

**ANÁLISE DE FRACÇÃO PM₁₀ DE
POEIRAS EM SUSPENSÃO EM AR
AMBIENTE**

Relatório n.º MG.1064pm10-1/11 Ed1

Dezembro de 2011

A exposição prolongada a partículas em suspensão (PM₁₀ e PM_{2.5}) reduz em média 8,6 meses de vida de cada Europeu. Cada ano, mais de 280 000 mortes prematuras é atribuído à exposição prolongada deste poluente em 25 países da UE. O mesmo estudo revela ainda o elevado número de casos de bronquite crónica e de admissões hospitalares devido a sintomas de doenças respiratórias e cardiovasculares diagnosticadas em crianças e adultos oriundos deste poluente.

De um modo geral, partículas de grandes dimensões depositam-se facilmente nas proximidades dos seus pontos de emissão, enquanto que partículas mais finas podem-se dispersar a longas distâncias. Por exemplo, partículas com diâmetros > 50µm tendem a depositar-se rapidamente enquanto que partículas <10µm têm uma pequena taxa de deposição relativa.

Partículas grandes (>30µm), responsáveis pelos problemas de empoeiramento (cobertura de edifícios, viaturas, roupas, solo e vegetação vizinha), geralmente depositam-se até cerca de 100 metros da fonte. Partículas de dimensões intermédias (10-30µm) podem-se deslocar cerca de 200-500m da fonte enquanto partículas finas (<10µm – PM₁₀) podem-se deslocar a 1 km da fonte ou até mais.

Considera-se que as emissões de material fino apenas ocorrem com teores de humidade nos inertes inferiores a 1.5% (EPA), situação que apenas se verifica nos meses muito secos de Verão e na ausência de qualquer sistema de humedecimento do material. Desta forma, este tipo de emissões está restrito aos quatro meses secos do ano tipicamente de Abril a Setembro (teores de precipitação média diária inferior a 0.25 mm). A suspensão de material proveniente de estradas não pavimentadas constitui a principal fonte de emissão de material fino uma vez que nos processos e nas pilhas, o teor de humidade destes, se humedecidas, é sempre superior a 3%.

DEFINIÇÕES

Média ponderada (MP) - concentração média durante um dia, ponderada em função do tempo de exposição.

Valor-limite de qualidade do ar - concentração máxima do meio receptor para um determinado poluente atmosférico, cujo valor não pode ser excedido durante períodos previamente determinados, com vista à protecção da saúde humana e preservação do ambiente.

PM₁₀ – Partículas em suspensão susceptíveis de serem recolhidas através de uma tomada de amostra selectiva com eficiência de corte de 50%, para um diâmetro aerodinâmico de 10µm. São geralmente designadas por *partículas torácicas* uma vez que são inaladas pela boca e pelo nariz depositando-se na traqueia e brônquios.

Condições de referência de pressão e temperatura - A pressão absoluta normal é 101,325 KPa (760 mmHg ou 1013 mbar) e a temperatura absoluta é 273 K (0 °C).

Receptores sensíveis – população e/ou áreas protegidas afectadas pela exploração do projecto ou pelas actividades complementares do mesmo (circulação de veículos de carga afectos à actividade e outras).

DESCRIÇÃO DO TRABALHO

Metodologia

As análises foram efectuadas com base em elementos constantes na norma europeia de referência EN 12341- "Determination of the PM₁₀ fraction of suspended particulate matter" e os constantes na secção IV do Anexo VII do Decreto-Lei nº 102/2010 de 23 de Setembro e ainda todos os elementos gerais analíticos constantes na norma portuguesa NP2266 ("Colheita de ar para análise de partículas sólidas e líquidas") sendo colhidas e analisadas as partículas de dimensão inferior a 10µm (PM₁₀).

Foi usado um amostrador sequencial com caudal constante (1m³/hora) colocado junto de um receptor sensível, localizado na zona habitacional próxima da fonte em análise e a sotavento da mesma, considerando os ventos dominantes. Foi efectuada a amostragem a caudal constante durante períodos de 24 horas consecutivas perfazendo um total de 7 dias, incluindo o fim-de-semana, e com início às zero horas de cada dia. A análise é efectuada por gravimetria, após estabilização de peso do

material colhido no filtro, em ambiente controlado. Foi ainda analisado um filtro branco não amostrado para controlo de contaminação.

O amostrador possui sistema de mudança automática do filtro amostrado ao final de cada período de 24 horas de amostragem, sendo registadas as condições ambientais existentes nos sete porta-filtros.

Na amostragem em microescala devem ser cumpridas, tanto quanto possível, as seguintes orientações:

a) O fluxo de ar em torno da entrada da tomada de amostragem (ou seja, num ângulo de, pelo menos, 270°) deve ser livre, sem quaisquer obstruções que afectem o fluxo de ar na proximidade do dispositivo de amostragem (em geral, a alguns metros de distância de edifícios, varandas, árvores ou outros obstáculos e, no mínimo, a 0,5 m do edifício mais próximo, no caso de pontos de amostragem representativos da qualidade do ar na linha de edificação);

b) Em geral, a entrada da tomada de amostragem deve estar a uma distância entre 1,5 m (zona de respiração) e 4 m do solo. Poderá ser necessário, nalguns casos, instalá-la em posições mais elevadas (até cerca de 8 m). A localização em posições mais elevadas pode também ser apropriada se a estação for representativa de uma área vasta;

c) A entrada da tomada não deve ser colocada na vizinhança imediata de fontes, para evitar a amostragem directa de emissões não misturadas com ar ambiente;

d) O exaustor do sistema de amostragem deve ser posicionado de modo a evitar a recirculação do ar expelido para a entrada da sonda;

e) Para todos os poluentes, os dispositivos de amostragem orientadas para o tráfego devem ser instaladas a uma distância mínima de 25 m da esquina dos principais cruzamentos e, no máximo, a 10 metros da berma.

No caso de estes critérios não serem passíveis de aplicação devem ser usados *métodos direccionais* de amostragem.

Deve também atender -se aos seguintes factores:

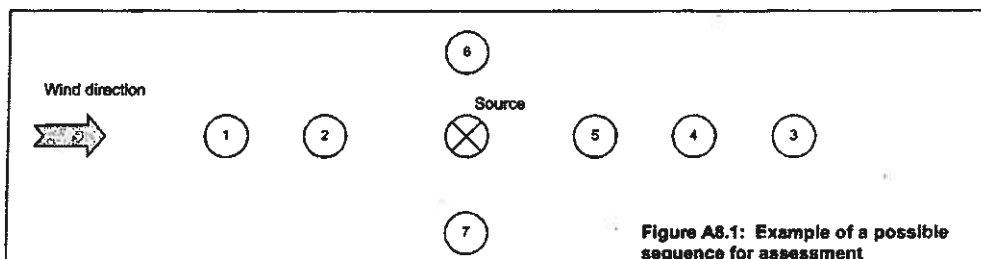
- a) Fontes interferentes;
- b) Segurança do equipamento;
- c) Acessibilidade;
- d) Disponibilidade de energia eléctrica e comunicações telefónicas;
- e) Visibilidade do local em relação ao espaço circundante;
- f) Segurança do público e dos operadores;

Imp 4.10A A (Ed25-05-2010)

- g) Conveniência de efectuar no mesmo local a amostragem de diversos poluentes;
- h) Requisitos em matéria de planeamento.

No caso presente foi possível obedecer a todas estas condições.

Na ausência de estação de monitorização em contínuo da qualidade do ar na área de influência da unidade em questão (com valores anuais de longo termo), o ideal será colocar os amostradores a jusante da direcção dos ventos dominantes no período de amostragem, no sentido de se avaliar a situação mais desfavorável de propagação de material em suspensão, sendo ainda usual obter um valor de *concentração de fundo* num lugar oposto à direcção dos ventos dominantes.



Esquema de receptores de fundo e receptor "crítico" para um determinado rumo de vento (Fonte: EPA, UK)

Equipamento utilizado

- Amostrador sequencial Thermo PARTISOL 2025
- Filtros de quartzo 47mm
- Balança microanalítica
- Calibrador de caudal primário DC-Lite
- Estação meteorológica portátil DAVIS VP-1
- GPS *Garmin*

Localização dos pontos de medição

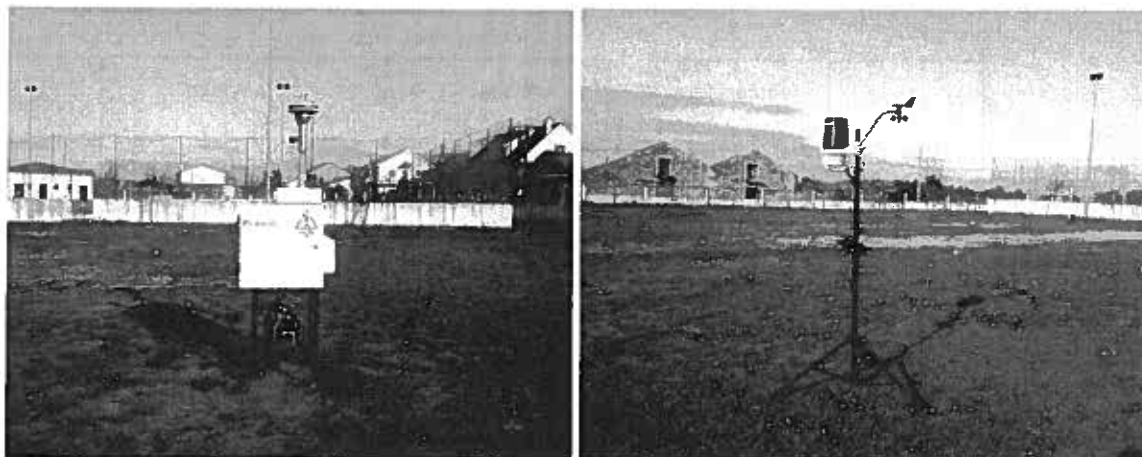
Na presente avaliação foram efectuadas medições nos seguintes pontos receptores, conforme localização assinalada na Figura 3.2:

1. Junto ao Centro de Dia de Freixeda do Torrão, cerca de 1000 m a Sul do limite da exploração (N 40° 53,500' ; W 007° 1,983')

Apresenta-se nas figuras seguintes a localização dos pontos de amostragem, relativamente aos emissor em análise, bem como os locais de colocação dos equipamentos de amostragem utilizados.



Localização do ponto (P1) de medição de PM₁₀



**Localização do equipamento de medição
Amostrador sequencial e estação meteorológica**

Descrição dos locais e períodos medição

Verificou-se a existência de outras explorações similares, na envolvente próxima do emissor analisado no presente estudo. A laboração da empresa decorre de 2.^a a 6.^a entre as 08:00-12:00 e as 13:00-17:00, efectuando paragem ao fim-de-semana.

Como a avaliação efectuada utiliza um método de amostragem *omnidireccional* (colheita em todas as direcções), a influência de outras fontes de emissão vizinhas deverá ser tida em conta no sentido de se estimar a contribuição de cada uma das demais fontes no valor global obtido.

Condições meteorológicas nos períodos de medição

Foi colocada no local de medição uma estação meteorológica portátil com sistema de aquisição de dados em contínuo, para registo das condições meteorológicas observadas no decorrer dos ensaios. As condições ambientais registadas durante as amostragens foram as indicadas seguidamente:

Condições ambientais											
Data	Temperatura (°C)			Humidade (% HR)			Vento (m/s)			Patm média (mbar)	Precipitação Acumulada (mm)
	Média	Máx.	Min.	Média	Máx.	Min.	Direcção predomin.	Vel. Média	Vel. Máxima		
16-12-2011	10	12	6	90	96	73	NW	4	7	1020	1
17-12-2011	6	8	3	70	79	55	N	2	3	1029	0
18-12-2011	5	9	1	62	76	39	N	1	3	1027	0
19-12-2011	6	10	2	62	84	40	N	3	4	1030	0
20-12-2011	6	11	2	80	88	67	NNW	2	3	1032	0
21-12-2011	12	17	7	75	95	50	N	2	3	1031	0
22-12-2011	8	11	5	70	81	56	NNE	4	6	1030	0

· Caracterização meteorológica do período de medição

As figuras seguintes indicam a rosa de ventos observada no período de medição e as classes de estabilidade observadas no período de medição com base nos valores discretos diários obtidos pelo programa WRPLOT.

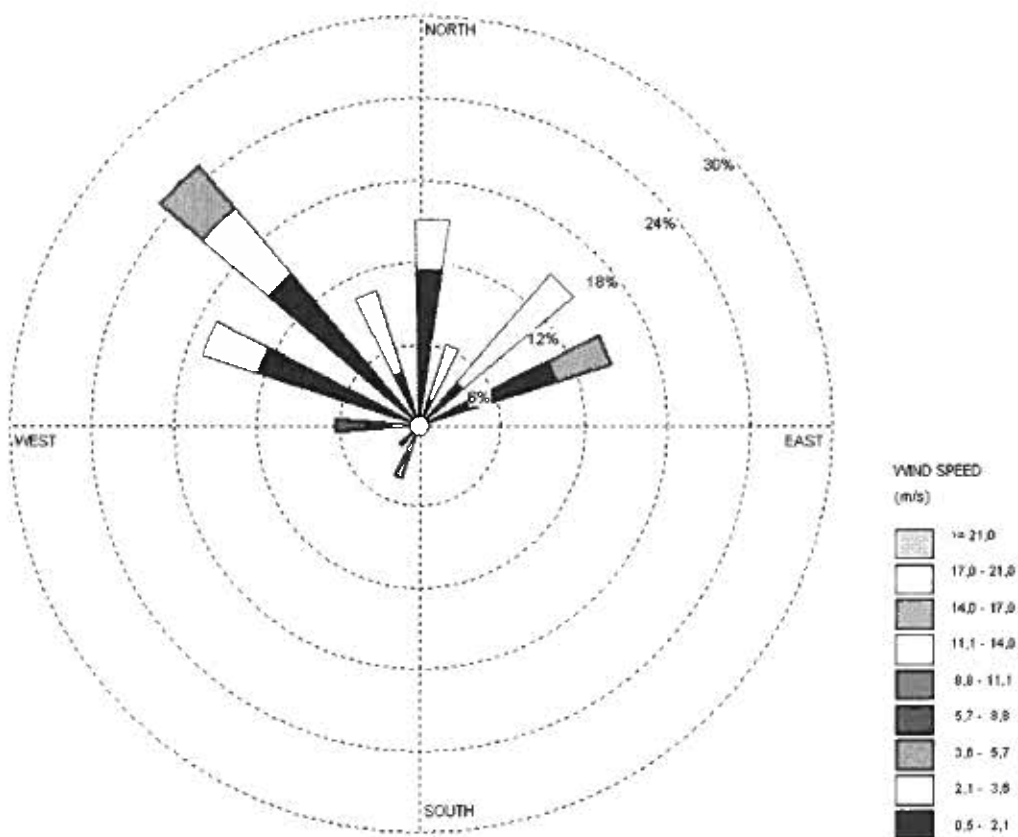
Este software produz a rosa com base na escala de ventos da Beaufort que a apresenta a seguinte tipologia para ventos medidos a 10 metros:

Velocidade m/s	Escala de Beaufort	Categoria
0.0-0.4	0	Calmo
0.4-1.8	1	Calmo
1.8-3.6	2	Fraco
3.6-5.8	3	Fraco
5.8-8.5	4	Moderado
8.5-11	5	Fresco
11-14	6	Fresco
14-17	7	Forte
17-21	8	Muito Forte
21-25	9	Tempestuoso
25-29	10	Tempestade
29-34	11	Tempestade violenta
>34	12	Furacão

Imp 4.10A A (Ed25-05-2010)

E ainda possível obter com o programa, a análise qualitativa das classes de estabilidade com base na seguinte escala de Pasquill.

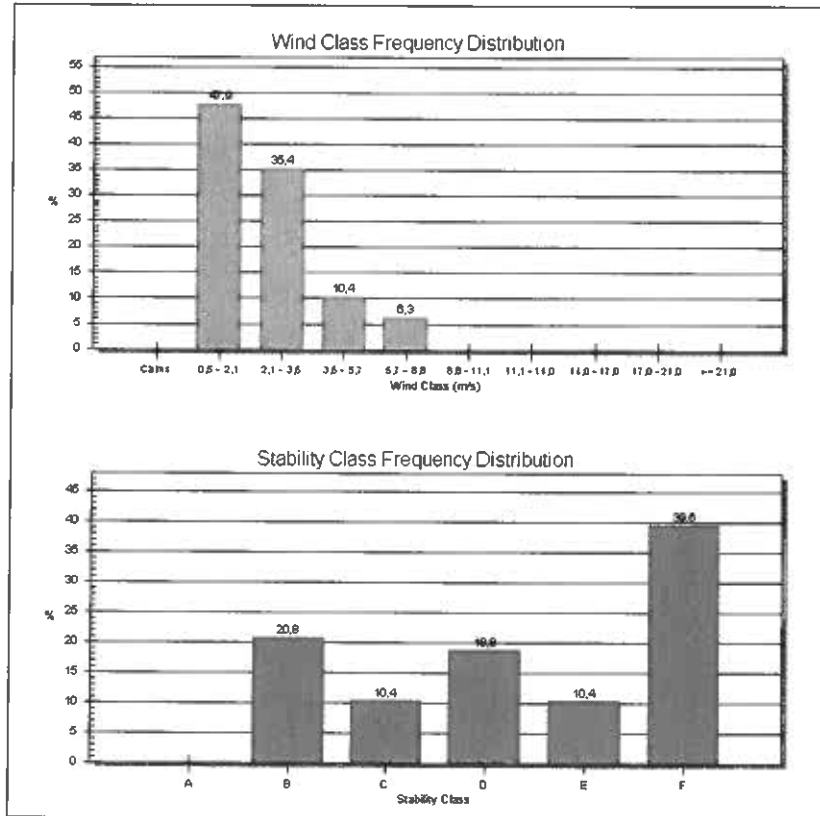
Classe de estabilidade	Definição	Classe de estabilidade	Definição
A	Muito instável	D	Neutral
B	Instável	E	Ligeiramente estável
C	Ligeiramente instável	F	Estável



Rosa de ventos no local e período de amostragem

Nesta rosa é possível verificar a dominância do rumo NW e N, correspondendo a rumos "favoráveis" para a propagação de material proveniente da zona em análise para o receptor avaliado.

Conforme se observa na figura seguinte, a velocidade do vento apresentou ventos "fracos" na maior parte do tempo, sendo a classe "F" a classe de estabilidade dominante.



Classes de estabilidade dos ventos no período de amostragem

RESULTADOS OBTIDOS

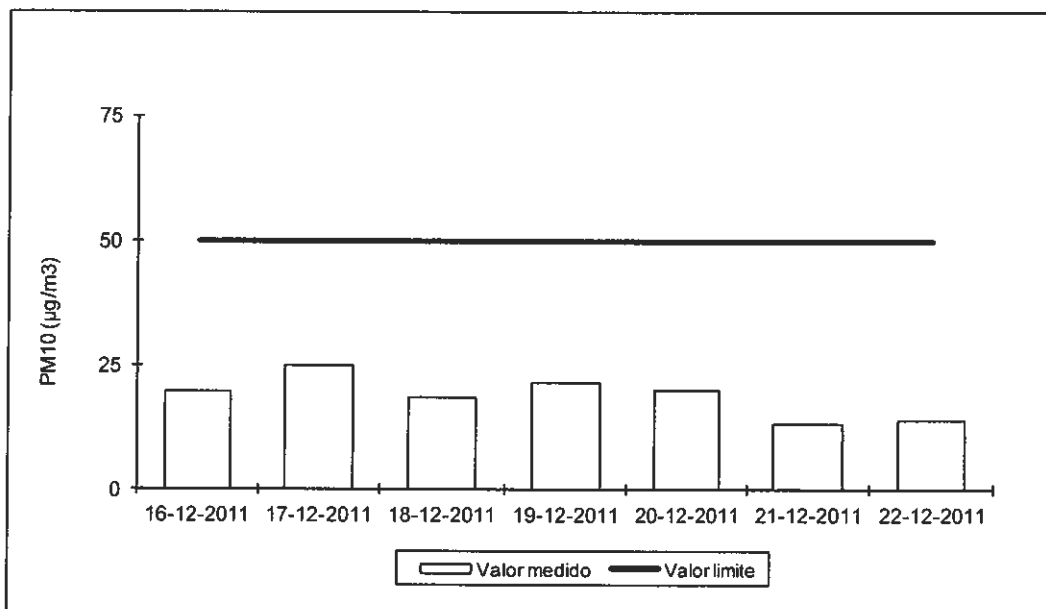
No quadro seguinte apresenta-se o resultado da análise obtida ao parâmetro PM₁₀ analisado. É efectuado o comparativo com o normativo nacional aplicável, concretamente o disposto no Anexo XII do Decreto-Lei nº 102/2010 de 23 de Setembro.

Local de amostragem: Ponto 1 a SW da exploração					
Ponto	Dia de amostragem		Direcção predominante do vento	Concentração medida	Valor limite *
				(µg/Nm ³)	(µg/Nm ³)
1	16-12-2011	6ª Feira	NW	20	50
1	17-12-2011	Sábado	N	25	50
1	18-12-2011	Domingo	N	19	50
1	19-12-2011	2ª Feira	N	22	50
1	20-12-2011	3ª Feira	NNW	20	50
1	21-12-2011	4ª Feira	N	13	50
1	22-12-2011	5ª Feira	NNE	14	50
		Valor máximo diário		25	50
		Valor médio do período		19	50

* Valor-limite diário para protecção da saúde humana, a não exceder mais de 7 vezes em cada ano civil.

Resultados obtidos para PM₁₀ nos pontos de medição e comparação com valor-limite para 24H.

Para uma mais fácil visualização, apresentam-se os resultados de forma gráfica na figura seguinte:



Resultados obtidos para PM₁₀ e comparação com valor-limite recomendado para 24H

CONCLUSÕES

Relativamente ao local e período monitorizado, constatou-se o seguinte:

- No período e nos pontos analisados o valor limite diário não foi excedido em nenhum dos sete dias avaliados. A análise destes valores será sempre indicativa e não extrapolável, uma vez que os limites legais se referem a um ano, ao passo que os valores obtidos reportam a apenas a um período de sete dias;
- Os valores mais baixos verificaram-se durante a semana, indiciando a inexistência de relação directa entre as actividades de exploração desenvolvidas na envolvente do receptor e a qualidade do ar aí verificada;
- O valor de 80% do valor limite (40 µg/m³) não foi atingido em nenhum dos dias analisados.
- O valor máximo diário recomendado pela O.M.S. para a saúde de 120 µg/m³, não foi excedido;

- Os rumos de vento registados, colocaram o receptor avaliado numa janela meteorológica favorável à propagação de material fino;
- O índice de qualidade do ar definido pela Agência Portuguesa do Ambiente de uma determinada área resulta da média aritmética calculada para cada um dos poluentes medidos em todas as estações da rede dessa área. Os valores assim determinados são comparados com as gamas de concentrações associadas a uma escala de cores sendo os piores poluentes responsáveis pelo índice. O índice diário (obtido com as médias diárias) varia de **Muito Bom** a **Mau** para cada poluente de acordo com a matriz de classificação seguidamente apresentada:

Poluente em causa / Classificação	PM ₁₀	
	Min	Máx
Mau	120	----
Fraco	50	119
Médio	35	49
Bom	20	34
Muito Bom	0	19

Classificação do Índice de Qualidade do
Ar para PM₁₀ em µg/m³ (2009)

No caso presente, relativamente ao indicador PM₁₀ e ao período avaliado, a qualidade do ar registada, poderá ser classificada oscilando entre "**Muito bom**" e "**Bom**".

MEDIDAS GERAIS PARA CONTROLO DAS EMISSÕES DIFUSAS

O Decreto-Lei n.º 78/2004, no seu Artigo 10.º define as seguintes **medidas gerais para controlo das emissões difusas**:

“Sem prejuízo de outras disposições aplicáveis em matéria de construção e de exploração das instalações, nem das normas sobre higiene e segurança no trabalho, o operador deve adoptar as seguintes medidas para minimizar as emissões difusas:

- a) Captação e canalização para um sistema de exaustão das emissões difusas de poluentes atmosféricos, sempre que técnica e economicamente viável;
- b) Confinar, por regra, a armazenagem de produtos de características pulverulentas ou voláteis;
- c) Equipar com dispositivos de captação e exaustão, os equipamentos de manipulação, transfeira, transporte e armazenagem, desde que técnica e economicamente viável;
- d) Garantir, sempre que seja técnica e economicamente viável, meios de pulverização com água ou aditivos, caso se verifique a necessidade imperiosa de armazenamento ao ar livre;
- e) Armazenar, na medida do possível, em espaços fechados os produtos a granel que possam conduzir as emissões de poluentes para a atmosfera;
- f) Assegurar que o pavimento da área envolvente da instalação, incluindo vias de circulação e locais de estacionamento, possui revestimento adequado a evitar a contaminação de solos e aquíferos e é mantido em condições de higiene e limpeza.”


Ílhavo, 06 de Janeiro de 2012

Elaborado por:



Eng. Jorge Branco

Director Técnico:



Eng. Pedro Silva

Validade
desconhecida



Digitally signed by
Jorge Branco
Date: 2012.01.10
17:03:00 +0000
Reason: I have
reviewed this
document



Assinatura válida

Digitally signed by
LabMetro Online
Date: 2010.02.01
15:13:45.00000
Reason: Documento
aprovado
electronicamente


Laboratório de Metrologia



Certificado de Calibração

Data: 2010.02.01

Certificado n.º CMAS 447/10

Página 1 de 2

Equipamento

Balança

Marca: RADWAG
Modelo: XA 110/X
Nº ident.: 01/97/GMG
Nº série: 274024/09

Intervalo de indicação: 0 a 100 g
Indicação: Digital
Resolução: 0,00001 g
(do dispositivo afixador)

Cliente

PEDAMB ENGENHARIA AMBIENTAL, LDA.
RUA DA INDÚSTRIA 13
2430-069 MARINHA GRANDE

Data de Calibração

2010.02.01

Condições Ambientais

Temperatura: 21,6 °C Humidade relativa: 54,0 %

Procedimento

LABMETRO PO.M - DM / MAS 01

Rastreabilidade

Conjunto de massas padrão LM49, rastreado à KERN (Alemanha)

Local de ensaio

"Laboratório de Metrologia Física Oeiras nas Instalações do cliente".

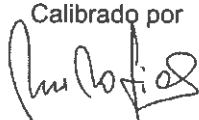
Estado do Equipamento

Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados

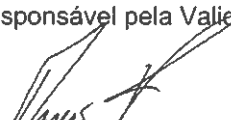
Resultados

Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.
"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=XX, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Calibrado por


Nuno Dias

Responsável pela Validação


Marcos Ferreira

DM/064.1/07



Certificado de Calibração

Certificado n.º CMAS 447/10

Página 2 de 2

Valor de referência (g)	Valor do equipamento (g)	Erro (g)	Incerteza expandida (g)	Fact. exp. k
0,00000	0,00000	0,00000	± 0,00001	2,00
0,00200	0,00200	0,00000	± 0,00001	2,05
0,01000	0,01000	0,00000	± 0,00001	2,00
0,10000	0,10000	0,00000	± 0,00001	2,04
0,19999	0,20000	0,00001	± 0,00002	2,01
0,50000	0,49998	-0,00002	± 0,00002	2,07
5,00000	4,99997	-0,00003	± 0,00003	2,00
20,00001	19,99995	-0,00006	± 0,00004	2,00
50,00001	49,99994	-0,00007	± 0,00005	2,01
99,99999	99,99992	-0,00007	± 0,00007	2,00

Erro Máximo de Indicação = 0,00007 g

Excentricidade Máx. (50 g) = 0,00005 g

(O valor da excentricidade máxima, é calculado como a maior diferença de erros de indicação entre os cantos e o centro por aplicação excêntrica de uma carga).

Foi efectuado um ensaio prévio à carga de 50 g, onde se encontrou um erro de 0,00047 g.

Seguidamente foi efectuada a regulação do aparelho segundo as instruções do fabricante.

A regulação do aparelho foi realizada com a massa interna da balança.

Calibrado por

Nuno Dias

Responsável pela Validação

Marcos Ferreira



Assinatura válida

Digitally signed by
LabMetro Online
Date: 2010.04.16
17:03:08 +0200
Reason: Documento
aprovado
electronicamente


Laboratório de Metrologia



Certificado de Calibração

Data de emissão: 2010.04.16

Certificado N.º : CGAS283/10

Página 1 de 2

Equipamento:	Calibrador de Caudal	Indicação:	Digital
	Marca: Drycal	Nºident.:	02/02/GMG
	Modelo: DCL-MH	Nº série:	5736
	Intervalo de medição: 1 l/min a 9,999 l/min	Resolução:	0,001 l/min
	Intervalo de medição: 10 a 19,99 l/min	Resolução: (do dispositivo afixador)	0,01 l/min
		Resolução: (do dispositivo afixador)	

Cliente: PEDAMB ENGENHARIA AMBIENTAL LDA
RUA DA INDÚSTRIA 13
2430-069 MARINHA GRANDE

Data de Calibração: 2010.04.16

Condições Ambientais: Temperatura: (20 ± 0,5) °C Humidade Relativa: 54 %hr

Procedimento: PO.M-DM/GÁS - 001 e 004.

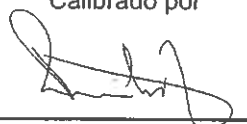
Local de Serviço: Laboratório de Metrologia Gás Oeiras.

Rastreabilidade: Gasómetro 500 dm³ N° ID LG 002, rastreado ao IPQ - Instituto Português da Qualidade.

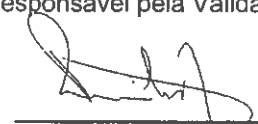
Estado do Equipamento: Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados: Encontram-se apresentados na(s) folhas em anexo.
"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Calibrado por


Rui Couto

Responsável pela Validação


Rui Couto

DM/064.1/07

instituto de soldadura e qualidade

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

labmetro@isq.pt

www.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-491 Gró • Portugal
Tels.: +351 227 471 958/50 • Fax: +351 227 455 778

O IPAC é signatário dos acordos de reconhecimento mútuo da EA para calibrações, ensaios, certificações e inspeções. Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.



Continuação do Certificado

Certificado N.º : CGAS283/10

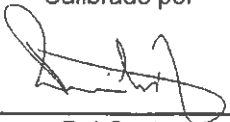
Página 2 de 2

Registo de dados: (Ensaio realizado com ar)

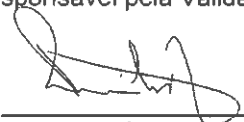
Valor de Equipamento l/min	Valor de Referência l/min	Erro Absoluto l/min	Erro Relativo %	Incerteza Expandida l/min	Factor de Expansão k
1,000	1,005	-0,005	-0,50	± 0,26	2,00
1,500	1,508	-0,008	-0,53	± 0,26	2,00
2,500	2,513	-0,013	-0,52	± 0,26	2,00
3,000	3,020	-0,020	-0,67	± 0,26	2,00
4,000	4,016	-0,016	-0,40	± 0,26	2,00
16,00	16,02	-0,02	-0,12	± 0,26	2,00
19,00	19,03	-0,03	-0,16	± 0,26	2,00

O IPAC é signatário dos acordos de reconhecimento mútuo da EA para calibrações, ensaios, certificações e inspeções. Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.

Calibrado por


Rui Couto

Responsável pela Validação


Rui Couto

DM/064-1/07