



Sociedade Cerâmica do Alto, Lda.

FF1 - Forno

Efluentes Gasosos

Amostragens realizadas em: 09/11/2018

RELATÓRIO de ENSAIO n.º 1488-18-SCT-fr de 19/12/2018

PROPOSTA n.º 40.518-HV



Enarpur - Estudos Atmosféricos e Energia, Lda
Beco do Areeiro, n.º 6 - Moitinhos - São Salvador
3830 - 254 Ílhavo

Telefone: +351 234 343 570

Email: mail@enarpur.pt

Relatório de Ensaio

Índice

1.	DADOS GERAIS.....	4
1.1.	IDENTIFICAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ENSAIO.....	4
1.2.	IDENTIFICAÇÃO DO CLIENTE	4
1.3.	OBJETIVOS DA MEDIÇÃO	4
1.4.	PESSOAL AFECTO À AMOSTRAGEM.....	4
2.	CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO E DA FONTE FIXA MONITORIZADA	5
3.	DESCRIÇÃO DO LOCAL DE MEDIÇÃO	5
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE AMOSTRAGEM	5
3.2.	CARACTERIZAÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM.....	6
3.3.	DURAÇÃO ENSAIOS.....	6
4.	RESULTADOS	8
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DO ESCOAMENTO	8
4.2.	VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE LEGAL	9
5.	EQUIPAMENTO	10
6.	GARANTIA DE QUALIDADE.....	10

Tabela 1 - Pessoal afecto ao ensaio	4
Tabela 2 - Fonte fixa monitorizada	5
Tabela 3 - Caracterização do processo	5
Tabela 4 - Caracterização do local de amostragem	5
Tabela 5 - Caracterização do plano de amostragem	6
Tabela 6 - Cumprimento requisitos do ponto 6.2.1 da EN 15259:2007	6
Tabela 7 - Períodos de amostragem	6
Tabela 8 - Métodos de ensaio e datas de realização	7
Tabela 9 - Caracterização do efluente	8
Tabela 10 - Parâmetros calculados	8
Tabela 11 - Resultados obtidos e comparação com os VLE aplicáveis	9
Tabela 12 - Verificação conformidade legal	9
Tabela 13 - Equipamentos de medição utilizados	10
Tabela 14 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Velocidade e Caudal	10
Tabela 15 - Padrões utilizados na determinação de O ₂ , CO ₂ , CO, NO	11
Tabela 16 - Padrões utilizados na determinação de Compostos orgânicos voláteis totais	11
Tabela 17 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Partículas	11
Tabela 18 - Características da amostragem - Partículas	12
Tabela 19 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Ácido Sulfídrico	12
Tabela 20 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Óxidos de Enxofre	12
Tabela 21 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Ácido Clorídrico	12
Tabela 22 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Ácido Fluorídrico	13
Tabela 23 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Metais Pesados	13
Tabela 24 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Eficiência de Absorção do 3.º borbulhador	13

1. Dados Gerais

1.1. Identificação do Laboratório de Ensaio

Laboratório de Ensaio: Enarpur - Estudos Atmosféricos e Energia, Lda

Código de acreditação IPAC: L0330

1.2. Identificação do Cliente

Empresa: Sociedade Cerâmica do Alto, Lda.

Morada: Vale do Grou - Aguada de Cima - Águeda

1.3. Objetivos da medição

Verificação do cumprimento legal

- Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de Junho;
- Licença Ambiental nº 50/1/2017

1.4. Pessoal afecto à amostragem

Tabela 1 - Pessoal afecto ao ensaio

Técnico responsável pela amostragem	Pedro Gordinho
Técnico de amostragem	Wagner Lanzilotti
Técnica de análise laboratorial	Liliana Carneiro
Responsável pelo ensaio	Carla Gonçalves

2. Caracterização do processo e da fonte fixa monitorizada

Tabela 2 - Fonte fixa monitorizada

Designação Fonte Fixa	FF1 - Forno
Número de Cadastro	--
Código interno da Enarpur	SCT-fr

Tabela 3 - Caracterização do processo.

Breve Descrição do Processo	
Os efluentes gasosos são provenientes da exaustão do forno de túnel.	
Potência	2640 kW
Capacidade Nominal (Máxima)	250 t/dia
Capacidade durante a amostragem (%)	210 t/dia
Capacidade utilizada no mês anterior (%)	210 t/dia
Regime de Funcionamento	24 h/dia
Combustível utilizado durante a amostragem	Coque, biomassa e Fuel
Combustível consumido durante a medição (kg/h)	--
Existem equipamentos de redução de emissões? Quais?	Não --

NOTA: Os dados foram fornecidos pelo cliente.

3. Descrição do Local de Medição

3.1. Caracterização do local de amostragem

Tabela 4 - Caracterização do local de amostragem

Características do local de amostragem		Cumprimento da NP 2167 / EN 15259
Geometria da Secção	Circular;	--
Diâmetro Interno da Chaminé	$\varnothing = 1 \text{ m}$	--
Área da Secção de Amostragem	$A = 0,79 \text{ m}^2$	--
Número de Tomas de Amostragem Existentes / Utilizadas	2	Sim
Comprimento dos Segmentos Rectilíneos Livres de Perturbações e Adjacentes à Toma de Amostragem	$M = 5 \text{ m}; J > 5 \text{ m}$	Sim
Plataforma de Amostragem*	Temporária	Sim
Altura da Chaminé (cota máxima em relação ao solo)	20 m	

* Permite a realização, em segurança, dos procedimentos de amostragem.

3.2. Caracterização do plano de amostragem

Tabela 5 - Caracterização do plano de amostragem

Linhas de amostragem		2
Pontos de amostragem por linha de amostragem		3 + 2
Localização dos pontos de amostragem	linha de amostragem 1	0,11 m ; 0,50 m ; 0,89 m ;
	linha de amostragem 2	0,11 m ; 0,89 m ;

Cumprimento dos requisitos do ponto 6.2.1 da EN 15259:2007, relativamente à adequabilidade da localização da secção de amostragem para caracterização do efluente gasoso:

Tabela 6 - Cumprimento requisitos do ponto 6.2.1 da EN 15259:2007

Requisito	Valor	Cumprimento
O ângulo do desvio máximo do escoamento, em relação ao eixo longitudinal da conduta, é inferior a 15°	$\alpha < 3^\circ$	Sim
O fluxo local é positivo (flui de montante para jusante)	✓	Sim
A menor pressão diferencial é superior a 5 Pa	63,8 Pa	Sim
O rácio máximo local, entre as velocidades mínima e máxima do efluente, é inferior a 3:1	$V_{\max}/V_{\min} = 1,3$	Sim

3.3. Duração ensaios

Tabela 7 - Períodos de amostragem

Amostragem (parâmetro)	Início (hora)	Fim (hora)	Duração da Amostragem (horas)
CO, CO ₂ , O ₂ , NO _x	12:20	13:00	0:50
Humidade	12:25	12:55	0:30
Partículas	12:25	12:55	0:30
HCl	12:25	12:55	0:30
Compostos orgânicos voláteis	13:03	13:33	0:30
H ₂ S	13:10	14:10	0:60
SO ₂	13:10	14:10	0:60
HF	14:20	14:50	0:40
Metais Pesados	13:18	13:58	0:40

Os ensaios e respectivos métodos, associados à determinação dos parâmetros requeridos, são os seguintes:

Tabela 8 - Métodos de ensaio e datas de realização

Ensaio ^{a)}	Método de Ensaio		Data de amostragem	Data de análise
Determinação da velocidade e Caudal Volumétrico. [Sensor de Pressão]	EN ISO 16911	A	09/11/2018	09/11/2018
Determinação da concentração de compostos orgânicos voláteis. Método de ionização de chama [FID]	EN 12619:2013	A		
Amostragem e determinação de dióxido de carbono. CO ₂ [NDIR]	ITT33 (C):8-10-2013	A		
Determinação de oxigénio. O ₂ [Paramagnetismo]	EN 14789:2005	A		
Determinação de monóxido de carbono. CO [NDIR]	EN 15058:2006	A		
Determinação de óxidos de azoto. NO _x [Quimiluminescência]	EN 14792: 2005	A		
Amostragem e determinação de humidade (H ₂ O)[Condensação / Adsorção].	EN 14790:2005	A		15/11/2018
Determinação da concentração de dióxido de enxofre. SO ₂ [Método de Thorin]	EN 14791:2005			14/11/2018
Amostragem e determinação de partículas. Método gravimétrico	ISO 9096:2003	A		09/11/2018
Amostragem e determinação de sulfureto de hidrogénio. H ₂ S [Titulometria]	NP 4340:1998	A		22/11/2018
Amostragem e determinação de Fluoretos [Potenciometria]	ISO 15713:2006	A		12/11/2018
Amostragem e determinação de Compostos Inorgânicos Clorados. HCl. [Titulação Potenciométrica]	EN 1911:2010	A		04/12/2018
Amostragem de metais: Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V. [ICP] *	EN 14385:2004	A		04/12/2018
Amostragem de metais: Zn. [ICP] *	ITT94(A):17-04-2015	NA	04/12/2018	

a) Inclui amostragem e determinação, excepto se assinalado com *, caso em que determinação é subcontratada;

Legenda: Metais: Cd- cádmio; Cr- crómio; Cu- cobre; Ni-níquel; Pb- chumbo; Zn- zinco; V-vanádio; Sb-antimónio; Mn-manganês;

A:- Ensaio Acreditado; **NA:-** Ensaio Não Acreditado.

Laboratórios Subcontratados para análise:

- Análise de metais pesados - Laboratório acreditado pelo IPAC, n.º L0077-1

Desvios:

Na realização da amostragem não se verificaram desvios aos métodos/normas utilizadas.

4. Resultados

4.1. Caracterização do escoamento

Os valores obtidos para a caracterização do escoamento na secção de amostragem são:

Tabela 9 - Caracterização do efluente

Parâmetro	Média
Temperatura Média [°C]	74 ± 13
Temperatura Média [K]	347 ± 13
Pressão Absoluta Efluente [kPa]	100,77 ± 1,17
O ₂ [%] _{base seca}	18,0 ± 0,6
CO ₂ [%] _{base seca}	2,6 ± 0,8
CO [mg/m ³] _{base seca .PTN}	173 ± 25
Humidade [%]	3,7 ± 0,2
Pressão Diferencial [Pa]	83 ± 22
Velocidade do Escoamento [m/s]	10,7 ± 2,0

a) Limite de detecção.

NOTA: Quando identificado, o valor foi corrigido, para as condições de **Pressão e Temperatura Normais** (PTN): **P = 101,325 kPa; T = 273,15 K**

Condições Ambientais:

Temperatura Ambiente 13,5 °C

Pressão Ambiente 100,77 kPa

Tabela 10 - Parâmetros calculados

Parâmetro	Média
Caudal Efectivo [m ³ /h]	30290 ± 5628
Caudal Volúmico Seco [m ³ /h] _{PTN}	22820 ± 4249
Massa Molecular Húmida [g/mol]	28,8 ± 0,1
Densidade (kg/m ³)	1,004 ± 0,039

a) Limite de detecção.

Os resultados, em base seca, para os parâmetros requeridos, são:

Tabela 11 - Resultados obtidos e comparação com os VLE aplicáveis

Parâmetro	Concentração (mg/m ³) _{PTN}	Concentração (mg/m ³ .18%O ₂) _{PTN}	Valores Limite ^{a)} (mg/m ³ . 18 %O ₂) _{PTN}	Caudal Mássico (kg/h)	Limiars Mássicos ^{b)} (kg/h)		
					Mínimo	Médio	Máximo
Óxidos de enxofre, SO _x /SO ₂ , expresso em SO ₂	225 ± 58	224 ± 75	800	5 ± 2	0,5	2	50
Óxidos de azoto, NO _x expresso em NO ₂	104 ± 14	104 ± 26	250	2 ± 1	0,5	2	30
Ácido Sulfídrico, H ₂ S *	<1 ^{c)}	<1 ^{c)}	5	<0,02	0,01	0,05	1
Partículas Totais	62 ± 4	61 ± 13	80	1,4 ± 0,3	0,1	0,5	5
Compostos orgânicos voláteis, Expresso em C Total	10 ± 1	10 ± 2	50	0,23 ± 0,05	1	2	30
Ácido Fluorídrico, HF, expresso em F ⁻	4 ± 1	4 ± 2	10	0,09 ± 0,03	0,01	0,05	0,5
Ácido Clorídrico, HCl, expresso Cl ⁻	5,3 ± 0,3	5,3 ± 0,3	30	0,12 ± 0,02	0,1	0,3	3
Cádmio, Cd	<1,5×10 ^{-2 c)}	<1,5×10 ^{-2 c)}	0,2	<0,0003	0,0002	0,001	-
Níquel, Ni	0,06 ± 0,02	0,06 ± 0,02	1	(1,3 ± 0,5)×10 ⁻³	0,001	0,005	-
Chumbo, Pb	<6,6×10 ^{-2 c)}	<6,6×10 ^{-2 c)}	5	<1,5×10 ⁻³	0,005	0,025	-
Cobre, Cu	<4,2×10 ^{-2 c)}	<4,2×10 ^{-2 c)}		<9,7×10 ⁻⁴			-
Zinco, Zn *	0,32 ± 0,03	0,32 ± 0,07		(7,4 ± 1,5)×10 ⁻³			-
Antimónio, Sb	<1,5×10 ^{-2 c)}	<1,5×10 ^{-2 c)}		<3,3×10 ⁻⁴			-
Manganês, Mn	<3,0×10 ^{-2 c)}	<2,9×10 ^{-2 c)}		<6,7×10 ⁻⁴			-
Vanádio, V	1,57 ± 0,09	1,57 ± 0,34		(3,6 ± 0,7)×10 ⁻²			-
Pb, Cu, Zn, Sb, Mn, V	2,0	2,0	5	0,047	0,005	0,025	-

a) De acordo com a Licença Ambiental n.º 50/1/2017

b) De acordo com o Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de Junho.

c) Limite de quantificação.

Observações:

* A concentração de H₂S encontra-se fora do intervalo de Acreditação ([8 - 740] mg/m³).

A determinação de Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V é subcontratada – ensaio acreditado.

Os ensaios assinalados com (*) estão fora do âmbito da Acreditação.

4.2. Verificação da conformidade legal

Todos os parâmetros cumprem os valores limite de emissão e os caudais mássicos estão abaixo dos limiars mássicos mínimos, com excepção dos casos identificados na **Tabela 12**.

Tabela 12 - Verificação conformidade legal

Parâmetro (s) com concentração (ões) acima do VLE	--
Parâmetro (s) com caudal mássico entre caudal mássico mínimo e caudal mássico médio	HCl, Níquel
Parâmetro (s) com caudal mássico entre caudal mássico médio e caudal mássico máximo	SO ₂ , NO _x , Partículas HF
Parâmetro (s) com caudal mássico acima do caudal mássico médio	Σ (Pb, Cu, Zn, Sb, Mn, V)

5. Equipamento

Os equipamentos utilizados nestes ensaios foram:

Tabela 13 - Equipamentos de medição utilizados

Parâmetro	Equipamento Utilizado	Marca/Modelo	Número de Série	Certificado Calibração
\bar{v}, T PTS / Metais / HCl	Amostrador isocinético	Tecora Isostack Basic	138074 PT	Certificado 2
CO, NO _x , O ₂ e CO ₂	Analizador automático de gases de combustão (O ₂ , CO, NO _x , SO ₂ e CO ₂)	Horiba PG 250 A	TKOUVK3G	Certificado 5
COV	Analizador de compostos orgânicos por ionização por chama (F.I.D.)	Sick Maihak 3006	56180404	Certificado 9
PTS	Balança	Mettler Toledo / XS 105 Dual Range	B028051758	Certificado 11
H ₂ O	Balança	Kern 440-47N	WC03160347	Certificado 14
H ₂ S	Contador de gás seco	Ítron Gallus G4	002377	Certificado 18
HF	Contador de gás seco	Ítron Gallus G4	002378	Certificado 19
H ₂ S / HF	Caudalímetro (calibrador de fluxo de ar)	Bios Defender 510-H	113811	Certificado 22

6. Garantia de Qualidade

Tabela 14 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Velocidade e Caudal

Parâmetro	Valor obtido	Critério	Conformidade
Repetibilidade em campo	0,2	≤ 5 % velocidade	Conforme
Ângulo do sensor relativamente ao fluxo gasosos	3 °	≤ 15 °	Conforme
Ângulo da sonda relativamente ao plano de amostragem	< 15 °	≤ 15 ° do plano de medição	Conforme
Precisão da localização do sensor na chaminé / Conduta	< 10 °	≤ 10 % da distância entre pontos de medição adjacentes	Conforme
Incerteza da Calibração - Tubo de Pitot	< 1%	≤ 1 % valor	Conforme
Incerteza da Calibração - Sensor de Pressão	< 1%	≤ 1 % valor	Conforme
Incerteza na densidade do efluente gasosos	0,039	≤ 0,05 kg/m ³	Conforme

Tabela 15 - Padrões utilizados na determinação de O₂, CO₂, CO, NO

Componente	Concentração	Incerteza (±)
O ₂	11,979 %	0,06 %
CO ₂	15,00 %	0,075 %
CO	501,9 ppm	3,51 ppm
NO	494,10 ppm	4,45 ppm
Gás Zero	Azoto BIP	--

Tabela 16 - Padrões utilizados na determinação de Compostos orgânicos voláteis totais

COV	Concentração (ppm)	Incerteza (±)
Span C ₃ H ₈	251,7 ppm	2,3 ppm
Branco	Ar especial	99,99 %

Tabela 17 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Partículas

Parâmetro	Ensaio de Partículas	Critério	Conformidade
Taxa de Isocinetismo (%)	111	[95 - 115]%	Conforme
Volumes Amostrados (m ³) _{PTN}	0,467 ± 0,027	-	-
Massa de Partículas no Filtro (mg)	22,09	-	-
Massa de Partículas na Solução de Lavagem (mg)	6,7	-	-
Branco de Amostragem (mg/m ³)	< 1,5 ^{a)}	≤ 10 % VLE (80 mg/m ³)	Conforme
Branco de Amostragem (mg/m ³).18% O ₂	< 1,5 ^{a)}	≤ 10 % VLE (80 mg/m ³)	Conforme
Resultado do teste às fugas (L/min)	0,2	≤ 2 % caudal aspiração (L/min)	Conforme

a) Limite de quantificação.

Tabela 18 - Características da amostragem - Partículas

Componente	Características
Tipo de Filtragem	Out-Stack
Diâmetro do Bocal (mm)	6
Filtro	Filtro de Fibra de Quartzo, Marca Whatman, 47 mm, QMA. Eficiência 99,98 %;
Temperatura de acondicionamento do Filtro (Laboratório)	Temperatura Pré - Amostragem: 17-20 °C Temperatura Pós - Amostragem: 19-20 °C
Temperatura de Filtração (Amostragem)	200 °C

a) Limite de quantificação.

Tabela 19 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Ácido Sulfídrico

Parâmetro	Ensaio de H ₂ S	Critério	Conformidade
Taxa de Isocinetismo (%)	Amostragem não isocinética	-	-
Branco de Amostragem (mg/m ³)	< 2,8 ^{a)}	-	-
Branco de Amostragem (mg/m ³).18%	< 2,8 ^{a)}	-	-

a) Limite de quantificação.

Tabela 20 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Óxidos de Enxofre

Parâmetro	Ensaio de SO _x	Critério	Conformidade
Taxa de Isocinetismo (%)	Amostragem não isocinética	-	-
Branco de Amostragem (mg/m ³)	< 3,8 ^{a)}	≤ 10 % VLE (800 mg/m ³)	Conforme
Branco de Amostragem (mg/m ³).18% O ₂	< 3,7 ^{a)}	≤ 10 % VLE (800 mg/m ³)	Conforme
Volumes Amostrados (m ³) _{PTN}	0,053	-	-
Eficiência de absorção	98%	≥ 95 %	Conforme

a) Limite de quantificação.

Tabela 21 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Ácido Clorídrico

Parâmetro	Ensaio de Cloretos	Critério	Conformidade
Taxa de Isocinetismo (%)	111	[95 - 115]%	Conforme
Branco de Amostragem (mg/m ³)	< 0,9 ^{a)}	≤ 10 % VLE (30 mg/m ³)	Conforme
Branco de Amostragem (mg/m ³).18% O ₂	< 0,9 ^{a)}	≤ 10 % VLE (30 mg/m ³)	Conforme
Eficiência de absorção	100%	≥ 95 %	Conforme

a) Limite de quantificação.

Tabela 22 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Ácido Fluorídrico

Parâmetro	Ensaio de Fluoretos	Critério	Conformidade
Taxa de Isocinetismo (%)	Amostragem não isocinética	-	-
Branco de Amostragem (mg/m ³)	< 0,7 ^{a)}	≤ 10 % [F ⁻ _{Total}]	Conforme
Branco de Amostragem (mg/m ³). 18% O ₂	<0,6 ^{a)}	-	-

a) Limite de quantificação.

Tabela 23 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Metais Pesados

Parâmetro	Ensaio de Metais	Critério	Conformidade
Taxa de Isocinetismo (%)	97	[95 - 115]%	Conforme
Branco de Amostragem de Metais I	< 0,01 ^{a)}	≤ 10 % VLE (0,2 mg/m ³)	Conforme
Branco de Amostragem de Metais II	< 0,01 ^{a)}	≤ 10 % VLE (1 mg/m ³)	Conforme
Branco de Amostragem de Metais III	< 0,06 ^{a)}	≤ 10 % VLE (5 mg/m ³)	Conforme

a) Limite de quantificação.

Tabela 24 - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Eficiência de Absorção do 3.º borbulhador

Parâmetro	Resultado do 3.º Borbulhador (%) [Controlo de Eficiência (≤10 % C _{Total})]	Conformidade
<i>Cd</i>	valor inferior ao limite de quantificação	-
<i>Ni</i>	8	Conforme
<i>Pb</i>	valor inferior ao limite de quantificação	-
<i>Cu</i>	valor inferior ao limite de quantificação	-
<i>Zn</i>	1	Conforme
<i>Sb</i>	valor inferior ao limite de quantificação	-
<i>Mn</i>	valor inferior ao limite de quantificação	Conforme
<i>V</i>	0,3	Conforme

Os resultados obtidos são representativos dos parâmetros requeridos para o período em que a amostragem foi efectuada.

Diana Castro

Verificado por
(Diana Castro)



Emitido por
(Carla Gonçalves)

Directora Técnica