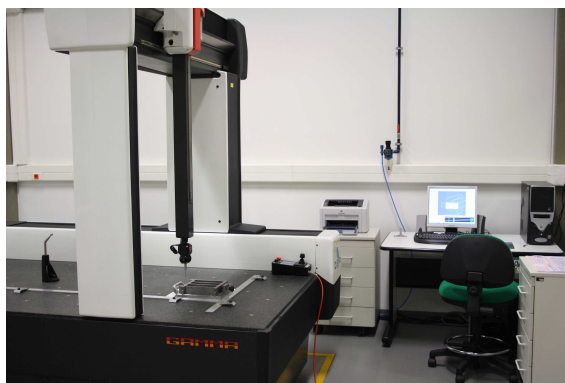


Designação do padrão:
Máquina de medição de coordenadas 3D

Intervalo(s) de medição:
0 a 1000 mm (ox); 0 a 1500 mm (oy) ;
0 a 1500 mm (oz)

Resolução:
1 μm

Melhor Capacidade de Medição e Calibração
CMC: 2 μm



Designação do padrão:
Interferómetro Laser

Intervalo(s) de medição:
0 a 40 m

Resolução:
1 nm

Melhor Capacidade de Medição e Calibração
CMC: 10 nm

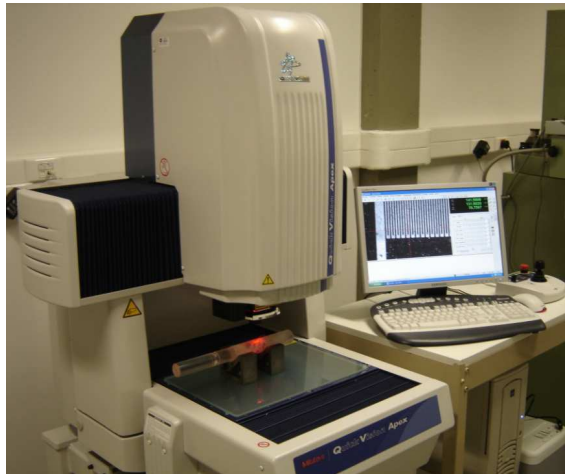


Designação do padrão:
Sistema óptico de medição de coordenadas

Intervalo(s) de medição:
0 a 200 mm (ox); 0 a 200 mm (oy)

Resolução:
0,1 μm

Melhor Capacidade de Medição e Calibração
CMC: 0,3 μm



Designação do padrão:
Blocos-padrão

Valores nominais:
1 mm a 200 mm.

Incerteza de medição:
1 μg .



Grandeza: massa

Designação do padrão:
Pesos-padrão

Valores nominais:
1 mg a 500 g; 1 kg; 2 kg; 5 kg e 10 kg.

Incerteza de medição:
1 μ g.



Grandeza: força

Designação do padrão:
Transdutor de força com indicador dedicado

Intervalo(s) de medição:
0 a 20 N

Resolução:
1 cN

Melhor Capacidade de Medição e Calibração
CMC: 3 cN



Grandeza: pressão

Designação do padrão:
Balança manométrica de massas suspensas

Intervalo(s) de medição:
0 a 60 bar / 0 a 600 bar

Resolução:
0,01 bar

Melhor Capacidade de Medição e Calibração
CMC: 0,03 bar

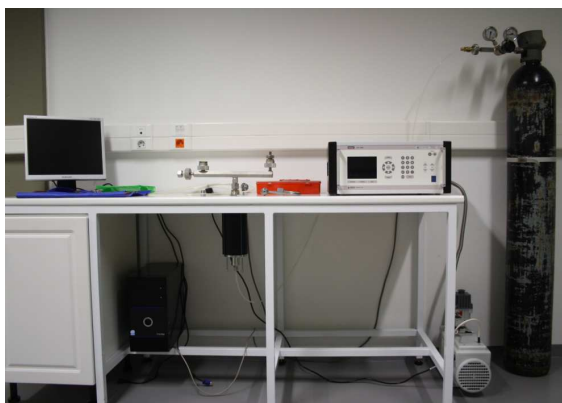


Designação do padrão:
Calibrador de pressão e vácuo

Intervalo(s) de medição:
(a) 800 mbar a 1200 mbar (abs.)
(b) 0 a 100 bar (rel)

Resolução:
(a) 0,1 mbar
(b) 1 mbar

CMC:
(a) 0,1 mbar
(b) 3 mbar



Grandezas: temperatura e grandezas eléctricas

Designação do padrão:
Resistências-padrão

Valores nominais:
25,5 Ω e 100 Ω

Incerteza de medição:
1,5 $\mu\Omega/\Omega$



Designação do padrão:
Termómetros de resistência de platina de 25 Ω , ponte de wheatstone de precisão e multicanal.

Intervalo(s) de medição:
- 39 $^{\circ}\text{C}$ a 419 $^{\circ}\text{C}$

Resolução:
1 mK

Melhor Capacidade de Medição e Calibração
CMC: 5 mK



Designação do padrão:
Célula de ponto triplo da água.

Valor nominal:
273,16 K (0,01 $^{\circ}\text{C}$)

Melhor Capacidade de Medição e Calibração
CMC: 0,5 mK



Grandeza: Humidade

Designação do padrão:

Gerador de duas pressões e duas temperaturas (humidade relativa e ponto-de-orvalho)

Intervalo(s) de medição:

0 °C a 80 °C

10 %hr a 95 %hr

Resolução:

0,1 °C

0,1 %hr

Melhor Capacidade de Medição e Calibração

CMC: 0,1 K / 0,5 %hr



Designação do padrão:

Termopares de referência tipo S com ponte de medição dedicada

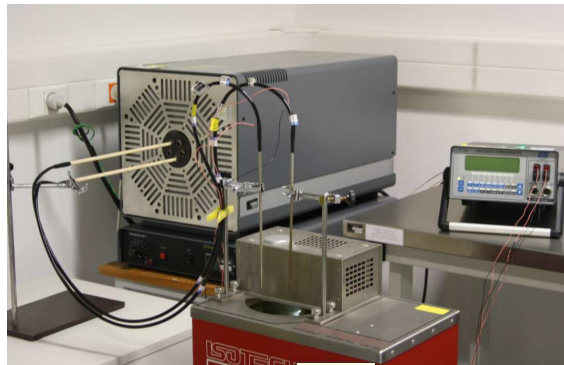
Intervalo(s) de medição:

Temperatura ambiente a 1100 °C

Resolução:

Melhor Capacidade de Medição e Calibração



CMC: 0,1 °C a




Anexo 3 – Quadro de Pessoal com Actividade no LCAM/LNEC

O quadro de pessoal com actividade no LCAM tem a seguinte composição:





▪ **Chefia**

	Nome (Categoria)	Função
	Álvaro Silva Ribeiro (Investigador Auxiliar)	Chefe do laboratório
	José Manuel Onofre Benevente (Técnico Superior)	Substituto do Chefe do laboratório Coordenador da Actividade Operacional

▪ **Responsável Metrológico**

	Luís Filipe Lages Martins (Bolseiro de Doutoramento)	Responsável Metrológico
--	---	-------------------------

▪ **Técnicos Metrologistas**

	Fernando Jorge de Oliveira Antunes (Técnico Superior)	Técnico Responsável pela área de temperatura (Calibração)
	António José Branquinho Pais (Técnico Superior)	Técnico Responsável pelas áreas de temperatura (Ensaio), massa e pressão (Calibração) Responsável apoio informático
	João Daniel Alves Fernandes (Técnico)	Técnico Responsável pela área dimensional (Calibração) e pressão (Ensaio)
	Alexandre Vieira Pinheiro (Bolseiro de Iniciação à Experimentação)	Técnico Responsável pela área dimensional e geométrica (Ensaio)

▪ **Bolseiro de Experimentação em formação**



António Abel Santos Taborda Virgílio
(Bolseiro de Experimentação)

Futuro Coordenador da Actividade
Operacional

▪ **Apoio Administrativo**



Maria de Fátima Grave Carrim

Responsável pelo apoio administrativo

Anexo 4 – Indicadores da Actividade

A actividade desenvolvida pelo LCAM, embora cumprindo a missão de apoiar as unidades laboratoriais do LNEC no que se refere às necessidades de índole metrológica, tem mantido uma actividade complementar de serviço a entidades externas quer promovendo a calibração e ensaio em áreas onde se encontra acreditado quer desenvolvendo áreas de actividade que visam dar resposta a necessidades específicas dessas entidades utilizando para esse efeito os meios e competências que dispõe.

A actividade de calibração e ensaio metrológico desenvolvida para clientes internos (laboratórios acreditados, laboratórios em vias de acreditação e outras unidades orgânicas) representa cerca de 90 % da actividade total desenvolvida anualmente.

A evolução da actividade observa-se no Quadro e na Figura seguintes, mostrando o número de certificados emitidos nos últimos anos e a variação percentual anual.

Quadro A4.1 - Evolução anual do número de certificados emitidos pelo LCAM

Ano	Nº serviços	% variação
1995	306	
1996	302	-1,3
1997	304	+ 0,7
1998	230	- 24,3
1999	304	+ 32,2
2000	325	+ 6,9
2001	377	+ 16
2002	349	-7,4
2003	322	-7,7
2004	386	+ 19,9
2005	428	+ 10,9
2006	461	+ 7,7
2007	535	+ 16,1
2008	548	+ 2,4
2009	600	+ 9,5
2010	668	+ 11,3
Crescimento (média anual)		+ 5,3 %

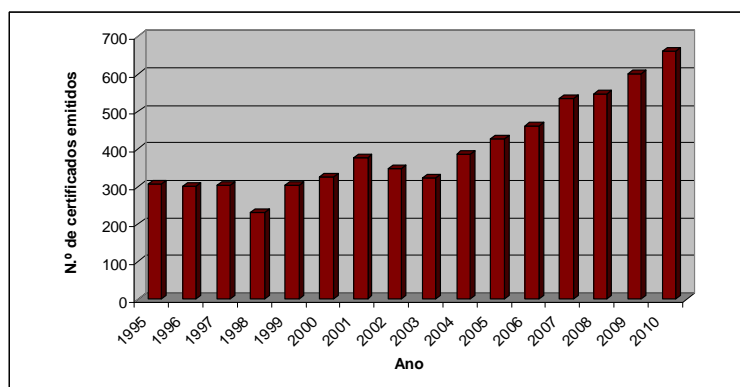


Figura A4.1 – Evolução do número de certificados emitidos

No que se refere à diversificação da actividade de calibração e ensaio metroológico, nos anos de 2009 e 2010 foi distribuída da seguinte forma:

Quadro A4.2 – Distribuição de serviços efectuados pelo LCAM/LNEC por tipos de equipamentos

Equipamento	Calibrações (2009)	%	Calibrações (2010)	%
Peneiros	61	0,096	59	0,089
Paquímetros	19	0,030	27	0,041
Transdutores de deslocamento	21	0,033	6	0,009
Comparadores	56	0,088	46	0,070
Micrómetros e cabeças micrométricas	5	0,008	4	0,006
Apalpa-folgas	1	0,002	4	0,006
Extensómetros	7	0,011	2	0,003
Defómetros unidimensionais	56	0,088	48	0,073
Defómetros tridimensionais	46	0,073	54	0,083
Moldes	14	0,022	48	0,072
Colecções de lâminas de espessura	2	0,003	1	0,002
Dimensionamento de funis	2	0,003	0	0,000
Indicador de nível	1	0,002	2	0,003
Ensaio dimensionais	39	0,062	25	0,038
Ensaio provetes	12	0,019	6	0,009
Massas / pesos	40	0,063	19	0,029
Instrumentos de pesagem	51	0,080	61	0,092
Manómetros e transdutores de pressão	9	0,014	15	0,023
Cronómetros	2	0,003	1	0,002
Termómetros de dilatação	27	0,043	26	0,039
Termómetros com indicador digital	27	0,043	7	0,011
PRTs	22	0,035	34	0,052
Termopares	5	0,008	37	0,056

Termoanemómetros	1	0,002	1	0,002
Câmaras climáticas	16	0,025	14	0,021
Estufas	18	0,028	25	0,038
Mufas	1	0,002	4	0,006
Higrómetros e termohigrómetros	16	0,025	22	0,032
termohigrógrafos	49	0,077	42	0,064
Especiais (combinados) & outros	8	0,012	20	0,029

Nota: o número total de calibrações mencionadas é superior ao número de certificados emitidos devido ao facto de alguns certificados incluírem calibrações em mais do que uma grandeza.

Quadro A4.3 – Distribuição percentual de serviços efectuados pelo LCAM/LNEC por grandezas

Grandeza	%	%
Comprimento e grandezas geométricas	0,53	0,52
Massa	0,14	0,12
Pressão	0,02	0,02
Tempo	0,00	0,00
Temperatura & humidade	0,29	0,32
Outros	0,02	0,02

A actividade desenvolvida para entidades externas ao LNEC corresponde a cerca de 10 % da actividade total, predominando os serviços de calibração e ensaio metrológico de instrumentos de pesagem, de câmaras climáticas e estufas. Das entidades externas que têm recorrido aos serviços do LCAM destacam-se as seguintes: Cimpor; Instituto Nacional Rebelo da Silva; Instituto de Medicina Legal; CUF-Adubos de Portugal.

Relativamente às receitas internas e externas, os resultados para os três anos mais recentes são os seguintes:

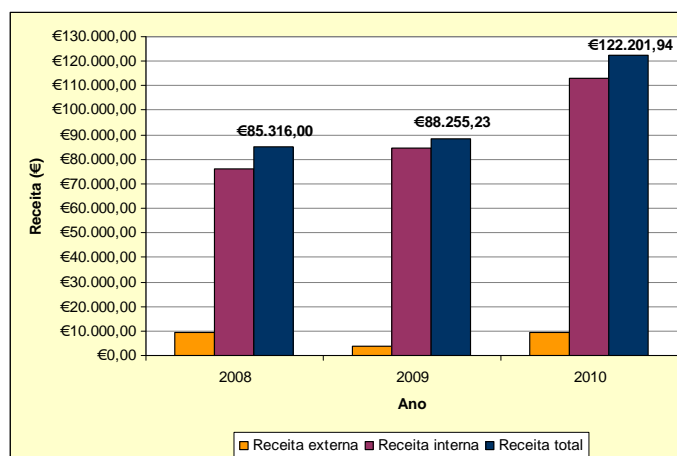


Figura A4.2 – Evolução das receitas (2008-2010)

Apontam-se quatro razões principais para o crescente incremento das receitas:

- Alargamento do âmbito de acreditação;
- Introdução de elementos de automatização nas calibrações e ensaios;
- Aquisição de padrões de referência cujas capacidades multifuncionais permitem diversificar a actividade;
- Crescentes solicitações de serviços provenientes de Sectores fora do contexto dos laboratórios acreditados.

No que se refere a encargos associados à acreditação e manutenção da rastreabilidade das cadeias de medição do LNEC, tem vindo a ser efectuado um esforço no sentido de se reduzirem os encargos relacionados com as calibrações externas (*vide* Figura A4.3) para valores inferiores a 8 000,00 € anuais, objectivo que tem sido alcançado mediante a aquisição de alguns padrões de referência de maior qualidade metrológica que substituíram soluções que haviam sido provisoriamente adoptadas com recurso a padrões de nível intermédio.

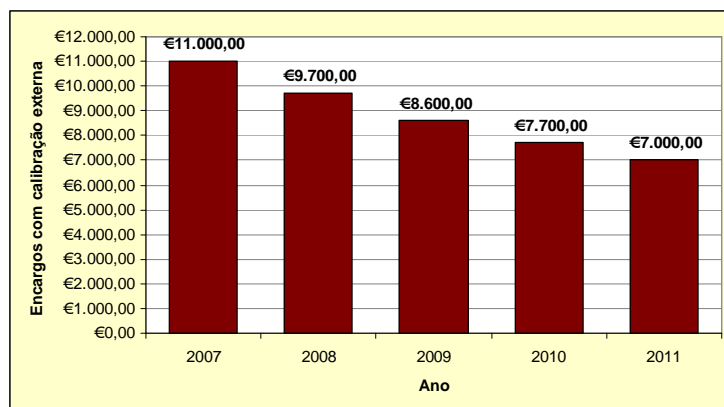


Figura A4.3 – Evolução dos encargos com calibrações externas (2007-2011)

O encargo com calibrações externas é variável anualmente devido ao facto da periodicidade de calibração de alguns padrões ser plurianual e, por vezes, ser necessário transitar calibrações não concretizadas no final do ano anterior para o plano de calibrações externas do ano seguinte.

Tendo em consideração esses factores, o objectivo que se pretende atingir a médio prazo consiste em que o valor médio se mantenha inferior a 7 500,00 € / ano notando-se que o valor inferior indicado em 2011 resultou da transferência por razões orçamentais, para 2012, de algumas das calibrações previstas para o final de 2011.

Espera-se consolidar este objectivo mediante um estudo, que se pretende desenvolver, visando determinar com maior rigor os intervalos óptimos de calibração de alguns padrões, que se julga permitirá alargar alguns dos intervalos de calibração com suporte num estudo científico devidamente fundamentado. Outros encargos anuais especialmente associados à acreditação do laboratório e à manutenção dos padrões (valores médios estimados para os próximos anos) são apresentados no Quadro seguinte.

Quadro A4.4 – Encargos anuais expectáveis associados a serviços de entidades externas

Rubricas	Encargos anuais expectáveis
Calibração/rastreabilidade	7 500,00 €
Acreditação /Auditoria	5 500,00 €
ECl (Ensaio de comparação interlaboratorial)	2 000,00 €
Formação externa	1 000,00 €
Reparação / manutenção de equipamento	2 000,00 €
Consumíveis/acessórios	1 000,00 €

Assim, a estimativa de encargos anuais directamente relacionados com a gestão dos padrões do laboratório e com a acreditação que são expectáveis relativamente a serviços prestados por entidades externas ao LCAM, corresponde a um valor global na ordem de 19 000,00 € / ano.

