

MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

Laboratório de Caracterização Ambiental



O IPAC é um dos signatários do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA (European Co-operation for Accreditation) e do ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) para ensaios.

CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTES GASOSOS

Relatório de ensaio n.º LCA.2025.034

(FF3)

Tesco - Componentes para Automóveis, Lda.

Vila Nova de Famalicão

Assinado por: **José Carlos Lopes da Silva**
Num. de Identificação: 10551694
Data: 2025.05.06 12:58:26+01'00'

0 CONTROLO DOCUMENTAL

0.1 IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Projeto	---
Nome do Documento	Relatório de ensaio n.º LCA.2025.034 (FF3)
Nome do Ficheiro	---

0.2 CONTROLO DE VERSÕES

Versão	Edição	Revisão	Data	Descrição	Aprovado por
1	1	0	06-05-2025	Versão Original	CS

0.3 AUTOR(ES)

Nome	Iniciais
Celso Lúcio / Técnico de Laboratório Coordenador	CL

0.4 REVISOR(ES)

Nome	Iniciais
Carlos Silva / Responsável Técnico do Laboratório	CS

0.5 TÉCNICOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE

Nome	Iniciais
Celso Costa / Técnico de Amostragem	CC
Nuno Bessa / Técnico de Amostragem Estagiário	NB
Pedro Amaral / Técnico de Análise	PA

0.6 LISTA DE DISTRIBUIÇÃO

Nome	Iniciais	Entidade
Laboratório de Caracterização Ambiental	LCA	INEGI
Bruno Mendes	---	Tesco - Componentes para Automóveis

ÍNDICE

1. Objetivo	4
2. Cliente	4
3. Metodologia	5
4. Desvios aos métodos	5
5. Descrição sumária da instalação e condições de operação durante a realização dos ensaios	6
6. Características dos locais de amostragem	6
7. Características gerais dos efluentes	7
8. Amostragem de O ₂ , CO ₂ , CO, NO _x	8
9. Amostragem de COV	8
10. Amostragem de H ₂ O	9
11.1 Amostragem de partículas	10
11.2 Amostragem de partículas	10
11.3 Amostragem de partículas	10
12.1 Amostragem de SO ₂	11
12.2 Amostragem de SO ₂	11
13.1 Amostragem de metais, incluindo mercúrio	12
13.2 Amostragem de metais, incluindo mercúrio	12
13.3 Amostragem de metais, incluindo mercúrio	13
13.4 Amostragem de metais, incluindo mercúrio	14
14.1 Amostragem de HF	15
14.2 Amostragem de HF	16
15.1 Amostragem de HCl	16
15.2 Amostragem de HCl	16
16.1 Amostragem de Cl ₂	17
16.2 Amostragem de Cl ₂	17
16.3 Amostragem de Cl ₂	17
17. Resultados	18
18. Comparação com os valores de referência	21
19. Notas	22
Apêndice A - Localização das tomas de amostragem	23
Apêndice B - Localização dos pontos de amostragem e perfis de velocidade, temperatura e pressão	24
Apêndice C - Verificação dos equipamentos automáticos	33
Apêndice D - Condições de operação durante a realização dos ensaios	34
Apêndice E - Análises subcontratadas	35
Apêndice F - Certificados de calibração dos equipamentos utilizados	66
Apêndice G - Informação complementar sobre os métodos de ensaio	89

1. Objetivo

Caracterização de efluentes gasosos para verificação dos requisitos legais aplicáveis. A tabela seguinte indica as fontes de emissão e os respetivos poluentes considerados neste trabalho, bem como os documentos que impõem os VLE respetivos.

FONTE	POLUENTE	Legislação aplicável
FF3 - Fundição de Alumínio	Monóxido de carbono (CO) Óxidos de azoto (NO _x) Compostos orgânicos voláteis (COV) Partículas Dióxido de enxofre (SO ₂) Metais I Metais II Metais III Compostos inorgânicos fluorados, expresso em HF Compostos inorgânicos clorados, expresso em Cl-Cloro (Cl ₂)	TUA20250121000194

2. Cliente

Requerente

Tesco - Componentes para Automóveis, Lda.
Rua da Tesco, N.º 43
4760-706 V. N. Famalicão

Local de realização dos ensaios

O mesmo do requerente.

3. Metodologia

Ensaio	Método de Ensaio	Equipamento utilizado
Localização dos pontos de amostragem	EN 15259:2007	-----
Amostragem e determinação de O ₂ Método paramagnético	EN 14789:2017	Unidade de acondicionamento da amostra (por condensação) Marca M&C Modelo PSS-5 + Unidade de medição Marca Horiba Modelo PG 350E (SRM) N.º de Série YYDYARNT
Amostragem e determinação de CO ₂ Método da absorção de infravermelhos não dispersivos	CEN/TS 17405:2020	
Amostragem e determinação de CO Método da absorção de infravermelhos não dispersivos	EN 15058:2017	
Amostragem e determinação de NO _x Método da quimiluminescência	EN 14792:2017	
Determinação da velocidade e caudal Método de referência manual	EN ISO 16911-1:2013	Amostrador Marca Tecora Modelo G4 N.º série 13511984
Amostragem e determinação de humidade. Método da condensação/adsorção e método da temperatura.	EN 14790:2017	Amostrador Marca Tecora Modelo G4 N.º série 13511984 + Balança Marca Nahita Modelo 5161 N.º série Nahita 5161201801011
Amostragem e determinação de COV Método de ionização de chama	EN 12619:2013	Analizador FID Marca Polaris Modelo PF-300 N.º de Série PF00300
Amostragem e determinação de partículas totais. Gravimetria	EN 13284-1:2017	Amostrador Marca Tecora Modelo G4 N.º série 13511984 + Balança Marca ADAM Modelo AAA-160/L N.º série AE04876118
Amostragem de SO ₂ Cromatografia iónica ⁽¹⁾	EN 14791:2017	Amostrador Marca Dado Lab Modelo QB N.º série QB12A720180665
Amostragem de halogéneos (Cl ₂ e Br ₂) e haletos de hidrogénio (HCl, HBr e HF) Cromatografia iónica ⁽¹⁾	EPA 26A:2020	Amostrador Marca Tecora Modelo G4 N.º série 13511984
Amostragem de HF Cromatografia iónica ⁽¹⁾	ISO 15713:2006	
Amostragem de HCl Cromatografia iónica ⁽¹⁾	EN 1911:2010	Amostrador Marca Dado Lab Modelo QB N.º série QB12A720180665
Amostragem de metais pesados Espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado ⁽¹⁾	EN 14385:2004	Amostrador Marca Tecora Modelo G4 N.º série 13511984
Amostragem de Hg Espectrometria de fluorescência ⁽¹⁾	EN 13211:2001 / AC:2005	Amostrador Marca Dado Lab Modelo QB N.º série QB12A720180665

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

4. Desvios aos métodos

Não há desvios a assinalar.

5. Descrição sumária da instalação e condições de operação durante a realização dos ensaios

A informação relativa aos processos associados aos efluentes gasosos caracterizados, equipamentos de redução das emissões, capacidade nominal e capacidade utilizada durante a realização dos ensaios encontra-se em Apêndice.

6. Características dos locais de amostragem

Fonte	Diâmetro	Distância da toma de amostragem à primeira perturbação a montante	Distância da toma de amostragem à primeira perturbação a jusante	Altura total	N.º de linhas de amostragem	N.º de pontos de amostragem	Ângulo de escoamento (máximo)	Razão entre a maior e a menor velocidade	Fluxo local negativo	Pressão diferencial mínima
	[m]	[m]	[m]	[m]			[°]			[Pa]
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 1º Ensaio	2,00	5,1	3,2	15	2	12	2	1,9	Não	6,800
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 2º Ensaio	2,00	5,1	3,2	15	2	12	2	1,3	Não	15,051
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 3º Ensaio	2,00	5,1	3,2	15	2	12	2	1,3	Não	16,606
FF3: Metais - 1º Ensaio	2,00	5,1	3,2	15	2	12	2	1,4	Não	11,043
FF3: Metais - 2º Ensaio	2,00	5,1	3,2	15	2	12	2	1,4	Não	9,184
FF3: Metais - 3º Ensaio	2,00	5,1	3,2	15	2	12	2	1,5	Não	8,243
FF3: HF e HCl - 1º Ensaio	2,00	5,1	3,2	15	2	12	2	1,3	Não	10,100
FF3: HF e HCl - 2º Ensaio	2,00	5,1	3,2	15	2	12	2	1,2	Não	14,300
FF3: HF e HCl - 3º Ensaio	2,00	5,1	3,2	15	2	12	2	1,3	Não	14,200

7. Características gerais dos efluentes

Fonte	Concen- tração de oxigénio	Concen- tração de dióxido de carbono	Humidade (percen- tagem volumica de vapor do gás húmido)	Tempera- tura	Pressão	Massa volumica	Massa molar do gás húmido	Veloci- dade	Caudal volumico húmido para as condições da chaminé	Caudal volumico seco para as condições padrão
	[%]	[%]	[%]	[K]	[kPa]	[kg/m ³]	[kg/kmol]	[m/s]	[m ³ /h]	[m ³ N/h]
FF3: Part, NO _x , CO, COV, SO ₂ e Cl ₂ - 1º Ensaio	19,59 ± 0,21	0,82 ± 0,35	1,39 ± 0,04	382,9 ± 4,3	101,974 ± 0,296	0,921 ± 0,011	28,77 ± 0,06	5,0 ± 0,8	56212 ± 8945	39777 ± 6347
FF3: Part, NO _x , CO, COV, SO ₂ e Cl ₂ - 2º Ensaio	19,50 ± 0,20	0,85 ± 0,35	1,27 ± 0,04	378,9 ± 4,0	101,889 ± 0,296	0,931 ± 0,010	28,79 ± 0,06	5,1 ± 0,8	58243 ± 9225	41672 ± 6616
FF3: Part, NO _x , CO, COV, SO ₂ e Cl ₂ - 3º Ensaio	19,54 ± 0,21	0,82 ± 0,35	1,22 ± 0,04	380,3 ± 4,2	101,856 ± 0,296	0,927 ± 0,011	28,79 ± 0,06	5,4 ± 0,8	61399 ± 9700	43778 ± 6934
FF3: Metais - 1º Ensaio	19,88 ± 0,20	0,64 ± 0,35	1,66 ± 0,06	357,0 ± 3,4	101,716 ± 0,296	0,984 ± 0,010	28,73 ± 0,06	4,4 ± 0,7	49937 ± 7980	37703 ± 6037
FF3: Metais - 2º Ensaio	20,16 ± 0,20	0,45 ± 0,35	1,33 ± 0,06	342,4 ± 2,6	101,682 ± 0,296	1,027 ± 0,009	28,74 ± 0,06	4,1 ± 0,6	46439 ± 7457	36674 ± 5896
FF3: Metais - 3º Ensaio	19,85 ± 0,20	0,63 ± 0,35	1,65 ± 0,06	366,1 ± 7,6	101,601 ± 0,296	0,959 ± 0,020	28,73 ± 0,06	4,0 ± 0,6	44984 ± 7281	33088 ± 5400
FF3: HF e HCl - 1º Ensaio	20,07 ± 0,20	< 0,96	2,11 ± 0,11	357,8 ± 4,3	100,777 ± 0,014	0,971 ± 0,012	28,65 ± 0,09	4,2 ± 0,2	47384 ± 2771	35215 ± 2103
FF3: HF e HCl - 2º Ensaio	19,56 ± 0,20	0,66 ± 0,57	1,80 ± 0,12	373,7 ± 4,1	100,729 ± 0,015	0,930 ± 0,011	28,70 ± 0,09	5,0 ± 0,2	56239 ± 3272	40115 ± 2376
FF3: HF e HCl - 3º Ensaio	19,88 ± 0,20	< 1,05	1,88 ± 0,13	356,5 ± 4,0	100,545 ± 0,015	0,973 ± 0,011	28,68 ± 0,09	5,0 ± 0,2	56086 ± 3261	41835 ± 2478

8. Amostragem de O₂, CO₂, CO, NO_x

Fonte	Data	Hora	Tempo de amostragem [min]	Concentração			
				O ₂ [%]	CO ₂ [%]	CO [mg/m ³ N]	NO _x [mg/m ³ N]
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 1º Ensaio	25-03-2025	10:54	82	19,59	0,82	9,3	10,9
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 2º Ensaio	25-03-2025	12:40	99	19,50	0,85	24,3	12,0
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 3º Ensaio	25-03-2025	14:33	56	19,54	0,82	12,4	11,0
FF3: Metais - 1º Ensaio	28-03-2025	10:38	56	19,88	0,64	---	---
FF3: Metais - 2º Ensaio	28-03-2025	11:50	50	20,16	0,45	---	---
FF3: Metais - 3º Ensaio	28-03-2025	13:30	64	19,85	0,63	---	---
FF3: HF e HCl - 1º Ensaio	01-04-2025	10:30	56	20,07	< 0,96	---	---
FF3: HF e HCl - 2º Ensaio	01-04-2025	11:45	63	19,56	0,66	---	---
FF3: HF e HCl - 3º Ensaio	01-04-2025	14:29	50	19,88	< 1,05	---	---

9. Amostragem de COV

Fonte	Data	Hora	Tempo de amostragem [min]	Concentração de carbono total
				[mg/m ³ N]
FF3 - 1º Ensaio	25-03-2025	10:25	32	10,9
FF3 - 2º Ensaio	25-03-2025	12:41	33	10,2
FF3 - 3º Ensaio	25-03-2025	14:40	30	8,1

10. Amostragem de H₂O

Fonte	Data / Hora	Tempo de amostragem	Sistema de absorção	Volume de amostragem seco para as condições do medidor de gás	Temperatura do medidor de gás	Pressão do medidor de gás	Teste de fuga antes da amostragem	Teste de fuga após a amostragem	Humidade (percentagem volumica de vapor no gás húmido)	Eficiência do sistema de captura de vapor de água
		[min]		[m³]	[°C]	[kPa]	[l/min]	[l/min]	[%]	[%]
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 1º Ensaio	25-03-2025 10:36	97	Adsorção / condensação	2,5147	22,5	84,534	0,00	0,00	1,4	99
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 2º Ensaio	25-03-2025 12:42	96	Adsorção / condensação	2,6270	23,1	84,348	0,00	0,00	1,3	99
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 3º Ensaio	25-03-2025 14:38	98	Adsorção / condensação	2,8977	22,3	82,084	0,00	0,00	1,2	100
FF3: Metais - 1º Ensaio	28-03-2025 10:44	49	Adsorção / condensação	1,2038	19,8	88,372	0,00	0,00	1,7	99
FF3: Metais - 2º Ensaio	28-03-2025 11:50	49	Adsorção / condensação	1,1481	21,5	90,299	0,00	0,00	1,3	98
FF3: Metais - 3º Ensaio	28-03-2025 13:35	49	Adsorção / condensação	1,0445	24,4	90,771	0,00	0,00	1,6	99
FF3: HF e HCl - 1º Ensaio	01-04-2025 09:32	60,2	Adsorção / condensação	1,2492	24,7	100,790	0,00	0,00	2,1	99
FF3: HF e HCl - 2º Ensaio	01-04-2025 10:47	60,1	Adsorção / condensação	1,1673	27,2	100,750	0,00	0,00	1,8	99
FF3: HF e HCl - 3º Ensaio	01-04-2025 13:30	60,1	Adsorção / condensação	1,0314	29,2	100,560	0,00	0,00	1,9	99

11.1 Amostragem de partículas

Fonte	Data / Hora	Tempo de amostragem	Diâmetro da ponta de prova	Filtro			Caudal de amostragem seco para as condições do medidor de gás	Volume de amostragem seco para as condições do medidor de gás	Temperatura do medidor de gás	Pressão do medidor de gás
				Material	Diâmetro [mm]	Temperatura [°C]				
FF3 - 1º Ensaio	25-03-2025 10:36	97	11,35	Fibras de quartzo	47	160	28,1	2,7077	22,5	84,534
FF3 - 2º Ensaio	25-03-2025 12:42	96	11,35	Fibras de quartzo	47	160	29,3	2,8190	23,1	84,348
FF3 - 3º Ensaio	25-03-2025 14:38	98	11,35	Fibras de vidro	47	159	31,4	3,0937	22,3	82,084

11.2 Amostragem de partículas

Fonte	Taxa de isocinetismo	Teste de fuga antes da amostragem	Teste de fuga após a amostragem	Temperatura de condicionamento [°C]	
				Antes da amostragem	Após a amostragem
FF3 - 1º Ensaio	103	0,00	0,00	180	160
FF3 - 2º Ensaio	102	0,00	0,00	180	160
FF3 - 3º Ensaio	102	0,00	0,00	180	160

11.3 Amostragem de partículas

Fonte	Data de análise	Massa de partículas recolhida na amostragem [mg]		Correção da massa	Concentração [mg/m³N]	
		Filtro	Solução de lavagem		Amostra	Branco
FF3 - 1º Ensaio	26-03-2025 a 01-04-2025	2,3	1,9	-1,4	1,4	< 0,1
FF3 - 2º Ensaio	26-03-2025 a 01-04-2025	10,6	2,1	-0,7	5,4	< 0,2
FF3 - 3º Ensaio	26-03-2025 a 01-04-2025	5,5	2,7	-0,5	3,3	< 0,2

12.1 Amostragem de SO₂ ⁽¹⁾

Fonte	Data / Hora	Tempo de amostragem [min]	Tipo de amostragem	Borbulhadores	Teste de fuga antes da amostragem [l/min]	Teste de fuga após a amostragem [l/min]
FF3 - 1º Ensaio	25-03-2025 10:36	97	Isocinética com linha derivada	Com difusor poroso (250 ml)	0,00	0,00
FF3 - 2º Ensaio	25-03-2025 12:42	96	Isocinética com linha derivada	Com difusor poroso (250 ml)	0,00	0,00
FF3 - 3º Ensaio	25-03-2025 14:38	98	Isocinética com linha derivada	Com difusor poroso (250 ml)	0,00	0,00

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

12.2 Amostragem de SO₂ ⁽¹⁾

Fonte	Diâmetro da ponta de prova [mm]	Taxa de isocinetismo [%]	Caudal de amostragem seco para as condições do medidor de gás [l/min]	Volume de amostragem seco para as condições do medidor de gás [m³]	Temperatura do medidor de gás [°C]	Pressão do medidor de gás [kPa]	Data de análise	Massa de SO ₂ recolhida na amostragem [mg]	Concentração [mg/m³N]	
									Amostra	Branco
FF3 - 1º Ensaio	11,35	103	2,0	0,1930	23,2	102,011	28-03-2025	< 0,053	< 0,3	< 0,3
FF3 - 2º Ensaio	11,35	102	2,0	0,1920	25,9	101,933	28-03-2025	< 0,053	< 0,3	< 0,3
FF3 - 3º Ensaio	11,35	102	2,0	0,1960	24,2	101,933	28-03-2025	< 0,054	< 0,3	< 0,3

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

13.1 Amostragem de metais, incluindo mercúrio ⁽¹⁾

Fonte	Tipo de amostragem	Filtro		Borbulhadores		Solução absorvente	
		Material	Diâmetro [mm]	Linha principal	Linha derivada	Linha principal	Linha derivada
FF3 - 1º Ensaio	Isocinética com linha derivada	Fibras de quartzo	47	Greenburg-Smith (500 ml)	Com difusor poroso (250 ml)	Solução de ácido nítrico e peróxido de hidrogénio (3,3% (m/m) HNO ₃ /1,5% (m/m) H ₂ O ₂)	Solução de ácido sulfúrico e permanganato de potássio (2% (m/m) KMnO ₄ /10% (m/m) H ₂ SO ₄)
FF3 - 2º Ensaio	Isocinética com linha derivada	Fibras de quartzo	47	Greenburg-Smith (500 ml)	Com difusor poroso (250 ml)	Solução de ácido nítrico e peróxido de hidrogénio (3,3% (m/m) HNO ₃ /1,5% (m/m) H ₂ O ₂)	Solução de ácido sulfúrico e permanganato de potássio (2% (m/m) KMnO ₄ /10% (m/m) H ₂ SO ₄)
FF3 - 3º Ensaio	Isocinética com linha derivada	Fibras de quartzo	47	Greenburg-Smith (500 ml)	Com difusor poroso (250 ml)	Solução de ácido nítrico e peróxido de hidrogénio (3,3% (m/m) HNO ₃ /1,5% (m/m) H ₂ O ₂)	Solução de ácido sulfúrico e permanganato de potássio (2% (m/m) KMnO ₄ /10% (m/m) H ₂ SO ₄)

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

13.2 Amostragem de metais, incluindo mercúrio ⁽¹⁾

Fonte	Data / Hora	Tempo de amostragem [min]	Caudal de amostragem seco para as condições do medidor de gás [l/min]		Volume de amostragem seco para as condições do medidor de gás [m ³]		Temperatura do medidor de gás [°C]		Pressão do medidor de gás [kPa]	
			Linha principal	Linha derivada	Linha principal	Linha derivada	Linha principal	Linha derivada	Linha principal	Linha derivada
FF3 - 1º Ensaio	28-03-2025 10:44	49	24,8	3,0	1,2038	0,1440	19,8	19,5	88,372	101,728
FF3 - 2º Ensaio	28-03-2025 11:50	49	23,7	3,0	1,1481	0,1450	21,5	26,9	90,299	101,728
FF3 - 3º Ensaio	28-03-2025 13:35	49	21,5	3,0	1,0445	0,1440	24,4	26,2	90,771	101,640

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

13.3 Amostragem de metais, incluindo mercúrio ⁽¹⁾

Fonte	Diâmetro da ponta de prova [mm]	Taxa de isocinetismo [%]	Teste de fuga antes da amostragem [l/min]		Teste de fuga após a amostragem [l/min]		Data de análise
			Linha principal	Linha derivada	Linha principal	Linha derivada	
FF3 - 1º Ensaio	11,35	113	0,00	0,00	0,00	0,00	07-04-2025
FF3 - 2º Ensaio	11,35	113	0,00	0,00	0,00	0,00	07-04-2025
FF3 - 3º Ensaio	11,35	115	0,00	0,00	0,00	0,00	07-04-2025

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

13.4 Amostragem de metais, incluindo mercúrio ⁽¹⁾

Fonte	Metal	Massa total	Massa no último borbulhador	Eficiência de absorção	Concentração [mg/m ³]	
		[mg]	[mg]		Amostra	Branco
FF3 - 1º Ensaio	Cd	0,0097	0,0006	94	0,0088	0,0010
	Tl	0,000043	0,000009	78	0,000042	0,000041
	As	0,00016	0,00001	95	0,0001	0,0003
	Ni	0,0038	0,0001	98	0,0034	0,0004
	Se	0,0003	0,0001	72	0,0003	0,0003
	Te	0,00022	0,00001	96	0,0002	0,0002
	Pt	0,000109	0,000003	97	0,0001	0,0001
	V	0,00006	0,00001	89	0,00005	0,00004
	Pb	0,00321	0,00002	99	0,0029	0,0001
	Cr	0,00123	0,00003	97	0,0011	0,0004
	Cu	0,00411	0,00005	99	0,0039	0,0022
	Sb	0,00014	0,00001	94	0,00012	0,00004
	Sn	0,00031	0,00005	85	0,0003	0,0003
	Mn	0,0079	0,0006	92	0,0075	0,0031
	Pd	0,000011	0,000003	72	0,000011	0,000012
	Zn	0,1305	0,0009	99	0,1176	0,0065
	Hg	0,00004	0,00001	70	0,00024	0,00016
FF3 - 2º Ensaio	Cd	0,0203	0,0007	97	0,0203	0,0011
	Tl	0,000041	0,000010	74	0,0000	0,0000
	As	0,0001	0,0000	93	0,0001	0,0003
	Ni	0,0035	0,0001	98	0,0032	0,0004
	Se	0,0003	0,0001	69	0,0003	0,0003
	Te	0,00022	0,00001	96	0,0002	0,0002
	Pt	0,000109	0,000003	97	0,0001	0,0001
	V	0,00096	0,00001	99	0,00101	0,00004
	Pb	0,00219	0,00002	99	0,0021	0,0001
	Cr	0,00245	0,00003	99	0,0024	0,0004
	Cu	0,0065	0,0001	99	0,0067	0,0022
	Sb	0,00015	0,00001	94	0,00014	0,00004
	Sn	0,0003	0,0001	81	0,0003	0,0003
	Mn	0,0069	0,0006	91	0,0067	0,0032
	Pd	0,000011	0,000003	69	0,000012	0,000012
	Zn	0,1317	0,0010	99	0,1226	0,0067
	Hg	0,00004	0,00001	67	0,00025	0,00017

(continua)

Fonte	Metal	Massa total	Massa no último borbulhador	Eficiência de absorção	Concentração [mg/m ³]	
		[mg]	[mg]		Amostra	Branco
FF3 - 3º Ensaio	Cd	0,0095	0,0005	95	0,0097	0,0012
	Tl	0,000053	0,000010	80	0,000058	0,000046
	As	0,00026	0,00001	97	0,0003	0,0003
	Ni	0,0030	0,0001	98	0,0030	0,0005
	Se	0,0003	0,0001	72	0,0003	0,0003
	Te	0,00022	0,00001	96	0,0002	0,0002
	Pt	0,000110	0,000003	97	0,0001	0,0001
	V	0,00011	0,00001	94	0,00012	0,00004
	Pb	0,00547	0,00002	100	0,0055	0,0002
	Cr	0,00148	0,00003	98	0,0015	0,0005
	Cu	0,00607	0,00005	99	0,0065	0,0025
	Sb	0,00052	0,00001	98	0,00053	0,00005
	Sn	0,00036	0,00005	86	0,0004	0,0003
	Mn	0,0076	0,0008	89	0,0081	0,0035
	Pd	0,000012	0,000003	71	0,000014	0,000013
	Zn	0,1545	0,0010	99	0,1566	0,0074
	Hg	0,00004	0,00002	55	0,00025	0,00017

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

14.1 Amostragem de HF

Fonte	Data / Hora	Tempo de amostragem	Tipo de amostragem	Filtro			Teste de fuga antes da amostragem	Teste de fuga após a amostragem
		[min]		Material	Localização	Temperatura [°C]		
FF3 - 1º Ensaio	01-04-2025 09:32	60	Isocinética	Fibras de quartzo	Após a sonda e antes do 1º borbulhador	155	0,00	0,00
FF3 - 2º Ensaio	01-04-2025 10:47	60	Isocinética	Fibras de quartzo	Após a sonda e antes do 1º borbulhador	155	0,00	0,00
FF3 - 3º Ensaio	01-04-2025 13:30	60	Isocinética	Fibras de quartzo	Após a sonda e antes do 1º borbulhador	155	0,00	0,00

14.2 Amostragem de HF

Fonte	Diâmetro da ponta de prova	Taxa de isocinetismo	Caudal de amostragem seco para as condições do medidor de gás	Volume de amostragem seco para as condições do medidor de gás	Temperatura do medidor de gás	Pressão do medidor de gás	Data de análise	Massa de HF recolhida na amostragem	Concentração [mg/m³N]	
	[mm]	[%]	[l/min]	[m³]	[°C]	[kPa]		[mg]	Amostra	Branco
FF3 - 1º Ensaio	12,00	99	20,8	1,2492	24,7	100,790	07-04-2025	0,033	0,03	< 0,03
FF3 - 2º Ensaio	11,00	96	19,4	1,1673	27,2	100,750	07-04-2025	< 0,030	< 0,03	< 0,03
FF3 - 3º Ensaio	10,00	99	17,2	1,0314	29,2	100,560	07-04-2025	< 0,031	< 0,03	< 0,03

15.1 Amostragem de HCl

Fonte	Data / Hora	Tempo de amostragem	Tipo de amostragem	Filtro			Caudal de amostragem seco para as condições do medidor de gás	Volume de amostragem seco para as condições do medidor de gás	Temperatura do medidor de gás	Pressão do medidor de gás
		[min]		Material	Localização	Temperatura [°C]				
FF3 - 1º Ensaio	01-04-2025 09:32	60	Isocinética	Fibras de quartzo	Após a sonda e antes do 1º borbulhador	155	2,1	0,1241	20,9	100,790
FF3 - 2º Ensaio	01-04-2025 10:47	60	Isocinética	Fibras de quartzo	Após a sonda e antes do 1º borbulhador	155	2,1	0,1244	23,2	100,750
FF3 - 3º Ensaio	01-04-2025 13:30	60	Isocinética	Fibras de quartzo	Após a sonda e antes do 1º borbulhador	155	2,1	0,1246	26,0	100,560

15.2 Amostragem de HCl

Fonte	Diâmetro da ponta de prova	Taxa de isocinetismo	Teste de fuga antes da amostragem	Teste de fuga após a amostragem	Data de análise	Massa de HCl recolhida na amostragem [mg]		Eficiência de absorção	Concentração [mg/m³N]	
	[mm]	[%]	[l/min]	[l/min]		1º Borbulhador	2º Borbulhador		Amostra	Branco
FF3 - 1º Ensaio	12,00	99	0,00	0,00	07-04-2025	0,016	0,014	53	0,26	< 0,23
FF3 - 2º Ensaio	11,00	96	0,00	0,00	07-04-2025	0,016	0,014	53	0,26	< 0,23
FF3 - 3º Ensaio	10,00	99	0,00	0,00	07-04-2025	0,023	0,014	62	0,33	< 0,23

16.1 Amostragem de Cl_2 ⁽¹⁾

Fonte	Data / Hora	Tempo de amostragem [min]	Tipo de amostragem	Filtro			Teste de fuga antes da amostragem [l/min]	Teste de fuga após a amostragem [l/min]
				Material	Localização	Temperatura [°C]		
FF3 - 1º Ensaio	25-03-2025 10:36	97	Isocinética	Fibras de quartzo	Após a sonda e antes do 1º borbulhador	160	0,00	0,00
FF3 - 2º Ensaio	25-03-2025 12:42	96	Isocinética	Fibras de quartzo	Após a sonda e antes do 1º borbulhador	160	0,00	0,00
FF3 - 3º Ensaio	25-03-2025 14:38	98	Isocinética	Fibras de quartzo	Após a sonda e antes do 1º borbulhador	159	0,00	0,00

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

16.2 Amostragem de Cl_2 ⁽¹⁾

Fonte	Diâmetro da ponta de prova [mm]	Taxa de isocinetismo [%]	Caudal de amostragem seco para as condições do medidor de gás [l/min]	Volume de amostragem seco para as condições do medidor de gás [m³]	Temperatura do medidor de gás [°C]	Pressão do medidor de gás [kPa]	Data de análise
FF3 - 1º Ensaio	11,35	103	26,1	2,5147	22,5	84,534	02-04-2025 a 10-04-2025
FF3 - 2º Ensaio	11,35	102	27,3	2,6270	23,1	84,348	02-04-2025 a 10-04-2025
FF3 - 3º Ensaio	11,35	102	29,4	2,8977	22,3	82,084	02-04-2025 a 10-04-2025

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

16.3 Amostragem de Cl_2 ⁽¹⁾

Fonte	Haletos de hidrogénio / halogénio	Massa recolhida na amostragem [mg]	Concentração [mg/m³N]	
			Amostra	Branco
FF3 - 1º Ensaio	Cl_2	< 0,08	< 0,0413	< 0,0413
FF3 - 2º Ensaio	Cl_2	< 0,08	< 0,0397	< 0,0397
FF3 - 3º Ensaio	Cl_2	< 0,08	< 0,0369	< 0,0369

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

17. Resultados

Fonte	Poluente	Caudal mássico [kg/h]	Concentração [mg/m³N]
FF3	CO - 1º Ensaio	0,37 ± 0,18	9,3 ± 4,2
	NO _x - 1º Ensaio	0,43 ± 0,23	10,9 ± 5,8
	SO ₂ - 1º Ensaio ⁽¹⁾	< 0,012	< 0,3
	COV - 1º Ensaio	0,435 ± 0,074	10,9 ± 0,4
	Partículas - 1º Ensaio	0,054 ± 0,009	1,4 ± 0,5
	Cl ₂ - 1º Ensaio ⁽¹⁾	< 0,002	< 0,04
	CO - 2º Ensaio	1,01 ± 0,43	24,3 ± 9,5
	NO _x - 2º Ensaio	0,50 ± 0,24	12,0 ± 5,8
	SO ₂ - 2º Ensaio ⁽¹⁾	< 0,013	< 0,3
	COV - 2º Ensaio	0,42 ± 0,12	10,2 ± 2,2
	Partículas - 2º Ensaio	0,226 ± 0,036	5,4 ± 0,5
	Cl ₂ - 2º Ensaio ⁽¹⁾	< 0,002	< 0,04
	CO - 3º Ensaio	0,54 ± 0,20	12,4 ± 4,2
	NO _x - 3º Ensaio	0,48 ± 0,25	11,0 ± 5,8
	SO ₂ - 3º Ensaio ⁽¹⁾	< 0,013	< 0,3
	COV - 3º Ensaio	0,355 ± 0,059	8,1 ± 0,3
	Partículas - 3º Ensaio	0,143 ± 0,023	3,3 ± 0,5
	Cl ₂ - 3º Ensaio ⁽¹⁾	< 0,002	< 0,04
	CO - Média	0,64 ± 0,51	15 ± 11
	NO _x - Média	0,47 ± 0,42	11 ± 10
	SO ₂ - Média ⁽¹⁾	< 0,013	< 0,3
	COV - Média	0,40 ± 0,15	9,7 ± 2,2
	Partículas - Média	0,141 ± 0,044	3,4 ± 0,9
	Cl ₂ - Média ⁽¹⁾	< 0,002	< 0,04
	Metais I - 1º Ensaio ⁽¹⁾	0,00034 ± 0,00005	0,009 ± 0,001
	Metais II - 1º Ensaio ⁽¹⁾	0,00015 ± 0,00002	0,004 ± 0,001
	Metais III - 1º Ensaio ⁽¹⁾	0,00504 ± 0,00071	0,134 ± 0,017
	Metais I - 2º Ensaio ⁽¹⁾	0,00076 ± 0,00012	0,021 ± 0,001
	Metais II - 2º Ensaio ⁽¹⁾	0,00014 ± 0,00002	0,004 ± 0,001
	Metais III - 2º Ensaio ⁽¹⁾	0,00521 ± 0,00073	0,142 ± 0,018
	Metais I - 3º Ensaio ⁽¹⁾	0,00033 ± 0,00005	0,010 ± 0,001
	Metais II - 3º Ensaio ⁽¹⁾	0,00013 ± 0,00002	0,004 ± 0,001
	Metais III - 3º Ensaio ⁽¹⁾	0,00594 ± 0,00085	0,180 ± 0,023
	Metais I - Média ⁽¹⁾	0,00048 ± 0,00014	0,013 ± 0,002
	Metais II - Média ⁽¹⁾	0,00014 ± 0,00003	0,004 ± 0,001
	Metais III - Média ⁽¹⁾	0,0054 ± 0,0013	0,152 ± 0,033

(continua)

Fonte	Poluente	Caudal mássico [kg/h]	Concentração [mg/m³N]
FF3	Compostos inorgânicos fluorados, expressos em HF - 1º Ensaio ⁽¹⁾	0,0010 ± 0,0001	0,03 ± 0,01
	Compostos inorgânicos clorados, expressos em Cl- - 1º Ensaio ⁽¹⁾	0,009 ± 0,001	0,26 ± 0,03
	Compostos inorgânicos fluorados, expressos em HF - 2º Ensaio ⁽¹⁾	< 0,0010	< 0,03
	Compostos inorgânicos clorados, expressos em Cl- - 2º Ensaio ⁽¹⁾	0,011 ± 0,001	0,26 ± 0,03
	Compostos inorgânicos fluorados, expressos em HF - 3º Ensaio ⁽¹⁾	< 0,0010	< 0,03
	Compostos inorgânicos clorados, expressos em Cl- - 3º Ensaio ⁽¹⁾	0,014 ± 0,001	0,33 ± 0,05
	Compostos inorgânicos fluorados, expressos em HF - Média ⁽¹⁾	0,0010 ± 0,0001	0,03 ± 0,01
	Compostos inorgânicos clorados, expressos em Cl- - Média ⁽¹⁾	0,011 ± 0,002	0,28 ± 0,06

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

18. Comparação com os valores de referência ⁽²⁾

Fonte	Poluente	Caudal mássico	Limiar mássico mínimo	Limiar mássico médio	Limiar mássico máximo	Concentração	VLE
		[kg/h]	[kg/h]	[kg/h]	[kg/h]	[mg/m³N]	[mg/m³N]
FF3	CO - Média	1	1	5	100	4	150
	NO _x - Média	0,5	0,5	2	30	1	120
	SO ₂ - Média ⁽¹⁾	< 0,01	0,5	2	50	< 0,3	30
	COV - Média	0,4	1	2	30	8	100
	Partículas - Média	0,1	0,1	0,5	5	2	10
	Cl ₂ - Média ⁽¹⁾	< 0,002	0,01	0,05	-----	< 0,04	3
	Metais I - Média ⁽¹⁾	0,0005	0,0002	0,001	-----	0,01	0,2
	Metais II - Média ⁽¹⁾	0,0001	0,001	0,005	-----	0,003	1
	Metais III - Média ⁽¹⁾	0,005	0,005	0,025	-----	0,1	5
	Compostos inorgânicos fluorados, expressos em HF - Média ⁽¹⁾	0,001	0,01	0,05	0,5	0,02	5
	Compostos inorgânicos clorados, expressos em Cl- - Média ⁽¹⁾	0,01	0,1	0,3	3	0,2	30

1. A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

2. Os valores dos caudais usados na comparação com os limiares mássicos não têm em conta as respetivas incertezas. Os valores da concentração usados na comparação com os VLE estão subtraídos das respetivas incertezas (de acordo com a alínea ee da Parte 1 do Anexo III da Portaria n.º 221/2018).

19. Notas

Os valores da incerteza apresentados são valores para a incerteza expandida que resulta da multiplicação da incerteza padrão combinada (inclui as incertezas parciais com origem na amostragem e com origem na determinação analítica) pelo fator 2, produzindo, assim, intervalos com um nível de confiança de aproximadamente 95 %.

Relativamente aos ensaios de metais, a massa total de cada elemento usada no cálculo da concentração resulta da soma das frações da massa recolhidas nas 3 etapas do trem de amostragem — filtro mais solução de lavagem, 1º e 2º borbulhadores e último borbulhador; quando uma das frações é não quantificada, a soma referida é efetuada com o limite de quantificação respetivo.

Os valores para as alturas das chaminés e para as distâncias às perturbações mais próximas a jusante foram fornecidos pelo requerente.

O símbolo «menor que» indica valores inferiores ao limite de quantificação.

O certificado de acreditação do INEGI - LCA pode ser consultado em http://www.ipac.pt/pesquisa/ficha_lae.asp?id=L0294.

Apêndice A - Localização das tomadas de amostragem

Fonte	Distância da toma de amostragem à primeira perturbação a montante, expressa em diâmetros hidráulicos	Distância da toma de amostragem à primeira perturbação a jusante, expressa em diâmetros hidráulicos	Cumprimento da localização das tomadas de amostragem de acordo com a NP 2167	Cumprimento da localização das tomadas de amostragem de acordo com a EN 15259	Existência de plataforma de amostragem de acordo com a NP 2167 ou a EN 15259
FF3	2,6	1,6	Não ⁽³⁾	Não ⁽³⁾	Sim

3. Note-se, no entanto, que os requisitos relativos aos planos de amostragem impostos pela norma EN 15259:2007 (ângulo de escoamento inferior a 15°, razão entre a maior e a menor velocidade menor que 3, inexistência de fluxo local negativo e pressão diferencial mínima superior a 5 Pa) são cumpridos, tal como pode ser observado no Quadro 6.

Apêndice B - Localização dos pontos de amostragem e perfis de velocidade, temperatura e pressão

Fonte	Linha de amostragem	Ponto de amostragem	Distância à parede [cm]	Temperatura do efluente [°C]	Pressão do efluente [kPa]	Pressão diferencial [Pa]	Velocidade [m/s]
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 1º Ensaio	1	1	5	112,8	101,993	23,450	5,8
	1	2	13	116,3	101,986	10,712	3,9
	1	3	24	113,5	101,992	24,128	5,8
	1	4	36	116,8	101,993	24,990	6,0
	1	5	50	125,6	101,983	9,262	3,7
	1	6	71	117,2	101,979	6,913	3,1
	1	7	129	106,9	101,980	16,239	4,8
	1	8	150	101,1	101,979	12,288	4,1
	1	9	165	110,7	101,976	7,037	3,1
	1	10	176	114,7	101,975	6,800	3,1
	1	11	187	100,9	101,978	20,933	5,4
	1	12	195	102,5	101,978	24,879	5,9
	2	1	5	98,7	101,977	22,307	5,5
	2	2	13	88,2	101,974	16,102	4,6
	2	3	24	93,5	101,971	22,028	5,4
	2	4	36	108,6	101,972	21,033	5,4
	2	5	50	110,8	101,969	21,556	5,5
	2	6	71	118,2	101,966	22,116	5,6
	2	7	129	126,0	101,964	22,431	5,7
	2	8	150	124,9	101,962	23,095	5,8
	2	9	165	121,9	101,962	21,849	5,6
	2	10	176	111,5	101,958	21,052	5,4
	2	11	187	96,9	101,957	19,913	5,2
	2	12	195	97,0	101,954	20,904	5,3

(continua)

Fonte	Linha de amostragem	Ponto de amostragem	Distância à parede [cm]	Temperatura do efluente [°C]	Pressão do efluente [kPa]	Pressão diferencial [Pa]	Velocidade [m/s]
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 2º Ensaio	1	1	5	123,7	101,913	18,585	5,2
	1	2	13	121,7	101,913	18,412	5,2
	1	3	24	121,5	101,914	16,871	4,9
	1	4	36	117,5	101,913	19,167	5,2
	1	5	50	110,2	101,916	15,051	4,6
	1	6	71	105,3	101,915	16,537	4,8
	1	7	129	106,7	101,910	16,289	4,8
	1	8	150	98,5	101,907	16,792	4,8
	1	9	165	113,3	101,903	17,425	5,0
	1	10	176	109,1	101,901	18,000	5,0
	1	11	187	106,3	101,897	17,087	4,9
	1	12	195	100,3	101,893	21,706	5,5
	2	1	5	100,3	101,888	21,028	5,4
	2	2	13	102,9	101,883	22,953	5,6
	2	3	24	106,3	101,878	23,908	5,8
	2	4	36	116,3	101,875	24,534	5,9
	2	5	50	108,0	101,874	19,417	5,2
	2	6	71	90,7	101,870	20,140	5,2
	2	7	129	91,3	101,870	18,691	5,0
	2	8	150	89,4	101,866	20,029	5,2
	2	9	165	93,9	101,864	20,720	5,3
	2	10	176	98,5	101,860	20,594	5,3
	2	11	187	105,9	101,857	20,306	5,3
	2	12	195	100,6	101,857	20,719	5,3

(continua)

Fonte	Linha de amostragem	Ponto de amostragem	Distância à parede [cm]	Temperatura do efluente [°C]	Pressão do efluente [kPa]	Pressão diferencial [Pa]	Velocidade [m/s]
FF3: Part, NOx, CO, COV, SO2 e Cl2 - 3º Ensaio	1	1	5	92,7	101,856	20,873	5,3
	1	2	13	93,1	101,857	19,283	5,1
	1	3	24	101,1	101,856	22,142	5,5
	1	4	36	105,9	101,858	20,453	5,3
	1	5	50	101,5	101,857	20,603	5,3
	1	6	71	111,3	101,856	23,749	5,8
	1	7	129	122,5	101,858	26,111	6,2
	1	8	150	127,5	101,860	22,168	5,7
	1	9	165	120,9	101,861	20,829	5,5
	1	10	176	112,6	101,859	20,651	5,4
	1	11	187	101,9	101,856	16,606	4,8
	1	12	195	99,4	101,853	20,086	5,2
	2	1	5	107,5	101,851	22,216	5,6
	2	2	13	123,5	101,850	22,113	5,7
	2	3	24	112,8	101,851	20,733	5,4
	2	4	36	113,1	101,849	21,658	5,5
	2	5	50	106,4	101,847	20,801	5,4
	2	6	71	112,5	101,845	23,053	5,7
	2	7	129	114,0	101,855	21,524	5,5
	2	8	150	103,1	101,864	22,146	5,5
	2	9	165	103,1	101,861	18,414	5,0
	2	10	176	97,8	101,860	18,697	5,0
	2	11	187	90,3	101,863	22,521	5,5
	2	12	195	97,1	101,866	26,243	6,0

(continua)

Fonte	Linha de amostragem	Ponto de amostragem	Distância à parede [cm]	Temperatura do efluente [°C]	Pressão do efluente [kPa]	Pressão diferencial [Pa]	Velocidade [m/s]
FF3: Metais - 1º Ensaio	1	1	5	87,8	101,714	15,042	4,5
	1	2	13	89,3	101,713	16,005	4,6
	1	3	24	94,6	101,717	14,150	4,4
	1	4	36	92,3	101,714	18,242	5,0
	1	5	50	94,4	101,713	19,954	5,2
	1	6	71	95,2	101,715	18,098	5,0
	1	7	129	98,5	101,713	17,741	4,9
	1	8	150	97,7	101,712	19,589	5,2
	1	9	165	90,1	101,713	15,724	4,6
	1	10	176	83,2	101,713	14,044	4,3
	1	11	187	79,6	101,710	15,263	4,5
	1	12	195	79,8	101,711	15,678	4,5
	2	1	5	82,2	101,710	16,021	4,6
	2	2	13	82,4	101,710	14,190	4,3
	2	3	24	80,4	101,711	16,161	4,6
	2	4	36	80,1	101,713	16,242	4,6
	2	5	50	78,8	101,717	13,716	4,2
	2	6	71	74,8	101,723	11,598	3,9
	2	7	129	72,8	101,724	11,043	3,7
	2	8	150	75,1	101,725	12,779	4,0
	2	9	165	74,1	101,726	11,176	3,8
	2	10	176	75,0	101,721	11,121	3,8
	2	11	187	75,5	101,720	13,647	4,2
	2	12	195	79,6	101,717	14,557	4,3

(continua)

Fonte	Linha de amostragem	Ponto de amostragem	Distância à parede [cm]	Temperatura do efluente [°C]	Pressão do efluente [kPa]	Pressão diferencial [Pa]	Velocidade [m/s]
FF3: Metais - 2º Ensaio	1	1	5	75,9	101,700	14,876	4,4
	1	2	13	78,2	101,697	14,963	4,4
	1	3	24	78,2	101,690	15,718	4,5
	1	4	36	79,4	101,691	16,493	4,6
	1	5	50	78,0	101,695	15,285	4,4
	1	6	71	72,5	101,695	13,881	4,2
	1	7	129	69,7	101,690	12,911	4,0
	1	8	150	67,7	101,685	14,054	4,2
	1	9	165	66,8	101,682	13,783	4,2
	1	10	176	65,1	101,686	14,169	4,2
	1	11	187	62,9	101,687	10,874	3,7
	1	12	195	60,8	101,686	13,716	4,1
	2	1	5	62,4	101,684	12,759	4,0
	2	2	13	64,5	101,685	12,678	4,0
	2	3	24	63,1	101,682	9,184	3,4
	2	4	36	67,3	101,679	11,142	3,7
	2	5	50	71,3	101,677	13,430	4,1
	2	6	71	76,3	101,674	14,789	4,4
	2	7	129	74,0	101,672	15,076	4,4
	2	8	150	64,8	101,672	11,783	3,8
	2	9	165	60,5	101,667	12,623	3,9
	2	10	176	60,6	101,668	12,543	3,9
	2	11	187	67,5	101,665	14,091	4,2
	2	12	195	73,9	101,664	14,807	4,3

(continua)

Fonte	Linha de amostragem	Ponto de amostragem	Distância à parede [cm]	Temperatura do efluente [°C]	Pressão do efluente [kPa]	Pressão diferencial [Pa]	Velocidade [m/s]
FF3: Metais - 3º Ensaio	1	1	5	173,5	101,623	14,221	4,8
	1	2	13	103,3	101,619	15,882	4,7
	1	3	24	97,6	101,620	12,662	4,2
	1	4	36	92,9	101,620	11,228	3,9
	1	5	50	92,4	101,621	13,934	4,3
	1	6	71	96,0	101,619	12,223	4,1
	1	7	129	92,6	101,618	10,334	3,7
	1	8	150	86,9	101,614	11,074	3,8
	1	9	165	87,5	101,611	12,199	4,0
	1	10	176	80,2	101,606	11,011	3,8
	1	11	187	81,1	101,604	10,352	3,7
	1	12	195	83,3	101,602	10,905	3,8
	2	1	5	79,4	101,598	8,243	3,3
	2	2	13	77,3	101,592	10,470	3,7
	2	3	24	83,1	101,591	11,164	3,8
	2	4	36	86,3	101,590	11,074	3,8
	2	5	50	86,6	101,592	12,528	4,1
	2	6	71	92,5	101,590	11,859	4,0
	2	7	129	102,7	101,585	13,407	4,3
	2	8	150	97,9	101,585	11,381	3,9
	2	9	165	87,3	101,582	10,986	3,8
	2	10	176	84,6	101,581	11,315	3,9
	2	11	187	91,4	101,577	13,531	4,3
	2	12	195	95,1	101,576	13,331	4,3

(continua)

Fonte	Linha de amostragem	Ponto de amostragem	Distância à parede [cm]	Temperatura do efluente [°C]	Pressão do efluente [kPa]	Pressão diferencial [Pa]	Velocidade [m/s]
FF3: HF e HCl - 1º Ensaio	1	1	5	87,9	100,771	13,000	4,3
	1	2	13	76,3	100,771	10,800	3,8
	1	3	24	71,8	100,781	10,100	3,7
	1	4	36	84,8	100,778	13,900	4,4
	1	5	50	95,8	100,778	15,600	4,7
	1	6	71	94,4	100,779	14,600	4,5
	1	7	129	95,3	100,777	14,000	4,5
	1	8	150	82,9	100,777	11,700	4,0
	1	9	165	73,2	100,778	11,000	3,8
	1	10	176	72,3	100,781	11,200	3,9
	1	11	187	73,9	100,791	11,500	3,9
	1	12	195	71,1	100,793	10,700	3,8
	2	1	5	70,4	100,781	10,400	3,7
	2	2	13	77,0	100,779	11,500	3,9
	2	3	24	78,5	100,768	12,900	4,2
	2	4	36	85,9	100,781	13,100	4,3
	2	5	50	89,9	100,783	14,200	4,5
	2	6	71	92,8	100,771	14,900	4,6
	2	7	129	96,2	100,771	14,100	4,5
	2	8	150	100,3	100,779	14,900	4,6
	2	9	165	87,8	100,770	11,800	4,1
	2	10	176	87,6	100,770	13,900	4,4
	2	11	187	89,0	100,774	14,400	4,5
	2	12	195	95,3	100,775	15,500	4,7

(continua)

Fonte	Linha de amostragem	Ponto de amostragem	Distância à parede [cm]	Temperatura do efluente [°C]	Pressão do efluente [kPa]	Pressão diferencial [Pa]	Velocidade [m/s]
FF3: HF e HCl - 2º Ensaio	1	1	5	92,8	100,755	14,300	4,5
	1	2	13	92,3	100,744	15,800	4,7
	1	3	24	90,2	100,744	14,900	4,6
	1	4	36	87,9	100,741	16,500	4,8
	1	5	50	92,6	100,739	17,600	5,0
	1	6	71	92,3	100,744	16,200	4,8
	1	7	129	99,7	100,744	17,100	5,0
	1	8	150	109,6	100,741	19,000	5,3
	1	9	165	115,8	100,727	18,700	5,3
	1	10	176	98,7	100,736	16,700	4,9
	1	11	187	92,7	100,737	14,800	4,6
	1	12	195	97,5	100,740	15,600	4,7
	2	1	5	108,5	100,739	19,300	5,3
	2	2	13	111,8	100,729	18,300	5,2
	2	3	24	115,4	100,728	18,800	5,3
	2	4	36	114,3	100,718	18,300	5,2
	2	5	50	115,2	100,718	18,000	5,2
	2	6	71	97,4	100,718	17,900	5,1
	2	7	129	93,4	100,718	17,400	5,0
	2	8	150	98,7	100,706	19,000	5,2
	2	9	165	97,6	100,707	18,100	5,1
	2	10	176	97,5	100,707	18,900	5,2
	2	11	187	105,1	100,707	19,500	5,3
	2	12	195	97,3	100,710	16,800	4,9

(continua)

Fonte	Linha de amostragem	Ponto de amostragem	Distância à parede [cm]	Temperatura do efluente [°C]	Pressão do efluente [kPa]	Pressão diferencial [Pa]	Velocidade [m/s]
FF3: HF e HCl - 3º Ensaio	1	1	5	93,8	100,571	19,800	5,3
	1	2	13	85,7	100,573	18,000	5,0
	1	3	24	83,0	100,568	17,900	5,0
	1	4	36	84,4	100,558	18,600	5,1
	1	5	50	85,4	100,555	19,300	5,2
	1	6	71	90,8	100,552	20,800	5,4
	1	7	129	96,2	100,563	19,900	5,3
	1	8	150	87,8	100,558	17,300	4,9
	1	9	165	85,6	100,557	14,700	4,5
	1	10	176	76,8	100,546	15,600	4,6
	1	11	187	71,1	100,533	17,200	4,8
	1	12	195	75,8	100,543	18,900	5,0
	2	1	5	86,7	100,548	18,300	5,0
	2	2	13	94,4	100,546	20,400	5,4
	2	3	24	95,3	100,545	19,400	5,3
	2	4	36	97,3	100,535	18,000	5,1
	2	5	50	81,6	100,536	17,100	4,8
	2	6	71	79,3	100,535	18,700	5,0
	2	7	129	77,4	100,526	17,200	4,8
	2	8	150	72,5	100,536	16,200	4,6
	2	9	165	67,7	100,527	14,200	4,3
	2	10	176	70,3	100,524	17,200	4,8
	2	11	187	78,7	100,525	19,300	5,1
	2	12	195	81,8	100,526	20,400	5,3

Apêndice C – Verificação dos equipamentos automáticos

Fonte	Gás	Span	Data inicial / Hora inicial	Leitura inicial do zero (sem linha de amostragem)	Leitura inicial do span (sem linha de amostragem)	Leitura inicial do zero (com linha de amostragem)	Leitura inicial do span (com linha de amostragem)	Data final / Hora final	Leitura final do zero (com linha de amostragem)	Leitura final do span (com linha de amostragem)
FF3: Part, NO _x , CO, COV, SO ₂ e Cl ₂	O ₂ [%]	20,9	25-03-2025 10:15	0,01	20,95	0,01	20,95	25-03-2025 16:30	0,03	20,88
	CO ₂ [%]	20,07	25-03-2025 10:15	0,01	20,07	0,01	20,07	25-03-2025 16:30	0,02	20,03
	CO [ppm]	293,3	25-03-2025 10:15	0	293	0	293	25-03-2025 16:30	0	292
	NO _x [ppm]	202,1	25-03-2025 10:15	0	202	0	202	25-03-2025 16:30	0	200
	COV [ppm]	496,8	25-03-2025 10:15	0,01	497	0,01	497	25-03-2025 16:30	0,02	497
FF3: Metais	O ₂ [%]	20,9	28-03-2025 10:34	0,01	20,95	0,01	20,95	28-03-2025 14:34	0,02	20,89
	CO ₂ [%]	20,07	28-03-2025 10:34	0,01	20,07	0,01	20,07	28-03-2025 14:34	0,02	20,03
FF3: HF e HCl	O ₂ [%]	20,9	01-04-2025 10:21	0,06	20,95	0,06	20,95	01-04-2025 15:24	0,07	20,87
	CO ₂ [%]	19,9	01-04-2025 10:21	0,03	19,9	0,03	19,90	01-04-2025 15:24	0,03	19,96

Apêndice D - Condições de operação durante a realização dos ensaios



Laboratório de Caracterização Ambiental

Descrição sumária da instalação e condições de operação durante a amostragem (dados requeridos pela Portaria n.º 221/2018 e dados necessários para o correto enquadramento legal)

Requerente: Tesco - Componentes para Automóveis, Lda

Local de realização dos ensaios: Rua da Tesco, N.º 43 4760-706 V.N. Famalicão, Portugal

Fonte de emissão (se existir, incluir o número de cadastro): FF3 - Fundição de Alumínio

Descrição do processo associado à fonte de emissão: Emissão de Gases provenientes da Combustão de alumínio
Funcionamento cíclico a 100% e opera 24 horas por dia

Data de amostragem: (25, 28, 31-03-25)

Tipo de funcionamento da fonte: Contínuo

Capacidade nominal: 3250 kg/h

Capacidade utilizada (% da capacidade nominal): 84%

Capacidade utilizada no mês anterior (% da capacidade nominal): 84%

Existência de sistema de tratamento/redução de efluentes gasosos: Não

Se sim, qual é?

A fonte de emissão em causa está associada a uma atividade que utiliza solventes orgânicos com consumos superiores aos previstos no anexo VII do Decreto-Lei n.º 127/2013? Não

Se sim, qual é? ----

E, se sim, quanto é o consumo anual de solvente?

Preencher os campos seguintes apenas se se tratar de uma fonte com combustão

Tipo de fonte de combustão: Queimador

Combustível: Gás natural

Combustível consumido (kg/h):

Data de início do funcionamento da fonte de emissão: 2012

Preenchido por: Bruno Mendes

Data de preenchimento: 28/04/2025

INSTITUTO DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA E ENGENHARIA INDUSTRIAL
Institute of Science and Innovation in Mechanical and Industrial Engineering

Campus da FEUP | Rua Dr. Roberto Frias, 400 | 4200-465 Porto | T. +351 229 578 710 | inegi@inegi.up.pt

I.624.02

Apêndice E - Análises subcontratadas



LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras



Boletim de Análise Analysis Report

Assinado digitalmente por ISQ.

Página 1 de 2
Page 1 of 2

INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL

RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400 , 4200-465, PORTO

Ref. LabQui: 25006342	Boletim Definitivo	Divulgação:
<i>LabQui Ref.</i>	<i>Final Report</i>	<i>Confidencial</i>

Tipo de amostra: Efluente Gasoso
Sample type

Informação adicional: -
Additional information

Recepção: 02-04-2025
Received at

Duração da análise: 02-04-2025 a 10-04-2025
Testing duration

Emissão do boletim: 14-04-2025
Report date

Identificação: LCA/Cl2/(NaOH 0,1 N)/Branco/(25_03)/034/25
Identification

Amostragem: Responsabilidade do Cliente
Sampling: Client responsibility

A amostragem encontra-se fora do âmbito da acreditação do LabQui sempre que for da responsabilidade do Cliente. Para estes casos, os resultados que constam neste boletim aplicam-se à amostra conforme rececionada.
Sampling is outside the scope of LabQui's accreditation whenever it is the responsibility of the Client. For these cases, the results shown in this analysis report apply to the sample as received.

Data Colheita:

Ensaio <i>Test</i>	Norma <i>Method</i>	Resultado <i>Result</i>	Incerteza <i>Uncertainty</i>	Unidades <i>Units</i>
Cloro <i>Chlorine</i>		< 0,08 (LQ)	-	mg
PO-LABQUI-P/S2, Revisão 00, equivalente a EPA 26A:2020				

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results



Tânia Santos

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Sines: Zona Industrial Ligeira II, Rua H, Lt 243 - 7520-309 Sines Portugal
Tels.: +351 963 265 117

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal
Tels.: +351 214 228 100

Porto: R. do Mirante, 258 - 4415-491 Grijó Portugal
Tels.: +351 227 471 950

LABQUI/106.0



LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras



Boletim de Análise Analysis Report

Página 2 de 2
Page 2 of 2

INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL

RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400 , 4200-465, PORTO

Ref. LabQui: 25006342
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion Confidential

Observações:

Comments:

O Limite de Quantificação (LQ) do LABQUI para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.
The limit of quantification for the sum of parameters performed by LABQUI (if applicable) corresponds to the highest individual LOQ presented.

O resultado do LABQUI reportado para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao somatório dos valores quantificáveis apresentados.
The result for the sum of the parameters performed by LABQUI (if applicable) is the sum of individual quantifiable values shown.

Quando apresentada, a incerteza para um ensaio de soma, incluído no âmbito de acreditação LabQui, corresponde à incerteza da fração com maior incerteza estimada, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com $k=2$.

When presented, the uncertainty presented for the Sum test, included in the LabQui accreditation scope, corresponds to the uncertainty of the fraction with the highest estimated uncertainty, expanded to approximately 95% of confidence, assuming a normal distribution with $k=2$.

O resultado para HTP Fração (C10-C50) corresponde à soma dos valores quantificáveis apresentados para as cadeias: HTP Fração (C16- C34), HTP Fração (C10-C16) e HTP Fração (C34-C50) ou ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados para as cadeias mencionadas.

The result for TPH fraction (C10-C50) is the sum of quantifiable results of the fractions: TPH fraction (C16-C34), TPH fraction (C10-C16), and TPH fraction (C34-C50), or the highest limit of quantification presented for these chains, if not achieved quantifiable results.

VMR - Valor Máximo Recomendado (Maximum Recommended Value); VMA - Valor Máximo Admissível (Maximum Permissible Value); VP - Valor Paramétrico (Parametric Value); VLE - Valor Limite de Emissão (Emission Limit Value); VL - Valor Limite (Limit Value); LQ - Limite de Quantificação (Quantification Limit); LS - Limite Superior (Upper limit); UFC - Unidades Formadoras de Colónias (Colony Forming Units); NMP - Número Mais Provável (Most Likely Number).

A informação que consta no tipo de amostra, identificação, tipo de amostragem, data de colheita e observações é da responsabilidade do Cliente.

The information contained in the type of sample, identification, type of sampling, date of collection and observations is Client responsibility.

(1) Amostragem acreditada

(1) Accredited sampling

(2) Amostragem não acreditada

(2) Non accredited sampling

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[a] - Test not included in the scope of accreditation.

[b] - Ensaio contratado incluído no âmbito da acreditação do contratado.

[b] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[c] - Ensaio contratado não incluído no âmbito da acreditação do contratado.

[c] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[d] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC n.º L0077 (Oeiras).

[d] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation n.º L0077.

[e] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC n.º L0022 (Sines).

[e] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation n.º L0022.

Os ensaios assinalados a negrito encontram-se fora da especificação. A regra de decisão de avaliação de conformidade é de risco partilhado (ou seja, sem a contribuição da incerteza associada ao método de ensaio).

The tests marked in bold are out of specification. The conformity assessment decision rule is of shared risk (i.e. without the contribution of uncertainty associated to the test method).

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of ISQ. The results contained in this report relate only to the samples submitted to test, it doesn't approve or disapprove the samples tested.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Tânia Santos

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Sines: Zona Industrial Ligeira II, Rua H, Lt 243 - 7520-309 Sines Portugal
Tels.: +351 963 265 117

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 32 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal
Tels.: +351 214 228 100

Porto: R. do Mirante, 258 - 4415-491 Grijó Portugal
Tels.: +351 227 471 950

LABQUI/106.0



LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras



Boletim de Análise Analysis Report

Assinado digitalmente por ISQ.

Página 1 de 2
Page 1 of 2

INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL

RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400 , 4200-465, PORTO

Ref. LabQui: 25006343
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion Confidential

Tipo de amostra: Efluente Gasoso
Sample type

Informação adicional: -
Additional information

Recepção: 02-04-2025
Received at

Duração da análise: 02-04-2025 a 10-04-2025
Testing duration

Emissão do boletim: 14-04-2025
Report date

Identificação: LCA/Cl2/(NaOH 0,1 N)/FF3-1ºENS/034/25
Identification

Amostragem: Responsabilidade do Cliente
Sampling: Client responsibility

A amostragem encontra-se fora do âmbito da acreditação do LabQui sempre que for da responsabilidade do Cliente. Para estes casos, os resultados que constam neste boletim aplicam-se à amostra conforme rececionada.
Sampling is outside the scope of LabQui's accreditation whenever it is the responsibility of the Client. For these cases, the results shown in this analysis report apply to the sample as received.

Data Colheita:

Ensaio <i>Test</i>	Norma <i>Method</i>	Resultado <i>Result</i>	Incerteza <i>Uncertainty</i>	Unidades <i>Units</i>
Cloro <i>Chlorine</i>	PO-LABQUI-P/S2, Revisão 00, equivalente a EPA 26A:2020	< 0,08 (LQ)	-	mg

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Tânia Santos

Tânia Santos

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Sines: Zona Industrial Ligeira II, Rua H, Lt 243 - 7520-309 Sines Portugal
Tels.: +351 963 265 117

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal
Tels.: +351 214 228 100

Porto: R. do Mirante, 258 - 4415-491 Grijó Portugal
Tels.: +351 227 471 950

LABQUI/106.0



LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras



Boletim de Análise Analysis Report

Página 2 de 2
Page 2 of 2

INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL

RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400 , 4200-465, PORTO

Ref. LabQui: 25006343
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion Confidential

Observações:

Comments:

O Limite de Quantificação (LQ) do LABQUI para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.
The limit of quantification for the sum of parameters performed by LABQUI (if applicable) corresponds to the highest individual LOQ presented.

O resultado do LABQUI reportado para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao somatório dos valores quantificáveis apresentados.
The result for the sum of the parameters performed by LABQUI (if applicable) is the sum of individual quantifiable values shown.

Quando apresentada, a incerteza para um ensaio de soma, incluído no âmbito de acreditação LabQui, corresponde à incerteza da fração com maior incerteza estimada, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com $k=2$.

When presented, the uncertainty presented for the Sum test, included in the LabQui accreditation scope, corresponds to the uncertainty of the fraction with the highest estimated uncertainty, expanded to approximately 95% of confidence, assuming a normal distribution with $k=2$.

O resultado para HTP Fração (C10-C50) corresponde à soma dos valores quantificáveis apresentados para as cadeias: HTP Fração (C16- C34), HTP Fração (C10-C16) e HTP Fração (C34-C50) ou ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados para as cadeias mencionadas.

The result for TPH fraction (C10-C50) is the sum of quantifiable results of the fractions: TPH fraction (C16-C34), TPH fraction (C10-C16), and TPH fraction (C34-C50), or the highest limit of quantification presented for these chains, if not achieved quantifiable results.

VMR - Valor Máximo Recomendado (Maximum Recommended Value); VMA - Valor Máximo Admissível (Maximum Permissible Value); VP - Valor Paramétrico (Parametric Value); VLE - Valor Limite de Emissão (Emission Limit Value); VL - Valor Limite (Limit Value); LQ - Limite de Quantificação (Quantification Limit); LS - Limite Superior (Upper limit); UFC - Unidades Formadoras de Colónias (Colony Forming Units); NMP - Número Mais Provável (Most Likely Number).

A informação que consta no tipo de amostra, identificação, tipo de amostragem, data de colheita e observações é da responsabilidade do Cliente.

The information contained in the type of sample, identification, type of sampling, date of collection and observations is Client responsibility.

(1) Amostragem acreditada

(1) Accredited sampling

(2) Amostragem não acreditada

(2) Non accredited sampling

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[a] - Test not included in the scope of accreditation.

[b] - Ensaio contratado incluído no âmbito da acreditação do contratado.

[b] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[c] - Ensaio contratado não incluído no âmbito da acreditação do contratado.

[c] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[d] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC n.º L0077 (Oeiras).

[d] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation n.º L0077.

[e] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC n.º L0022 (Sines).

[e] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation n.º L0022.

Os ensaios assinalados a negrito encontram-se fora da especificação. A regra de decisão de avaliação de conformidade é de risco partilhado (ou seja, sem a contribuição da incerteza associada ao método de ensaio).

The tests marked in bold are out of specification. The conformity assessment decision rule is of shared risk (i.e. without the contribution of uncertainty associated to the test method).

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of ISQ. The results contained in this report relate only to the samples submitted to test, it doesn't approve or disapprove the samples tested.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Tânia Santos

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Sines: Zona Industrial Ligeira II, Rua H, Lt 243 - 7520-309 Sines Portugal
Tels.: +351 963 265 117

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 32 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal
Tels.: +351 214 228 100

Porto: R. do Mirante, 258 - 4415-491 Grijó Portugal
Tels.: +351 227 471 950

LABQUI/106.0



LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras



Boletim de Análise Analysis Report

Assinado digitalmente por ISQ.

Página 1 de 2
Page 1 of 2

INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL

RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400 , 4200-465, PORTO

Ref. LabQui: 25006344
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion Confidential

Tipo de amostra: Efluente Gasoso
Sample type

Informação adicional: -
Additional information

Recepção: 02-04-2025
Received at

Duração da análise: 02-04-2025 a 10-04-2025
Testing duration

Emissão do boletim: 14-04-2025
Report date

Identificação: LCA/Cl2/(NaOH 0,1 N)/FF3-2ºENS/034/25
Identification

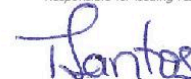
Amostragem: Responsabilidade do Cliente
Sampling: Client responsibility

A amostragem encontra-se fora do âmbito da acreditação do LabQui sempre que for da responsabilidade do Cliente. Para estes casos, os resultados que constam neste boletim aplicam-se à amostra conforme rececionada.
Sampling is outside the scope of LabQui's accreditation whenever it is the responsibility of the Client. For these cases, the results shown in this analysis report apply to the sample as received.

Data Colheita:

Ensaio <i>Test</i>	Norma <i>Method</i>	Resultado <i>Result</i>	Incerteza <i>Uncertainty</i>	Unidades <i>Units</i>
Cloro <i>Chlorine</i>		< 0,08 (LQ)	-	mg
PO-LABQUI-P/S2, Revisão 00, equivalente a EPA 26A:2020				

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results



Tânia Santos

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Sines: Zona Industrial Ligeira II, Rua H, Lt 243 - 7520-309 Sines Portugal
Tels.: +351 963 265 117

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal
Tels.: +351 214 228 100

Porto: R. do Mirante, 258 - 4415-491 Grijó Portugal
Tels.: +351 227 471 950

LABQUI/106.0



LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras



Boletim de Análise Analysis Report

Página 2 de 2
Page 2 of 2

INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL

RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400 , 4200-465, PORTO

Ref. LabQui: 25006344
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion Confidential

Observações:

Comments:

O Limite de Quantificação (LQ) do LABQUI para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.
The limit of quantification for the sum of parameters performed by LABQUI (if applicable) corresponds to the highest individual LOQ presented.

O resultado do LABQUI reportado para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao somatório dos valores quantificáveis apresentados.
The result for the sum of the parameters performed by LABQUI (if applicable) is the sum of individual quantifiable values shown.

Quando apresentada, a incerteza para um ensaio de soma, incluído no âmbito de acreditação LabQui, corresponde à incerteza da fração com maior incerteza estimada, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com $k=2$.

When presented, the uncertainty presented for the Sum test, included in the LabQui accreditation scope, corresponds to the uncertainty of the fraction with the highest estimated uncertainty, expanded to approximately 95% of confidence, assuming a normal distribution with $k=2$.

O resultado para HTP Fração (C10-C50) corresponde à soma dos valores quantificáveis apresentados para as cadeias: HTP Fração (C16- C34), HTP Fração (C10-C16) e HTP Fração (C34-C50) ou ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados para as cadeias mencionadas.

The result for TPH fraction (C10-C50) is the sum of quantifiable results of the fractions: TPH fraction (C16-C34), TPH fraction (C10-C16), and TPH fraction (C34-C50), or the highest limit of quantification presented for these chains, if not achieved quantifiable results.

VMR - Valor Máximo Recomendado (Maximum Recommended Value); VMA - Valor Máximo Admissível (Maximum Permissible Value); VP - Valor Paramétrico (Parametric Value); VLE - Valor Limite de Emissão (Emission Limit Value); VL - Valor Limite (Limit Value); LQ - Limite de Quantificação (Quantification Limit); LS - Limite Superior (Upper limit); UFC - Unidades Formadoras de Colónias (Colony Forming Units); NMP - Número Mais Provável (Most Likely Number).

A informação que consta no tipo de amostra, identificação, tipo de amostragem, data de colheita e observações é da responsabilidade do Cliente.

The information contained in the type of sample, identification, type of sampling, date of collection and observations is Client responsibility.

(1) Amostragem acreditada

(1) Accredited sampling

(2) Amostragem não acreditada

(2) Non accredited sampling

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[a] - Test not included in the scope of accreditation.

[b] - Ensaio contratado incluído no âmbito da acreditação do contratado.

[b] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[c] - Ensaio contratado não incluído no âmbito da acreditação do contratado.

[c] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[d] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC n.º L0077 (Oeiras).

[d] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation n.º L0077.

[e] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC n.º L0022 (Sines).

[e] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation n.º L0022.

Os ensaios assinalados a negrito encontram-se fora da especificação. A regra de decisão de avaliação de conformidade é de risco partilhado (ou seja, sem a contribuição da incerteza associada ao método de ensaio).

The tests marked in bold are out of specification. The conformity assessment decision rule is of shared risk (i.e. without the contribution of uncertainty associated to the test method).

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of ISQ. The results contained in this report relate only to the samples submitted to test, it doesn't approve or disapprove the samples tested.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Tânia Santos

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Sines: Zona Industrial Ligeira II, Rua H, Lt 243 - 7520-309 Sines Portugal
Tels.: +351 963 265 117

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 32 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal
Tels.: +351 214 228 100

Porto: R. do Mirante, 258 - 4415-491 Grijó Portugal
Tels.: +351 227 471 950

LABQUI/106.0



LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras



Boletim de Análise Analysis Report

Assinado digitalmente por ISQ.

Página 1 de 2
Page 1 of 2

INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL

RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400 , 4200-465, PORTO

Ref. LabQui: 25006345
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion Confidential

Tipo de amostra: Efluente Gasoso
Sample type

Informação adicional: -
Additional information

Recepção: 02-04-2025
Received at

Duração da análise: 02-04-2025 a 10-04-2025
Testing duration

Emissão do boletim: 14-04-2025
Report date

Identificação: LCA/Cl2/(NaOH 0,1 N)/FF3-3°ENS/034/25
Identification

Amostragem: Responsabilidade do Cliente
Sampling: Client responsibility

A amostragem encontra-se fora do âmbito da acreditação do LabQui sempre que for da responsabilidade do Cliente. Para estes casos, os resultados que constam neste boletim aplicam-se à amostra conforme rececionada.
Sampling is outside the scope of LabQui's accreditation whenever it is the responsibility of the Client. For these cases, the results shown in this analysis report apply to the sample as received.

Data Colheita:

Ensaio <i>Test</i>	Norma <i>Method</i>	Resultado <i>Result</i>	Incerteza <i>Uncertainty</i>	Unidades <i>Units</i>
Cloro <i>Chlorine</i>	PO-LABQUI-P/S2, Revisão 00, equivalente a EPA 26A:2020	< 0,08 (LQ)	-	mg

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Tânia Santos

Tânia Santos

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Sines: Zona Industrial Ligeira II, Rua H, Lt 243 - 7520-309 Sines Portugal
Tels.: +351 963 265 117

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal
Tels.: +351 214 228 100

Porto: R. do Mirante, 258 - 4415-491 Grijó Portugal
Tels.: +351 227 471 950

LABQUI/106.0



LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras



Boletim de Análise Analysis Report

Página 2 de 2
Page 2 of 2

INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL

RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400 , 4200-465, PORTO

Ref. LabQui: 25006345
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion Confidential

Observações:

Comments:

O Limite de Quantificação (LQ) do LABQUI para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.
The limit of quantification for the sum of parameters performed by LABQUI (if applicable) corresponds to the highest individual LOQ presented.

O resultado do LABQUI reportado para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao somatório dos valores quantificáveis apresentados.
The result for the sum of the parameters performed by LABQUI (if applicable) is the sum of individual quantifiable values shown.

Quando apresentada, a incerteza para um ensaio de soma, incluído no âmbito de acreditação LabQui, corresponde à incerteza da fração com maior incerteza estimada, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com $k=2$.

When presented, the uncertainty presented for the Sum test, included in the LabQui accreditation scope, corresponds to the uncertainty of the fraction with the highest estimated uncertainty, expanded to approximately 95% of confidence, assuming a normal distribution with $k=2$.

O resultado para HTP Fração (C10-C50) corresponde à soma dos valores quantificáveis apresentados para as cadeias: HTP Fração (C16- C34), HTP Fração (C10-C16) e HTP Fração (C34-C50) ou ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados para as cadeias mencionadas.

The result for TPH fraction (C10-C50) is the sum of quantifiable results of the fractions: TPH fraction (C16-C34), TPH fraction (C10-C16), and TPH fraction (C34-C50), or the highest limit of quantification presented for these chains, if not achieved quantifiable results.

VMR - Valor Máximo Recomendado (Maximum Recommended Value); VMA - Valor Máximo Admissível (Maximum Permissible Value); VP - Valor Paramétrico (Parametric Value); VLE - Valor Limite de Emissão (Emission Limit Value); VL - Valor Limite (Limit Value); LQ - Limite de Quantificação (Quantification Limit); LS - Limite Superior (Upper limit); UFC - Unidades Formadoras de Colónias (Colony Forming Units); NMP - Número Mais Provável (Most Likely Number).

A informação que consta no tipo de amostra, identificação, tipo de amostragem, data de colheita e observações é da responsabilidade do Cliente.

The information contained in the type of sample, identification, type of sampling, date of collection and observations is Client responsibility.

(1) Amostragem acreditada

(1) Accredited sampling

(2) Amostragem não acreditada

(2) Non accredited sampling

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[a] - Test not included in the scope of accreditation.

[b] - Ensaio contratado incluído no âmbito da acreditação do contratado.

[b] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[c] - Ensaio contratado não incluído no âmbito da acreditação do contratado.

[c] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[d] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC n.º L0077 (Oeiras).

[d] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation n.º L0077.

[e] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC n.º L0022 (Sines).

[e] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation n.º L0022.

Os ensaios assinalados a negrito encontram-se fora da especificação. A regra de decisão de avaliação de conformidade é de risco partilhado (ou seja, sem a contribuição da incerteza associada ao método de ensaio).

The tests marked in bold are out of specification. The conformity assessment decision rule is of shared risk (i.e. without the contribution of uncertainty associated to the test method).

Este boletim não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of ISQ. The results contained in this report relate only to the samples submitted to test, it doesn't approve or disapprove the samples tested.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Tânia Santos

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Sines: Zona Industrial Ligeira II, Rua H, Lt 243 - 7520-309 Sines Portugal
Tels.: +351 963 265 117

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 32 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal
Tels.: +351 214 228 100

Porto: R. do Mirante, 258 - 4415-491 Grijó Portugal
Tels.: +351 227 471 950

LABQUI/106.0



CERTIFICATE OF ANALYSIS

Work Order	: PR2536706	Issue Date	: 01-Apr-2025
Customer	: INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial	Laboratory	: ALS Czech Republic, s.r.o.
Contact	: Celso Lúcio	Contact	: Client Service
Address	: Campus da FEUP R. Dr. Roberto Frias 400 4200-465 Porto Portugal	Address	: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00 Czech Republic
E-mail	: clucio@inegi.up.pt	E-mail	: customer.support@alsglobal.com
Telephone	: ---	Telephone	: +420 226 226 228
Project	: LCA/SO2/ FF3/034/025	Page	: 1 of 2
Order number	: ---	Date Samples Received	: 28-Mar-2025
		Quote number	: PR2022INEGI-PT0001 (PT-300-21-0727)
Site	: ---	Date of test	: 28-Mar-2025 - 01-Apr-2025
Sampled by	: customer	QC Level	: ALS CR Standard Quality Control Schedule

General Comments

This report shall not be reproduced except in full, without prior written approval from the laboratory. The laboratory is not responsible for the sample data supplied by the customer and their impact on the validity of the result. The laboratory declares that the test results relate only to the listed samples. If "ALS" is not included in the test report in the "Sampled by" section, then the results refer to the sample as received.

Responsible for accuracy

Signatories

Lubomir Pokorný

Position

Country Manager

Testing Laboratory No. 1163
Accredited by CAI according to
CSN EN ISO/IEC 17025:2018



The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 (Environmental management systems) and ČSN ISO 45001 (Occupational health and safety management systems)

Issue Date : 01-Apr-2025
Page : 2 of 2
Work Order : PR2536706
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Analytical Results

Sub-Matrix: EMISSIONS			Client sample ID		LCA/SO2/FF3-1°ENS /034/025		LCA/SO2/FF3-2°ENS /034/025		LCA/SO2/FF3-3°ENS /034/025	
			Laboratory sample ID		PR2536706001		PR2536706002		PR2536706003	
			Client sampling date / time		27-Mar-2025		27-Mar-2025		27-Mar-2025	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU	
Physical Parameters										
Volume (non accredited)	A-SO2-IC	1.00	mL	265	----	265	----	270	----	
Nonmetallic Inorganic Parameters										
Sulphate as SO4 2-	A-SO2-IC	0.030	mg/sample	<0.080	----	<0.080	----	<0.081	----	
Sulphur dioxide	A-SO2-IC	0.020	mg/sample	<0.053	----	<0.053	----	<0.054	----	

Sub-Matrix: EMISSIONS			Client sample ID		LCA/SO2/Branco/ (25-03)/034/025		---		---	
			Laboratory sample ID		PR2536706004		---		---	
			Client sampling date / time		27-Mar-2025		---		---	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU	
Physical Parameters										
Volume (non accredited)	A-SO2-IC	1.00	mL	265	---	---	---	---	---	
Nonmetallic Inorganic Parameters										
Sulphate as SO4 2-	A-SO2-IC	0.030	mg/sample	<0.080	---	---	---	---	---	
Sulphur dioxide	A-SO2-IC	0.020	mg/sample	<0.053	---	---	---	---	---	

When sampling date is not provided by the client, the laboratory determines it for procedural reasons, then it is equal to the date of receipt of the sample to the laboratory and is displayed in brackets. Measurement uncertainty is expressed as expanded measurement uncertainty with coverage factor $k = 2$, representing 95% confidence level.

Key: LOR = Limit of reporting; MU = Measurement Uncertainty. The MU does not include sampling uncertainty.

Brief Method Summaries

Analytical Methods	Method Descriptions
Location of test performance: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany, Czech Republic 190 00	
A-SO2-IC	CZ_SOP_D06_02_134 (CSN EN 1911, STN ISO 15713, CSN EN 14791, CSN EN ISO 10304-1, CSN P CEN/TS 17340) Determination of fluoride, chloride and sulphate in absorption solution from emission sample by ion chromatographic method and calculation of hydrogen fluoride, hydrogen chloride and sulphur dioxide from measured values. LOR value valid for sample volume 100 mL.

The symbol "M" for the method indicates a test outside the scope of accreditation of the laboratory or subcontractor. If the UNICO-SUB code is stated in the method table, this only informs that the tests have been performed by a subcontractor and the results are given in an annex to the test report, including information on test accreditation. If the lab used for matrix outside the scope of accreditation or non-standard sample matrix procedure specified in the accredited method and issues non-accredited results, this fact is stated on the title page of this protocol in the section "Notes". If the test report shows the results of subcontracting, the place of performance of the test is outside the laboratories of ALS Czech Republic, s.r.o.

The method for calculating of the summation parameters is available on request in the customer service.

The end of the certificate of analysis



CERTIFICATE OF ANALYSIS

Work Order	: PR2540810	Issue Date	: 11-Apr-2025
Customer	: INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial	Laboratory	: ALS Czech Republic, s.r.o.
Contact	: Celso Lúcio	Contact	: Client Service
Address	: Campus da FEUP R. Dr. Roberto Frias 400 4200-465 Porto Portugal	Address	: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00 Czech Republic
E-mail	: clucio@inegi.up.pt	E-mail	: customer.support@alsglobal.com
Telephone	: ---	Telephone	: +420 226 226 228
Project	: HCL/FF3/034/25	Page	: 1 of 3
Order number	: ---	Date Samples Received Quote number	: 05-Apr-2025 : PR2022INEGI-PT0001 (PT-300-21-0727)
Site	: ---	Date of test	: 07-Apr-2025 - 11-Apr-2025
Sampled by	: customer	QC Level	: ALS CR Standard Quality Control Schedule

General Comments

This report shall not be reproduced except in full, without prior written approval from the laboratory. The laboratory is not responsible for the sample data supplied by the customer and their impact on the validity of the result. The laboratory declares that the test results relate only to the listed samples. If "ALS" is not included in the test report in the "Sampled by" section, then the results refer to the sample as received.

Responsible for accuracy

Signatories
Lubomir Pokorný

Position
Country Manager



Testing Laboratory No. 1163
Accredited by CAI according to
CSN EN ISO/IEC 17025:2018



The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 (Environmental management systems) and ČSN ISO 45001 (Occupational health and safety management systems)

Issue Date : 11-Apr-2025
Page : 2 of 3
Work Order : PR2540810
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Analytical Results

Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/HCL/1°BORB/FF 3-1°ENS/034/25	LCA/HCL/2°BORB/FF 3-1°ENS/034/25	LCA/HCL/1°BORB/FF 3-2°ENS/034/25	
				Laboratory sample ID		PR2540810001	PR2540810002	PR2540810003	
				Client sampling date / time		[05-Apr-2025]	[05-Apr-2025]	[05-Apr-2025]	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Physical Parameters									
Volume (non accredited)	A-CL-IC/PT	1.00	mL	124	---	136	---	138	---
Nonmetallic Inorganic Parameters									
Hydrogen Chloride (per L)	A-CL-IC/PT	0.100	mg/L	0.135	± 20.0%	<0.100	---	0.120	± 20.0%
Hydrogen Chloride	A-CL-IC/PT	0.010	mg/sample	0.017	± 20.0%	<0.014	---	0.016	± 20.0%
Chloride (per L)	A-CL-IC/PT	0.100	mg/L	0.132	± 20.0%	<0.100	---	0.117	± 20.0%
Chloride	A-CL-IC/PT	0.010	mg/sample	0.016	± 20.0%	<0.014	---	0.016	± 20.0%

Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/HCL/2°BORB/FF		LCA/HCL/1°BORB/FF		LCA/HCL/2°BORB/FF	
						3-2°ENS/034/25		3-3°ENS/034/25		3-3°ENS/034/25	
						PR2540810004		PR2540810005		PR2540810006	
				Laboratory sample ID							
				Client sampling date / time		[05-Apr-2025]		[05-Apr-2025]		[05-Apr-2025]	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU		
Physical Parameters											
Volume (non accredited)	A-CL-IC/PT	1.00	mL	136	---	132	---	136	---		
Nonmetallic Inorganic Parameters											
Hydrogen Chloride (per L)	A-CL-IC/PT	0.100	mg/L	<0.100	---	0.178	± 20.0%	0.109	± 20.0%		
Hydrogen Chloride	A-CL-IC/PT	0.010	mg/sample	<0.014	---	0.023	± 20.0%	0.015	± 20.0%		
Chloride (per L)	A-CL-IC/PT	0.100	mg/L	<0.100	---	0.173	± 20.0%	0.106	± 20.0%		
Chloride	A-CL-IC/PT	0.010	mg/sample	<0.014	---	0.023	± 20.0%	0.014	± 20.0%		

Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/HCL/BRANCO/F		---		---	
				Laboratory sample ID		F3/034/25					
				PR2540810007		---		---			
				Client sampling date / time		[05-Apr-2025]		---		---	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Physical Parameters											
Volume (non accredited)	A-CL-IC/PT	1.00	mL	260	---	---	---	---	---	---	---
Nonmetallic Inorganic Parameters											
Hydrogen Chloride (per L)	A-CL-IC/PT	0.100	mg/L	<0.100	---	---	---	---	---	---	---
Hydrogen Chloride	A-CL-IC/PT	0.010	mg/sample	<0.026	---	---	---	---	---	---	---
Chloride (per L)	A-CL-IC/PT	0.100	mg/L	<0.100	---	---	---	---	---	---	---
Chloride	A-CL-IC/PT	0.010	mg/sample	<0.026	---	---	---	---	---	---	---

When sampling date is not provided by the client, the laboratory determines it for procedural reasons, then it is equal to the date of receipt of the sample to the laboratory and is displayed in brackets. Measurement uncertainty is expressed as expanded measurement uncertainty with coverage factor $k = 2$, representing 95% confidence level.

Key: LOR = Limit of reporting; MU = Measurement Uncertainty. The MU does not include sampling uncertainty.

Brief Method Summaries

Analytical Methods	Method Descriptions
Location of test performance: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany Czech Republic 190 00	
A-CL-IC/PT	CZ_SOP_D06_02_134 (CSN EN 1911) Determination of fluoride, chloride and sulphate in absorption solution from emission sample by ion chromatographic method and calculation of hydrogen fluoride, hydrogen chloride and sulphur dioxide from measured values. LOR value valid for sample volume 100 mL.

Issue Date : 11-Apr-2025
Page : 3 of 3
Work Order : PR2540810
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



The symbol "SM" for the method indicates a test outside the scope of accreditation of the laboratory or subcontractor. If the UNICO-SUB code is stated in the method table, this only informs that the tests have been performed by a subcontractor and the results are given in an annex to the test report, including information on test accreditation. If the lab used for matrix outside the scope of accreditation or non-standard sample matrix procedure specified in the accredited method and issues non-accredited results, this fact is stated on the title page of this protocol in the section "Notes". If the test report shows the results of subcontracting, the place of performance of the test is outside the laboratories of ALS Czech Republic, s.r.o.

The method for calculating of the summation parameters is available on request in the customer service.

The end of the certificate of analysis



CERTIFICATE OF ANALYSIS

Work Order	: PR2540814	Issue Date	: 11-Apr-2025
Customer	: INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial	Laboratory	: ALS Czech Republic, s.r.o.
Contact	: Celso Lúcio	Contact	: Client Service
Address	: Campus da FEUP R. Dr. Roberto Frias 400 4200-465 Porto Portugal	Address	: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00 Czech Republic
E-mail	: clucio@inegi.up.pt	E-mail	: customer.support@alsglobal.com
Telephone	: ---	Telephone	: +420 226 226 228
Project	: HF/FF3/034/25	Page	: 1 of 2
Order number	: ---	Date Samples Received	: 05-Apr-2025
		Quote number	: PR2022INEGI-PT0001 (PT-300-21-0727)
Site	: ---	Date of test	: 07-Apr-2025 - 11-Apr-2025
Sampled by	: customer	QC Level	: ALS CR Standard Quality Control Schedule

General Comments

This report shall not be reproduced except in full, without prior written approval from the laboratory. The laboratory is not responsible for the sample data supplied by the customer and their impact on the validity of the result. The laboratory declares that the test results relate only to the listed samples. If "ALS" is not included in the test report in the "Sampled by" section, then the results refer to the sample as received.

Responsible for accuracy

Signatories
Lubomir Pokorny

Position
Country Manager

Testing Laboratory No. 1163
Accredited by CAI according to
CSN EN ISO/IEC 17025:2018



The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 (Environmental management systems) and ČSN ISO 45001 (Occupational health and safety management systems)

Issue Date : 11-Apr-2025
Page : 2 of 2
Work Order : PR2540814
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Analytical Results

Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/HF/FF3_1°ENS/ 034/25		LCA/HF/FF3_2°ENS/ 034/25		LCA/HF/FF3_3°ENS/ 034/25	
				Laboratory sample ID		PR2540814001		PR2540814002		PR2540814003	
				Client sampling date / time		[05-Apr-2025]		[05-Apr-2025]		[05-Apr-2025]	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU		
Physical Parameters											
Volume (non accredited)	A-F-IC/PT	1.00	mL	290	---	305	---	310	---		
Nonmetallic Inorganic Parameters											
Fluoride	A-F-IC/PT	0.010	mg/sample	0.032	± 20.0%	<0.030	---	<0.031	---		
Fluoride (as HF)	A-F-IC/PT	0.010	mg/sample	0.033	± 20.0%	<0.030	---	<0.031	---		
Fluoride (per L)	A-F-IC/PT	0.100	mg/L	0.109	± 20.0%	<0.100	---	<0.100	---		
Fluoride (as HF) (per L)	A-F-IC/PT	0.100	mg/L	0.115	± 20.0%	<0.100	---	<0.100	---		

Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/HF/Branco/FF3/ 034/25		---		---	
				Laboratory sample ID		PR2540814004		---		---	
				Client sampling date / time		[05-Apr-2025]		---		---	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU		
Physical Parameters											
Volume (non accredited)	A-F-IC/PT	1.00	mL	295	---	---	---	---	---		
Nonmetallic Inorganic Parameters											
Fluoride	A-F-IC/PT	0.010	mg/sample	<0.030	---	---	---	---	---		
Fluoride (as HF)	A-F-IC/PT	0.010	mg/sample	<0.030	---	---	---	---	---		
Fluoride (per L)	A-F-IC/PT	0.100	mg/L	<0.100	---	---	---	---	---		
Fluoride (as HF) (per L)	A-F-IC/PT	0.100	mg/L	<0.100	---	---	---	---	---		

When sampling date is not provided by the client, the laboratory determines it for procedural reasons, then it is equal to the date of receipt of the sample to the laboratory and is displayed in brackets. Measurement uncertainty is expressed as expanded measurement uncertainty with coverage factor $k = 2$, representing 95% confidence level.

Key: LOR = Limit of reporting; MU = Measurement Uncertainty. The MU does not include sampling uncertainty.

Brief Method Summaries

Analytical Methods	Method Descriptions
Location of test performance: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany Czech Republic 190 00	
A-F-IC/PT	CZ_SOP_D06_02_134 (CSN EN 1911) Determination of fluoride, chloride and sulphate in absorption solution from emission sample by ion chromatographic method and calculation of hydrogen fluoride, hydrogen chloride and sulphur dioxide from measured values. LOR value valid for sample volume 100 mL.

The symbol "A" for the method indicates a test outside the scope of accreditation of the laboratory or subcontractor. If the UNICO-SUB code is stated in the method table, this only informs that the tests have been performed by a subcontractor and the results are given in an annex to the test report, including information on test accreditation. If the lab used for matrix outside the scope of accreditation or non-standard sample matrix procedure specified in the accredited method and issues non-accredited results, this fact is stated on the title page of this protocol in the section "Notes". If the test report shows the results of subcontracting, the place of performance of the test is outside the laboratories of ALS Czech Republic, s.r.o.

The method for calculating of the summation parameters is available on request in the customer service.

The end of the certificate of analysis



CERTIFICATE OF ANALYSIS

Work Order	: PR2540815	Issue Date	: 30-Apr-2025
Customer	: INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial	Laboratory	: ALS Czech Republic, s.r.o.
Contact	: Celso Lúcio	Contact	: Client Service
Address	: Campus da FEUP R. Dr. Roberto Frias 400 4200-465 Porto Portugal	Address	: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00 Czech Republic
E-mail	: clucio@inegi.up.pt	E-mail	: customer.support@alsglobal.com
Telephone	: ---	Telephone	: +420 226 226 228
Project	: METALS/FF3_BRC/034/25	Page	: 1 of 4
Order number	: ---	Date Samples	: 05-Apr-2025
		Received	
		Quote number	: PR2022INEGI-PT0001 (PT-300-21-0727)
Site	: ---	Date of test	: 07-Apr-2025 - 30-Apr-2025
Sampled by	: customer	QC Level	: ALS CR Standard Quality Control Schedule

General Comments

This report shall not be reproduced except in full, without prior written approval from the laboratory. The laboratory is not responsible for the sample data supplied by the customer and their impact on the validity of the result.

The laboratory declares that the test results relate only to the listed samples. If "ALS" is not included in the test report in the "Sampled by" section, then the results refer to the sample as received.

Sample(s) PR2540815/001, method A-HG-AFSDGHF/PT was/were prepared according to EN 14385

Responsible for accuracy

Testing Laboratory No. 1163
Accredited by CAI according to
CSN EN ISO/IEC 17025:2018

Signatories

Lubomír Pokorný

Position

Country Manager



The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 (Environmental management systems) and ČSN ISO 45001 (Occupational health and safety management systems)

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 2 of 4
Work Order : PR2540815
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Analytical Results

Sub-Matrix: EMISSIONS

Client sample ID

Laboratory sample ID
Client sampling date / time

				LCA/MET+Hg/FILTR O/BRANCO/FF3/034/ 25		LCA/MET/BORB/BR ANCO/FF3/034/25		LCA/Hg/BORB/BRA NCO/FF3/034/25	
				PR2540815001		PR2540815002		PR2540815003	
				[05-Apr-2025]		[05-Apr-2025]		[05-Apr-2025]	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Total Metals / Major Cations									
Antimony	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	<0.0200	---	---	---	---	---
Mercury (per L)	A-HG-AFSDGHF/P T	0.022	µg/L	<0.022	---	---	---	---	---
Mercury (per L)	A-HG-PER-AFS/PT	0.065	µg/L	---	---	---	---	<0.065	---
Mercury	A-HG-AFSDGHF/P T	0.000022	µg/sample	<0.00471	---	---	---	---	---
Mercury	A-HG-PER-AFS/PT	0.000065	µg/sample	---	---	---	---	<0.0164	---
Antimony (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	---	---
Antimony	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0245	---	---	---
Arsenic	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	0.264	---	---	---	---	---
Arsenic (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	---	---
Arsenic	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0245	---	---	---
Beryllium	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	<0.200	---	---	---	---	---
Beryllium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.10	µg/L	---	---	<0.10	---	---	---
Beryllium	A-METMSADMU/PT	0.00010	µg/sample	---	---	<0.0490	---	---	---
Cadmium	A-METMSDGHF	0.000050	µg/sample	0.0452	---	---	---	---	---
Cadmium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.10	µg/L	---	---	1.97	± 11.5%	---	---
Cadmium	A-METMSADMU/PT	0.00010	µg/sample	---	---	0.965	---	---	---
Chromium	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	0.349	---	---	---	---	---
Chromium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.20	µg/L	---	---	<0.20	---	---	---
Chromium	A-METMSADMU/PT	0.00020	µg/sample	---	---	<0.0980	---	---	---
Cobalt	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	<0.0200	---	---	---	---	---
Cobalt (per L)	A-METMSADMU/PT	0.010	µg/L	---	---	0.027	± 21.2%	---	---
Cobalt	A-METMSADMU/PT	0.000010	µg/sample	---	---	0.0132	---	---	---
Copper	A-METMSDGHF	0.00030	µg/sample	0.169	---	---	---	---	---
Copper (per L)	A-METMSADMU/PT	0.30	µg/L	---	---	3.99	± 12.2%	---	---
Copper	A-METMSADMU/PT	0.00030	µg/sample	---	---	1.96	---	---	---
Lead	A-METMSDGHF	0.00020	µg/sample	<0.0400	---	---	---	---	---
Lead (per L)	A-METMSADMU/PT	0.12	µg/L	---	---	0.21	± 27.2%	---	---
Lead	A-METMSADMU/PT	0.00012	µg/sample	---	---	0.102	---	---	---
Manganese	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	0.252	---	---	---	---	---
Manganese (per L)	A-METMSADMU/PT	0.14	µg/L	---	---	5.75	± 15.6%	---	---
Manganese	A-METMSADMU/PT	0.00014	µg/sample	---	---	2.82	---	---	---
Nickel	A-METMSDGHF	0.00070	µg/sample	0.253	---	---	---	---	---
Nickel (per L)	A-METMSADMU/PT	0.40	µg/L	---	---	<0.40	---	---	---
Nickel	A-METMSADMU/PT	0.00040	µg/sample	---	---	<0.196	---	---	---
Palladium	A-METMSDGHF	0.000010	µg/sample	<0.00200	---	---	---	---	---
Palladium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	---	---
Palladium	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00980	---	---	---
Platinum	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	<0.100	---	---	---	---	---
Platinum (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	---	---
Platinum	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00980	---	---	---
Selenium	A-METMSDGHF	0.000250	µg/sample	<0.0500	---	---	---	---	---
Selenium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.50	µg/L	---	---	<0.50	---	---	---
Selenium	A-METMSADMU/PT	0.00050	µg/sample	---	---	<0.245	---	---	---
Tellurium	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	<0.200	---	---	---	---	---
Tellurium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	---	---
Tellurium	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0245	---	---	---
Thallium	A-METMSDGHF	0.000060	µg/sample	<0.0120	---	---	---	---	---
Thallium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.060	µg/L	---	---	<0.060	---	---	---
Thallium	A-METMSADMU/PT	0.000060	µg/sample	---	---	<0.0294	---	---	---
Tin	A-METMSDGHF	0.00070	µg/sample	<0.140	---	---	---	---	---
Tin (per L)	A-METMSADMU/PT	0.30	µg/L	---	---	<0.30	---	---	---
Tin	A-METMSADMU/PT	0.0030	µg/sample	---	---	<0.147	---	---	---

right solutions. right partner.

The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 and ČSN ISO 45001

www.alsglobal.eu

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 3 of 4
Work Order : PR2540815
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Sub-Matrix: EMISSIONS

Client sample ID

LCA/MET+Hg/FILTR
O/BRANCO/FF3/034/
25

LCA/MET/BORB./BR
ANCO/FF3/034/25

LCA/Hg/BORB./BRA
NCO/FF3/034/25

Laboratory sample ID
Client sampling date / time

PR2540815001
[05-Apr-2025]

PR2540815002
[05-Apr-2025]

PR2540815003
[05-Apr-2025]

Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Total Metals / Major Cations - Continued									
Uranium	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	<0.100	---	---	---	---	---
Uranium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.035	µg/L	---	---	<0.035	---	---	---
Uranium	A-METMSADMU/PT	0.000035	µg/sample	---	---	<0.0172	---	---	---
Vanadium	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	<0.0200	---	---	---	---	---
Vanadium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.040	µg/L	---	---	<0.040	---	---	---
Vanadium	A-METMSADMU/PT	0.000040	µg/sample	---	---	<0.0196	---	---	---
Zinc	A-METMSDGHF	0.0050	µg/sample	3.90	---	---	---	---	---
Zinc (per L)	A-METMSADMU/PT	6.0	µg/L	---	---	<6.0	---	---	---
Zinc	A-METMSADMU/PT	0.0060	µg/sample	---	---	<2.94	---	---	---
Gold (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	---	---
Gold	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00980	---	---	---
Rhodium	A-METMSDGHF	0.000010	µg/sample	<0.00200	---	---	---	---	---
Rhodium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	---	---
Gold	A-METMSDGHF	0.000050	µg/sample	<0.0100	---	---	---	---	---
Rhodium	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00980	---	---	---
Sample Preparation									
Volume (non accredited)	A-METMSADMU/PT	1	mL	---	---	490	---	---	---
Volume (non accredited)	A-METMSDGHF	0.1	mL	200	---	---	---	---	---
Uncertainty									
Antimony MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Antimony MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Arsenic MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Arsenic MU	A-METMSDGHF	1	%	11	---	---	---	---	---
Beryllium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Beryllium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Cadmium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	12	---	---	---
Cadmium MU	A-METMSDGHF	1	%	23	---	---	---	---	---
Chromium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Chromium MU	A-METMSDGHF	1	%	13	---	---	---	---	---
Cobalt MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	21	---	---	---
Cobalt MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Copper MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	12	---	---	---
Copper MU	A-METMSDGHF	1	%	21	---	---	---	---	---
Lead MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	27	---	---	---
Lead MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Manganese MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	16	---	---	---
Manganese MU	A-METMSDGHF	1	%	18	---	---	---	---	---
Nickel MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Nickel MU	A-METMSDGHF	1	%	23	---	---	---	---	---
Palladium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Palladium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Platinum MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Platinum MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Selenium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Selenium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Tellurium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Tellurium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Thallium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Thallium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Tin MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Tin MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Uranium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Uranium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Vanadium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Vanadium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---

right solutions. right partner.

The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 and ČSN ISO 45001

www.alsglobal.eu

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 4 of 4
Work Order : PR2540815
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Sub-Matrix: EMISSIONS

Client sample ID

LCA/MET+Hg/FILTR O/BRANCO/FF3/034/ 25	LCA/MET/BORB./BR ANCO/FF3/034/25	LCA/Hg/BORB/BRA NCO/FF3/034/25
PR2540815001	PR2540815002	PR2540815003

Laboratory sample ID

Client sampling date / time

[05-Apr-2025]	[05-Apr-2025]	[05-Apr-2025]
---------------	---------------	---------------

Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Uncertainty - Continued									
Zinc MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Zinc MU	A-METMSDGHF	1	%	23	---	---	---	---	---
Gold MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---
Rhodium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Gold MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Rhodium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	---	---

When sampling date is not provided by the client, the laboratory determines it for procedural reasons, then it is equal to the date of receipt of the sample to the laboratory and is displayed in brackets. Measurement uncertainty is expressed as expanded measurement uncertainty with coverage factor $k = 2$, representing 95% confidence level.

Key: LOR = Limit of reporting; MU = Measurement Uncertainty. The MU does not include sampling uncertainty.

Brief Method Summaries

Analytical Methods	Method Descriptions
<i>Location of test performance: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany Czech Republic 190 00</i>	
A-HG-AFSDGHF/PT	CZ_SOP_D06_02_096 (CSN EN 13211) - Determination of Mercury by Fluorescence Spectrometry. Sample was mineralized by microwave device using HNO ₃ , HF, H ₃ BO ₃ acid prior to analysis. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-HG-PER-AFS/PT	CZ_SOP_D06_02_096 (CSN EN 13211) - Determination of Mercury by Fluorescence Spectrometry. Method is intended for abs. solution, which contains hydrogen peroxide. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-METMSADMU/PT	CZ_SOP_D06_02_003 (CSN EN 14385) Determination of elements by mass spectrometry with inductively coupled plasma and calculation of Cr ³⁺ from measured values. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-METMSDGHF	CZ_SOP_D06_02_003 (CSN EN 14385) - Determination of elements by mass spectrometry with inductively coupled plasma and calculation of Cr ³⁺ from measured values. Sample was mineralized by microwave device using HNO ₃ , HF, H ₃ BO ₃ acid prior to analysis. LOR value is in µg/mL.

The symbol "A" for the method indicates a test outside the scope of accreditation of the laboratory or subcontractor. If the UNICO-SUB code is stated in the method table, this only informs that the tests have been performed by a subcontractor and the results are given in an annex to the test report, including information on test accreditation. If the lab used for matrix outside the scope of accreditation or non-standard sample matrix procedure specified in the accredited method and issues non-accredited results, this fact is stated on the title page of this protocol in the section "Notes". If the test report shows the results of subcontracting, the place of performance of the test is outside the laboratories of ALS Czech Republic, s.r.o.

The method for calculating of the summation parameters is available on request in the customer service.

The end of the certificate of analysis



CERTIFICATE OF ANALYSIS

Work Order	: PR2540816	Issue Date	: 30-Apr-2025
Customer	: INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial	Laboratory	: ALS Czech Republic, s.r.o.
Contact	: Celso Lúcio	Contact	: Client Service
Address	: Campus da FEUP R. Dr. Roberto Frias 400 4200-465 Porto Portugal	Address	: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00 Czech Republic
E-mail	: clucio@inegi.up.pt	E-mail	: customer.support@alsglobal.com
Telephone	: ---	Telephone	: +420 226 226 228
Project	: METALS/FF3-1ºENS/034/25	Page	: 1 of 4
Order number	: ---	Date Samples Received Quote number	: 05-Apr-2025 : PR2022INEGI-PT0001 (PT-300-21-0727)
Site	: ---	Date of test	: 07-Apr-2025 - 30-Apr-2025
Sampled by	: customer	QC Level	: ALS CR Standard Quality Control Schedule

General Comments

This report shall not be reproduced except in full, without prior written approval from the laboratory. The laboratory is not responsible for the sample data supplied by the customer and their impact on the validity of the result.
The laboratory declares that the test results relate only to the listed samples. If "ALS" is not included in the test report in the "Sampled by" section, then the results refer to the sample as received.
Sample(s) PR2540816/001, method A-HG-AFSDGHF/PT was/were prepared according to EN 14385.

Responsible for accuracy

Signatories
Lubomír Pokorný

Position
Country Manager

Testing Laboratory No. 1163
Accredited by CAI according to
CSN EN ISO/IEC 17025:2018



The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 (Environmental management systems) and ČSN ISO 45001 (Occupational health and safety management systems)

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 2 of 4
Work Order : PR2540816
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Analytical Results

Sub-Matrix: EMISSIONS

Client sample ID

Laboratory sample ID
Client sampling date / time

Sub-Matrix: EMISSIONS			Client sample ID	LCA/MET/FILTRO/FF 3-1°ENS/034/25		LCA/MET/1°+2° BORB./FF3-1°ENS/0 34/25		LCA/MET/3° BORB./FF3-1°ENS/0 34/25	
Laboratory sample ID				PR2540816001		PR2540816002		PR2540816003	
Client sampling date / time				[05-Apr-2025]		[05-Apr-2025]		[05-Apr-2025]	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Total Metals / Major Cations									
Antimony	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	0.113	---	---	---	---	---
Mercury (per L)	A-HG-AFSDGHF/P T	0.022	µg/L	<0.022	---	---	---	---	---
Mercury	A-HG-AFSDGHF/P T	0.000022	µg/sample	<0.00471	---	---	---	---	---
Antimony (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	<0.050	---
Antimony	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0151	---	<0.00790	---
Arsenic	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	0.139	---	---	---	---	---
Arsenic (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	<0.050	---
Arsenic	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0151	---	<0.00790	---
Beryllium	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	<0.200	---	---	---	---	---
Beryllium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.10	µg/L	---	---	<0.10	---	<0.10	---
Beryllium	A-METMSADMU/PT	0.00010	µg/sample	---	---	<0.0302	---	<0.0158	---
Cadmium	A-METMSDGHF	0.000050	µg/sample	8.83	---	---	---	---	---
Cadmium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.10	µg/L	---	---	1.01	± 13.0%	3.70	± 10.8%
Cadmium	A-METMSADMU/PT	0.00010	µg/sample	---	---	0.305	---	0.585	---
Chromium	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	1.14	---	---	---	---	---
Chromium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.20	µg/L	---	---	<0.20	---	<0.20	---
Chromium	A-METMSADMU/PT	0.00020	µg/sample	---	---	<0.0604	---	<0.0316	---
Cobalt	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	0.0832	---	---	---	---	---
Cobalt (per L)	A-METMSADMU/PT	0.010	µg/L	---	---	0.023	± 23.2%	0.011	± 36.4%
Cobalt	A-METMSADMU/PT	0.000010	µg/sample	---	---	0.00683	---	0.00179	---
Copper	A-METMSDGHF	0.00030	µg/sample	2.13	---	---	---	---	---
Copper (per L)	A-METMSADMU/PT	0.30	µg/L	---	---	6.40	± 11.4%	<0.30	---
Copper	A-METMSADMU/PT	0.00030	µg/sample	---	---	1.93	---	<0.0474	---
Lead	A-METMSDGHF	0.00020	µg/sample	3.12	---	---	---	---	---
Lead (per L)	A-METMSADMU/PT	0.12	µg/L	---	---	0.24	± 24.9%	<0.12	---
Lead	A-METMSADMU/PT	0.00012	µg/sample	---	---	0.0729	---	<0.0190	---
Manganese	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	4.47	---	---	---	---	---
Manganese (per L)	A-METMSADMU/PT	0.14	µg/L	---	---	9.33	± 15.4%	3.93	± 15.9%
Manganese	A-METMSADMU/PT	0.00014	µg/sample	---	---	2.82	---	0.621	---
Nickel	A-METMSDGHF	0.00070	µg/sample	3.57	---	---	---	---	---
Nickel (per L)	A-METMSADMU/PT	0.40	µg/L	---	---	<0.40	---	<0.40	---
Nickel	A-METMSADMU/PT	0.00040	µg/sample	---	---	<0.121	---	<0.0632	---
Palladium	A-METMSDGHF	0.000010	µg/sample	<0.00200	---	---	---	---	---
Palladium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Palladium	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00604	---	<0.00316	---
Platinum	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	<0.100	---	---	---	---	---
Platinum (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Platinum	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00604	---	<0.00316	---
Selenium	A-METMSDGHF	0.000250	µg/sample	<0.0500	---	---	---	---	---
Selenium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.50	µg/L	---	---	<0.50	---	<0.50	---
Selenium	A-METMSADMU/PT	0.00050	µg/sample	---	---	<0.151	---	<0.0790	---
Tellurium	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	<0.200	---	---	---	---	---
Tellurium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	<0.050	---
Tellurium	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0151	---	<0.00790	---
Thallium	A-METMSDGHF	0.000060	µg/sample	0.0155	---	---	---	---	---
Thallium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.060	µg/L	---	---	<0.060	---	<0.060	---
Thallium	A-METMSADMU/PT	0.000060	µg/sample	---	---	<0.0181	---	<0.00948	---
Tin	A-METMSDGHF	0.00070	µg/sample	0.174	---	---	---	---	---
Tin (per L)	A-METMSADMU/PT	0.30	µg/L	---	---	<0.30	---	<0.30	---
Tin	A-METMSADMU/PT	0.0030	µg/sample	---	---	<0.0906	---	<0.0474	---
Uranium	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	<0.100	---	---	---	---	---
Uranium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.035	µg/L	---	---	<0.035	---	<0.035	---

right solutions. right partner.

The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 and ČSN ISO 45001

www.alsglobal.eu

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 3 of 4
Work Order : PR2540816
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Sub-Matrix: EMISSIONS

Client sample ID

LCA/MET/FILTRO/FF
3-1ºENS/034/25

LCA/MET/1º+2º
BORB./FF3-1ºENS/0
34/25

LCA/MET/3º
BORB./FF3-1ºENS/0
34/25

Laboratory sample ID
Client sampling date / time

PR2540816001
[05-Apr-2025]

PR2540816002
[05-Apr-2025]

PR2540816003
[05-Apr-2025]

Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Total Metals / Major Cations - Continued									
Uranium	A-METMSADMU/PT	0.000035	µg/sample	---	---	<0.0106	---	<0.00553	---
Vanadium	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	0.0392	---	---	---	---	---
Vanadium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.040	µg/L	---	---	<0.040	---	<0.040	---
Vanadium	A-METMSADMU/PT	0.000040	µg/sample	---	---	<0.0121	---	<0.00632	---
Zinc	A-METMSDGHF	0.0050	µg/sample	127	---	---	---	---	---
Zinc (per L)	A-METMSADMU/PT	6.0	µg/L	---	---	8.4	± 32.8%	<6.0	---
Zinc	A-METMSADMU/PT	0.0060	µg/sample	---	---	2.54	---	<0.948	---
Gold (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Gold	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00604	---	<0.00316	---
Rhodium	A-METMSDGHF	0.000010	µg/sample	<0.00200	---	---	---	---	---
Rhodium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Gold	A-METMSDGHF	0.000050	µg/sample	<0.0100	---	---	---	---	---
Rhodium	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00604	---	<0.00316	---
Sample Preparation									
Volume (non accredited)	A-METMSADMU/PT	1	mL	---	---	302	---	158	---
Volume (non accredited)	A-METMSDGHF	0.1	mL	200	---	---	---	---	---
Uncertainty									
Antimony MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Antimony MU	A-METMSDGHF	1	%	17	---	---	---	---	---
Arsenic MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Arsenic MU	A-METMSDGHF	1	%	12	---	---	---	---	---
Beryllium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Beryllium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Cadmium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	13	---	11	---
Cadmium MU	A-METMSDGHF	1	%	10	---	---	---	---	---
Chromium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Chromium MU	A-METMSDGHF	1	%	11	---	---	---	---	---
Cobalt MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	23	---	36	---
Cobalt MU	A-METMSDGHF	1	%	11	---	---	---	---	---
Copper MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	11	---	N/A	---
Copper MU	A-METMSDGHF	1	%	11	---	---	---	---	---
Lead MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	25	---	N/A	---
Lead MU	A-METMSDGHF	1	%	10	---	---	---	---	---
Manganese MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	15	---	16	---
Manganese MU	A-METMSDGHF	1	%	15	---	---	---	---	---
Nickel MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Nickel MU	A-METMSDGHF	1	%	16	---	---	---	---	---
Palladium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Palladium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Platinum MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Platinum MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Selenium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Selenium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Tellurium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Tellurium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Thallium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Thallium MU	A-METMSDGHF	1	%	33	---	---	---	---	---
Tin MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Tin MU	A-METMSDGHF	1	%	20	---	---	---	---	---
Uranium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Uranium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Vanadium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Vanadium MU	A-METMSDGHF	1	%	16	---	---	---	---	---
Zinc MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	33	---	N/A	---
Zinc MU	A-METMSDGHF	1	%	15	---	---	---	---	---

right solutions. right partner.

The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 and ČSN ISO 45001

www.alsglobal.eu

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 4 of 4
Work Order : PR2540816
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/MET/FILTRO/FF 3-1°ENS/034/25		LCA/MET/1+2° BORB./FF3-1°ENS/0 34/25		LCA/MET/3° BORB./FF3-1°ENS/0 34/25	
Laboratory sample ID				Client sampling date / time		PR2540816001 [05-Apr-2025]		PR2540816002 [05-Apr-2025]		PR2540816003 [05-Apr-2025]	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU		
Uncertainty - Continued											
Gold MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---		
Rhodium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---		
Gold MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---		
Rhodium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---		

Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/Hg/1ºBORB/FF3 -1ºENS/034/25		LCA/Hg/2ºBORB/FF3 -1ºENS/034/25		---	
Laboratory sample ID				Client sampling date / time		PR2540816004		PR2540816005		----	
Parameter				Method		LOR		Unit		Result	
										MU	
Total Metals / Major Cations											
Mercury		A-HG-COL-AFS/PT		0.000164		µg/sample		<0.0212		----	
Mercury (per L)		A-HG-PER-AFS/PT		0.065		µg/L		---		---	
Mercury		A-HG-PER-AFS/PT		0.000065		µg/sample		---		0.083 ± 10.0%	
Mercury (per L)		A-HG-COL-AFS/PT		0.164		µg/L		<0.164		---	
								---		---	

When sampling date is not provided by the client, the laboratory determines it for procedural reasons, then it is equal to the date of receipt of the sample to the laboratory and is displayed in brackets. Measurement uncertainty is expressed as expanded measurement uncertainty with coverage factor $k = 2$, representing 95% confidence level.

Key: LOR = Limit of reporting; MU = Measurement Uncertainty. The MU does not include sampling uncertainty.

Brief Method Summaries

Analytical Methods	Method Descriptions
Location of test performance: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany Czech Republic 190 00	
A-HG-AFSDGHF/PT	CZ_SOP_D06_02_096 (CSN EN 13211) - Determination of Mercury by Fluorescence Spectrometry. Sample was mineralized by microwave device using HNO ₃ , HF, H ₃ BO ₃ acid prior to analysis. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-HG-COL-AFS/PT	CZ_SOP_D06_02_096 (CSN EN 13211) - Determination of Mercury by Fluorescence Spectrometry. Method is intended for abs. solution, which contains KMnO ₄ or K ₂ Cr ₂ O ₇ . LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-HG-PER-AFS/PT	CZ_SOP_D06_02_096 (CSN EN 13211) - Determination of Mercury by Fluorescence Spectrometry. Method is intended for abs. solution, which contains hydrogen peroxide. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-METMSADMU/PT	CZ_SOP_D06_02_003 (CSN EN 14385) Determination of elements by mass spectrometry with inductively coupled plasma and calculation of Cr ³⁺ from measured values. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-METMSDGHF	CZ_SOP_D06_02_003 (CSN EN 14385) - Determination of elements by mass spectrometry with inductively coupled plasma and calculation of Cr ³⁺ from measured values. Sample was mineralized by microwave device using HNO ₃ , HF, H ₃ BO ₃ acid prior to analysis. LOR value is in µg/mL.

The symbol "—" for the method indicates a test outside the scope of accreditation of the laboratory or subcontractor. If the UNICO-SUB code is stated in the method table, this only informs that the tests have been performed by a subcontractor and the results are given in an annex to the test report, including information on test accreditation. If the lab used for matrix outside the scope of accreditation or non-standard sample matrix procedure specified in the accredited method and issues non-accredited results, this fact is stated on the title page of this protocol in the section "Notes". If the test report shows the results of subcontracting, the place of performance of the test is outside the laboratories of ALS Czech Republic, s.r.o.

The method for calculating of the summation parameters is available on request in the customer service.

The end of the certificate of analysis



CERTIFICATE OF ANALYSIS

Work Order	: PR2540817	Issue Date	: 30-Apr-2025
Customer	: INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial	Laboratory	: ALS Czech Republic, s.r.o.
Contact	: Celso Lúcio	Contact	: Client Service
Address	: Campus da FEUP R. Dr. Roberto Frias 400 4200-465 Porto Portugal	Address	: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00 Czech Republic
E-mail	: clucio@inegi.up.pt	E-mail	: customer.support@alsglobal.com
Telephone	: ---	Telephone	: +420 226 226 228
Project	: METALS/FF3-3ºENS/034/25	Page	: 1 of 4
Order number	: ---	Date Samples Received Quote number	: 05-Apr-2025 : PR2022INEGI-PT0001 (PT-300-21-0727)
Site	: ---	Date of test	: 07-Apr-2025 - 30-Apr-2025
Sampled by	: customer	QC Level	: ALS CR Standard Quality Control Schedule

General Comments

This report shall not be reproduced except in full, without prior written approval from the laboratory. The laboratory is not responsible for the sample data supplied by the customer and their impact on the validity of the result.
The laboratory declares that the test results relate only to the listed samples. If "ALS" is not included in the test report in the "Sampled by" section, then the results refer to the sample as received.
Sample(s) PR2540817/001, method A-HG-AFSDGHF/PT was/were prepared according to EN 14385.

Responsible for accuracy

Signatories
Lubomír Pokorný

Position
Country Manager

Testing Laboratory No. 1163
Accredited by CAI according to
CSN EN ISO/IEC 17025:2018



The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 (Environmental management systems) and ČSN ISO 45001 (Occupational health and safety management systems)

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 2 of 4
Work Order : PR2540817
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Analytical Results

Sub-Matrix: EMISSIONS

Client sample ID

Laboratory sample ID
Client sampling date / time

				LCA/MET/FILTRO/FF 3-3°ENS/034/25		LCA/MET/1°+2° BORB./FF3-3°ENS/0 34/25		LCA/MET/3° BORB./FF3-3°ENS/0 34/25	
				PR2540817001 [05-Apr-2025]		PR2540817002 [05-Apr-2025]		PR2540817003 [05-Apr-2025]	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Total Metals / Major Cations									
Antimony	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	0.495	---	---	---	---	---
Mercury (per L)	A-HG-AFSDGHF/P T	0.022	µg/L	<0.022	---	---	---	---	---
Mercury	A-HG-AFSDGHF/P T	0.000022	µg/sample	<0.00471	---	---	---	---	---
Antimony (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	<0.050	---
Antimony	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0163	---	<0.00855	---
Arsenic	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	0.231	---	---	---	---	---
Arsenic (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	<0.050	---
Arsenic	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0163	---	<0.00855	---
Beryllium	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	<0.200	---	---	---	---	---
Beryllium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.10	µg/L	---	---	<0.10	---	<0.10	---
Beryllium	A-METMSADMU/PT	0.00010	µg/sample	---	---	<0.0326	---	<0.0171	---
Cadmium	A-METMSDGHF	0.000050	µg/sample	8.34	---	---	---	---	---
Cadmium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.10	µg/L	---	---	1.82 ± 11.6%	---	3.02 ± 11.0%	---
Cadmium	A-METMSADMU/PT	0.00010	µg/sample	---	---	0.594	---	0.517	---
Chromium	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	1.33	---	---	---	---	---
Chromium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.20	µg/L	---	---	0.37 ± 26.3%	---	<0.20	---
Chromium	A-METMSADMU/PT	0.00020	µg/sample	---	---	0.120	---	<0.0342	---
Cobalt	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	0.0740	---	---	---	---	---
Cobalt (per L)	A-METMSADMU/PT	0.010	µg/L	---	---	0.046 ± 16.6%	---	0.012 ± 35.6%	---
Cobalt	A-METMSADMU/PT	0.000010	µg/sample	---	---	0.0148	---	0.00200	---
Copper	A-METMSDGHF	0.00030	µg/sample	3.46	---	---	---	---	---
Copper (per L)	A-METMSADMU/PT	0.30	µg/L	---	---	7.86 ± 11.1%	---	<0.30	---
Copper	A-METMSADMU/PT	0.00030	µg/sample	---	---	2.56	---	<0.0513	---
Lead	A-METMSDGHF	0.00020	µg/sample	5.33	---	---	---	---	---
Lead (per L)	A-METMSADMU/PT	0.12	µg/L	---	---	0.38 ± 19.5%	---	<0.12	---
Lead	A-METMSADMU/PT	0.00012	µg/sample	---	---	0.124	---	<0.0205	---
Manganese	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	4.72	---	---	---	---	---
Manganese (per L)	A-METMSADMU/PT	0.14	µg/L	---	---	6.16 ± 15.6%	---	4.82 ± 15.7%	---
Manganese	A-METMSADMU/PT	0.00014	µg/sample	---	---	2.01	---	0.825	---
Nickel	A-METMSDGHF	0.00070	µg/sample	2.78	---	---	---	---	---
Nickel (per L)	A-METMSADMU/PT	0.40	µg/L	---	---	<0.40	---	<0.40	---
Nickel	A-METMSADMU/PT	0.00040	µg/sample	---	---	<0.130	---	<0.0684	---
Palladium	A-METMSDGHF	0.000010	µg/sample	<0.00200	---	---	---	---	---
Palladium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Palladium	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00652	---	<0.00342	---
Platinum	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	<0.100	---	---	---	---	---
Platinum (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Platinum	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00652	---	<0.00342	---
Selenium	A-METMSDGHF	0.000250	µg/sample	0.0547	---	---	---	---	---
Selenium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.50	µg/L	---	---	<0.50	---	<0.50	---
Selenium	A-METMSADMU/PT	0.00050	µg/sample	---	---	<0.163	---	<0.0855	---
Tellurium	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	<0.200	---	---	---	---	---
Tellurium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	<0.050	---
Tellurium	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0163	---	<0.00855	---
Thallium	A-METMSDGHF	0.000060	µg/sample	0.0229	---	---	---	---	---
Thallium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.060	µg/L	---	---	<0.060	---	<0.060	---
Thallium	A-METMSADMU/PT	0.000060	µg/sample	---	---	<0.0196	---	<0.0103	---
Tin	A-METMSDGHF	0.00070	µg/sample	0.215	---	---	---	---	---
Tin (per L)	A-METMSADMU/PT	0.30	µg/L	---	---	<0.30	---	<0.30	---
Tin	A-METMSADMU/PT	0.0030	µg/sample	---	---	<0.0978	---	<0.0513	---
Uranium	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	<0.100	---	---	---	---	---
Uranium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.035	µg/L	---	---	<0.035	---	<0.035	---

right solutions. right partner.

The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 and ČSN ISO 45001

www.alsglobal.eu

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 3 of 4
Work Order : PR2540817
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Sub-Matrix: EMISSIONS

Client sample ID

LCA/MET/FILTRO/FF
3-3°ENS/034/25

LCA/MET/1°+2°
BORB./FF3-3°ENS/0
34/25

LCA/MET/3°
BORB./FF3-3°ENS/0
34/25

Laboratory sample ID
Client sampling date / time

PR2540817001
[05-Apr-2025]

PR2540817002
[05-Apr-2025]

PR2540817003
[05-Apr-2025]

Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Total Metals / Major Cations - Continued									
Uranium	A-METMSADMU/PT	0.000035	µg/sample	---	---	<0.0114	---	<0.00598	---
Vanadium	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	0.0940	---	---	---	---	---
Vanadium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.040	µg/L	---	---	<0.040	---	<0.040	---
Vanadium	A-METMSADMU/PT	0.000040	µg/sample	---	---	<0.0130	---	<0.00684	---
Zinc	A-METMSDGHF	0.0050	µg/sample	150	---	---	---	---	---
Zinc (per L)	A-METMSADMU/PT	6.0	µg/L	---	---	10.5	± 29.2%	<6.0	---
Zinc	A-METMSADMU/PT	0.0060	µg/sample	---	---	3.43	---	<1.03	---
Gold (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Gold	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00652	---	<0.00342	---
Rhodium	A-METMSDGHF	0.000010	µg/sample	<0.00200	---	---	---	---	---
Rhodium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Gold	A-METMSDGHF	0.000050	µg/sample	<0.0100	---	---	---	---	---
Rhodium	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00652	---	<0.00342	---
Sample Preparation									
Volume (non accredited)	A-METMSADMU/PT	1	mL	---	---	326	---	171	---
Volume (non accredited)	A-METMSDGHF	0.1	mL	200	---	---	---	---	---
Uncertainty									
Antimony MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Antimony MU	A-METMSDGHF	1	%	16	---	---	---	---	---
Arsenic MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Arsenic MU	A-METMSDGHF	1	%	11	---	---	---	---	---
Beryllium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Beryllium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Cadmium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	12	---	11	---
Cadmium MU	A-METMSDGHF	1	%	10	---	---	---	---	---
Chromium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	26	---	N/A	---
Chromium MU	A-METMSDGHF	1	%	11	---	---	---	---	---
Cobalt MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	16	---	36	---
Cobalt MU	A-METMSDGHF	1	%	11	---	---	---	---	---
Copper MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	11	---	N/A	---
Copper MU	A-METMSDGHF	1	%	10	---	---	---	---	---
Lead MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	19	---	N/A	---
Lead MU	A-METMSDGHF	1	%	10	---	---	---	---	---
Manganese MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	16	---	16	---
Manganese MU	A-METMSDGHF	1	%	15	---	---	---	---	---
Nickel MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Nickel MU	A-METMSDGHF	1	%	16	---	---	---	---	---
Palladium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Palladium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Platinum MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Platinum MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Selenium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Selenium MU	A-METMSDGHF	1	%	65	---	---	---	---	---
Tellurium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Tellurium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Thallium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Thallium MU	A-METMSDGHF	1	%	26	---	---	---	---	---
Tin MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Tin MU	A-METMSDGHF	1	%	18	---	---	---	---	---
Uranium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Uranium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Vanadium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Vanadium MU	A-METMSDGHF	1	%	12	---	---	---	---	---
Zinc MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	29	---	N/A	---
Zinc MU	A-METMSDGHF	1	%	15	---	---	---	---	---

right solutions. right partner.

The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 and ČSN ISO 45001

www.alsglobal.eu

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 4 of 4
Work Order : PR2540817
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/MET/FILTRO/FF 3-3°ENS/034/25		LCA/MET/1+2° BORB./FF3-3°ENS/0 34/25		LCA/MET/3° BORB./FF3-3°ENS/0 34/25	
Laboratory sample ID				Client sampling date / time		PR2540817001		PR2540817002		PR2540817003	
Parameter				Method		LOR	Unit	Result	MU	Result	MU
Uncertainty - Continued											
Gold MU		A-METMSADMU/PT		1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Rhodium MU		A-METMSDGHF		1	%	N/A	---	---	---	---	---
Gold MU		A-METMSDGHF		1	%	N/A	---	---	---	---	---
Rhodium MU		A-METMSADMU/PT		1	%	---	---	N/A	---	N/A	---

Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/Hg/1°BORB/FF3 -3°ENS/034/25		LCA/Hg/2°BORB/FF3 -3°ENS/034/25		---	
				Laboratory sample ID		PR2540817004		PR2540817005		---	
				Client sampling date / time		[05-Apr-2025]		[05-Apr-2025]		---	
Parameter		Method		LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Total Metals / Major Cations											
Mercury		A-HG-COL-AFS/PT		0.000164	µg/sample	<0.0157	----	<0.0164	----	----	----
Mercury (per L)		A-HG-COL-AFS/PT		0.164	µg/L	<0.164	----	<0.164	----	----	----

When sampling date is not provided by the client, the laboratory determines it for procedural reasons, then it is equal to the date of receipt of the sample to the laboratory and is displayed in brackets. Measurement uncertainty is expressed as expanded measurement uncertainty with coverage factor $k = 2$, representing 95% confidence level.

Key: LOR = Limit of reporting; MU = Measurement Uncertainty. The MU does not include sampling uncertainty.

Brief Method Summaries

Analytical Methods	Method Descriptions
Location of test performance: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany Czech Republic 190 00	
A-HG-AFSDGHF/PT	CZ_SOP_D06_02_096 (CSN EN 13211) - Determination of Mercury by Fluorescence Spectrometry. Sample was mineralized by microwave device using HNO ₃ , HF, H ₃ BO ₃ acid prior to analysis. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-HG-COL-AFS/PT	CZ_SOP_D06_02_096 (CSN EN 13211) - Determination of Mercury by Fluorescence Spectrometry. Method is intended for abs. solution, which contains KMON4 or K ₂ Cr ₂ O ₇ . LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-METMSADMU/PT	CZ_SOP_D06_02_003 (CSN EN 14385) Determination of elements by mass spectrometry with inductively coupled plasma and calculation of Cr ³⁺ from measured values. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-METMSDGHF	CZ_SOP_D06_02_003 (CSN EN 14385) - Determination of elements by mass spectrometry with inductively coupled plasma and calculation of Cr ³⁺ from measured values. Sample was mineralized by microwave device using HNO ₃ , HF, H ₃ BO ₃ acid prior to analysis. LOR value is in µg/ml.

The symbol "™" for the method indicates a test outside the scope of accreditation of the laboratory or subcontractor. If the UNICO-SUB code is stated in the method table, this only informs that the tests have been performed by a subcontractor and the results are given in an annex to the test report, including information on test accreditation. If the lab used for matrix outside the scope of accreditation or non-standard sample matrix procedure specified in the accredited method and issues non-accredited results, this fact is stated on the title page of this protocol in the section "Notes". If the test report shows the results of subcontracting, the place of performance of the test is outside the laboratories of ALS Czech Republic, s.r.o.

The method for calculating of the summation parameters is available on request in the customer service.

The end of the certificate of analysis



CERTIFICATE OF ANALYSIS

Work Order	: PR2540818	Issue Date	: 30-Apr-2025
Customer	: INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial	Laboratory	: ALS Czech Republic, s.r.o.
Contact	: Celso Lúcio	Contact	: Client Service
Address	: Campus da FEUP R. Dr. Roberto Frias 400 4200-465 Porto Portugal	Address	: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00 Czech Republic
E-mail	: clucio@inegi.up.pt	E-mail	: customer.support@alsglobal.com
Telephone	: ---	Telephone	: +420 226 226 228
Project	: METALS/FF3-2ºENS/034/25	Page	: 1 of 4
Order number	: ---	Date Samples Received Quote number	: 05-Apr-2025 : PR2022INEGI-PT0001 (PT-300-21-0727)
Site	: ---	Date of test	: 07-Apr-2025 - 30-Apr-2025
Sampled by	: customer	QC Level	: ALS CR Standard Quality Control Schedule

General Comments

This report shall not be reproduced except in full, without prior written approval from the laboratory. The laboratory is not responsible for the sample data supplied by the customer and their impact on the validity of the result.
The laboratory declares that the test results relate only to the listed samples. If "ALS" is not included in the test report in the "Sampled by" section, then the results refer to the sample as received.
Sample(s) PR2540818/001, method A-HG-AFSDGHF/PT, was/were prepared according to EN 14385.

Responsible for accuracy

Testing Laboratory No. 1163
Accredited by CAI according to
CSN EN ISO/IEC 17025:2018

Signatories

Lubomír Pokorný

Position

Country Manager



The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 (Environmental management systems) and ČSN ISO 45001 (Occupational health and safety management systems)

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 2 of 4
Work Order : PR2540818
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Analytical Results

Sub-Matrix: EMISSIONS

Client sample ID

Laboratory sample ID
Client sampling date / time

				LCA/MET/FILTRO/FF 3-2°ENS/034/25		LCA/MET/1+2° BORB./FF3-2°ENS/0 34/25		LCA/MET/3° BORB./FF3-2°ENS/0 34/25	
				PR2540818001 [05-Apr-2025]		PR2540818002 [05-Apr-2025]		PR2540818003 [05-Apr-2025]	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Total Metals / Major Cations									
Antimony	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	0.126	---	---	---	---	---
Mercury (per L)	A-HG-AFSDGHF/P T	0.022	µg/L	<0.022	---	---	---	---	---
Mercury	A-HG-AFSDGHF/P T	0.000022	µg/sample	<0.00471	---	---	---	---	---
Antimony (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	<0.050	---
Antimony	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0142	---	<0.00865	---
Arsenic	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	0.103	---	---	---	---	---
Arsenic (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	<0.050	---
Arsenic	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0142	---	<0.00865	---
Beryllium	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	<0.200	---	---	---	---	---
Beryllium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.10	µg/L	---	---	<0.10	---	<0.10	---
Beryllium	A-METMSADMU/PT	0.00010	µg/sample	---	---	<0.0285	---	<0.0173	---
Cadmium	A-METMSDGHF	0.000050	µg/sample	8.61	---	---	---	---	---
Cadmium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.10	µg/L	---	---	38.8	± 10.1%	4.09	± 10.7%
Cadmium	A-METMSADMU/PT	0.00010	µg/sample	---	---	11.0	---	0.708	---
Chromium	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	1.20	---	---	---	---	---
Chromium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.20	µg/L	---	---	4.27	± 11.4%	<0.20	---
Chromium	A-METMSADMU/PT	0.00020	µg/sample	---	---	1.22	---	<0.0346	---
Cobalt	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	0.0768	---	---	---	---	---
Cobalt (per L)	A-METMSADMU/PT	0.010	µg/L	---	---	0.119	± 12.5%	0.015	± 30.2%
Cobalt	A-METMSADMU/PT	0.000010	µg/sample	---	---	0.0340	---	0.00256	---
Copper	A-METMSDGHF	0.00030	µg/sample	1.76	---	---	---	---	---
Copper (per L)	A-METMSADMU/PT	0.30	µg/L	---	---	16.5	± 10.5%	<0.30	---
Copper	A-METMSADMU/PT	0.00030	µg/sample	---	---	4.72	---	<0.0519	---
Lead	A-METMSDGHF	0.00020	µg/sample	1.98	---	---	---	---	---
Lead (per L)	A-METMSADMU/PT	0.12	µg/L	---	---	0.68	± 15.3%	<0.12	---
Lead	A-METMSADMU/PT	0.00012	µg/sample	---	---	0.194	---	<0.0208	---
Manganese	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	4.31	---	---	---	---	---
Manganese (per L)	A-METMSADMU/PT	0.14	µg/L	---	---	7.01	± 15.5%	3.43	± 16.0%
Manganese	A-METMSADMU/PT	0.00014	µg/sample	---	---	2.00	---	0.593	---
Nickel	A-METMSDGHF	0.00070	µg/sample	3.21	---	---	---	---	---
Nickel (per L)	A-METMSADMU/PT	0.40	µg/L	---	---	0.66	± 30.0%	<0.40	---
Nickel	A-METMSADMU/PT	0.00040	µg/sample	---	---	0.189	---	<0.0692	---
Palladium	A-METMSDGHF	0.000010	µg/sample	<0.00200	---	---	---	---	---
Palladium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Palladium	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00570	---	<0.00346	---
Platinum	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	<0.100	---	---	---	---	---
Platinum (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Platinum	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00570	---	<0.00346	---
Selenium	A-METMSDGHF	0.000250	µg/sample	<0.0500	---	---	---	---	---
Selenium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.50	µg/L	---	---	<0.50	---	<0.50	---
Selenium	A-METMSADMU/PT	0.00050	µg/sample	---	---	<0.142	---	<0.0865	---
Tellurium	A-METMSDGHF	0.0010	µg/sample	<0.200	---	---	---	---	---
Tellurium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.050	µg/L	---	---	<0.050	---	<0.050	---
Tellurium	A-METMSADMU/PT	0.000050	µg/sample	---	---	<0.0142	---	<0.00865	---
Thallium	A-METMSDGHF	0.000060	µg/sample	0.0132	---	---	---	---	---
Thallium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.060	µg/L	---	---	<0.060	---	<0.060	---
Thallium	A-METMSADMU/PT	0.000060	µg/sample	---	---	<0.0171	---	<0.0104	---
Tin	A-METMSDGHF	0.00070	µg/sample	<0.140	---	---	---	---	---
Tin (per L)	A-METMSADMU/PT	0.30	µg/L	---	---	<0.30	---	<0.30	---
Tin	A-METMSADMU/PT	0.0030	µg/sample	---	---	<0.0855	---	<0.0519	---
Uranium	A-METMSDGHF	0.00050	µg/sample	<0.100	---	---	---	---	---
Uranium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.035	µg/L	---	---	<0.035	---	<0.035	---

right solutions. right partner.

The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 and ČSN ISO 45001

www.alsglobal.eu

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 3 of 4
Work Order : PR2540818
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Sub-Matrix: EMISSIONS

Client sample ID

LCA/MET/FILTRO/FF
3-2ºENS/034/25

LCA/MET/1º+2º
BORB./FF3-2ºENS/0
34/25

LCA/MET/3º
BORB./FF3-2ºENS/0
34/25

Laboratory sample ID
Client sampling date / time

PR2540818001
[05-Apr-2025]

PR2540818002
[05-Apr-2025]

PR2540818003
[05-Apr-2025]

Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU
Total Metals / Major Cations - Continued									
Uranium	A-METMSADMU/PT	0.000035	µg/sample	---	---	<0.00998	---	<0.00606	---
Vanadium	A-METMSDGHF	0.00010	µg/sample	0.0338	---	---	---	---	---
Vanadium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.040	µg/L	---	---	3.24	± 10.4%	<0.040	---
Vanadium	A-METMSADMU/PT	0.000040	µg/sample	---	---	0.923	---	<0.00692	---
Zinc	A-METMSDGHF	0.0050	µg/sample	126	---	---	---	---	---
Zinc (per L)	A-METMSADMU/PT	6.0	µg/L	---	---	16.4	± 24.1%	<6.0	---
Zinc	A-METMSADMU/PT	0.0060	µg/sample	---	---	4.68	---	<1.04	---
Gold (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Gold	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00570	---	<0.00346	---
Rhodium	A-METMSDGHF	0.000010	µg/sample	<0.00200	---	---	---	---	---
Rhodium (per L)	A-METMSADMU/PT	0.020	µg/L	---	---	<0.020	---	<0.020	---
Gold	A-METMSDGHF	0.000050	µg/sample	<0.0100	---	---	---	---	---
Rhodium	A-METMSADMU/PT	0.000020	µg/sample	---	---	<0.00570	---	<0.00346	---
Sample Preparation									
Volume (non accredited)	A-METMSADMU/PT	1	mL	---	---	285	---	173	---
Volume (non accredited)	A-METMSDGHF	0.1	mL	200	---	---	---	---	---
Uncertainty									
Antimony MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Antimony MU	A-METMSDGHF	1	%	17	---	---	---	---	---
Arsenic MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Arsenic MU	A-METMSDGHF	1	%	13	---	---	---	---	---
Beryllium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Beryllium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Cadmium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	10	---	11	---
Cadmium MU	A-METMSDGHF	1	%	10	---	---	---	---	---
Chromium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	11	---	N/A	---
Chromium MU	A-METMSDGHF	1	%	11	---	---	---	---	---
Cobalt MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	12	---	30	---
Cobalt MU	A-METMSDGHF	1	%	11	---	---	---	---	---
Copper MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	10	---	N/A	---
Copper MU	A-METMSDGHF	1	%	11	---	---	---	---	---
Lead MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	15	---	N/A	---
Lead MU	A-METMSDGHF	1	%	10	---	---	---	---	---
Manganese MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	15	---	16	---
Manganese MU	A-METMSDGHF	1	%	15	---	---	---	---	---
Nickel MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	30	---	N/A	---
Nickel MU	A-METMSDGHF	1	%	16	---	---	---	---	---
Palladium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Palladium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Platinum MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Platinum MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Selenium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Selenium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Tellurium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Tellurium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Thallium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Thallium MU	A-METMSDGHF	1	%	37	---	---	---	---	---
Tin MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Tin MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Uranium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---
Uranium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---
Vanadium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	10	---	N/A	---
Vanadium MU	A-METMSDGHF	1	%	17	---	---	---	---	---
Zinc MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	24	---	N/A	---
Zinc MU	A-METMSDGHF	1	%	15	---	---	---	---	---

right solutions. right partner.

The company is certified according to ČSN EN ISO 14001 and ČSN ISO 45001

www.alsglobal.eu

Issue Date : 30-Apr-2025
Page : 4 of 4
Work Order : PR2540818
Customer : INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/MET/FILTRO/FF 3-2°ENS/034/25		LCA/MET/1°+2° BORB./FF3-2°ENS/0 34/25		LCA/MET/3° BORB./FF3-2°ENS/0 34/25	
Laboratory sample ID				Client sampling date / time		PR2540818001 [05-Apr-2025]		PR2540818002 [05-Apr-2025]		PR2540818003 [05-Apr-2025]	
Parameter	Method	LOR	Unit	Result	MU	Result	MU	Result	MU		
Uncertainty - Continued											
Gold MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---		
Rhodium MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---		
Gold MU	A-METMSDGHF	1	%	N/A	---	---	---	---	---		
Rhodium MU	A-METMSADMU/PT	1	%	---	---	N/A	---	N/A	---		

Sub-Matrix: EMISSIONS				Client sample ID		LCA/Hg/1°BORB/FF3 -2°ENS/034/25		LCA/Hg/2°BORB/FF3 -2°ENS/034/25		---	
Laboratory sample ID				Client sampling date / time		PR2540818004		PR2540818005		----	
Parameter				Method		LOR		Unit		Result MU	
Parameter				Method		LOR		Unit		Result MU	
Total Metals / Major Cations											
Mercury				A-HG-COL-AFS/PT		0.000164		µg/sample		<0.0202	
Mercury (per L)				A-HG-PER-AFS/PT		0.065		µg/L		0.087 ± 10.0%	
Mercury				A-HG-PER-AFS/PT		0.000065		µg/sample		0.0122 ± 10.0%	
Mercury (per L)				A-HG-COL-AFS/PT		0.164		µg/L		<0.164	

When sampling date is not provided by the client, the laboratory determines it for procedural reasons, then it is equal to the date of receipt of the sample to the laboratory and is displayed in brackets. Measurement uncertainty is expressed as expanded measurement uncertainty with coverage factor $k = 2$, representing 95% confidence level.

Key: LOR = Limit of reporting; MU = Measurement Uncertainty. The MU does not include sampling uncertainty.

Brief Method Summaries

Analytical Methods	Method Descriptions
Location of test performance: Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany Czech Republic 190 00	
A-HG-AFSDGHF/PT	CZ_SOP_D06_02_096 (CSN EN 13211) - Determination of Mercury by Fluorescence Spectrometry. Sample was mineralized by microwave device using HNO ₃ , HF, H ₃ BO ₃ acid prior to analysis. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-HG-COL-AFS/PT	CZ_SOP_D06_02_096 (CSN EN 13211) - Determination of Mercury by Fluorescence Spectrometry. Method is intended for abs. solution, which contains KMnO ₄ or K ₂ Cr ₂ O ₇ . LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-HG-PER-AFS/PT	CZ_SOP_D06_02_096 (CSN EN 13211) - Determination of Mercury by Fluorescence Spectrometry. Method is intended for abs. solution, which contains hydrogen peroxide. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-METMSADMU/PT	CZ_SOP_D06_02_003 (CSN EN 14385) Determination of elements by mass spectrometry with inductively coupled plasma and calculation of Cr ³⁺ from measured values. LOR is valid for sample volume 1 mL.
A-METMSDGHF	CZ_SOP_D06_02_003 (CSN EN 14385) - Determination of elements by mass spectrometry with inductively coupled plasma and calculation of Cr ³⁺ from measured values. Sample was mineralized by microwave device using HNO ₃ , HF, H ₃ BO ₃ acid prior to analysis. LOR value is in µg/mL.

The symbol "—" for the method indicates a test outside the scope of accreditation of the laboratory or subcontractor. If the UNICO-SUB code is stated in the method table, this only informs that the tests have been performed by a subcontractor and the results are given in an annex to the test report, including information on test accreditation. If the lab used for matrix outside the scope of accreditation or non-standard sample matrix procedure specified in the accredited method and issues non-accredited results, this fact is stated on the title page of this protocol in the section "Notes". If the test report shows the results of subcontracting, the place of performance of the test is outside the laboratories of ALS Czech Republic, s.r.o.

The method for calculating of the summation parameters is available on request in the customer service.

The end of the certificate of analysis

Apêndice F - Certificados de calibração dos equipamentos utilizados



Digitally signed by
ISQ – Instituto de
Soldadura e Quali-
dade
Date: 2024/09/04
16:25 UTC

Laboratório de Metrologia



Instalações Oeiras

Certificado de Calibração

Certificado n.º : CGAS1061/24

Página 1 de 2

Equipamento:

Contador Tipo I G4

Marca: SAMGÁS
Modelo: RS / 2001 LA
Nº Ident.: **13511984P**
Nº Série: **4943479**
Volume Cíclico: 1,2 dm³

Indicação: Analógica
Resolução: 0,1 dm³
(do dispositivo afixador)
Ano de Fabrico: 2015
Intervalo de Medição: 0,04 m³/h a 6 m³/h
Pressão Máx. Serviço: 1600 mbar

Cliente:

INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL
RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400
4200-465 PORTO

Data de Calibração:

2024-09-04

Condições Ambientais:

Temperatura: (20,2 ± 0,5) °C

Humidade Relativa:

55,8 %hr

Procedimento:

PO.M-DM/GÁS 001 Rev.02
PO.M-DM/GÁS 003 Rev.00

Rastreabilidade:

Os resultados apresentados estão rastreados a padrões nacionais ou internacionais, que realizam as unidades de medição de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).

Gasómetro 500 dm³, Nº ID LG 002, rastreado ao IPQ - Instituto Português da Qualidade.

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 fator de expansão k correspondente a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95 %."

Elaborado por

Ricardo Ribeiro

Responsável pela validação

Nuno Bento Dias

labmetro@isq.pt **http://metrologia.isq.pt**

Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC-MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Certificado de Calibração

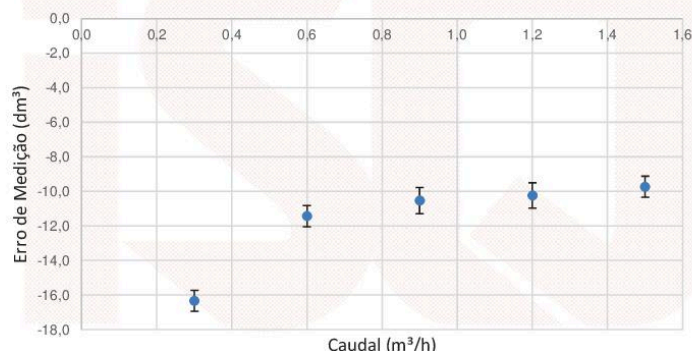
Certificado n.º : CGAS1061/24

Página 2 de 2

Registo de dados: ensaios realizados com ar

Pressão do ensaio: 12,9 mbar

Caudal m³/h	Valor de Equipamento dm³	Valor de Referência dm³	Erro de Medição dm³	Erro de Medição %	Incerteza Expandida dm³	Incerteza Expandida %	Factor de Expansão k	Ar Padrão °C
1,50	90,5	100,24	-9,74	-9,74	0,61	0,61	2,05	20,1
1,20	90,0	100,24	-10,24	-10,24	0,74	0,74	2,14	20,1
0,90	89,7	100,24	-10,54	-10,54	0,76	0,76	2,17	20,2
0,60	88,8	100,24	-11,44	-11,44	0,61	0,61	2,05	20,3
0,30	83,9	100,24	-16,34	-16,34	0,61	0,61	2,05	20,4



Elaborado por

Ricardo Ribeiro

Ricardo Ribeiro

Responsável pela validação

Nuno Dias

Nuno Bento Dias

labmetro@isq.pt <http://metrologia.isq.pt>
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC é signatário da EA MLA e da ILAC MRA para testes, calibração e inspeção. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Digitally signed by
ISQ – Instituto de
Soldadura e Quali-
dade
Date: 2024/09/06
07:54 UTC

Laboratório de Metrologia



Instalações Oeiras

Certificado de Calibração

Certificado n.º : CGAS1062/24

Página 1 de 2

Equipamento:

Contador Tipo I G1,6

Marca: TENGEN

Modelo: TG-J1.6

Nº Ident.: **QB12A720180665**

Nº Série: **2017080011**

Volume Cíclico: 0,7 dm³

Indicação:

Analgógica

Resolução:

0,05 dm³

(do dispositivo afixador)

Ano de Fabrico:

2017

Intervalo de Medição:

0,016 m³/h a 2,5 m³/h

Pressão Máx. Serviço:

100

Cliente:

INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL
RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400
4200-465 PORTO

Data de Calibração:

2024-09-05

Condições Ambientais:

Temperatura: (20,2 ± 0,5) °C

Humidade Relativa:

54 %hr

Procedimento:

PO.M-DM/GÁS 001 Rev.02

PO.M-DM/GÁS 003 Rev.00

Rastreabilidade:

Os resultados apresentados estão rastreados a padrões nacionais ou internacionais, que realizam as unidades de medição de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).

Gasómetro 500 dm³, Nº ID LG 002, rastreado ao IPQ - Instituto Português da Qualidade.

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 fator de expansão k correspondente a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95 %."

Elaborado por

Ricardo Ribeiro

Responsável pela validação

Nuno Bento Dias

labmetro@isq.pt **http://metrologia.isq.pt**

Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC-MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Certificado de Calibração

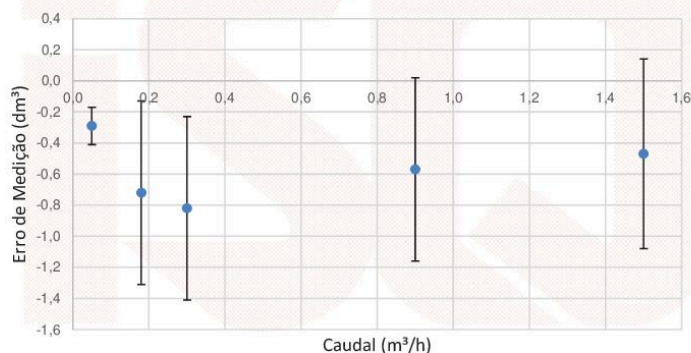
Certificado n.º : CGAS1062/24

Página 2 de 2

Registo de dados: ensaios realizados com ar

Pressão do ensaio: 12,9 mbar

Caudal m³/h	Valor de Equipamento dm³	Valor de Referência dm³	Erro de Medição dm³	Erro de Medição %	Incerteza Expandida dm³	Incerteza Expandida %	Factor de Expansão k	Ar Padrão °C
1,50	99,77	100,24	-0,47	-0,47	0,61	0,61	2,05	20,1
0,90	99,67	100,24	-0,57	-0,57	0,59	0,59	2,05	20,1
0,30	99,42	100,24	-0,82	-0,82	0,59	0,59	2,05	20,3
0,18	99,52	100,24	-0,72	-0,72	0,59	0,59	2,05	20,3
0,05	19,80	20,09	-0,29	-1,45	0,12	0,60	2,05	20,3



Elaborado por

Ricardo Ribeiro

Ricardo Ribeiro

Responsável pela validação

Nuno Dias

Nuno Bento Dias

labmetro@isq.pt <http://metrologia.isq.pt>
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Digitally signed by
ISQ – Instituto de
Soldadura e Quali-
dade
Date: 2025/03/21
07:28 UTC



Laboratório de Metrologia



Instalações de Oeiras

Certificado de Calibração

Certificado nº CMAS 2224/25

Página 1 de 2

Equipamento **IPFnA** (Instrumento de Pesagem de Funcionamento não Automático)
Marca: Adam Intervalo de indicação: 0 a 160000 mg
Modelo: AAA Indicação: Digital
Nº ident.: --- Resolução: 0,1 mg
Nº série: **AE04876118**

Cliente **INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL**
RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400
4200-465 PORTO

Data de
calibração **2025-03-20**

Condições ambientais Temperatura: 18,4 °C Humidade relativa: 60,8 %

Procedimento PO.M - DM / MAS 001 Edição M Rev. 02

Rastreabilidade
Conjunto de massas padrão LM301, classe E1, rastreado à Kern

Local de ensaio Instalações do cliente

Estado do equipamento Não foram identificados aspetos relevantes que afetassem os resultados.

Resultados Encontram-se apresentados na(s) folha(s) seguinte(s).

"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo fator de expansão k correspondente a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95 %. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Elaborado por

Vinicius Scott

Responsável pela validação

Ana Adaixo

labmetro@isq.pt **http://metrologia.isq.pt**
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Certificado de Calibração

Certificado n.º CMAS 2224/25

Página 2 de 3

Ensaio de linearidade:

Valores antes de ajuste

Valor referência (mg)	Indicação (mg)	Erro (mg)	Incerteza expandida (mg)	Factor de expansão k	Gr. de liberdade V _{ef}
0,0	0,0	0,00	0,16	2,32	9
80,0	79,9	-0,10	0,16	2,28	10
120,0	120,0	0,00	0,16	2,28	10
160,0	159,9	-0,10	0,16	2,28	10
500,0	500,1	0,10	0,16	2,28	10
40000,0	40000,1	0,10	0,20	2,06	40
70000,1	70000,4	0,30	0,22	2,04	61
100000,0	100000,7	0,70	0,22	2,05	55

Foi efectuado um ajuste à balança segundo as instruções do fabricante.
A massa utilizada no ajuste foi a massa interna da balança.

Observação: O ensaio de linearidade é realizado de forma descontinua e por ordem crescente de massa.

Elaborado por

Vinicius Scott

Responsável pela validação

Ana Adaixo

labmetro@isq.pt <http://metrologia.isq.pt>
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Certificado de Calibração

Certificado n.º CMAS 2224/25

Página 3 de 3

Ensaio de linearidade:

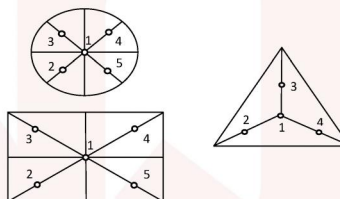
Valores depois de ajuste

Valor referência (mg)	Indicação (mg)	Erro (mg)	Incerteza expandida (mg)	Factor de expansão k	Gr. de liberdade V _{ef}
0,0	0,0	0,00	0,16	2,32	9
80,0	79,9	-0,10	0,16	2,28	10
120,0	120,0	0,00	0,16	2,28	10
160,0	160,0	0,00	0,16	2,28	10
500,0	500,0	0,00	0,16	2,28	10
40000,0	40000,0	0,00	0,20	2,06	40
70000,1	70000,5	0,40	0,22	2,04	61
100000,0	100000,5	0,50	0,22	2,05	55

Observação: O ensaio de linearidade é realizado de forma descontínua e por ordem crescente de massa.

Ensaio de excentricidade:

Posição	Carga (mg)	Indicação (mg)
N.º 1	50000	50000,5
N.º 2	50000	50000,5
N.º 3	50000	50000,5
N.º 4	50000	50000,5
N.º 5	50000	50000,5



Excentricidade máxima = 0,0 mg

Ensaio de repetibilidade:

Carga (mg)	N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4	N.º 5	Desvio padrão (mg)	Amplitude (mg) *
100000	100000,5	100000,6	100000,5	100000,6	100000,5	0,05	0,1

Ensaio de reprodutibilidade:

Carga (mg)	N.º 1	N.º 2	Amplitude (mg) *
100000	100000,8	100000,6	0,2

* Informação necessária para a comprovação da reprodutibilidade: Amplitude = Imáx - Imín

Qualquer ajuste não realizado da forma indicada, pode invalidar os resultados da calibração.

Elaborado por

Vinicius Scott

Responsável pela validação

Ana Adaixo

labmetro@isq.pt <http://metrologia.isq.pt>
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Digitally signed by
ISQ – Instituto de
Soldadura e Quali-
dade
Date: 2025/03/21
07:28 UTC


Laboratório de Metrologia



Instalações de Oeiras

Certificado de Calibração

Certificado n.º CMAS 2228/25

Página 1 de 2

Equipamento **IPFnA** (Instrumento de Pesagem de Funcionamento não Automático)
Marca: Nahita Intervalo de indicação: 0 a 1000 g
Modelo: 5161 Indicação: Digital
N.º ident.: --- Resolução: 0,1 g
N.º série: 5161201801011

Cliente **INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL**
RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400
4200-465 PORTO

Data de
calibração **2025-03-20**

Condições ambientais Temperatura: 18,6 °C Humidade relativa: 61,6 %

Procedimento PO.M - DM / MAS 001 Edição M Rev. 02

Rastreabilidade
Conjunto de massas padrão LM301, classe E1, rastreado à Kern

Local de ensaio Instalações do cliente

Estado do
equipamento Não foram identificados aspetos relevantes que afetassem os resultados.

Resultados Encontram-se apresentados na(s) folha(s) seguinte(s).

"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo fator de expansão k correspondente a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95 %. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Elaborado por

Vinicius Scott

Responsável pela validação

Ana Adaixo

labmetro@isq.pt **http://metrologia.isq.pt**
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Certificado de Calibração

Certificado n.º CMAS 2228/25

Página 2 de 3

Ensaio de linearidade:

Valores antes de ajuste

Valor referência (g)	Indicação (g)	Erro (g)	Incerteza expandida (g)	Factor de expansão k	Gr. de liberdade ν_{ef}
0,0	0,0	0,000	0,082	2,00	> 500
4,0	4,0	0,000	0,082	2,00	> 500
40,0	40,0	0,000	0,082	2,00	> 500
200,0	199,9	-0,100	0,082	2,00	> 500
400,0	399,8	-0,200	0,082	2,00	> 500
600,0	599,7	-0,300	0,082	2,00	> 500
800,0	799,6	-0,400	0,082	2,00	> 500
1000,0	999,5	-0,500	0,082	2,00	> 500

Foi efectuado um ajuste à balança segundo as instruções do fabricante.
A massa utilizada no ajuste foi uma massa externa do Labmetro.

Observação: O ensaio de linearidade é realizado de forma descontinua e por ordem crescente de massa.

Elaborado por

Vinicius Scott

Responsável pela validação

Ana Adaixo

labmetro@isq.pt **http://metrologia.isq.pt**
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Certificado de Calibração

Certificado n.º CMAS 2228/25

Página 3 de 3

Ensaio de linearidade:

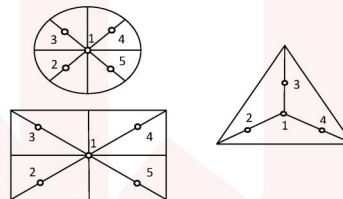
Valores depois de ajuste

Valor referência (g)	Indicação (g)	Erro (g)	Incerteza expandida (g)	Factor de expansão k	Gr. de liberdade V _{ef}
0,0	0,0	0,000	0,082	2,00	> 500
4,0	4,0	0,000	0,082	2,00	> 500
40,0	40,0	0,000	0,082	2,00	> 500
200,0	200,0	0,000	0,082	2,00	> 500
400,0	400,0	0,000	0,082	2,00	> 500
600,0	600,0	0,000	0,082	2,00	> 500
800,0	800,0	0,000	0,082	2,00	> 500
1000,0	1000,0	0,000	0,082	2,00	> 500

Observação: O ensaio de linearidade é realizado de forma descontinua e por ordem crescente de massa.

Ensaio de excentricidade:

Posição	Carga (g)	Indicação (g)
Nº 1	500	500,0
Nº 2	500	500,0
Nº 3	500	500,1
Nº 4	500	500,0
Nº 5	500	500,0



Excentricidade máxima = 0,1 g

Ensaio de repetibilidade:

Carga (g)	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Desvio padrão (g)
1000	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	0,00

Ensaio de reprodutibilidade:

Não aplicável

Qualquer ajuste não realizado da forma indicada, pode invalidar os resultados da calibração.

Elaborado por

Vinicius Scott

Responsável pela validação

Ana Adaixo

labmetro@isq.pt <http://metrologia.isq.pt>
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC é signatário da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto quando autorizado por escrito do ISQ. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Digitally signed by
ISQ – Instituto de
Soldadura e Quali-
dade
Date: 2024/09/09
14:52 UTC



Laboratório de Metrologia



Instalações
Grijó

Certificado de Calibração

Certificado n.º CPRE3647/24

Página 1 / 2

Equipamento Transdutor de Pressão Absoluta

Marca:	Tecora	Indicação:	Digital
Modelo:	Isostack G4	N.º Série:	13511984P
N.º Ident.:	(Absoluta)	Classe / Exatidão	---
Intervalo de Indicação I:	0 a 105 kPa	Resolução dispositivo afixador I:	0,1 kPa

Cliente **INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL**
RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400
4200-465 PORTO

Data de Calibração **2024-09-06**

Condições Ambientais
(valores médios) Temperatura 19,2 °C Humidade relativa 47,3 %hr

Procedimento PO.M - DM/PRES 001, Rev.03; PRES 004, Rev.04

Rastreabilidade Os resultados apresentados estão rastreados a padrões nacionais ou internacionais, que realizam as unidades de medição de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).

Padrão de Referência de [0,035; 1,2] bar (N.º ID: LP156_abs), rastreado a Druck Standards Laboratory (Inglaterra)

Estado do Equipamento Não foram identificados aspectos relevantes podendo afetar os resultados.

Resultados "A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo fator de expansão k correspondente a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95 %. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Elaborado por

Henrique Correia

Responsável pela validação

Angela Ferreira

labmetro@isq.pt **http://metrologia.isq.pt**
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Certificado de Calibração

Certificado n.º CPRE3647/24

Página 2 / 2

Valor do equipamento	Valor de referência	Erro	± Incerteza expandida	Factor de expansão (k)
[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	
85,3	85,00	0,30	0,16	2,00
90,3	90,00	0,30	0,16	2,00
95,2	95,00	0,20	0,16	2,00
100,2	100,00	0,20	0,16	2,00
104,9	104,84	0,06	0,16	2,00
100,2	100,00	0,20	0,16	2,00
95,2	95,00	0,20	0,16	2,00
90,3	90,00	0,30	0,16	2,00
85,3	85,00	0,30	0,16	2,00

Observações: O Laboratório considera a tomada de pressão como nível de referência do equipamento.

Elaborado por

Henrique Correia

Responsável pela validação

Angela Ferreira

labmetro@isq.pt **http://metrologia.isq.pt**
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC-MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Digitally signed by
ISO – Instituto de
Soldadura e Quali
dade
Date: 2024/09/09
14:52 UTC

Laboratório de Metrologia



Instalações
Griljô

Certificado de Calibração

Certificado n.º CPRE3648/24

Página 1 / 2

Equipamento Transdutor de Pressão Diferencial

Marca:	Tecora	Indicação:	Digital
Modelo:	Isostack G4	N.º Série:	13511984P
N.º Ident.:	(Diferencial)	Classe:	---
Intervalo de Indicações I:	0 a 2500 Pa	Resolução do dispositivo afixador I:	1 Pa

Cliente **INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL**
RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400
4200-465 PORTO

Data de Calibração **2024-09-06**

Condições Ambientais Temperatura 19,3 ° C Humidade relativa 46,7 %hr
(valores médios)

Procedimento PO.M - DM/PRES 001, Rev.02; PRES 008 Ed.B, Rev.01

Rastreabilidade Calibrador de Pressão N.º ID: LP202 (Dif. I), rastreado à Additel (Estados Unidos).
Calibrador de Pressão N.º ID: LP202 (Dif. II), rastreado à Additel (Estados Unidos).
Calibrador de Pressão N.º ID: LP202 (Dif. III), rastreado à Additel (Estados Unidos).

Estado do Equipamento Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

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

Elaborado por

Henrique Correia

Responsável pela validação

Angela Ferreira

labmetro@isq.pt **http://metrologia.isq.pt**
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Certificado de Calibração

Certificado n.º CPRE3648/24

Página 2 / 2

Valor do equipamento	Valor de referência	Erro	± Incerteza expandida	Factor de expansão (k)
[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	
0	0	0,0	1,8	2,04
0	5	-5,0	1,8	2,04
493	500	-7,0	4,9	2,05
996	1 000	-4,0	8,3	2,05
1 503	1 500	2,0	8,3	2,05
2 003	2 000	3,0	8,3	2,05
1 503	1 500	2,0	8,3	2,05
996	1 000	-4,0	8,3	2,05
493	500	-7,0	4,9	2,05
0	5	-5,0	1,8	2,04
0	0	0,0	1,8	2,04

Elaborado por

Henrique Correia

Responsável pela validação

Angela Ferreira

labmetro@isq.pt **http://metrologia.isq.pt**
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Digitally signed by
ISQ – Instituto de
Soldadura e Quali
dade
Date: 2024/09/03
17:09 UTC



Laboratório de Metrologia



Instalações de
Grijó

Certificado de Calibração

Certificado n.º CTEM5750/24

Página 1 de 2

Equipamento	Sensor industrial ligado a uma unidade de leitura	
	Marca: Tecora	Indicação: Digital
	Modelo: Isostack G4	Intervalo de indicação: ---
	N.º ident.: ---	Resolução: 0,01 °C / 0,1 °C
	N.º série: 13511984P	
Cliente	INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400 4200-465 PORTO	
Data de Calibração	2024-09-03	
Condições Ambientais	Temperatura: 21,0 °C	Humidade relativa: 51,4 %hr
Procedimento	LABMETRO PO.M - DM / TEMP-02, Rev.07	
Rastreabilidade	Ponte de resistência padrão LT112, rastreado ao Laboratório de Calibração Electro-Física do ISQ (Portugal) Ponte de resistência padrão LT160, rastreado ao Laboratório de Calibração Electro-Física do ISQ (Portugal) Termómetro de resistência de platina padrão LT337, rastreado ao CEM (Espanha) Termómetro de resistência de platina padrão LT438, rastreado ao Burns Eng. (E.U.A.)	
Estado do Equipamento	Não foram identificados aspectos relevantes que afetassem os resultados.	
Resultados	Os resultados apresentados aplicam-se apenas aos item(s) ensaiado(s). "A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=xx, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de aproximadamente 95 %."	

Elaborado por

João Pinto

João Pinto

Responsável pela validação

António Soares

labmetro@isq.pt <http://metrologia.isq.pt>
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Continuação de Certificado

Certificado n.º: CTEM5750/24

Página 2 de 2

Temperatura (°C)

	Valor de referência	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida	Factor de expansão k=xx
Sensor Interno:	10,001	9,78	-0,22	0,10	2,00
	25,002	24,66	-0,34	0,10	2,00
	40,013	39,32	-0,69	0,10	2,00
Sensor Externo:	30,021	27,4	-2,62	0,12	2,00
	149,991	144,6	-5,39	0,22	2,00
	300,021	291,8	-8,22	0,25	2,00
	450,038	440,6	-9,44	0,53	2,00
	599,987	588,7	-11,29	0,53	2,00

Elaborado por

João Pinto

João Pinto

Responsável pela validação

António Soares

António Soares

labmetro@isq.pt <http://metrologia.isq.pt>
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Digitally signed by
ISQ – Instituto de
Soldadura e Quali-
dade
Date: 2024/09/03
12:13 UTC

Laboratório de Metrologia



Instalações de
Grijó

Certificado de Calibração

Certificado n.º CTEM5751/24

Página 1 de 2

Equipamento	Sensor industrial ligado a uma unidade de leitura	
	Marca: Dado Lab	Indicação: Digital
	Modelo: QB1	Intervalo de indicação: 10 a 40 °C
	N.º ident.: ---	Resolução: 0,1 °C
	N.º série: QB12A720180665	
Cliente	INEGI-INSTITUTO CIÊNCIA E INOVAÇÃO ENG. MECÂNICA E ENG. INDUSTRIAL RUA DR. ROBERTO FRIAS, 400 4200-465 PORTO	
Data de Calibração	2024-09-03	
Condições Ambientais	Temperatura: 20,9 °C	Humidade relativa: 54,3 %hr
Procedimento	LABMETRO PO.M - DM / TEMP-02, Rev.07	
Rastreabilidade	Ponte de resistência padrão LT112, rastreado ao Laboratório de Calibração Electro-Física do ISQ (Portugal) Ponte de resistência padrão LT160, rastreado ao Laboratório de Calibração Electro-Física do ISQ (Portugal) Termómetro de resistência de platina padrão LT337, rastreado ao CEM (Espanha) Termómetro de resistência de platina padrão LT438, rastreado ao Burns Eng. (E.U.A.)	
Estado do Equipamento	Não foram identificados aspectos relevantes que afetassem os resultados.	
Resultados	Os resultados apresentados aplicam-se apenas aos item(s) ensaiado(s). "A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=xx, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de aproximadamente 95 %."	

Elaborado por

João Pinto

João Pinto

Responsável pela validação

António Soares

labmetro@isq.pt <http://metrologia.isq.pt>
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.



Continuação de Certificado

Certificado n.º: CTEM5751/24

Página 2 de 2

Temperatura (°C)

	Valor de referência	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida	Factor de expansão k=xx
Sensor interno:	14,993	15,5	0,51	0,12	2,00
	25,002	25,5	0,50	0,12	2,00
	39,993	40,4	0,41	0,12	2,00

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 a ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto 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. Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.

Elaborado por

João Pinto

João Pinto

Responsável pela validação

António Soares

António Soares

labmetro@isq.pt <http://metrologia.isq.pt>
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Data de Emissão: 13/06/2024

Certificado n.º: LMEG24061202

Página 1/2
ML 0107a/39

Equipamento a calibrar:
Designação: Analisador de Compostos Orgânicos
Marca: Polaris FID
Modelo: PF-300
N.º Série: PF00300
Código Interno: -----

Assinado por: **Paulo Alexandre Marques Vieira Gomes**
Num. de Identificação: 09829256
Data: 2024.06.16 18:41:39+01'00'

Local da calibração: LMEG - Sanjotec

Cliente: INEGI

Morada: Campus da FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, 400
4200-465 Porto



Procedimento: MIL.01 (16) de 23-06-2022

Rastreabilidade: Os resultados apresentados estão rastreados a padrões nacionais ou internacionais que realizam as unidades de medição de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).

Data(s) de calibração:
12/06/2024
13/06/2024

Estado do Equipamento: Equipamento em bom estado de conservação.

Condições ambientais:
Temperatura: 23,6 a 25,0 °C
Humidade Relativa: 46,6 a 58,9 %
Pressão atmosférica: 996,3 a 999,0 hPa

Incertezas: "As incertezas foram estimadas de acordo com a metodologia do documento EA-4/02 a partir das componentes da incerteza do padrão, do método de calibração e das características do equipamento calibrado (repetibilidade e resolução)."

"A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão $k=2,0$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de aproximadamente 95%."

Resultados: Os resultados da calibração são apresentados na página 2/2 e referem-se apenas aos itens calibrados.

LMEG - Laboratório de Metrologia de Gases
Centro Empresarial e Tecnológico de S. João da Madeira
Rua de Fundões, n.º 151, 3700-121 S. João da Madeira
Módulo B.3.4

Tel: 234 397 790
Fax: 234 397 799
E-mail: lmeg@lmeg.pt
Site: <http://www.lmeg.pt>

Este certificado de calibração só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando seja autorizado pelo LMEG.



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Data de Emissão: 13/06/2024

Certificado n.º: LMEG24061202

Página 2/2

ML 0107a/39

Resultados da Calibração:

Parâmetro Metano (CH₄)

Valor de Referência [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Leitura Inicial [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Média de Leituras [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Erro [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Incerteza [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]
0,00	(*)	-	-3,16	0,33
65,5	-	63,1	-2,4	1,4
195,4	-	194,4	-1,0	3,6
259,9	-	258,7	-1,2	4,7
391,3	-	391,0	-0,3	6,7
454,8	-	456,4	1,6	7,6
584,7	-	588,0	3,3	9,3
650	-	652	2	10

Parâmetro Propano (C₃H₈)

Valor de Referência [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Leitura Inicial [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Média de Leituras [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Erro [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Incerteza [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]
0,000	(*)	-	-0,381	0,062
65,2	-	63,7	-1,4	1,2
195,7	-	191,6	-4,1	3,4
260,0	-	254,9	-5,1	4,5
391,0	-	383,0	-8,0	6,5
455,7	-	446,2	-9,5	7,5
584,4	-	574,2	-10,2	9,2
650	-	638	-12	10

Correções:

Parâmetro	Ajuste
CH ₄	Não
C ₃ H ₈	Não

Observações:

MIL : Método Interno do Laboratório

Os pontos de calibração assinalados com (*) não estão incluídos no âmbito da acreditação.

O sistema de medição automático portátil que foi calibrado era constituído pelo analisador.

Disposição dos equipamentos na calibração: Material de referência gasoso + Ar zero →
→ Sistema de diluição → Sistema de medição automático portátil (P-AMS) → Atmosfera

A calibração foi realizada numa matriz de ar sintético.

Desvios ao método de calibração: não foram verificados.

Sempre que se verifique desvio ao método, os resultados associados a esse desvio, estão fora do âmbito da acreditação.

Calibrado por

Bruno Almeida

Bruno Almeida

Responsável pela autorização

Paulo Gomes

Paulo Gomes (Responsável Técnico)

LMEG - Laboratório de Metrologia de Gases
Centro Empresarial e Tecnológico de S. João da Madeira
Rua de Fundões, n.º 151, 3700-121 S. João da Madeira
Módulo B.3.4

Tel: 234 397 790
Fax: 234 397 799
E-mail: lme@lme.pt
Site: http://www.lme.pt

Este certificado de calibração só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando seja autorizado pelo LMEG.



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Data de Emissão: 04/03/2025 Certificado n.º: LMEG25030301

Página 1/3
ML 0107a/40

Equipamento a calibrar:
Designação: Analisador de Gases
Marca: Horiba
Modelo: PG-350E
N.º Série: YYDYARNT
Código Interno: -----

Assinado por: **Paulo Alexandre Marques Vieira Gomes**

Num. de Identificação: 09829256
Data: 2025.03.08 07:37:35+00'00'

Local da calibração: LMEG - Sanjotec

Cliente: INEGI

Morada: Campus da FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, 400
4200-465 Porto



Procedimento: MIL.01 (16) de 23-06-2022

Rastreabilidade: Os resultados apresentados estão rastreados a padrões nacionais ou internacionais que realizam as unidades de medição de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).

Data(s) de calibração: 03/03/2025

Estado do Equipamento: Equipamento em bom estado de conservação.

Condições ambientais:
Temperatura: 21,8 a 22,6 °C
Humidade Relativa: 39,8 a 45,2 %
Pressão atmosférica: 990,9 a 992,9 hPa

Incertezas: "As incertezas foram estimadas de acordo com a metodologia do documento EA-4/02 a partir das componentes da incerteza do padrão, do método de calibração e das características do equipamento calibrado (repetibilidade e resolução)."

"A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão $k=2,0$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de aproximadamente 95%."

Resultados: Os resultados da calibração são apresentados na página 2/3 e 3/3 e referem-se apenas aos itens calibrados.

LMEG - Laboratório de Metrologia de Gases
Centro Empresarial e Tecnológico de S. João da Madeira
Rua de Fundões, n.º 151, 3700-121 S. João da Madeira
Módulo B.3.4

Tel: 234 397 790
Fax: 234 397 799
E-mail: lmeg@lmeg.pt
Site: <http://www.lmeg.pt>

Este certificado de calibração só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando seja autorizado pelo LMEG.



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Data de Emissão: 04/03/2025 Certificado n.º: LMEG25030301

Página 2/3
ML 0107a/40

Resultados da calibração:

Parâmetro: Monóxido de Carbono (CO)

Valor de Referência [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Leitura Inicial [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Média de Leituras [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Erro [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Incerteza [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]
0,00 (*)	-	1,51	1,51	0,17
200,9	-	201,9	1,0	3,6
601	-	597	-4	10
801	-	805	4	13
1202	-	1203	1	18
1398	1321	1398	0	20
1800	-	1797	-3	24
2001	-	1995	-6	26

Parâmetro: Dióxido de Enxofre (SO2)

Valor de Referência [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Leitura Inicial [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Média de Leituras [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Erro [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Incerteza [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]
0,00 (*)	-	-1,50	-1,50	0,21
200,8	-	195,5	-5,3	3,7
602,0	-	584	-18	9,9
801	-	789	-12	12
1203	-	1184	-19	17
1399	-	1380	-19	18
1801	-	1779	-22	21
1999	-	1971	-28	22

Parâmetro: Monóxido de Azoto (NO)

Valor de Referência [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Leitura Inicial [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Média de Leituras [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Erro [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]	Incerteza [(ppm) 10 ⁻⁶ mol.mol ⁻¹]
0,00 (*)	-	-0,05	-0,05	0,07
250,4	-	235,0	-15,4	4,6
750	-	725	-25	12
1002	-	978	-24	15
1501	-	1490	-11	19
1749	1831	1753	4	20
2251	-	2294	43	24
2503	-	2568	65	26

Parâmetro: Oxigénio (O2)

Valor de Referência [(%vol.) 10 ⁻² mol.mol ⁻¹]	Leitura Inicial [(%vol.) 10 ⁻² mol.mol ⁻¹]	Média de Leituras [(%vol.) 10 ⁻² mol.mol ⁻¹]	Erro [(%vol.) 10 ⁻² mol.mol ⁻¹]	Incerteza [(%vol.) 10 ⁻² mol.mol ⁻¹]
0,0000 (*)	-	-0,02	-0,02	0,0074
2,105	-	2,08	-0,02	0,035
6,288	-	6,29	0,00	0,081
8,403	-	8,42	0,02	0,095
12,60	-	12,63	0,03	0,11
14,69	-	14,73	0,04	0,10
18,91	-	18,99	0,08	0,10
20,89	-	21,01	0,12	0,10

LMEG - Laboratório de Metrologia de Gases
Centro Empresarial e Tecnológico de S. João da Madeira
Rua de Fundões, n.º 151, 3700-121 S. João da Madeira
Módulo B.3.4

Tel: 234 397 790
Fax: 234 397 799
E-mail: lmeg@lmeg.pt
Site: <http://www.lmeg.pt>

Este certificado de calibração só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando seja autorizado pelo LMEG.



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Data de Emissão: 04/03/2025

Certificado n.º: LMEG25030301

Página 3/3

ML 0107a/40

Resultados da calibração (cont.):

Parâmetro: Dióxido de Carbono (CO₂)

Valor de Referência [(%vol.) 10 ⁻² mol.mol ⁻¹]	Leitura Inicial [(%vol.) 10 ⁻² mol.mol ⁻¹]	Média de Leituras [(%vol.) 10 ⁻² mol.mol ⁻¹]	Erro [(%vol.) 10 ⁻² mol.mol ⁻¹]	Incerteza [(%vol.) 10 ⁻² mol.mol ⁻¹]
0,0000 (*)	-	0,02	0,02	0,0058
2,502	-	2,68	0,18	0,046
7,49	-	7,86	0,37	0,12
10,01	-	10,44	0,43	0,15
14,99	-	15,32	0,33	0,19
17,51	-	17,73	0,22	0,21
22,48	-	22,65	0,17	0,23
25,01	-	25,07	0,06	0,25

Correções:

Parâmetro	Ajuste
CO	Sim
SO ₂	Não
NO	Sim
O ₂	Não
CO ₂	Não

Observações:

MIL : Método Interno do Laboratório

Os pontos de calibração assinalados com (*) não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Para os parâmetros onde foram efectuados ajustes, as leituras iniciais e média das leituras foram registadas antes e depois dos ajustes respectivamente.

O sistema de medição automático portátil que foi calibrado era constituído pelo analisador.

Disposição dos equipamentos na calibração: Material de referência gasoso + Ar zero →
→ Sistema de diluição → Sistema de medição automático portátil (P-AMS) → Atmosfera

Foi utilizado o software EDA-2000 (versão 2.4/1.2005) para aquisição dos dados.

A calibração foi realizada numa matriz de azoto.

Desvios ao método de calibração: não foram verificados.

Sempre que se verifique desvio ao método, os resultados associados a esse desvio, estão fora do âmbito da acreditação.

Calibrado por

Bruno Almeida

Bruno Almeida

Responsável pela autorização

Paulo Gomes

Paulo Gomes (Responsável Técnico)

LMEG - Laboratório de Metrologia de Gases
Centro Empresarial e Tecnológico de S. João da Madeira
Rua de Fundões, n.º 151, 3700-121 S. João da Madeira
Módulo B.3.4

Tel: 234 397 790
Fax: 234 397 799
E-mail: lmeg@lmeg.pt
Site: <http://www.lmeg.pt>

Este certificado de calibração só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando seja autorizado pelo LMEG.

Apêndice G - Informação complementar sobre os métodos de ensaio

Parâmetro	Método de amostragem	Limite de deteção	Limite de quantificação
Amostragem e determinação de humidade Método da condensação/adsorção e método da temperatura	EN 14790:2017	0,5 %	4 %
Determinação da velocidade e caudal em condutas Método de referência manual	EN ISO 16911-1:2013	≈ 2 m/s	≈ 3 m/s
Amostragem e determinação de oxigénio Método paramagnético	EN 14789:2017	0,05 %	0,5 %
Amostragem e determinação de dióxido de carbono Método da absorção de infravermelhos não dispersivos	CEN/TS 17405:2020	0,05 %	0,5 %
Amostragem e determinação de monóxido de carbono Método da absorção de infravermelhos não dispersivos	EN 15058:2017	0,05 mg/m ³	0,5 mg/m ³
Amostragem e determinação de óxidos de azoto (NO, NO ₂ , NOx) Método da quimiluminescência	EN 14792:2017	0,4 mg/m ³	4 mg/m ³
Amostragem e determinação de compostos orgânicos voláteis totais Método de ionização de chama	EN 12619:2013	0,05 mg de carbono total /m ³	0,5 mg de carbono total /m ³
Amostragem e determinação de partículas totais Gravimetria	EN 13284-1:2017	5 % do VLE	< 10 % do VLE (em base seca e antes da correção para o valor de referência de O ₂)
Amostragem de SO ₂ IC ⁽¹⁾	EN 14791:2017	0,05 mg/m ³	< 10 % do VLE (em base seca e antes da correção para o valor de referência de O ₂)
Amostragem de HF IC ⁽¹⁾	ISO 15713:2006	0,01 mg/m ³	< 10 % do VLE (em base seca e antes da correção para o valor de referência de O ₂)
Amostragem de HCl IC ⁽¹⁾	EN 1911:2010	0,2 mg/m ³	< 10 % do VLE (em base seca e antes da correção para o valor de referência de O ₂)
Amostragem de metais pesados ICP - MS ⁽¹⁾	EN 14385:2004	0,0002 mg/m ³ (por elemento)	< 10 % do VLE (em base seca e antes da correção para o valor de referência de O ₂)
Amostragem de mercúrio AFS ⁽¹⁾	EN 13211:2001/AC:2005	0,0005 mg/m ³	< 10 % do VLE (em base seca e antes da correção para o valor de referência de O ₂)
Amostragem de Cl ₂ IC ⁽¹⁾	EPA 26A:2020	0,02 mg/m ³	< 10 % do VLE (em base seca e antes da correção para o valor de referência de O ₂)

⁽¹⁾ A análise das frações resultantes da amostragem está fora do âmbito da acreditação e é contratada a laboratório acreditado

MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

**INEGI – Instituto de Ciência e Inovação
em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial**

Campus da FEUP | Rua Dr. Roberto Frias, 400 | 4200-465 Porto | Portugal
T. +351 22 957 87 10 | inegi@inegi.up.pt

www.inegi.pt

