

CRITÉRIOS DE ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS EM METROLOGIA DE TEMPERATURA

Preparado por: SADCAS Advisory Comité – CLAS	Aprovado por: Diretor Executivo	Data de Aprovação: 2022- 03-29 Data de entrada em vigor: 2022-03-29
--	--	--

ÍNDICE

1	OBJETO E ÂMBITO DE APLICAÇÃO	3
2	ABREVIATURAS	3
3	DEFINIÇÕES	3
4	REQUISITOS AMBIENTAIS.....	8
5	REQUISITOS GERAIS	8
6	REQUISITOS TÉCNICOS.....	9
6.1	Calibração de termopares.....	9
6.2	Calibração TC de Compensação e Extensão.....	10
6.3	Sondas de temperatura de superfície.....	10
6.4	Referência de ponto de gelo	11
6.5	Calibração de termômetro de resistência	11
6.6	Calibração de termômetro líquido em vidro	12
6.7	Calibração de termômetro digital.....	12
6.8	Calibração de termômetro de discagem mecânica	13
6.9	Simulação Elétrica	13
6.10	Calibração CJC	14
6.11	Calibração do termômetro de radiação.....	14
6.12	Avaliação Isotérmica – Esterilizadores a Vapor (Autoclaves)	14
6.13	Avaliação Isotérmica - Esterilizadores.....	15
6.14	Avaliação da Câmara Ambiental	15
6.15	Instalações de Temperatura	16
6.16	Calibração do Monitor de Estresse Térmico	16
6.17	Calibração do Gravador de Temperatura	16
6.18	Calibração de placas de aquecimento	16
6.19	Calibração do calibrador de bloco de temperatura	16
6.20	Preparação e avaliação de banhos líquidos.....	17
6.21	Calibração no local	17
7	REFERÊNCIAS.....	17
	APÊNDICE A: MODELO DO CALENDÁRIO DE ACREDITAÇÃO	19
	APÊNDICE B - REGISTO DE ALTERAÇÕES.....	21

1. OBJETO E ÂMBITO DE APLICAÇÃO

O objetivo deste documento é definir os requisitos ambientais, gerais e técnicos específicos a serem cumpridos pelos laboratórios acreditados no campo da medição e calibração de temperatura e inclui os laboratórios elétricos DC/LF credenciados para realizar simulação elétrica de instrumentação de temperatura.

Este documento é aplicável aos laboratórios acreditados pelo Sistema de Acreditação da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADCAS).

2 ABREVIATURAS

CJC	Compensação de junção fria
CMC	Capacidade de calibração e medição
DC/LF	Corrente Contínua/Baixa Frequência
ELC	Coluna de Líquido Emergente
K	Kelvin
LIG	Líquido em vidro
mA	Miliampère
FDSM	Fichas de dados de segurança do material
Pt 100	Termómetro de Resistência de Platina com R (0°C) = 100Ω
UoM	Incerteza de medição
UEE	Unidade em ensaio
RJ	Junção de referência (fria)
IDT	Dispositivo de temperatura de resistência
SADCAS	Serviço de Acreditação SADC
SANAS	Sistema Nacional de Acreditação da África do Sul
SI	Sistema Internacional de Unidades
TC	Termopar
WBG	Temperatura do globo da lâmpada molhada

3 DEFINIÇÕES

O recozimento ou tratamento térmico é o processo pelo qual um termopar ou termómetro de resistência é aliviado das tensões internas através do aquecimento a uma temperatura fixa durante um período de tempo especificado.

Corpo negro

Um corpo negro é uma entidade que absorve toda a radiação eletromagnética que cai sobre ele. Como absorvente perfeito, não reflete nem transmite, e tem uma emissividade de 1. [15] A fonte

perfeita ou ideal de potência térmica radiante com uma distribuição espectral descrita pela equação de Planck. *O termo corpo negro é frequentemente usado para descrever um forno ou outra fonte de energia radiante que se aproxima do ideal.* [4]

Uma fonte de referência de radiação infravermelha produzida na forma de uma cavidade e caracterizada pela temperatura precisamente conhecida das paredes da cavidade e com emissividade efetiva na abertura da cavidade arbitrariamente considerada igual à unidade.

Termopar de metal base

Termopar cujos termoelementos são compostos principalmente de metais comuns e suas ligas. [4]

Compensação de junção fria

A compensação interna da junção fria é aplicada em instrumentos de medição de termopar. Ele determina a temperatura nas junções de entrada do instrumento e aplica uma correção de microvolt para o desvio da temperatura de 0 °C para o tipo específico de termopar medido.

Cabo TC compensador

O cabo de compensação é feito de ligas diferentes do termopar, mas fabricado para corresponder à característica emf/temperatura do termopar, mas em uma faixa de temperatura restrita. [8]

Termómetro de Contacto

Instrumento adaptado para medir a temperatura por meio da condutividade térmica, determinando a temperatura no momento em que a energia térmica insignificante flui entre o termómetro e o objeto de medição. [4]

Simulação Elétrica

Nesta aplicação, simulação é o processo de substituição de um sensor de temperatura (termopar ou termómetro de resistência) por um dispositivo elétrico equivalente, a fim de calibrar um indicador de temperatura ou transdutor. [5] A simulação elétrica pode também incluir a calibração do indicador de temperatura utilizando uma entrada de corrente ou tensão, como 4-20mA ou 1-5 volts, respectivamente.

Sistema Internacional de Unidades, SI

O sistema coerente de unidades adotado e recomendado pela Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) baseia-se em sete unidades de base, a saber, metro (m), quilograma (kg), segundo (s), ampere (A), kelvin (K), mole (mol) e candela (cd). [13]

Termopar.

Um termopar é um par de condutores de materiais diferentes unidos em uma extremidade que fazem parte de um arranjo usando o efeito termoelétrico de Seebeck para medição de temperatura. [7]

Kelvin, K

Unidade base da temperatura no Sistema Internacional de Unidades (SI). [4]

Termómetro líquido em vidro

Instrumento de medição da temperatura cujas indicações se baseiam no coeficiente de temperatura de expansão de um líquido em relação ao do seu bulbo de vidro que o contém. [4]

Junção de medição

Aquela junção de um termopar que é submetida à temperatura a ser medida, às vezes referida como a junção quente.

Termómetro de Radiação

Um radiómetro calibrado para indicar a temperatura de um corpo negro. [4] Este termómetro é do tipo sem contacto.

Ponto de Gelo

Um ponto fixo secundário, 0,0 °C, na Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90), que é uma mistura de fusão de gelo puro e água que realiza a temperatura de 0,0 °C. Deve ser utilizada água destilada, bem como gelo feito com água destilada para perceber o ponto de gelo.

Junção de referência

Aquela junção de um termopar que está a uma temperatura conhecida. [4]

Tempo de resposta

Intervalo de tempo entre quando um estímulo é submetido a uma mudança abrupta especificada e o instante em que a resposta atinge e permanece dentro de limites especificados em torno de seu valor estável final. O tempo de resposta de um sensor é o tempo necessário para atingir 99,5% da mudança de passo e é igual a aproximadamente 5 constantes de tempo. (Ver constante de tempo).

Emissividade Espectral

A emissividade espectral é um número adimensional situado entre 0 e 1, e é definida como a razão de energia irradiada de uma superfície para a de um corpo negro à mesma temperatura, no mesmo comprimento de onda e sob as mesmas condições de visualização. [15]

Calibrador de bloco de temperatura

Os calibradores de bloco de temperatura compreendem um bloco sólido, com um controlador e indicador de temperatura. O bloco possui sondagens destinadas à calibração de termómetros. [9]

Esterilização a vapor

A esterilização a vapor envolve o uso de vapor sob pressão, entregue a uma temperatura específica por um tempo apropriado. A esterilização ocorre quando o calor latente da condensação é transferido para a carga, fazendo com que ela aqueça rapidamente. O aquecimento desnatura quaisquer microrganismos remanescentes após o processo de limpeza. Os esterilizadores a vapor também são conhecidos como autoclaves.

Mapeamento de Temperatura

O mapeamento de temperatura é a avaliação da uniformidade e estabilidade da temperatura no volume aplicável através da utilização de várias sondas de temperatura.

Constante de Tempo

A constante de tempo, T, de um sensor é definida como o tempo necessário para que ele atinja 63,2% de uma mudança de passo na temperatura.

Repetibilidade

Capacidade de um instrumento de medição para fornecer indicações muito semelhantes para aplicações repetidas das mesmas mensurandas nas mesmas condições de medição. [13]

Zona de Homogeneidade

No que se refere aos calibradores de blocos de temperatura, a «zona de homogeneidade» é a zona de, pelo menos, 40 mm de comprimento, normalmente localizada na extremidade inferior da sondagem em que está inserido o termómetro a calibrar. [9]

Compensação de Fios de Extensão

Esses fios de extensão fabricados a partir de materiais basicamente diferentes em composição do termopar. *Eles têm propriedades termoelétricas semelhantes e dentro de uma faixa de temperatura declarada efetivamente transferem a junção de referência para a outra extremidade dos fios.* [4]

Termómetro de Imersão Completo

Um termómetro de líquido em vidro concebido para indicar corretamente as temperaturas quando todo o termómetro está exposto à temperatura a medir. [4]

Grau Celsius, °C

Unidade derivada de temperatura no Sistema Internacional de Unidades (SI). (Ver Kelvin).
Em qualquer temperatura, um intervalo de um grau Celsius é o mesmo que um intervalo de um Kelvin, por definição.[4]

Fios de Extensão

Aqueles que possuem características de temperatura em f que, quando conectados a um termopar, efetivamente transferem a junção de referência para a outra extremidade dos fios. [4]

Escala Prática Internacional de Temperatura de 1968 (IPTS-68)

A escala de temperatura adotada pela 13ª Conferência Geral de Pesos e Medidas em 1968. *O IPTS-68 foi substituído pela Escala Internacional de Temperatura de 1990.* [4]

Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90)

A escala de temperatura preparada de acordo com as instruções da 18ª Conferência Geral sobre Pesos e Medidas e adotada em 1º de janeiro de 1990.

Termopar de metal nobre

Termopar cujos elementos térmicos são compostos principalmente de metais nobres e suas ligas. [4]

Termómetro de Imersão Parcial

Um termómetro líquido em vidro concebido para indicar corretamente a temperatura quando a lâmpada e uma parte específica da haste estão expostas a temperaturas a medir. [4]

Radiómetro

Um dispositivo para medir a potência radiante que tem uma saída proporcional à intensidade da potência de entrada. [4]

Termómetro de Resistência

Um dispositivo de medição de temperatura composto por um elemento de termómetro de resistência, fios de ligação internos, um invólucro protetor com ou sem meios de montagem, uma cabeça de ligação, um fio de ligação ou outros acessórios, ou ambos. [4]

Auto-aquecimento

O aumento da temperatura do elemento termómetro causado pela energia elétrica dissipada no elemento, a magnitude dependendo da corrente do termómetro e condução de calor do elemento termómetro para o meio circundante. [4]

Termistor

Um semicondutor, cuja função primária é exibir uma diminuição monotônica da resistência elétrica com um aumento da temperatura do sensor, ou seja, um semicondutor para o qual o coeficiente de resistência de temperatura é negativo e não exibe descontinuidades nem mudanças de sinal. [4]

Termómetro de Imersão Total

Um líquido em termómetro de vidro concebido para indicar corretamente a temperatura quando apenas a porção do termómetro que contém o líquido é exposta às temperaturas que estão a ser medidas. [4]

Triplo Ponto de Água

Ponto triplo das fases líquida, sólida e vapor da água. [4]

4 REQUISITOS AMBIENTAIS

Um laboratório acreditado que trabalhe no domínio da medição da temperatura deve funcionar nas seguintes condições ambientais:

- 4.1 O laboratório deve ser mantido a uma temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Se as medições forem efetuadas fora deste limite especificado, o laboratório deve apresentar provas documentais de que os resultados foram validados, por exemplo, quando as medições são efetuadas no local.
- 4.2 As taxas de variação e os gradientes da temperatura ambiente devem ser mantidos a um nível inferior a 2°C por hora.
- 4.3 Deve ser mantido um elevado grau de limpeza no laboratório e deve ser prevista uma iluminação adequada. [1]

5 REQUISITOS GERAIS

- 5.1 Os laboratórios podem ser acreditados para a calibração:
 - termopares nobres e de metais comuns;
 - Compensação de TC e leads de extensão;
 - sondas de temperatura superficial;
 - referência de ponto de gelo;
 - triplo ponto de água;
 - termómetros de resistência à platina;
 - termómetros, incluindo líquidos em vidro, digitais e mecânicos (sistemas bimetalícos ou de enchimento);
 - calibração por simulação elétrica de indicadores de temperatura, controladores, transmissores e calibradores de temperatura TC e RTD, incluindo a calibração de CJC;
 - termómetros de radiação;
 - lâmpadas de fita de tungstênio;
 - Avaliação de meios isotérmicos, incluindo autoclaves, esterilizadores e câmaras ambientais;
 - instalações de temperatura, incluindo fornos, incubadoras, banhos de água agitada, frigoríficos e congeladores;
 - monitores de stress térmico;
 - registadores de temperatura, incluindo termohigrógrafos, e registadores de dados;
 - temperatura superficial das placas de aquecimento;
 - calibradores de temperatura de bloco seco,
 - acreditação no local para qualquer um dos itens acima, mas excluindo ponto triplo de água.

(Consulte o Âmbito da Acreditação – Temperatura Metrologia Anexo 2)

- 5.2 O laboratório deve medir a produção da UEE nas unidades aplicáveis. Geralmente, as unidades serão °C, com certas exceções como termopares, sendo a saída medida em microvolts (μV) ou milivolts (mV), termômetros de resistência, a saída sendo medida em ohms (Ω), transdutores de temperatura a saída em miliamperes (mA). No caso dos calibradores de temperatura, as unidades podem ser graus Celsius (°C), ou as unidades elétricas aplicáveis.
- 5.3 Os laboratórios devem comunicar os resultados de forma precisa, clara, inequívoca e objetiva. [3] Por conseguinte, é preferível comunicar os resultados das medições, quando aplicável, tanto na unidade elétrica (mV, μV , mA ou Ω) como na temperatura equivalente em °C. Se os resultados forem comunicados em unidades não sujeitas a SI, a unidade SI equivalente deve ser comunicada ao lado e deve ser indicado o fator de conversão aplicável.
- 5.4 O laboratório é obrigado a ter FDSM para todos os fluidos normativos, produtos químicos e materiais de limpeza perigosos utilizados no laboratório, por exemplo, mas não limitado a ácidos, solventes orgânicos, sais, fluidos de banho de temperatura, etc. [2]
- 5.5 Se o laboratório utilizar ou calibrar termômetros de líquido em vidro, deve dispor de uma FDSM para o mercúrio e de um procedimento que descreva a forma como os derrames de mercúrio devem ser limpos. [2]
- 5.6 O laboratório deve dispor de procedimentos para o armazenamento e utilização de normas, a fim de garantir a sua integridade contínua.
- 5.7 O laboratório deve ter e aplicar procedimentos para todas as calibrações, incluindo a composição de uma referência de ponto de gelo.
- 5.8 O laboratório deve estar equipado com fontes de calor isotérmicas adequadas, tais como banhos de líquido agitado, fornos e/ou calibradores de blocos para a calibração dos sensores de temperatura.
- 5.9 Se forem utilizados multímetros digitais para medir a saída de termopares, transmissores, termistores e RTD's, a especificação do multímetro digital deve ser utilizada na estimativa da UoM, a menos que se possa demonstrar que o laboratório de calibração efetuou medições suficientes na gama de medição aplicável (mV, mA, Ω), permitindo a interpolação e correção, se for caso disso, e, posteriormente, a utilização da UoM especificada pelo laboratório de calibração.

6 REQUISITOS TÉCNICOS

6.1 Calibração de termopares

- 6.1.1 O laboratório deve dispor das junções de referência adequadas para cada tipo de termopar, conforme necessário, tanto de metais comuns como de metais nobres, e utilizá-las conforme adequado para a calibração de termopares.
- 6.1.2 As junções de referência TC devem ser calibradas e um certificado de calibração emitido para cada RJ. A incerteza do RJ deve ser tida em conta no orçamento de incerteza para qualquer calibração em que o RJ tenha sido utilizado.
- 6.1.3 Nos casos em que as junções de referência não tenham sido calibradas, o laboratório deve utilizar a especificação do fabricante para o fio de extensão ou de compensação como base para a incerteza da junção de referência.

6.1.4 O processo de calibração dos termopares deve incidir, no mínimo:

- profundidade de imersão;
- variação de temperatura da fonte térmica;
- distribuição temporal e espacial da fonte térmica;
- recozimento;
- variação de temperatura da junção fria (referência);
- termotensões parasitas;
- interferência eletromagnética;
- Inspeção inicial (defeitos óbvios, contaminação, etc.)
- calibração de voltímetros digitais ou indicadores de temperatura de leitura direta. [8]

6.1.5 O processo de calibração deve abranger eventuais alterações de calibração de termopares de tipo K (e, em menor grau, de outros termopares de metais comuns) quando expostos a ciclos de temperatura iguais ou superiores a 500 °C. [8]

6.2 Calibração TC de Compensação e Extensão

- 6.2.1 A calibração do cabo termopar de compensação ou extensão terá lugar numa gama limitada, normalmente não excedendo 0 °C a 70 °C.
- 6.2.2 Quando uma amostra de cabo TC ou cabo de compensação ou extensão TC é calibrada e considerada representativa de uma bobina ou comprimento de cabo, o laboratório deve cumprir os requisitos de amostragem especificados na secção 7.3 da ISO/IEC 17025:2017
- 6.2.3 Os procedimentos para a calibração do fio termopar de compensação e extensão devem abordar os aspetos identificados no ponto 6.1.4 acima.

6.3 Sondas de temperatura de superfície

6.3.1 O laboratório deve dispor de procedimentos que descrevam o modo como a ponta de medição do termopar deve entrar em contacto com a superfície de medição (quente) e o tempo de decantação aplicável, necessário para produzir medições repetíveis.

6.3.2 O laboratório deve dispor de uma fonte de medição adequada, como uma placa de aquecimento, com um acabamento superficial adequado e um termómetro de temperatura da superfície de referência.

6.4 Referência de ponto de gelo

6.4.1 O processo de preparação da referência do ponto de gelo deve incluir o método de preparação, o tipo e a qualidade da água a utilizar, o aspeto e a incerteza prevista.

6.4.2 Um ponto de gelo preparado com cuidado razoável deve reproduzir $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou mais. [11]

6.5 Calibração de termómetro de resistência

6.5.1 O procedimento laboratorial de calibração dos termómetros de resistência deve incidir, no mínimo:

- profundidade de imersão;
- variação de temperatura da fonte térmica;
- distribuição temporal e espacial da fonte térmica;
- recozimento;
- configuração de conexão e codificação de cores;
- auto-aquecimento;
- Inspeção inicial (defeitos óbvios, contaminação, etc.)
- calibração de multímetros digitais ou indicadores de temperatura de leitura direta;
- Possíveis efeitos de carregamento ao usar um multímetro digital.

6.5.2 O recozimento de um termómetro de resistência só deve ter lugar com o consentimento do cliente e deve ser registado como parte do processo de revisão do contrato.

6.5.3 Se o cliente não especificar qualquer outro requisito, o termómetro deve poder arrefecer mediante:

- No caso dos termómetros utilizados apenas até cerca de $450\text{ }^{\circ}\text{C}$, podem ser retirados da fonte de calor e deixados arrefecer até às condições ambientais;
- Para os termómetros utilizados acima dessa temperatura, após o recozimento, o termómetro deve arrefecer até $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ na fonte de calor, podendo depois ser removido e deixado arrefecer até ao ambiente.

6.6 Calibração de termómetro líquido em vidro

- 6.6.1 O(s) procedimento(s) de calibração dos termómetros LIG deve(m) descrever a imersão completa, parcial e/ou total do termómetro e incluir, se for caso disso, o método de cálculo das correções das colunas de líquidos emergentes.
- 6.6.2 Os certificados emitidos para a calibração dos termómetros LIG devem incluir todas as informações pertinentes sobre o termómetro, incluindo pormenores sobre o fabricante, o número de série, o intervalo de medição, o tipo, o intervalo da escala, o tipo de imersão e a profundidade, para além dos resultados das medições.
- 6.6.3 O processo de calibração deve incluir uma inspeção visual do termómetro para detetar defeitos grosseiros, tais como graduações em falta, colunas partidas e separações no líquido termométrico. [11]
- 6.6.4 O processo de calibração deve incluir o método de manuseamento, armazenagem e transporte dos termómetros LIG.
- 6.6.5 Uma ocular de aumento e uma fonte de luz adequada devem ser usadas para reduzir os erros de paralaxe e aumentar a legibilidade. [11]
- 6.6.6 Deve-se notar que os calibradores de bloco podem não ser adequados para a calibração de termómetros de imersão total em líquido-vidro, uma vez que, na maioria dos casos, estes não podem ser imersos na profundidade adequada exigida em toda a faixa de temperatura.

6.7 Calibração de termómetro digital

- 6.7.1 A calibração de um termómetro digital pode incluir simulação elétrica. Esta questão é abordada separadamente na secção 6.9 do presente documento.
- 6.7.2 O processo de calibração dos termómetros digitais deve abranger, no mínimo:
- profundidade de imersão;
 - variação de temperatura da fonte térmica;
 - distribuição temporal e espacial da fonte térmica;
 - variação de temperatura da junção fria (referência);
 - interferência eletromagnética;
 - Inspeção inicial (defeitos óbvios, contaminação, etc.).
- 6.7.3 Normalmente, os termómetros digitais portáteis usam sensores de temperatura TC tipo K, RTD, Pt 100 ou termistor. Subsequentemente, o alcance, a estabilidade e a precisão diferirão entre todos estes tipos, e o conhecimento dessas diferenças será considerado quando a UoM for estimada.

6.7.4 Quando um termómetro digital é calibrado com uma sonda de temperatura, tanto o termómetro como a sonda devem ser identificados de forma única. Se a sonda for destacável ou intermutável, o certificado deve incluir uma declaração de exoneração de responsabilidade segundo a qual a calibração só é válida se o termómetro digital for utilizado com a sonda de temperatura especificada.

6.7.5 Os termómetros digitais que incluam uma regulação «zero» acessível externamente devem ter o parafuso de regulação selado com um autocolante inviolável, após a calibração ter sido concluída.

6.8 Calibração de termómetro de discagem mecânica

6.8.1 Os termómetros com mostrador mecânico podem ser separados em dois tipos distintos, os que operam com um sistema capilar líquido cheio e os que incorporam uma tira bimetálica ou bobina helicoidal bimetálica.

6.8.2 Os termómetros com mostrador mecânico são geralmente menos precisos do que outros tipos de termómetros e são normalmente utilizados em aplicações industriais, em vez de num ambiente de laboratório.

6.8.3 Os efeitos mecânicos devidos ao atrito na transmissão e na indicação podem resultar numa diferença nas temperaturas ascendentes e descendentes (histerese), o que deve ser tido em conta durante a estimativa da UoM. [12]

6.8.4 O procedimento deve abordar a profundidade de imersão.

6.8.5 Nos casos em que o termómetro esteja equipado com um meio externo de regulação para compensar as alterações na calibração, tais como um mostrador regulável ou um ponteiro, este ajustamento deve ser selado com um autocolante inviolável após a calibração ter sido concluída.

6.9 Simulação Elétrica

6.9.1 O laboratório deve dispor e aplicar procedimentos de calibração dos indicadores e controladores de temperatura por simulação elétrica. Indicadores e controladores de temperatura são instrumentos que convertem um sinal elétrico em uma leitura em unidades de temperatura. Os simuladores e calibradores de temperatura também são normalmente capazes de produzir um sinal elétrico equivalente à configuração de saída em unidades de temperatura no dispositivo.

6.9.2 Os procedimentos devem abordar as interligações para efeitos de calibração da norma e da UEE. No caso dos dispositivos RTD, tal deve incluir 2, 3 ou 4 ligações por fios. No caso dos dispositivos TC, o procedimento deve abordar a utilização de condutores compensadores, incluindo a sua polaridade, e a utilização de junções de referência. O certificado de calibração deve indicar se a calibração foi efetuada utilizando 2, 3 ou 4 ligações de fios.

- 6.9.3 O laboratório deve dispor de cópias de todas as tabelas de referência para todos os tipos de termopares e termómetros de resistência que esteja acreditado para calibrar. [5] O laboratório também deve dispor de tabelas de cores CT.
- 6.9.4 A escala de temperatura utilizada para exprimir os valores de temperatura no certificado de calibração deve ser claramente indicada. A menos que solicitado pelo cliente, será utilizada a Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90). [5]
- 6.9.5 As tabelas de referência normalizadas utilizadas para converter os sinais elétricos em valores de temperatura, juntamente com os respetivos números de referência/identificação, devem ser indicadas no certificado de calibração. [5]
- 6.9.6 No caso dos calibradores ou simuladores capazes de medir e simular vários tipos diferentes de sensores de temperatura, o certificado de calibração deve indicar claramente os tipos de sensores e a gama abrangidos pela calibração, o que deveria ter sido acordado com o cliente. [5]
- 6.9.7 Alguns calibradores ou simuladores de temperatura têm um recurso de CJC selecionável, permitindo que o CJC seja ativado ou desativado, ou ajustado manualmente para uma temperatura como 0 °C ou ambiente. Estes instrumentos podem ser calibrados utilizando qualquer um dos métodos. O certificado de calibração deve indicar claramente se os resultados foram obtidos com a CJC ativada, desativada ou regulada manualmente. [5]
- 6.10 **Calibração CJC**
- 6.10.1 O laboratório deve dispor de procedimentos para a calibração do CJC quando esta for efetuada separadamente da função de saída ou entrada de TC da UEE.
- 6.10.2 O procedimento deve ter em conta que a temperatura CJC é medida, geralmente com um sensor ligado a um dos terminais, pelo que a estabilidade da temperatura da UEE é tão crítica como a estabilidade de um ponto de gelo que pode ser utilizado como parte da calibração.
- 6.11 **Calibração do termómetro de radiação**
- 6.1.1 Os procedimentos laboratoriais para a calibração dos termómetros de radiação devem abranger:
- Emissividade espectral,
 - Alinhamento com o objetivo,
 - Tamanho da fonte.
- 6.12 **Avaliação Isotérmica – Esterilizadores a Vapor (Autoclaves)**
- 6.12.1 A calibração/avaliação do desempenho de um esterilizador a vapor deve ser conduzida de acordo com os requisitos acordados durante a revisão do contrato.

- 6.12.2 Os requisitos para a calibração/avaliação de um esterilizador a vapor podem ser substituídos por requisitos regulamentares.
- 6.12.3 Deve ser efetuada uma calibração/avaliação multiponto (mínimo de 3 pontos).
- 6.12.4 Deve ter-se o cuidado de assegurar que o selo de pressão da tampa do esterilizador a vapor não está danificado, caso seja necessário que os fios do sensor de temperatura sejam introduzidos na câmara através da tampa. Registradores de temperatura individuais podem ser usados em vez de sensores de temperatura convencionais (TCs ou RTDs) para superar o problema de obter acesso à câmara.
- 6.12.5 Uma vez que a avaliação dos esterilizadores a vapor é feita ao longo do tempo, o laboratório deve dispor e manter um padrão de tempo adequado para calibrar o temporizador do esterilizador a vapor. Da mesma forma, um manómetro calibrado com coletor e bomba de pressão pode ser usado para a calibração do manómetro do esterilizador a vapor.
- 6.12.6 Um laboratório de temperatura pode solicitar a acreditação limitada de intervalo de tempo e pressão apenas para a calibração de esterilizadores a vapor. Esta acreditação não pode ser utilizada para qualquer outro fim. O certificado de calibração deve incluir uma exclusão se o dispositivo indicador de pressão ou o temporizador não estiverem incluídos na calibração/avaliação.
- 6.12.7 O certificado/relatório deve incluir uma declaração de exoneração de responsabilidade de que a calibração/avaliação não abrange a inspeção do esterilizador a vapor como recipiente sob pressão que possa ser exigida nos termos da legislação.
- 6.12.8 O certificado de calibração deve indicar se a calibração/avaliação foi realizada com ou sem carga.
- 6.13 **Avaliação Isotérmica - Esterilizadores**
- 6.13.1 A avaliação de esterilizadores não pressurizados é realizada apenas pelo mapeamento de temperatura.
- 6.14 **Avaliação da Câmara Ambiental**
- 6.14.1 A calibração de câmaras ambientais requer as seguintes medições:
- Variações no espaço para temperatura e % de humidade relativa
 - Variações no tempo de temperatura e % de humidade relativa
- 6.14.2 Recomenda-se que a humidade seja medida no mesmo ponto da câmara onde a temperatura é medida. A aplicação de cálculos de humidade à humidade medida no centro da câmara, com base nas medições de temperatura espacial, pode fornecer valores espaciais de humidade incorretos.

6.15 Instalações de Temperatura

6.15.1 Os laboratórios que efetuam a calibração dos indicadores de temperatura, controladores e registadores, excluindo as sondas de temperatura, devem ser acreditados para a simulação elétrica.

6.15.2 A calibração pode incluir o mapeamento da temperatura para grandes volumes.

6.16 Calibração do Monitor de Estresse Térmico

6.16.1 Os requisitos para a calibração de monitores de estresse térmico, também conhecidos como monitores WBGT, são abordados no documento SANAS TR46 "Calibração de monitores de estresse térmico". [14]

6.17 Calibração do Gravador de Temperatura

6.17.1 Os laboratórios que procedem à calibração de registadores de temperatura, tais como termohigrógrafos ou registadores de dados, devem estar equipados com uma câmara adequada.

6.18 Calibração de placas de aquecimento

6.18.1 O laboratório deve dispor de termómetros de temperatura de superfície de referência adequados para efetuar estas calibrações.

6.18.2 O laboratório deve dispor de procedimentos que descrevam o modo como a ponta de medição do termopar deve entrar em contacto com a superfície de medição da placa de aquecimento e o tempo de decantação aplicável, necessário para produzir medições repetíveis.

6.19 Calibração do Calibrador de Bloco de Temperatura

6.19.1 A calibração de um Calibrador de Bloco de Temperatura inclui uma avaliação do desempenho do calibrador.

6.19.2 Por conseguinte, o processo de calibração deve abranger, no mínimo, as seguintes medições:

- Uma avaliação da zona de homogeneidade, na sondagem central ou numa sondagem marcada especificamente identificada;
- A maior diferença de temperatura entre as sondagens a uma temperatura especificada;
- Estabilidade durante um período de 30 minutos, após ter sido atingida a estabilidade;
- Calibração em relação à temperatura indicada a um mínimo de 3 temperaturas diferentes, distribuídas uniformemente pela gama de temperaturas excluindo ambiente. Se uma das temperaturas desejadas estiver próxima do ambiente, a temperatura deve ser aumentada ou diminuída em cerca de 20°C em relação ao ambiente. [9]

6.19.3 Se uma das medições acima referidas não tiver sido efetuada, tal deve ser especificado no certificado de calibração.

6.19.4 Além disso, o processo de calibração deve abranger:

- O diâmetro exterior do termómetro utilizado para efetuar a calibração em relação ao diâmetro interior da sondagem ou bucha;
- O comprimento mínimo de imersão;
- A utilização de materiais de isolamento no topo do bloco;
- A localização do termómetro na zona de homogeneidade durante a calibração;
- Condução de calor ao usar um termómetro padrão com um diâmetro $\geq 6\text{mm}$. [9]

6.20 Preparação e Avaliação de Banhos Líquidos

A preparação e avaliação dos banhos líquidos serão efetuadas em conformidade com [16].

6.21 Calibração no local

6.21.1 Os laboratórios que desejem ser acreditados para trabalhos no local devem dispor de procedimentos que descrevam o modo como o equipamento, incluindo as normas, deve ser transportado e como as normas de medição são validadas (verificações intermédias realizadas) para garantir a integridade e a exatidão contínuas das normas de medição.

7 REFERÊNCIAS

- [1] Iluminação no trabalho, Download gratuito, versão web friendly do HSB38, 2ª Edição publicada em 1997, ISBN 978 0 7176 1232-1
- [2] ISO 45001:2018 Sistemas de gestão da saúde e segurança ocupacional - Requisitos com orientação para uso
- [3] ISO/IEC 17025:2017 Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração
- [4] ASTM E 344-00 Terminologia relativa à termometria e higrimetria.
- [5] EURAMET cg-11 Calibração de Indicadores e Simuladores de Temperatura por Simulação e Medição Elétrica Versão 2.0 (03/2011)
- [6] IEC-584-1 Comissão Eletrotécnica Internacional Termopares – Parte 1 Tabelas de Referência
- [7] IEC-584-2 Comissão Eletrotécnica Internacional Termopares – Parte 2 Tolerâncias
- [8] EURAMET cg-08 Calibração de termopares. Versão 2.1 (10/2011)
- [9] EURAMET cg-13 Calibração de Calibradores de Blocos de Temperatura Versão 2.0 (03/2011)

- [10] OIML R133 Organização Internacional de Metrologia Legal Termómetros Líquidos em vidro, Ed. 2002(E)
- [11] AS TG 3 IANZ Technical Guide Working Thermometers Calibration Procedures, março de 2002. ISBN: 0908611 58 7
- [12] WIKA – Manual de Medição de Pressão e Temperatura, 1995
- [13] ISO/IEC Guide 99 (JCGM 200:2012), Vocabulário internacional de metrologia — conceitos básicos e gerais e termos associados (VIM), emitido pelo BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP e OIML.
- [14] ISO 7243: 2017 Ergonomia do ambiente térmico — Avaliação do stress térmico utilizando o índice WBGT (wet bulb globe temperature)
- [15] Guia para a realização do ITS-90: Termometria de Radiação
- [16] ASTM E2488-09(2014) Guia Normalizado para a Preparação e Avaliação de Banhos Líquidos Utilizados para Calibração de Temperatura por Comparação.

APÊNDICE A: AMOSTRA DO CALENDÁRIO DE ACREDITAÇÃO

CALENDÁRIO DE ACREDITAÇÃO

METROLOGIA DE TEMPERATURA

Número de acreditação do laboratório: CAL-14 00x

Endereço Permanente do Laboratório: Endereço postal: Tel. : ... Célula : ... Telefax : ... Email : ...		Signatários técnicos : ... Representante nomeado : ... Questão n.º. : ... Data de emissão : ... Data de validade : ...		
ITEM	QUANTIDADE MEDIDA OU TIPO DE GABARITO OU INSTRUMENTO	MÉTODO	GAMA DE QUANTIDADES MEDIDAS	CAPACIDADE DE CALIBRAÇÃO E MEDIÇÃO EXPRESSA EM INCERTEZA ($\pm$)
				No CAB e no local
1	Termopares: Metal Nobre Base Metal Compensação e Extensão Lead Sondas de temperatura de superfície	Interna: por exemplo, <i>P-NMI-XYZ</i> Referência: por exemplo, <i>EURAMET cg-08</i> Internas: Referência Internas: Referência	0 °C a 70 °C 70°C a 650°C 650 °C a 1820 °C -50 °C a 0°C 0°C a 70°C 70°C a 150°C 150 °C a 650 °C 650 °C a 1370 °C 0 °C a 70 °C 50 °C a 150 °C 150 °C a 350 °C	0,3 °C 2,0 °C 4,0 °C 1,0 °C 0,2 °C 1,0 °C 2,5 °C 4,0 °C 0,3 °C 1,5 °C 5,0 °C
				Na CAB

2	Referência de ponto de gelo	Internas: Referência	0,0 °C	0,1 °C	
3	Célula de ponto triplo de água	Internas: Referência	0,01 °C	0,001 °C	
4	Termómetros de Resistência à Platina	Internas: Referência	-60 °C a 180 °C 180 °C a 650 °C 650 °C a 850 °C	0,3 °C 0,6 °C 1,5 °C	
				Na CAB	No local
5	Termómetros Líquido em vidro	Internas: Referência:	-20 °C a 50 °C 50 °C a 180 °C 180 °C a 450 °C	0,2 °C 0,6 °C 1,5 °C	0,5 °C 1,0 °C 2,0 °C
	Termómetros Digitais		-40 °C a 200 °C 200 °C a 800 °C	0,2 °C 0,6 °C	0,5 °C 1,0 °C
	Termómetros mecânicos (Dial)		-50 °C a 50 °C 50 °C a 200 °C 200 °C a 500 °C	1,5 °C 2,5 °C 5,0 °C	2,0 °C 3,0 °C 6,0 °C

Data original de acreditação: ...

Página 1 de 2

Página 1 de 1

A CMC, expressa como uma incerteza expandida de medição, é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada por um fator de cobertura $k = 2$, correspondendo a um nível de confiança de aproximadamente 95%.

APÊNDICE B - REGISTO DE ALTERAÇÕES

Status da revisão	Alteração			Aprovado por	Data de Entrada em Vigor
	Página	Cláusula/Subcláusula	Descrição da Alteração		
Nº 1	-	-	-	Diretor-Presidente	2022-03-29