

# RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO DE EMISSÕES GASOSAS EM FONTES FIXAS

**RAÇÕES VERÍSSIMO, S.A.**  
IC2 - Boa Vista  
LEIRIA

Não é permitida a divulgação parcial dos resultados constantes deste relatório na qual se faça referência ao MMLAB, exceto com a devida autorização.

## Índice

1 – Caracterização do operador.....	3
2 – Caracterização da entidade responsável pelos ensaios .....	3
2.1 – Laboratório de ensaio .....	3
2.2 – Equipa Técnica.....	3
3 - Descrição da monitorização.....	4
4 – Descrição das atividades desenvolvidas .....	4
4.1 – Datas das medições .....	4
4.2 – Tempos de amostragem e medição .....	4
4.3 – Procedimentos de medição .....	5
4.3.1 – Métodos de ensaio.....	5
4.3.2 – Equipamentos e materiais utilizados nas medições .....	5
5 – Descrição sumária da instalação abrangida .....	6
6 – Condições relevantes de operação .....	6
7 – Caracterização do local de amostragem .....	7
7.1 - Características da conduta.....	7
7.2 - Localização da amostragem .....	7
7.3 - Validação da localização do plano de amostragem.....	7
8 – Condições relevantes de escoamento .....	8
9 – Apresentação de resultados .....	8
9.1 - Resultados das medições .....	8
10 – Avaliação dos resultados .....	9
10.1 - Comparação dos resultados com os valores legais aplicáveis.....	9
10.2 - Conclusões.....	9
11 – Observações .....	9
11.1 - Desvios.....	9
11.2 - Condições específicas .....	9
11.3 - Outras.....	9

## ANEXOS

Anexo I – Cálculos

Anexo II – Controlo da qualidade

Anexo III – Certificado de Acreditação

Anexo IV – Certificados de Calibração

Anexo V – Planta das Instalações

## 1 – Caracterização do operador

### Identificação

RAÇÕES VERÍSSIMO, S.A.

### Morada

IC2 - Boa Vista - LEIRIA

### Atividade

Produção de Rações

### Instalações abrangidas:

Produção

### Licença ambiental n.º:

115/2008

## 2 – Caracterização da entidade responsável pelos ensaios

### 2.1 – Laboratório de ensaio

#### Identificação

MMLab – Laboratório de Medições da MANUEL MARTINS, Serviços de Engenharia, Lda

#### Morada

Rua José Carlos Afonso, Lote 25, Cruz da Areia, 2410-049 Leiria

#### Contactos

Ricardo Lobo  
Diretor Técnico

Tlm: 0351 91 78 49 361

E-mail: ricardolobo@manuel-martins.pt

#### Certificado de acreditação

L311-1 ( <http://www.ipac.pt/docsig/?XE47-7CJ1-L99L-V5U9> )

### 2.2 – Equipa Técnica

#### Amostragem e medições em campo

José Oliveira	Técnico de HST e Ambiente	Técnico qualificado
Ricardo Lobo	Engenheiro da Energia e do Ambiente	Responsável técnico

#### Determinações analíticas no laboratório

José Oliveira	Técnico de HST e Ambiente	Técnico qualificado
Ricardo Lobo	Engenheiro da Energia e do Ambiente	Responsável técnico

#### Validação técnica dos ensaios e respetivos resultados

Ricardo Lobo	Engenheiro da Energia e do Ambiente	Responsável Técnico
--------------	-------------------------------------	---------------------

### 3 - Descrição da monitorização

#### Objetivo

Caracterização de efluentes gasosos para verificação da conformidade legal dos resultados obtidos com a legislação sobre emissões de poluentes atmosféricos: Licença Ambiental n.º115/2008 (VLE), e Portaria n.º 80/2006 de 23 de Janeiro (caudais mássicos)

#### Tipo

Autocontrolo - Monitorização pontual

#### Fonte alvo de monitorização

Descrição	Marca	Modelo	Potência
Caldeira	Jotex	-----	2000kg/h

#### Parâmetros

Partículas totais

NO<sub>x</sub> (Óxidos de Azoto expressos em NO<sub>2</sub>)

SO<sub>2</sub> (Dióxido de Enxofre)

CO (Monóxido de Carbono)

H<sub>2</sub>S (Sulfureto de Hidrogénio)

COV's (Compostos orgânicos voláteis)

Metais (Pb, Cr, Cu, Ni)

### 4 – Descrição das atividades desenvolvidas

#### 4.1 – Datas das medições

##### Amostragem e ensaios de campo

21 de dezembro de 2016

##### Determinações analíticas no laboratório

13 de janeiro de 2017

##### Emissão do relatório de ensaio

30 de janeiro de 2017

#### 4.2 – Tempos de amostragem e medição

Parâmetro	Horário (h:min)		Duração (min)
	Início	Fim	
Partículas totais	11:02	11:34	32
NO <sub>x</sub>	11:02	11:34	32
SO <sub>2</sub>	11:02	11:34	32
CO	11:02	11:34	32
H <sub>2</sub> S	11:02	11:34	32
COV's	11:02	11:34	32
Metais (Pb, Cr, Cu, Ni)	11:02	11:34	32

### 4.3 – Procedimentos de medição

#### 4.3.1 – Métodos de ensaio

Parâmetro	Método de Ensaio	Técnica analítica	Amostragem	Determinação analítica
Determinação da velocidade e caudal	NP ISO 10780:2000	-	Ac	-
Amostragem e determinação de humidade	NP EN 14790:2012	Gravimetria	NAC	NAC
Amostragem e determinação da concentração O <sub>2</sub>	EN 14789:2005	Paramagnetismo	NAC	NAC
Amostragem e determinação de partículas totais. *	NP EN 13284-1:2009	Gravimetria	NAC	NAC
Amostragem e determinação da concentração de NO <sub>x</sub>	EN 14792:2005	Quimiluminescência	NAC	NAC
Amostragem e determinação da concentração de SO <sub>2</sub>	EN 14791:2005	Titulometria	NAC	NAC
Amostragem e determinação da concentração de CO	EN 15058:2006	Espectrometria IVND	NAC	NAC
Amostragem e determinação da concentração de H <sub>2</sub> S	NP 4340:1998	Iodometria	NAC	NAC
Amostragem e determinação da concentração de COV's	EN 12619:2013	Ionização de chama	NAC	NAC
Amostragem e determinação da concentração de Metais	EN 14385:2004	AAS	NAC	NAC

**Legenda:** AC - Parâmetro incluído no âmbito da acreditação, NAC - Parâmetro não incluído no âmbito de acreditação; SAC - Parâmetro subcontratado a laboratório com o método acreditado; S - Parâmetro subcontratado a laboratório com o método não-acreditado; \* - Determinação analítica realizada no laboratório

**Nota 1:** Certificado de Acreditação em anexo (Anexo III)

#### 4.3.2 – Equipamentos e materiais utilizados nas medições

##### A – Equipamentos

Nome	Marca	Modelo	Cód. Interno
Sistema automático de amostragem isocinético <sup>(a)</sup>	Tecora	Isostack Basic	DM 063
Analizador de Gases	Horiba	PG250	DM 101
Analizador de COV's	Ratfisch	RS 53-T	DM 078
Balança	Kern	440	DM 032
Balança	Precisa	292SCS	DM 033
Estufa	Binder	HD-53	DM 045

**Legenda:** (a) - Detalhes do sistema automático de medição isocinético apresentados na tabela seguinte:

Tubo de Pitot	Bocal (diâmetro em mm)	Transdutor Pressão diferencial	Transdutor Pressão absoluta	Termopar interno	Termopar externo
Tipo S	12	Isostack Basic	Isostack Basic	Pt 100 - Classe B	Tipo K

## B - Materiais

Nome	Lote/N.º série	Certificado de Calibração
Filtro (Amostra) <sup>(b)</sup>	973267.5	-
Filtro (Branco) <sup>(b)</sup>	973267.5	-
Acetona	24.107803	-
Gás de referência - O <sub>2</sub>	EHP7995	717403
Gás de referência - CO	EK3EPNC	717404
Gás de referência - NO	EF8TF7H	717406
Gás de referência - NO <sub>2</sub>	EHWUWP7	717407
Gás de Referência – Propano	6203400221072	103000309608/1

**Legenda:** (b) - foram utilizados filtros de fibra de quartzo, planos, com diâmetro de 47 mm e eficiência superior a 99,5%

**Nota:** Certificados de Calibração em anexo (Anexo IV)

## 5 – Descrição sumária da instalação abrangida

Fonte Emissora	N.º de Cadastro/ Código	Combustível (se aplicável)	Capacidade nominal	Equipamentos de redução ou tratamento de emissões	Horário e tipo de funcionamento
Caldeira	3596	Nafta 1%S	2000kg/h	não existem	intermitente

**Nota:** Planta das Instalações em anexo (Anexo V)

## 6 – Condições relevantes de operação

Fonte Emissora	Capacidade Utilizada	Matérias-Primas	Outras
Caldeira	1750kg/h	-----	Produção de vapor para a linha de produção

**Nota:** Os dados dizem respeito ao período de realização dos ensaios

## 7 – Caracterização do local de amostragem

### 7.1 - Características da conduta

	Valor	Unidades
Forma	Circular	-
Altura*	12	m
Diâmetro	0,48	m
Comprimento do lado maior	---	m
Comprimento do lado menor	---	m
Área	0,181	m <sup>2</sup>

Legenda: \* dados fornecidos pelo operador

### 7.2 - Localização da amostragem

Pontos e linhas de amostragem	
Número de linhas usado	1
Número de pontos por linha	4
Orientação da conduta	Vertical

### 7.3 - Validação da localização do plano de amostragem

Característica da corrente gasosa	Valor	Unidade	Requisito	Avaliação	Norma
Pressão diferencial mínima ( $\Delta P_{min}$ )	7,5	Pa	$\geq 5$	Cumpre	EN 15259:2007
Velocidade local mínima ( $v_{min}$ )	3,2	m/s	-	-	-
Velocidade local máxima ( $v_{Max}$ )	5,0	m/s	-	-	-
Razão entre $v_M$ e $v_m$ ( $v_M/v_m$ )	1,57	-	$< 3 : 1$	Cumpre	EN 15259:2007
Velocidade média ( $v_{med}$ )	4,1	m/s	-	-	-
Ângulo de escoamento relativamente ao eixo da conduta	$< 15$	º	$< 15$	Cumpre	EN 15259:2007
Fluxo local negativo	Inexistente	-	-	Cumpre	EN 15259:2007

## 8 – Condições relevantes de escoamento

Parâmetro	Unidades	Resultado	U (±)
Humidade	%	6	1
Velocidade	m/s	4,1	1,2
Caudal			
Nas condições reais	m <sup>3</sup> /h	2330	209
Nas condições PTN - base húmida	Nm <sup>3</sup> /h	1767	166
Nas condições PTN - base seca	Nm <sup>3</sup> /h	1661	156
Temperatura do gás	K	360,6	5,7
Temperatura ambiente	K	293,1	1,5
Pressão do gás na conduta	kPa	101,4	3,3
Pressão atmosférica	kPa	101,4	0,3
Massa Molecular (massa molar do gás)	kg/mol	0,029	1,6E-05
Densidade do gás	Kg/m <sup>3</sup>	1,00	0,01
Concentração de O <sub>2</sub>	%	8,5	0,9
Concentração de CO <sub>2</sub> *	%	11,8	

**Legenda:** Condições PTN - Condições normais de pressão e temperatura - as condições referidas à temperatura de 273,15 K e à pressão de 101,3 kPa, conforme definido no DL 78/2004 de 3 de abril; \*- Valor calculado

## 9 – Apresentação de resultados

### 9.1 - Resultados das medições

Parâmetro	Unidades	Resultado medido	Incerteza expandida (±)
Partículas totais	mg/Nm <sup>3</sup>	95	9
NO <sub>x</sub> (Óxidos de Azoto expressos em NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	117	6
SO <sub>2</sub> (Dióxido de Enxofre)	mg/Nm <sup>3</sup>	297	8
CO (Monóxido de Carbono)	mg/Nm <sup>3</sup>	139	6
H <sub>2</sub> S (Sulfureto de Hidrogénio)	mg/Nm <sup>3</sup>	<1	
COV's (Compostos orgânicos voláteis)	mg/Nm <sup>3</sup>	18	1
Pb	mg/Nm <sup>3</sup>	<0,01	
Cr	mg/Nm <sup>3</sup>	<0,01	
Cu	mg/Nm <sup>3</sup>	<0,01	
Ni	mg/Nm <sup>3</sup>	<0,01	

**Nota:** <XX – Abaixo do limite de Detecção

**Nota:** a "Incerteza Expandida" foi calculada a partir da incerteza da medição multiplicada pelo fator de cobertura de k=2 que, para uma distribuição Normal, corresponde a um intervalo de confiança de aproximadamente 95%

## 10 – Avaliação dos resultados

### 10.1 - Comparação dos resultados com os valores legais aplicáveis

Parâmetro	Concentração (mg/Nm <sup>3</sup> )			Caudal mássico (kg/h)		
	Resultado obtido	Resultado corrigido (8% O <sub>2</sub> )	VLE (1)	Resultado obtido	Limiar mínimo (2)	Limiar máximo (2)
Partículas totais	95	98	150	0,158	0,5	5
NO <sub>x</sub> (Óxidos de Azoto expressos em NO <sub>2</sub> )	117	121	500	0,194	2	30
SO <sub>2</sub> (Dióxido de Enxofre)	297	308	1700	0,493	2	50
CO (Monóxido de Carbono)	139	144	500	0,231	5	100
H <sub>2</sub> S (Sulfureto de Hidrogénio)	<1	----	5	<0,005	0,05	1
COV's (Compostos orgânicos voláteis)	18	19	200	0,030	2	30
Metais III (Pb, Cr, Cu)	<0,01	---	5	<0,001	0,025	
Metais II (Ni)	<0,01	---	1	<0,001	0,005	

Nota: (1) – Licença Ambiental n.º115/2008; (2) - Portaria 80/2006 de 23 de Janeiro;

### 10.2 - Conclusões

Relativamente aos valores limite dos caudais mássicos, definidos na Portaria 80/2006 de 23 de Janeiro, verifica-se que os parâmetros se encontram abaixo do limiar mássico mínimo. Comparando os resultados obtidos com os VLE aplicáveis verifica-se que são cumpridos os valores limite de emissão.

## 11 – Observações

### 11.1 - Desvios

Desvio relativo aos parâmetros	Desvio relativo aos ensaios	Justificação	Consequência
Não aplicável	1 toma de amostragem	Apenas 1 toma disponível	Aumento do número de pontos de amostragem

### 11.2 - Condições específicas

Plano de monitorização	VLE específico	Isonção	Outra
------------------------	----------------	---------	-------

não aplicável

### 11.3 - Outras

- Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente aos parâmetros analisados e ao respetivo período de medição.
- As incertezas apresentadas foram estimadas de acordo com a metodologia apresentada no ISO GUM.

## Anexo I – Cálculos

Fórmulas de cálculo	Definições/ legenda
<b>A) Velocidade do gás</b>	
$V_{med} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n}$	V <sub>med</sub> = velocidade média do gás na conduta (m/s) n = n.º de pontos de medição na secção da conduta
$v_i = K \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta p_i}{\rho}}$	v <sub>i</sub> = velocidade local - velocidade no ponto i da secção da conduta (m/s)  K = fator de calibração do tubo de Pitot Δp <sub>i</sub> - pressão diferencial no ponto i (Pa)
$\rho = \frac{M \times P_c}{R \times T_c}$	ρ = densidade do gás na conduta (kg/m <sup>3</sup> ) R = constante dos gases ideais (J/K mol) P <sub>c</sub> = pressão absoluta na secção da conduta (Pa) T <sub>c</sub> = Temperatura do gás na conduta (K)
$M = 10^{-5} \times [32 \times \phi_{O_2} + 44 \times \phi_{CO_2} + 18 \times \phi_{H_2O} + 28 \times (100 - \phi_{O_2} - \phi_{CO_2} - \phi_{H_2O})]$	M = massa molar do gás em base húmida (kg/mol) φ - fração volúmica
<b>B) Caudal volumétrico</b>	
$q_{V,w} = V_{med} \times A$	q <sub>V,w</sub> = caudal do gás nas condições de pressão e temperatura da conduta, em base húmida (m <sup>3</sup> /s)  V <sub>med</sub> = velocidade média do gás na conduta (m/s)
$A = \pi \times \frac{d^2}{4}$	A = área interna da conduta na secção de medição (m <sup>2</sup> ) d = diâmetro interno da secção da conduta (m)
$A = a \times b$	a e b - comprimento dos lados da secção da conduta (m)
$q_{Vptn,w} = q_{V,w} \times \frac{P_c \times 273,15}{101,3 \times T_c}$	q <sub>Vptn,w</sub> = caudal do gás nas condições padrão de pressão e temperatura, em base húmida (m <sup>3</sup> /s) P <sub>c</sub> = pressão absoluta na secção da conduta (kPa) T <sub>c</sub> = Temperatura do gás na conduta (K)
$q_{Vptn,d} = q_{V,w} \times \frac{P_c \times 273,15 \times (100 - \phi_{H_2O})}{101,3 \times T_c \times 100} = q_{Vptn,w} \times \frac{(100 - \phi_{H_2O})}{100}$	q <sub>Vptn,d</sub> = caudal do gás nas condições padrão de pressão e temperatura, em base seca (m <sup>3</sup> /s)
<b>C) Humidade</b>	
$[H_2O] = \frac{m}{V_{g,ptn}}$	[H <sub>2</sub> O] = teor de vapor de água, em base seca (g/m <sup>3</sup> ) m = massa de água recolhida na unidade de vapor (g) V <sub>g,ptn</sub> = volume de gás seco medido na conduta, corrigido para as condições ptn.
$[H_2O]\% = \frac{\frac{m \times V_{mol,ptn}}{M}}{\frac{m \times V_{mol,ptn}}{M} + V_{g,ptn}}$	[H <sub>2</sub> O]% = teor de vapor de água em % volumétrica, em base húmida V <sub>mol,ptn</sub> = volume molar nas condições ptn (0,0224 m <sup>3</sup> /mol) M = massa molar da água (18,02 g/mol)
$V_{g,ptn} = (V_2 - V_1) \times \frac{T_{ptn} \times P_g}{P_{ptn} \times T_g}$	V <sub>2</sub> - V <sub>1</sub> = volume de gás amostrado nas condições reais de pressão, temperatura e humidade (m <sup>3</sup> ) P <sub>g</sub> = Pressão absoluta no contador de gás (kPa) T <sub>g</sub> = Temperatura média do gás amostrado no contador de gás (K)

$$V_{g,ptn} = \frac{(V2 - V1) \times P_g \times 273,15}{101,3 \times T_g}$$

P<sub>ptn</sub> = Pressão nas condições normais P e T (101,3 kPa)

T<sub>ptn</sub> = Temperatura nas condições normais P e T (273,15 K)

## E) Concentração de Poluentes

### E.1) Partículas

$$[PTS] = \frac{m_t}{V_g}$$

[PTS] = Concentração de partículas (mg/Nm<sup>3</sup>)

m<sub>t</sub> = massa total de partículas (mg)

V<sub>g</sub> = volume de gás seco medido na conduta (m<sup>3</sup>)

$$m_t = m_f + m_l$$

m<sub>f</sub> = massa de partículas recolhida no filtro (mg)

m<sub>l</sub> = massa de partículas recolhida a montante do filtro (lavagem) (mg)

### E.2) Outros Poluentes

[poluente]

$$= \frac{m_{poluente}}{V_{g,ptn}}$$

[poluente] = Concentração do poluente (mg/Nm<sup>3</sup>)

m<sub>t</sub> = massa de poluente (mg)

V<sub>g,ptn</sub> = volume de gás seco medido na conduta, corrigido para as condições p<sub>tn</sub>.

## F) Caudal mássico do poluente

$$q_{poluente} = \frac{[poluente] \times q_{V_{ptn,d}}}{1 \times 10^{-6}} \times 3600$$

q<sub>poluente</sub> = caudal de poluente no efluente gasoso nas condições padrão de pressão e temperatura, em base seca (kg/h)

[poluente] = Concentração do poluente (mg/Nm<sup>3</sup>)

q<sub>V<sub>ptn,d</sub></sub> = caudal do gás nas condições padrão de pressão e temperatura, em base seca (m<sup>3</sup>/s)

## G) Concentração de poluentes em relação ao teor de O<sub>2</sub> de referência

$$f_c = \frac{21 - O_{2,ref}}{21 - O_{2,m}}$$

f<sub>c</sub> = fator de correção

O<sub>2,ref</sub> = Concentração de referência de oxigénio, em percentagem volúmica de gás seco nas condições normais de P e T

O<sub>2,m</sub> = Concentração de oxigénio, em percentagem volúmica de gás seco, medido na conduta

## H) Taxa de Isocinetismo

$$I = \frac{V_N}{V_a} \times 100$$

I = Taxa de isocinetismo (%)

V<sub>N</sub> = velocidade do gás no bocal de amostragem (m/s)

V<sub>a</sub> = velocidade do gás na conduta (m/s)

$$DI = \frac{V_N - V_a}{V_a} \times 100$$

DI = desvio relativamente à amostragem isocinética (%)

V<sub>N</sub> = velocidade do gás no bocal de amostragem

V<sub>a</sub> = velocidade do gás na conduta

$$V_N = \frac{q_{V_{ptn,w}}}{A}$$

q<sub>V<sub>ptn,w</sub></sub> = caudal do gás nas condições padrão de pressão e temperatura, em base húmida (m<sup>3</sup>/s)

A = área do bocal de amostragem (m<sup>2</sup>)

## Anexo II – Controlo da qualidade

### A) Resultados do controlo de qualidade

Parâmetro	Item de avaliação	Valor inicial	Valor final	Critério	Avaliação
Velocidade	Teste de fugas - Linha de pressão (Pa)	750	750	Sem variação	Cumpre
Humidade	Teste de fugas - Linha de amostragem (m <sup>3</sup> )	0	0	2%	Cumpre
					Cumpre
Partículas totais	Branco de campo (mg)	0,1		10% Valor limite diário	Cumpre
	Taxa de Isocinetismo (%)	96,3		95% a 115%	Cumpre
O <sub>2</sub>	Ajuste do Zero	20,95	20,95	2%	Cumpre
	Ajuste do Span	17,1	17,1	2%	Cumpre
NO	Ajuste do Zero	0	0	2%	Cumpre
	Ajuste do Span	1195	1188	2%	Cumpre
NO <sub>2</sub>	Ajuste do Zero	0	0	2%	Cumpre
	Ajuste do Span	38	38	2%	Cumpre
CO	Ajuste do Zero	0	0	2%	Cumpre
	Ajuste do Span	1910	1905	2%	Cumpre
COV's	Ajuste do Zero	0	0	2%	Cumpre
	Ajuste do Span	98,9	98,4	2%	Cumpre

### B) Informação complementar

#### B.1) - Posição das Linhas e pontos de amostragem e perfis de velocidade e temperatura

Linha de amostragem					
Porta	Ponto	Distância à conduta (m)	Temperatura (K)	Pressão diferencial (Pa)	Velocidade (m/s)
1	1	0,05	349,2	7,5	3,3
1	2	0,12	355,3	11,2	4,0
1	3	0,36	353,0	13,4	4,3
1	4	0,42	384,9	16,8	4,9

#### B.2) Resumo do ensaio "Partículas Totais"

Ensaio n.º	Data	Duração (min)	Volume amostrado (m <sup>3</sup> )	Caudal médio (m <sup>3</sup> /s)	Massa recolhida (mg)		
					Filtro	Lavagens	Total (medido)
1	21-dez-16	32	0,6051	3,15E-04	38,8	18,6	57,4