

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A VIBRAÇÕES NO CORPO HUMANO

VIBRAÇÕES TRANSMITIDAS AO SISTEMA MÃO-BRAÇO

Requerente: GRANIOTELO, S.A.

Local: Lugar de Cela

3600-455 Moledo

Castro Daire

RELATÓRIO DE ENSAIO: 1475HS523

Data de emissão: 23 de novembro de 2023

Ref.^a: 1247LAB323



Rua de Baguim, 10
4445-029 Alfena, Valongo
Tel: 229 691 437
Fax: 229 691 437
www.adesus.pt

Aprovação:
(Resp. Técnico)



(Eduardo Filipe Dias)

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. DESCRIÇÃO DO ESTUDO	3
2.1. OBJETIVO	3
2.2. DATA DA AVALIAÇÃO.....	3
2.3. EQUIPAMENTO UTILIZADO	3
2.4. DEFINIÇÕES	3
2.5. PROCEDIMENTO.....	4
2.5.1. Sistema Mão – braço	4
2.6. CARACTERÍSTICAS DOS LOCAIS DE TRABALHO	6
3. RESULTADOS DAS MEDIÇÕES	7
4. CONCLUSÕES.....	8
5. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA	9

1. INTRODUÇÃO

Por solicitação de **GRANIOTELO, SA** a “ADESUS, Lda.” através do seu Laboratório de Ensaços, procedeu à realização de um estudo para a avaliação da exposição dos seus trabalhadores a vibrações, cujo relatório se apresenta.

2. DESCRIÇÃO DO ESTUDO

2.1. *Objetivo*

Com o presente relatório descrevem-se os métodos da avaliação da exposição a vibrações transmitidas ao sistema mão-braço, com o objetivo de cumprir as exigências impostas pelo Decreto-Lei 46/2006, de 24 de fevereiro e as *normas NP EN ISO 5349-1:2009 e EN ISO 5349-2:2014 e respetiva adenda de 2017, no caso da avaliação do sistema mão-braço.*

2.2. *Data da avaliação*

O estudo realizou-se no dia 16 de novembro de 2023.

2.3. *Equipamento utilizado*

Para este estudo foi utilizado o seguinte equipamento:

- Analisador portátil da marca Bruel & Kjaer, modelo 4447, N° Série 610046, com acelerómetros triaxiais, 4520.
- Calibrador da marca Bruel & Kjaer, modelo 4294, N° Série 2566456.
- Unidade de aquisição de dados meteorológicos Kestrel 5500.

2.4. *Definições*

Vibrações transmitidas ao sistema mão-braço - as vibrações mecânicas transmitidas ao sistema mão-braço que implicam riscos para a saúde e a segurança dos trabalhadores, em especial perturbações vasculares, neurológicas ou musculares ou lesões osteoarticulares.

Valor de ação de exposição – o valor da exposição pessoal diária, calculado num período de referência de oito horas, expressado em metros por segundo quadrado, que, uma vez ultrapassado, implica a tomada de medidas preventivas adequadas;

Valor limite de exposição – o valor limite da exposição pessoal diária, calculado num período de referência de oito horas, expresso em metros por segundo quadrado, que não deve ser ultrapassado;

Média semanal de exposição – a média semanal dos valores de exposição diária, calculada para um período de sete dias consecutivos, com uma duração de referência de quarenta horas;

2.5. Procedimento

Inicialmente procedeu-se à regulação do equipamento de medição, esta mesma operação foi efectuada no final das medições.

Foi analisado o posto de trabalho e as tarefas desenvolvidas, de forma a determinar as condições de exposição a vibrações e determinar os locais de amostragem.

Os intervalos de tempo de medição foram escolhidos de modo a garantir a obtenção de resultados representativos da exposição às vibrações em causa.

2.5.1. Sistema Mão – braço

As medições e os cálculos foram efectuados de acordo com a legislação e normalização em vigor, seguindo a seguinte metodologia:

- Cálculo da exposição às vibrações para cada medição, através da fórmula:

$$a_{hv_i} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

Cálculo da aceleração eficaz ponderada (a_{hv}), através da média aritmética das medições efetuadas

1. Cálculo da exposição diária às vibrações, através da fórmula:

$$A_i(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

A exposição diária às vibrações deve ser determinada por referência ao valor mais elevado das medições realizadas para as duas mãos.

2. Cálculo da exposição diária às vibrações resultante da execução de várias tarefas:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

Onde: a_{hvi}^2 corresponde a $A_i(8)$

2.6. Características dos Locais de Trabalho

Seguidamente, indicam-se os postos de trabalho avaliados e características dos locais e respectivas condições de funcionamento.

CARACTERÍSTICAS DOS POSTOS DE TRABALHO E LOCAIS DAS MEDIÇÕES

Posto de trabalho	Características do equipamento	Condições de operação (durante a medição)	Local de medição	Condições ambientais durante a medição	Imagem do Equipamento	Tipo de Avaliação	Disposição dos acelerómetros
Martelo Perfurador (Herminio Fernandes)	Martelo Perfurador Marca: Toki Modelo: TS55 Nº de Série: 2016-H057 Ano: 2018	Simulação de perfuração de pedra	Nas instalações	14°C		Vibrações transmitidas ao sistema mão-braço	Acelerómetro colocado segundo o sistema de coordenadas basicêntricas

3. RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

De seguida, apresentam-se os valores obtidos de exposição pessoal diária dos trabalhadores a vibrações, **A(8)**, por posto de trabalho.

RESULTADOS

Posto de trabalho	Mão Avaliada	Tempo Exposição (h/dia)	Amostra	a _{hwX}	a _{hwY}	a _{hwZ}	a _{hvi}	a _h	A _i (8)	Mão Mais Elevada	A(8)	Inc. (±) *	Fator de Expansão	Valor de Ação De Exposição (m/s ²)	Valor limite de Exposição (m/s ²)							
Martelo Perfurador (Hermínio Fernandes)	Mão Direita	4	1	8,13	3,25	13,02	15,69	16,75	11,8	Mão Esquerda	13,7	2,6	1,7	2,5	5							
			2	12,58	3,59	11,31	17,29															
			3	11,85	3,99	11,91	17,27															
	Mão Esquerda		1	7,05	3,61	16,46	18,26	19,31	13,7													
			2	6,34	3,71	16,55	18,11															
			3	11,70	3,87	17,70	21,57															

*A incerteza apresentada foi estimada de acordo com o documento "Guia Relacre 21 – Exposição dos Trabalhadores às vibrações", de setembro de 2008, para um intervalo de confiança unilateral com uma probabilidade de 95%. Na avaliação da exposição a vibrações, para o sistema mão-braço, para efeitos de verificação de conformidade legal tem-se em consideração o nível da mão mais exposta.

4. CONCLUSÕES

De acordo com o OEC013 do IPAC, guia da relacre nº 23 de junho de 2014 e respetivo do Decreto Lei nº 46/2006, os resultados finais das medições/cálculos são arredondados ao número inteiro e com indicação de incertezas, a fim de serem comparados com os valores-limite estabelecidos no regulamento.

Posto isto, analisando os resultados obtidos para a exposição de trabalhadores a vibrações ao sistema mão-braço, de acordo com o especificado no DL 46/2006, de 24 de fevereiro, concluímos:

- Os valores obtidos para os postos de trabalho avaliados, adicionado do módulo do valor de incerteza, encontram-se **acima do valor limite de exposição**.

Nos postos de trabalho em cuja exposição dos trabalhadores se encontra acima do valor limite de exposição, o empregador deve tomar medidas imediatas de redução da exposição e para identificação das causas que provocam a ultrapassagem desse valor limite.

5. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

 INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREITAÇÃO PORTUGUESE ACCREDITATION INSTITUTE Rua António Gálvao, 2.º 2829-513 CAPARICA, Portugal Tel. +351 212 948 201 Fax +351 212 948 202 acredit@ipac.pt www.ipac.pt	
Certificado de Acreditação	Accreditation Certificate
O Instituto Português de Acreditação (IPAC) declara, como organismo nacional de acreditação, que	
ADESUS, Lda. Labdesus - Laboratório de ensaios Rua de Baguim, 10 4445-029 Alfena - Valongo cumpre com os critérios de acreditação para Laboratórios de Ensaio estabelecidos na	
NP EN ISO/IEC 17025:2005 Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração.	
A acreditação demonstra a competência técnica para o âmbito descrito no(s) Anexo(s) Técnico(s) com o mesmo número de acreditação, e o funcionamento de um sistema de gestão da qualidade.	
A acreditação é válida enquanto o laboratório continuar a cumprir com todos os critérios de acreditação estabelecidos.	
A acreditação foi concedida em 2007-06-21. O presente Certificado tem o número de acreditação	
L0448 e foi emitido em 2007-06-21.	
 Leopoldo Cortez Director	
O IPAC é signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC	
O presente Certificado e o(s) seu(s) Anexo(s) Técnico(s) estão sujeitos a modificações, suspensões temporárias e eventual anulação. A sua actualização e validade pode ser confirmada na página www.ipac.pt .	
IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA	
This Certificate and its Annex(es) can be modified, temporarily suspended and eventually withdrawn. Its actualization and validity can be confirmed at www.ipac.pt .	

O anexo técnico referente ao certificado de acreditação L0448 pode ser consultado on line através do link

<http://www.ipac.pt/docsig/?2MY2-34SC-0LU6-1E2T>



Assinatura válida

Digitally signed by
LABMETRO Online
Date: 2023.03.13
11:29:28 +00'00
Reason: Documento
aprovado
electronicamente



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física



Certificado de calibração

Data de emissão 2023-03-13

Serviço n.º CACV300/23

Página 1 de 13

Equipamento

SISTEMA DE MEDIÇÃO DE VIBRAÇÃO CORPO HUMANO

Unidade de Leitura

Marca: Brüel & Kjær
Modelo: 4447
Nº série: 610046
Nº ident.: **VIB 01**

Acelerómetro Triaxial - Mão-Braço

Marca: Brüel & Kjær N.º série: 53406
Modelo: 4520-002 N.º ident.: **ACEL 02**

Assento Triaxial - Corpo Inteiro

Marca: Brüel & Kjær N.º série: 2569738
Modelo: 4515-B-002 N.º ident.: **ACEL 01**
Aceler.: Brüel & Kjær - 4524B N.º série: 30647

Cliente

ADESUS, Lda.
Rua de Baguim, 10
4445-029 Alfena

Data de
Calibração

2023-03-13

Condições
Ambientais

Temperatura: 24,0 °C Humidade relativa: 51,2 %hr Pressão atmosférica: 100,2 kPa

Procedimento

PO.M-DM/VIB 01 (Ed. C - Rev. 01).

Rastreabilidade

Sensibilidade de Vibração, Acelerómetro padrão PCB 301A11, rastreado a Spektra (Alemanha).

Tensão alternada, Fluke 5790A, rastreado à 1A CAL, Kassel (Alemanha, Dakks).

Tempo e Frequência, Hewlett Packard 58503A, rastreado ao Tempo Universal Coordenado (UTC) pelo sinal difundido pelo Global Positioning System (GPS).

Estado do
equipamento

Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados

Encontram-se apresentados na(s) página(s) seguinte(s).

"A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Calibrado por


Ana Colaço

Responsável pela Validação


Ana Colaço (Responsável Técnico)

DM/064.2/07

**instituto de soldadura
e qualidade**

lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal
Tels.: +351 21 422 90 34/81 86/90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-491 Grijó • Portugal
Tels.: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 19/745 57 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC-MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de calibração

n.º. CACV300/23

Página 2 de 13

Inscrições no equipamento e informação documentada

REQUISITOS

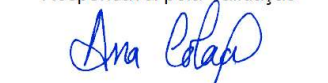
Referência para a norma que é aplicável	ISO 8041:2005
Indicação do fabricante do equipamento	CONFORME
Indicação do modelo do equipamento	CONFORME
Indicação do número de série do equipamento	CONFORME
Documentação referente às diversas partes do equipamento	CONFORME
Referência às especificações em unidades SI	CONFORME
Documentação referente às funcionalidades do equipamento	CONFORME
Informação geral	CONFORME
Funcionalidades	CONFORME
Sensibilidade de vibração	CONFORME
Sensibilidade à variação das condições ambientais	CONFORME
Fonte de alimentação	CONFORME
Transdutor de vibração	CONFORME
Acessórios	CONFORME
Utilização do equipamento	CONFORME
Informação adicional para teste	CONFORME
Informação suplementar	CONFORME

DM/064.2/07

Calibrado por


Ana Colaço

Responsável pela Validação


Ana Colaço (Responsável Técnico)

instituto de soldadura
e qualidade

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal
Tels.: +351 21 422 90 34/81 86/90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-491 Grijó • Portugal
Tels.: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 19/745 57 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de calibração

n.º. CACV300/23

Página 3 de 13

Funcionalidades imperativas e genéricas

REQUISITOS - Características gerais

Apresenta o valor de medição de aceleração ponderada em média no tempo	CONFORME
Apresenta o valor de medição de aceleração em limitação de banda em média no tempo	CONFORME
Apresenta o valor de duração da medição	CONFORME
Apresenta indicação de sobrecarga em qualquer altura da medição	CONFORME
Permite o ajuste de sensibilidade de vibração	CONFORME
Referência às gamas de medição e qual a gama de referência	CONFORME
Referência ao uso da função "hold"	CONFORME
Referência à possibilidade de substituição do transdutor por sinal eléctrico	CONFORME
Referência ao valor máximo que poderá ser aplicado nos testes eléctricos	CONFORME

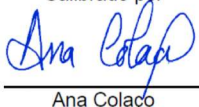
REQUISITOS - Linearidade em amplitude

Gama de linearidade de referência maior do que 60 dB	CONFORME
Referência à gama de linearidade de valores com erros de linearidade inferior a 6%	CONFORME
Sobreposição de gamas de medição superior a 40 dB	CONFORME
Referência ao limite inferior e superior de medição de cada gama	CONFORME

REQUISITOS - Indicação do parâmetro de medição

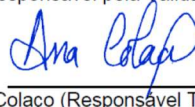
Identificação inequívoca do parâmetro de medição	CONFORME
Descrição no manual dos diversos parâmetros de medição	CONFORME
Indicação da ponderação em frequência do parâmetro a analisar	CONFORME
Indicação dos factores multiplicativos usados na medição em combinação de eixos	CONFORME
Referência hardware e métodos usados para a transferência de dados por comunicação	CONFORME
Indicação do valor medido com resolução inferior a 1%	CONFORME
Tempo apropriado de actualização do ecrã	CONFORME
Referência aos diversos tempos de actualização de ecrã disponíveis	CONFORME
Tempo de estabilização e "warm up" inferior a 2 minutos	CONFORME
Indicação de pronto a usar	CONFORME
Tempo de actuação de início de medição inferior a 0,5 segundos	CONFORME
Indicação inequívoca de inicialização ou de medição em progresso	CONFORME
Referência às características de saída eléctrica de sinal, quando aplicável	CONFORME
Referência ao tipo de baterias a usar no equipamento	CONFORME
Existência de filtro de limitação de banda	CONFORME

Calibrado por



Ana Colaço

Responsável pela Validação



Ana Colaço (Responsável Técnico)

DM/064.2/07

instituto de soldadura
e qualidade

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal
Tels: +351 21 422 90 34/81 86/90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-491 Grijó • Portugal
Tels: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 19/745 57 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



Assinatura válida

Digitally signed by
LABMETRO Online
Date: 2023.03.13
11:23:28 +00'00
Reason: Documento
aprovado
electronicamente

Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física



Certificado de calibração

Data de Emissão: 2023-03-13

Serviço n.º CACV301/23

Página 1 de 2

Equipamento

CALIBRADOR DE ACELERAÇÃO

Marca: Brüel & Kjær

Aceleração Nominal: 10,0 m/s²

Modelo: 4294

N.º série: 2566456

Frequência de Referência: 159,2 Hz

N.º ident.: CalVib 01

Cliente

ADESUS Lda.

Rua de Baguim n.º10

4445-029 Alfena

Data de
Calibração

2023-03-13

Condições
Ambientais

Temperatura: 23,5 °C

Humidade relativa: 51,0 %hr

Pressão atmosférica: 100,2 kPa

Procedimento

PO.M-DM/VIB 01 (Ed. C - Rev. 01).

Rastreabilidade

Sensibilidade de Vibração, Acelerómetro padrão B&K 8305 S rastreado a Spektra (Alemanha).

Tensão alternada, Fluke 5790A, rastreado à 1A CAL, Kassel (Alemanha, Dakks).

Tempo e Frequência, Hewlett Packard 58503A, rastreado ao Tempo Universal Coordenado (UTC) pelo sinal difundido pelo Global Positioning System (GPS).

Estado do
equipamento

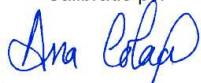
Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados

Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.

A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02.

Calibrado por



Ana Colaço

Responsável pela Validação



Ana Colaço (Responsável Técnico)

DM/064.2/07

instituto de soldadura
e qualidade

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal
Tels.: +351 21 422 90 34 / 81 86 / 90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-491 Grão • Portugal
Tels.: +351 22 747 19 10 / 50 • Fax: +351 22 747 19 19 / 745 57 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MRA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorizado por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de calibração

n.º. CACV301/23

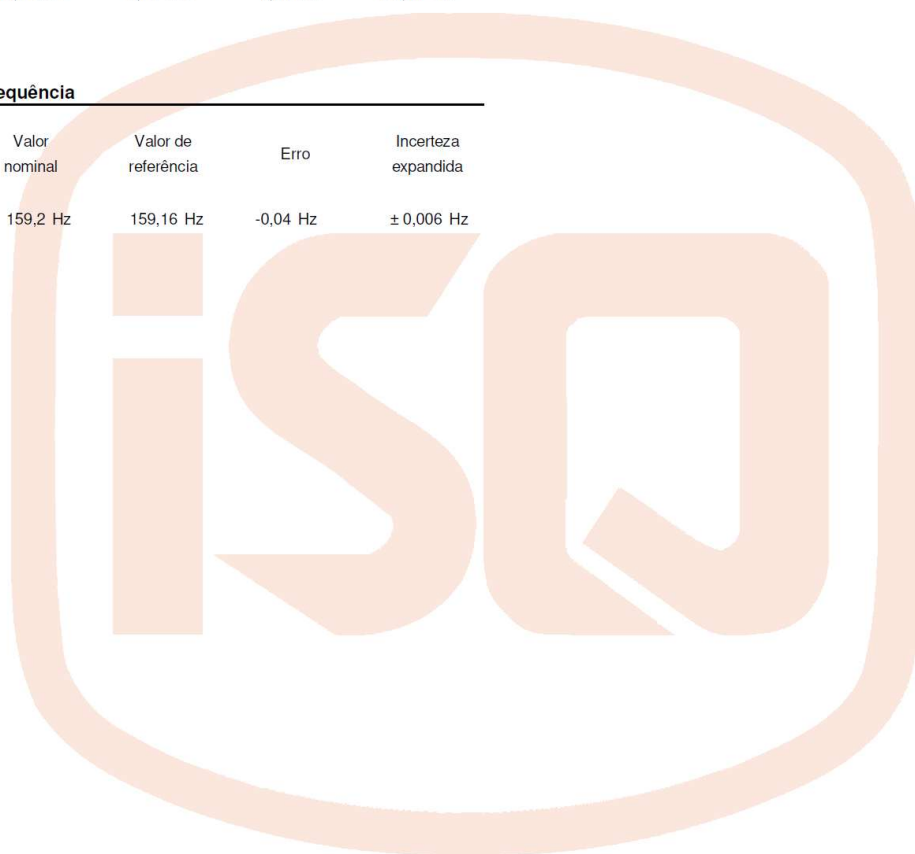
Página 2 de 2

Aceleração à frequência de referência 159,2 Hz

Valor nominal	Valor de referência	Erro	Incerteza expandida
10,0 m/s ²	9,96 m/s ²	-0,04 m/s ²	± 0,10 m/s ²

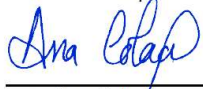
Frequência

Valor nominal	Valor de referência	Erro	Incerteza expandida
159,2 Hz	159,16 Hz	-0,04 Hz	± 0,006 Hz



DM/064.2/07

Calibrado por



Ana Colaço

Responsável pela Validação



Ana Colaço (Responsável Técnico)

instituto de soldadura
e qualidade

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal
Tels.: +351 21 422 90 34/81 86/90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

labmetro@isq.pt

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-491 Grijó • Portugal
Tels.: +351 22 747 19 10/50 • Fax: +351 22 747 19 19/745 57 78

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.