



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

CENTRO DE INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

Proc. 1104/11/16134

PROCEDIMENTO PARA CALIBRAÇÃO DE TERMOHIGRÓGRAFOS, TERMOHIGRÓMETROS E CADEIAS DE MEDIÇÃO COM SENSORES DE HUMIDADE RELATIVA NO LCAM/LNEC (VERSÃO 1)

Estudo realizado no âmbito do Projecto de Investigação "Reforço das Capacidades Metrológicas nos Domínios das Grandezas Comprimento, Massa, Pressão e Temperatura"

Lisboa • Novembro de 2007

I&D INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO 332/2007 – CIC

Procedimento de Calibração de Termohigrógrafos, Termohigrómetros e Cadeias de Medição com Sensores de Humidade Relativa no LCAM/LNEC

Resumo

O presente relatório apresenta um procedimento para a calibração de termohigrógrafos, termohigrómetros e cadeias de medição com sensores de humidade relativa, elaborado no LCAM/LNEC.

Calibration Procedure of Thermo-hygrographs, Thermo-hygrometers and Measuring Instruments with Relative Humidity Probes at LCAM/LNEC

Abstract

This report presents a procedure for the calibration of thermo-hygrographs, thermo-hygrometers and measuring instruments with relative humidity probes, developed at LCAM/LNEC.

Procédure d'Étalonnage de Thermo-hygrographes, Thermo-hygromètres et Chaînes de Mesure avec Capteurs d'Humidité Relative au LCAM/LNEC

Résumé

Ce rapport présente une procédure pour l'étalonnage de thermo-hygromètres, thermo-hygrographes et chaînes de mesure avec capteurs d'humidité relative, élaborée au LCAM/LNEC.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. CONTEÚDO DO RELATÓRIO	2
Anexo 1 Procedimento para calibração de termohigrógrafos, termohigrómetros e cadeias de medição com sensores de humidade relativa no LCAM/LNEC	5

PROCEDIMENTO PARA CALIBRAÇÃO DE TERMOHIGRÓGRAFOS, TERMOHIGRÓMETROS E CADEIAS DE MEDIÇÃO COM SENSORES DE HUMIDADE RELATIVA NO LCAM/LNEC

1 INTRODUÇÃO

No âmbito do processo “Reforço das Capacidades Metrológicas nos domínios das grandezas Comprimento, Massa, Pressão e Temperatura” o Núcleo de Qualidade Metrológica (NQM) do Centro de Instrumentação Científica tem promovido, entre outros estudos, a elaboração de procedimentos aplicáveis à calibração de instrumentos de medição e ao ensaio de equipamentos laboratoriais.

Esta actividade, considerada de significativo interesse para o Laboratório Central de Apoio Metrológico (LCAM/LNEC), inserido no NQM, está orientada, principalmente, para a satisfação das necessidades dos laboratórios de ensaio do LNEC ou de clientes externos.

Os referidos procedimentos, embora baseados, sempre que tal seja possível, em normas portuguesas, estrangeiras ou internacionais, têm em regra, uma componente específica estudada em função das capacidades metrológicas do LCAM/LNEC e das tipologias dos instrumentos ou equipamentos a calibrar ou ensaiar.

Neste contexto, foram até agora preparados e revistos em versões melhoradas cerca de 40 procedimentos diferentes, contendo indicações pormenorizadas, tais como a descrição do equipamento de referência a utilizar, a descrição dos ensaios a realizar, a identificação dos resultados e dos desvios de calibração a quantificar e o conteúdo dos certificados a emitir.

O interesse da publicação periódica deste tipo de documentos resulta da introdução de novos procedimentos associados à introdução de novo tipo de calibrações ou ensaios, situação que ocorre neste caso, ou da necessidade de introdução de revisões periódicas destes documentos ditada pela evolução dos processos operativos e pela adopção de normas mais exigentes, encontrando-se associados ao âmbito de acreditação do LCAM/LNEC no quadro do Sistema Português da Qualidade. O objectivo desta iniciativa é divulgar a informação actualizada, ainda que de uma forma reservada, aos utentes do LCAM/LNEC, que assim poderão interpretar melhor os resultados das calibrações ou ensaios realizados.

2 CONTEÚDO DO RELATÓRIO

No presente relatório divulga-se, em anexo, o Procedimento E0315 designado por “Procedimento de Calibração de Termohigrógrafos, Termohigrómetros e Cadeias de Medição com Sensores de Humidade Relativa no LCAM/LNEC” (Versão 1), o qual constitui um procedimento interno por não ser conhecida nenhuma norma internacionalmente aceite aplicável a este tipo de calibração.

Este procedimento engloba um conjunto de ensaios que visam avaliar o grau de exactidão dos instrumentos que efectuem a medição da grandeza humidade relativa, com indicação analógica ou digital, e excluindo os termohigrógrafos de tambor, os quais possuem um procedimento de calibração autónomo.

Como equipamento de referência para esta calibração, o LCAM/LNEC dispõe de uma câmara com condicionamento de temperatura e pressão que permite estabelecer condições de referência em temperatura e humidade relativa mediante o controlo das pressões e temperaturas do meio de ensaio e do saturador, indicando os valores de medição das grandezas referidas e de um conjunto de outras grandezas determinadas de forma directa ou indirecta (nomeadamente, a pressão atmosférica no interior da câmara, as fracções molares e a pressão parcial de vapor de água).

Os processos de aquisição de dados provenientes da câmara de referência e dos instrumentos a calibrar (quando aplicável) são desenvolvidos utilizando software dedicado e o processamento dos dados para elaboração dos certificados é efectuado usando uma aplicação informática específica, desenvolvida no LCAM/LNEC.

O documento enumera as particularidades dos resultados obtidos nos ensaios e indica a informação a inserir nos certificados de calibração.

A consulta do presente documento deve ser complementada com a consulta de outros dois relatórios LNEC (a publicar em 2007) desenvolvidos em simultâneo com este, um dos quais é dedicado à descrição detalhada de funcionamento da câmara de referência utilizada como padrão e o outro é dedicado à avaliação das incertezas de medição associadas às mensurandas de interesse cujos valores são obtidos pela indicação da câmara de referência.

LNEC, Lisboa, Novembro de 2007

VISTOS

O Director do CIC

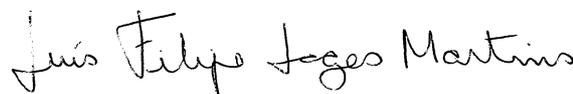


Francisco Carvalhal
Investigador Coordenador

AUTORIA



Álvaro Silva Ribeiro
Lic.º Física Tecnológica, Doutor
Investigador Auxiliar



Luís Filipe Lages Martins
Eng.º Mecânico
Bolsheiro de Iniciação à Investigação Científica



João Onofre Benevente
Eng.º Técnico
Técnico Especialista Principal

ANEXO 1

Procedimento para calibração de termohigrógrafos, termohigrómetros e cadeias de medição com sensores de humidade relativa no LCAM/LNEC



Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Centro de Instrumentação Científica

Laboratório Central de Apoio Metrológico

Procedimento LCAM/LNEC E0315 – V.01

Termohigrógrafos, termohigrómetros e cadeias de medição com sensores de humidade relativa

INDICE

1 - INTRODUÇÃO.....	3
2 - PRINCÍPIO DE MEDIÇÃO.....	3
3 - MÉTODO DE CALIBRAÇÃO.....	3
4 - PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO.....	4
4.1 - Introdução.....	4
4.2 - Capacidade do LCAM para calibrar um higrómetro	4
4.3 - Preparação da calibração	4
4.3.1 - Preparação da calibração em temperatura	4
4.3.2 - Preparação da calibração em humidade relativa	4
4.4 - Avaliação prévia da indicação do padrão	5
4.5 - Procedimento de calibração	5
4.6 - Determinação dos resultados e da incerteza.....	6
4.7 - Certificado de calibração	6
5 - DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	6

1 - INTRODUÇÃO

Para realizar a calibração de *termohigrómetros, termohigrógrafos e cadeias de medição com sensores de humidade relativa* (adiante designados por higrómetros) o LCAM dispõe de equipamento padrão constituído por um gerador de humidade Thunder Scientific (TSC mod. 2500) e de termómetros de resistência de platina com ponte de medição dedicada, os quais encontram-se rastreados a padrões primários da grandeza humidade relativa e da grandeza temperatura.

2 - PRINCÍPIO DE MEDIÇÃO

O princípio de medição, no caso da humidade relativa, consiste no estabelecimento de patamares de humidade relativa na câmara de referência do gerador de humidade, controlados pela pressão (do ar na câmara e do saturador), e pelas temperaturas (do ar na câmara e do saturador), cujos valores determinam as condições para se estabelecer esse patamar de ensaio no espaço interior da mesma.

No caso da temperatura, efectua-se o aquecimento da câmara do gerador de humidade e é efectuada a comparação dos valores obtidos com os valores indicados pelos termómetros de referência.

3 - MÉTODO DE CALIBRAÇÃO

O método de calibração consiste na medição da humidade relativa, simultaneamente, utilizando o gerador de humidade e o higrómetro.

No caso da temperatura, são obtidos os valores indicados pelos termómetros de referência e pelo higrómetro a calibrar para determinadas temperaturas de referência geradas na câmara do gerador de humidade.

Da comparação entre os resultados obtidos, é possível estabelecer uma relação (curva) de calibração (e/ou uma tabela de interpolação) que permita efectuar a correcção das indicações do equipamento calibrado.

4 - PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO

4.1 - Introdução

Apresenta-se, a seguir, um procedimento de calibração de higrómetros aplicável nas gamas de humidade relativa [25 %hr, 90 %hr] e de temperatura [15 °C, 30 °C] elaborado pelo LNEC.

4.2 - Capacidade do LCAM para calibrar um higrómetro

Quando solicitado para calibrar um higrómetro nas gamas referidas, o LCAM avaliará a sua capacidade para efectuar a operação tendo em conta a exactidão dos padrões de humidade relativa e de temperatura. No presente momento, o LCAM dispõe de meios adequados à calibração destes equipamentos cuja exactidão requerida não ultrapasse os valores de 0,1 °C (para a temperatura ambiente) e 0,5 %hr (para a humidade relativa).

4.3 - Preparação da calibração

4.3.1 – Preparação da calibração em temperatura

Seleccionar dois termómetros de referência e estabelecer as ligações destes com a ponte de medida.

Ligar os equipamentos de medição, no laboratório, pelo menos 1 hora antes de executar a calibração.

Proceder à ligação e teste de *software* utilizado em aquisição de dados, se aplicável.

4.3.2 – Preparação da calibração em humidade relativa

Ligar os equipamentos de medição, no laboratório, pelo menos 1 hora antes de executar a calibração.

Efectuar as verificações requeridas para o funcionamento apropriado do gerador de humidade (nível de água, indicação e programação prévia).

Proceder à ligação e teste de *software* utilizado em aquisição de dados, se aplicável.

4.4 - Avaliação prévia da indicação dos padrões

Observar se as indicações que são obtidas com o equipamento de referência correspondem à temperatura à qual se encontra (temperatura ambiente).

4.5 - Procedimento de calibração

O ensaio consiste na obtenção das indicações do higrómetro a calibrar para cada uma das temperaturas e humidades relativas de referência seleccionadas e programadas no gerador de humidade.

O procedimento de calibração segue as seguintes etapas:

- a. *Instalar o higrómetro a calibrar e os dois termómetros padrão na câmara do gerador de humidade e de forma a minimizar a distância entre os elementos resistivos dos diversos sensores;*
- b. *Seleccionar um conjunto de 4 patamares de calibração em temperatura, correspondentes a cerca de 15 °C, 20 °C, 25 °C e 30 °C (poderão ser seleccionados, a pedido do cliente, outros pontos compreendidos entre 0 °C e 40 °C), e três patamares de calibração em humidade relativa correspondentes a 35 %hr, 50 %hr e 65 %hr (poderão ser seleccionados, a pedido do cliente, outros pontos compreendidos entre 25 %hr e 90 %hr);*
- c. *Programar a temperatura mais baixa das seleccionadas em b. e, nesse patamar, a humidade relativa mais baixa seleccionada em b. e aguardar pelo estado estacionário;*
- e. *Promover a aquisição de uma sequência de, pelo menos 20 valores obtidos pelo gerador de humidade e pelos padrões de referência de temperatura e anotar os valores indicados pelo higrómetro a calibrar;*
- f. *Repetir o procedimento para os restantes pontos de humidade relativa seleccionados em b., mantendo o patamar de temperatura;*
- g. *Repetir o procedimento para os restantes pontos de temperatura e humidade relativa seleccionados em b.;*
- h. *Desligar o gerador de humidade relativa e aguardar pela estabilização a uma temperatura próxima da temperatura ambiente retirando, em seguida, o equipamento.*

4.6 - Determinação dos resultados e da incerteza

a. Para cada patamar de calibração calcular:

- A temperatura média de referência a partir das indicações dos padrões de referência e a temperatura média indicada pelo higrómetro a calibrar;
- A humidade relativa média de referência a partir das medidas de humidade relativa do gerador de humidade e a humidade relativa média indicada pelo higrómetro a calibrar;

b. Determinar, para as diferentes grandezas sujeitas a calibração, a incerteza expandida da calibração para um intervalo de confiança de 95% de acordo com [2-4] ¹.

4.7 - Certificado de calibração

Preencher o certificado de calibração de acordo com [4] referindo:

- A identificação do equipamento a calibrar;
- A identificação do equipamento de calibração utilizado;
- Os valores que compõem o quadro de resultados;
- A incerteza expandida de calibração para um intervalo de confiança de 95%.

5 - DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- [1] “The International Temperature Scale of 1990, ITS-90”, National Physical Laboratory, Teddington, UK, 1991.
- [2] *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*. ISO, IEC, OIML e BIPM (1995).
- [3] “Guia para a Expressão da Incerteza de Medição nos Laboratórios de Calibração” - Instituto Português da Qualidade, 1996.
- [4] VIM - “Vocabulário Internacional de Metrologia”, 3ª Edição, Instituto Português da Qualidade, 1996.

¹ Relativamente à determinação das incertezas de medição associadas a esta calibração, consultar o relatório LNEC 2007 dedicado este assunto.

