# *Doureca Produtos Plásticos, Lda*

## *FF5 - Caldeira a gás propano*

# Efluentes Gasosos

Amostragens realizadas em: 25/02/2020

RELATÓRIO de ENSAIO n.º 101-20-DRC-cl5_corr de 02/04/2020

PROPOSTA nº 10.720-HV

Este relatório anula e substitui o relatório n.º 101-20-DRC-cl5 de 30/03/2020, completando a Tabela 4 com a altura da chaminé, que por lapso, não foi preenchida.

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 ..... 9

6. GARANTIA DE QUALIDADE ..... 10




*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*

**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** - Equipamentos de medição utilizados ..... 9
**Tabela 13** - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Velocidade e Caudal ..... 10
**Tabela 14** - Padrões utilizados na determinação de $O_2$, $CO_2$, CO, NO ..... 10
**Tabela 15** - Limite de detecção monóxido carbono ..... 10
**Tabela 16** - Limite de detecção NO ..... 10
**Tabela 17** - Padrões utilizados na determinação de Compostos orgânicos voláteis totais ..... 11
**Tabela 18** - Limite de detecção Compostos de carbono orgânico gasoso total ..... 11
**Tabela 19** - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Partículas ..... 11
**Tabela 20** - Características da amostragem - Partículas ..... 11
**Tabela 21** - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Óxidos de Enxofre ..... 12
**Tabela 22** - Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Ácido Sulfídrico ..... 12


*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*

# 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:* Doureca Produtos Plásticos, Lda

*Morada:* Zona Industrial de Formariz, Lotes 38 a 50

*Entidade Adjudicadora:* ENVIRO - Engenharia e Gestão Ambiental, Lda

## 1.3. Objetivos da medição

### Verificação do cumprimento legal

- Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de Junho;
- Título Único Ambiental nº 00000129092017A

## 1.4. Pessoal afecto à amostragem

**Tabela 1** - Pessoal afecto ao ensaio

| | |
|---|---|
| **Técnico responsável pela amostragem** | Gil Santos |
| **Técnico de amostragem** | Miguel Pascoal |
| **Técnica de analise laboratorial** | Carla Gonçalves |
| **Responsável pelo ensaio** | Carla Gonçalves |


*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*

## 2. Caracterização do processo e da fonte fixa monitorizada

**Tabela 2 -** Fonte fixa monitorizada

| | |
|---|---|
| **Designação Fonte Fixa** | Caldeira a gás propano |
| **Número de Cadastro** | -- |
| **Código interno da Enarpur** | DRC-cl10 |

**Tabela 3 -** Caracterização do processo.

| **Breve Descrição do Processo** | |
|---|---|
| Os efluentes gasosos são provenientes do processo de combustão de gás propano associado à caldeira FF5. | |
| **Capacidade Nominal (Máxima)** | 1100 kW |
| **Capacidade durante a amostragem (%)** | Variável, consoante a necessidade do processo. |
| **Capacidade utilizada no mês anterior (%)** | Variável, consoante a necessidade do processo. |
| **Regime de Funcionamento** | -- |
| **Combustível utilizado durante a amostragem** | Gás Propano |
| **Combustível consumido durante a medição (kg/h)** | -- |
| **Existem equipamentos de redução de emissões?**<br>**Quais?** | Não<br>-- |

**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 | Ø = 0,35 m | -- |
| Área da Secção de Amostragem | A = 0,10 $m^2$ | -- |
| Número de Tomas de Amostragem Existentes / Utilizadas | 2 | Sim |
| Comprimento dos Segmentos Rectilíneos Livres de Perturbações e Adjacentes à Toma de Amostragem | M= 1,8 m; J = 6,1 m | Sim |
| Plataforma de Amostragem* | Temporária | Sim |
| Altura da Chaminé (cota máxima em relação ao solo) | 11 m | |

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


*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*

## 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** | | 2 |
| **Localização dos pontos de amostragem** | **linha de amostragem 1** | 0,04 **m;** 0,18 **m;** 0,03 **m** |
| | **linha de amostragem 2** | 0,04 **m;** 0,03 **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 15º | $\alpha < 2^{o}$ | Sim |
| O fluxo local é positivo (flui de montante para jusante) | ✓ | Sim |
| A menor pressão diferencial é superior a 5 Pa | 54,4 Pa | Sim |
| O rácio máximo local, entre as velocidades mínima e máxima do efluente, é inferior a 3:1 | $V_{máx}/V_{min} = 1,0$ | Sim |

## 3.3. Duração ensaios

**Tabela 7 -** Períodos de amostragem

| Amostragem (parâmetro) | Inicio (hora) | Fim (hora) | Duração da Amostragem (horas) |
|---|---|---|---|
| CO, $CO_2$, $O_2$, $NO_x$ | 11:25 | 11:55 | 0:30 |
| Humidade | 11:25 | 12:00 | 0:35 |
| Partículas | 11:25 | 12:00 | 0:35 |
| Compostos de carbono orgânico gasoso total | 11:35 | 12:02 | 0:30 |
| $SO_2$ | 11:30 | 12:20 | 0:50 |
| $H_2S$ | 11:30 | 12:20 | 0:50 |


*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*

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. Método de referência manual. [Sensor de Pressão] | EN ISO 16911-1:2013 | A | 25/02/2020 | 25/02/2020 |
| Amostragem e determinação da concentração de carbono orgânico gasoso total, COT. 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 | | |
| Amostragem e determinação de oxigénio. $O_2$ [Paramagnetismo] | EN 14789:2017 | A | | |
| Amostragem e determinação de monóxido de carbono. CO [NDIR] | EN 15058:2017 | A | | |
| Amostragem e determinação de óxidos de azoto. $NO_x$ [Quimiluminescência] | EN 14792: 2017 | A | | |
| Amostragem e determinação de humidade ($H_2O$)[Condensação / Adsorção]. | EN 14790:2017 | A | | |
| Amostragem e determinação da concentração de dióxido de enxofre. $SO_2$ [Método de Thorin] | EN 14791:2017 | A | | 28/02/2020 |
| Amostragem e determinação da concentração mássica de partículas para gamas baixas. [Gravimetria] | NP EN 13284-1:2017 | A | | 16/02/2020 a 27/02/2020 |
| Amostragem e determinação de sulfureto de hidrogénio.$H_2S$ [Titulometria] | NP 4340:1998 | A | | 27/02/2020 |

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

**Legenda:**

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

## *Desvios:*

A área do sistema de amostragem é superior a 2 % da área da secção de amostragem, por isso, efectuou-se um desvio à norma EN ISO 16911.


*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*

# 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 [ºC] | 244 ± 12 |
| Temperatura Média [K] | 517 ± 12 |
| Pressão Absoluta Efluente [kPa] | 98,06 ± 1,13 |
| $O_2$ [%]$_{base\ seca}$ | 3,9 ± 0,6 |
| $CO_2$ [%]$_{base\ seca}$ | 10,9 ± 0,6 |
| CO [mg/m$^3$] $_{base\ seca\ .PTN}$ | 387 ± 40 |
| Humidade [%] | 12,0 ± 0,4 |
| Pressão Diferencial [Pa] | 54 ± 2 |
| Velocidade do Escoamento [m/s] | 10,8 ± 1,2 |

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** | 12 ºC |
| **Pressão Ambiente** | 98,07 kPa |

**Tabela 10 -** Parâmetros calculados

| Parâmetro | Média |
|---|---|
| Caudal Efectivo [m$^3$/h] | 4734 ± 422 |
| Caudal Volúmico Seco [m$^3$/h]$_{PTN}$ | 1679 ± 191 |
| Massa Molecular Húmida [g/mol] | 28,7 ± 0,1 |
| Densidade (kg/m$^3$) | 0,655 ± 0,017 |

a) Limite de detecção.


*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*

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 $(mg/m^3.3\%O_2)_{PTN}$ | Valores Limite [a] $(mg/m^3.\ 3\ \%O_2)_{PTN}$ | Caudal Mássico (kg/h) | Limiares Mássicos [b] (kg/h) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Mínimo | Médio | Máximo |
| Monóxido de Carbono, **CO** | 387 ± 40 | 407 ± 42 | 500 | 0,65 ± 0,10 | 1 | 5 | 100 |
| Óxidos de enxofre, **$SO_x$ / $SO_2$,** expresso em $SO_2$ | <4 [c] | <4 | 35 | <0,01 | 0,5 | 2 | 50 |
| Óxidos de azoto, **$NO_x$** expresso em $NO_2$ | 95 ± 7 | 100 ± 8 | 300 | 0,16 ± 0,02 | 0,5 | 2 | 30 |
| Ácido Sufídrico, **$H_2S$** | <1 [d] | <1 | 5 | <0,02 | 0,01 | 0,05 | 1 |
| **Partículas Totais** | 4,7 ± 0,3 | 4,9 ± 0,3 | 50 | 0,008 ± 0,001 | 0,1 | 0,5 | 5 |
| **Compostos de carbono orgânico gasoso total,** Expresso em C Total | 66 ± 3 | 69 ± 4 | 200 | 0,11 ± 0,01 | 1 | 2 | 30 |

a) De acordo com o Título Único Ambiental nº 00000129092017A.

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

c) Limite de quantificação.

d) Limite de detecção.

## 4.2. Verificação da conformidade legal

Todos os parâmetros cumprem os valores limite de emissão e os caudais mássicos estão abaixo dos limiares mássicos mínimos.

# 5. Equipamento

Os equipamentos utilizados nestes ensaios foram:

**Tabela 12 -** Equipamentos de medição utilizados

| Parâmetro | Equipamento Utilizado | Marca/Modelo | Número de Série | Certificado Calibração |
|---|---|---|---|---|
| $\vec{v}, T$ PTS | Amostrador isocinético | Dadolab ST5 | ST5 4A 32018 0286 | Certificado 4 |
| CO, $NO_X$, $O_2$ e $CO_2$ | Analisador automático de gases de combustão ($O_2$, CO, $NO_X$, $SO_2$ e $CO_2$) | Horiba PG 250 A | TKOUVK3G | Certificado 5 |
| COV | Analisador 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 |
| $H_2O$ | Balança | Kern 440-47N | WC03160347 | Certificado 14 |
| $H_2S/SO_2$ | Contador de gás seco | Ítron Gallus G4 | 002379 | Certificado 20 |
| | Caudalímetro (calibrador de fluxo de ar) | Bios Defender 510-H | 113811 | Certificado 22 |


*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*

## 6. Garantia de Qualidade

**Tabela 13 -** Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Velocidade e Caudal

| Parâmetro | Valor obtido | Critério | Conformidade |
|---|---|---|---|
| Repetibilidade em campo | 0,4 | ≤ 5 % velocidade | Conforme |
| Ângulo do sensor relativamente ao fluxo gasosos | 2 º | ≤ 15 º | Conforme |
| Ângulo da sonda relativamente ao plano de amostragem | <15 º | ≤ 15 º do plano de medição | Conforme |
| Precisão da localização do sensor na chaminé / Conduta | < 10 º | ≤ 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 | 0,017 | ≤ 0,05 kg/m$^3$ | Conforme |

**Tabela 14 -** Padrões utilizados na determinação de $O_2$, $CO_2$, CO, NO

| Componente | Concentração | Incerteza (±) |
|---|---|---|
| $O_2$ | 5,009 % | 0,02 % |
| Gás Zero | Azoto BIP | -- |
| $CO_2$ | 7,012 % | 0,053 % |
| CO | 100,2 ppm | 1,6 ppm |
| NO | 99,13 ppm | 1,99 ppm |

**Tabela 15 -** Limite de detecção monóxido carbono

| CO | Concentração (mg/m$^3$) | Critério | Conformidade |
|---|---|---|---|
| Limites de detecção | 1 | ≤ 10 % VLE (500 mg/m$^3$) | Conforme |

**Tabela 16 -** Limite de detecção NO

| NO | Concentração (mg/m$^3$) | Critério | Conformidade |
|---|---|---|---|
| Limites de detecção | 1 | ≤ 10 % VLE (300 mg/m$^3$) | Conforme |


*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*

**Tabela 17 -** Padrões utilizados na determinação de Compostos orgânicos voláteis totais

| COV | Concentração (ppm) | Incerteza (±) |
|---|---|---|
| Span $C_3H_8$ | 251,7 ppm | 2,3 ppm |
| Branco | Ar especial | 99,99 % |

**Tabela 18 -** Limite de detecção Compostos de carbono orgânico gasoso total

| COV | Concentração (mg/m³) | Critério | Conformidade |
|---|---|---|---|
| Limites de detecção | 1 | ≤ 10 % VLE (200 mg/m³) | Conforme |

**Tabela 19 -** Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Partículas

| Parâmetro | Ensaio de Partículas | Critério | Conformidade |
|---|---|---|---|
| Taxa de Isocinetismo (%) | 103 | [95 - 115]% | Conforme |
| Volumes Amostrados $(m^3)_{PTN}$ | 0,527 ± 0,030 | - | - |
| Massa de Partículas no Filtro (mg) | 1,66 | - | - |
| Massa de Partículas na Solução de Lavagem (mg) | 0,8 | - | - |
| Branco de Amostragem (mg/m³) | < 0,4 a) | ≤ 10 % VLE (50 mg/m³) | Conforme |
| Branco de Amostragem (mg/m³).**3% $O_2$** | < 0,5 a) | ≤ 10 % VLE (50 mg/m³) | |
| Resultado do teste às fugas (L/min) | 0,2 | ≤ 2 % caudal aspiração (L/min) | Conforme |

a) Limite de detecção.

**Tabela 20 -** Características da amostragem - Partículas

| Componente | Características |
|---|---|
| Tipo de Filtragem | Out-Stack |
| Diâmetro do Bocal (mm) | 8 |
| Filtro | Filtro de Fibra de Quartzo, Marca Whatman, 47 mm, QMA.<br>Eficiência 99,98 %; |
| Temperatura de acondicionamento do Filtro (Laboratório) | Temperatura Pré - Amostragem: 20-22 ºC<br>Temperatura Pós - Amostragem: 21 ºC |
| Temperatura de Filtração (Amostragem) | 200 ºC |


*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*

**Tabela 21 -** 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 ($mg/m^3$) | < 1,2 a) | ≤ 10 % VLE (35 $mg/m^3$) | Conforme |
| Branco de Amostragem ($mg/m^3$).**3% $O_2$** | <1,3 a) | ≤ 10 % VLE (35 $mg/m^3$) | Conforme |
| Volumes Amostrados $(m^3)_{PTN}$ | 0,052 | - | - |
| Eficiência de absorção | 100% | ≥ 95 % | Conforme |

a) Limite de detecção.

**Tabela 22 -** Resultados de garantia de qualidade dos resultados - Ácido Sulfídrico

| Parâmetro | Ensaio de $H_2S$ | Critério | Conformidade |
|---|---|---|---|
| Taxa de Isocinetismo (%) | Amostragem não isocinética | - | - |
| Branco de Amostragem ($mg/m^3$) | < 0,32 a) | ≤ 10 % VLE (5 $mg/m^3$) | Conforme |
| Branco de Amostragem ($mg/m^3$).**3% $O_2$** | <0,33 a) | ≤ 10 % VLE (5 $mg/m^3$) | Conforme |

a) Limite de detecção.

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

Emitido por

(Carla Gonçalves)

**Directora Técnica**



*Este relatório é confidencial, não devendo ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do autor.*