



**Joana Isabel Pereira  
Brito**

**Medição de poluentes atmosféricos em fontes fixas e  
respetivo tratamento de dados**





**Joana Isabel Pereira  
Brito**

**Medição de poluentes atmosféricos em fontes fixas e  
respetivo tratamento de dados**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizado sob a orientação científica do Doutor Carlos Borrego, Professor Catedrático do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, e sobre coorientação científica do Doutor Miguel Coutinho, Secretário-geral do Instituto do Ambiente e Desenvolvimento (IDAD).



Ao meu avô, por ser a minha estrela guia.  
À minha avó, por ser uma força da natureza.



## **o júri**

Presidente

Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais  
Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Orientador

Prof.<sup>o</sup> Doutor Carlos Alberto Diogo Soares Borrego  
Professor Catedrático do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Arguente

Prof.<sup>o</sup> Doutor José Manuel Gaspar Martins  
Professor Auxiliar do Departamento de Ciências Sociais, Políticas e do Território da Universidade de Aveiro



## **agradecimentos**

Este relatório representa o culminar de um percurso, com muito esforço e sacrificial. Percurso este, repleto de alegria, desafios, deceções, mas principalmente vitórias. Nada seria possível sem a dedicação e apoio de diversos elementos que me acompanharam ao longo deste caminho. Como tal torna-se obrigatório tecer uma mensagem de gratidão a todos.

Em primeiro lugar, agradeço ao Professor Doutor Carlos Borrego e ao Doutor Miguel Coutinho pelo acompanhamento e orientação, pela confiança depositada, pelas críticas construtivas e por todo o saber que transmitiram.

A toda a equipa do IDAD, obrigada pela forma como me inseriram nas diversas áreas e por todo o tempo despendido para me ajudarem a concretizar todo o projeto. Em especial à Rosa e ao Túlio, por serem mais que colegas de trabalho e por me ajudarem quando precisei. Sei que saí da empresa com amigos.

A toda a minha família, particularmente à minha avó, aos meus pais e às minhas irmãs, obrigada por todo o carinho e ensinamentos. Sem dúvida que, se hoje sou a pessoa que sou, é graças a vocês.

Aos meus amigos, um muito obrigada pelos desabafos, pelo apoio, ajuda e por todos os momentos de diversão e alegria que me proporcionaram ao longo do meu percurso académico e pessoal.

Por último e não menos importante, ao Rómulo. Obrigada por seres a minha força, por acreditares em mim, pela ajuda que me dás na vida e essencialmente obrigada por nós! És sem dúvida alguma a melhor pessoa que podia escolher para passar a vida ao meu lado e contigo sei que o mundo não tem limites.



## **palavras-chave**

emissões gasosas, fontes fixas, referenciais normativos, sistema de tratamento de dados, monitorização de caldeiras, análise de resultados, Microsoft Excel, Visual Basic

## **resumo**

A degradação da qualidade do ar deve-se principalmente à poluição causada pela emissão, transporte e transformação dos poluentes para a atmosfera, emitidos maioritariamente por tráfego automóvel e o setor industrial. De forma a avaliar o cumprimento dos requisitos legais impostos na legislação portuguesa, é necessário proceder à realização de amostragens nas fontes fixas, recorrendo a técnicas, equipamentos e controlo de qualidade cujos procedimentos requerem requisitos técnicos específicos e posterior reporte de dados, com o tratamento e enquadramento legal adequado.

O objetivo deste estágio, decorrido no Instituto do Ambiente e Desenvolvimento – IDAD, foi a avaliação dos referenciais normativos ativos no Laboratório do IDAD referentes à área das emissões gasosas, desenvolver competências em amostragens de efluentes gasosos, otimizar o sistema de aquisição, tratamento de dados, e cálculo de incertezas para realização do relatório final de ensaios de emissões gasosas e por último, analisar e interpretar os resultados do projeto de caracterização de efluentes gasosos das caldeiras de centros de saúde, adjudicado pela Administração Regional da Saúde do Centro, IP (ARS-C).

O trabalho desenvolvido no estágio envolveu uma análise bibliográfica para enquadramento teórico e avaliação dos referenciais normativos; qualificação técnica para tratamento de dados e emissão de relatórios de ensaios de emissões gasosas; aprendizagem e programação do sistema de aquisição, tratamento de dados e cálculo de incertezas; e análise estatística dos resultados obtidos do projeto da ARS-C.

Analisando os referenciais normativos aplicados às emissões gasosas, constatou-se que o IDAD acompanha a evolução e desenvolvimento dos métodos de referência, com o pedido de extensão de acreditação para 5 ensaios e pedido de acreditação para 3 novos ensaios.

A análise dos dados do projeto da ARS-C permitiu verificar que as caldeiras a gásóleo são mais críticas quanto à emissão de poluentes, justificando assim terem sido mudadas caldeiras em diversos centros de saúde com o intuito de utilizarem um combustível mais limpo.

Com a realização deste estágio, foi possível obter um sistema de tratamento de dados e de emissão de relatórios de ensaios, associados às emissões gasosas. Com este sistema reúne-se num único documento toda a informação existente sobre o cliente, informação legal, tratamento de dados e apresentação de resultados. Desta forma, a probabilidade de erros diminui, o tempo despendido para emissão de relatório torna-se mais curto e torna mais fácil a verificação do cumprimento das condições legais impostas. Assim sendo, conclui-se que os objetivos do estágio foram cumpridos contribuindo para uma melhoria no fluxo de trabalho da instituição e por conseguinte uma melhoria nos serviços prestados.



**keywords**

gas emissions, fixed sources, normative references, data processing system, boiler monitoring, results analysis, Microsoft Excel, Visual Basic

**abstract**

Air quality degradation is mainly due to pollution caused by the emission, transport and transformation of pollutants to the atmosphere, emitted in most part by traffic and the industrial sector. As a way to assess the fulfillment of legal requirements imposed in the Portuguese legislation it is necessary to conduct sampling on fixed sources, using techniques, equipments and air quality control which procedures require specific technical requisites and posteriorly data report, with the suitable legal framework.

The goal of this internship, at Instituto do Ambiente e Desenvolvimento – IDAD, was to assess all the normative frameworks (gas emissions) active in the IDAD laboratory; develop skills in gaseous effluents sampling, optimization of the acquisition system, data processing and calculation of uncertainties; in order to issue the final report of gaseous emission tests; lastly, analyze and interpret the results of the project Characterization of gaseous effluents from the boilers of health centers, granted by Administração Regional da Saúde do Centro, IP (ARS-C).

The work performed during the internship encompassed the bibliographic analysis for the theoretical framing and normative frameworks assessment; technical qualification for issuing test and gaseous emissions reports; learning and programming the acquisition system, data processing and calculation of uncertainties; and statistical analysis of the acquired results for the ARS-C project.

From the assessment to the applied normative referential, it was shown that IDAD keeps up with the evolution and development of the reference methods, with the accreditation extension request for 5 tests and accreditation request for 3 new tests.

The data analysis of ARS-C project enabled the verification that diesel boilers are the most critical in terms of pollutants emission, justifying in this way having been changed in several medical facilities with the objective of using a cleaner fuel.

With this internship, it was possible to obtain a system of data treatment and emission reporting of gaseous emissions. With this system, all existing information about the customer, legal information, data processing and presentation of results are gathered in a single document. In this way, the probability of errors decreases, the time spent issuing reports becomes shorter and makes it easier to verify compliance with the legal conditions imposed. Thus, it is concluded that the objectives of the internship were fulfilled contributing to an improvement in the workflow of the institution and therefore an improvement in the services provided.



# Índice

<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOGIA .....</b>	<b>VII</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
INTRODUÇÃO .....	1
ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO NA ENTIDADE ACOLHEDORA.....	1
OBJETIVOS DO ESTÁGIO E METODOLOGIA APLICADA .....	2
ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO .....	4
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>5</b>
ENQUADRAMENTO LEGAL .....	5
PROCESSO GLOBAL DE AMOSTRAGEM DE EMISSÕES GASOSAS.....	9
EQUIPAMENTO UTILIZADO NA AMOSTRAGEM DE EMISSÕES GASOSAS .....	10
AMOSTRAGEM EM CAMPO DE EMISSÕES GASOSAS .....	14
REQUISITOS PARA AMOSTRAGEM DE EFLUENTES GASOSOS .....	17
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>21</b>
MÉTODOS DE ENSAIO ACREDITADOS DE EFLUENTES GASOSOS.....	21
ANÁLISE AOS MÉTODOS DE ENSAIO DE EFLUENTES GASOSOS REALIZADOS .....	23
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>27</b>
RELATÓRIO FINAL DE ENSAIOS DE EMISSÕES GASOSAS.....	27
OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE DADOS RELATIVOS À AMOSTRAGEM DE EMISSÕES GASOSAS.....	29
SUGESTÕES DE MELHORIA.....	35
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>37</b>
ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS DO PROJETO ARS-C.....	37
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>45</b>
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>I</b>
ANEXO I: LINHAS DE CÓDIGO DO SISTEMA CRIADO .....	I
ANEXO II: RELATÓRIO ORIGINAL EMITIDO PELO SISTEMA EXISTENTE NO IDAD .....	XVI
ANEXO III: RELATÓRIO EMITIDO PELO SISTEMA CRIADO.....	XXX



# Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Esquema do Processo de Amostragem em vigor no IDAD. ....	10
<b>Figura 2.</b> Configuração da Amostragem <i>In-Stack</i> e respetiva legenda. (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2015) .....	13
<b>Figura 3.</b> Configuração da Amostragem <i>Out-Stack</i> e respetiva legenda. (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2015) .....	13
<b>Figura 4.</b> Esquema representativo das condições de escoamento isocinético. (Rowshanaie <i>et al.</i> , 2014) .....	15
<b>Figura 5.</b> Esquema do Processo de Amostragem em Campo. ....	16
<b>Figura 6.</b> Ilustração da localização das secções de amostragem e sua legenda. (Instituto Português da Qualidade, 1992) .....	17
<b>Figura 7.</b> Separador 1.1 da primeira área do sistema.....	31
<b>Figura 8.</b> Separador 1.2 da primeira área do sistema.....	31
<b>Figura 9.</b> Separador 2.1 da segunda área do sistema.....	32
<b>Figura 10.</b> Separador 2.2 da segunda área do sistema.....	32
<b>Figura 11.</b> Separador 3.1 da terceira área do sistema.....	33
<b>Figura 12.</b> Separador 3.2 da terceira área do sistema.....	34
<b>Figura 13.</b> Separador 3.3 da terceira área do sistema.....	34
<b>Figura 14.</b> Comparação das concentrações de NOx com a média de valores das concentrações e VLE para caldeiras a gás natural. ....	38
<b>Figura 15.</b> Comparação das concentrações de CO com a média de valores das concentrações e VLE para caldeiras a gás natural. ....	38
<b>Figura 16.</b> Comparação das concentrações de COT com a média de valores das concentrações e VLE para caldeiras a gás natural. ....	39
<b>Figura 17.</b> Comparação das concentrações de NOx com média dos valores e VLE para caldeiras a gás propano liquefeito.....	39
<b>Figura 18.</b> Comparação das concentrações de CO com média dos valores e VLE para caldeiras a gás propano liquefeito.....	40
<b>Figura 19.</b> Comparação das concentrações de COT com média dos valores e VLE para caldeiras a gás propano liquefeito.....	40
<b>Figura 20.</b> Comparação das concentrações de NOx com média dos valores e VLE para caldeiras a gasóleo. ....	41

<b>Figura 21.</b> Comparação das concentrações de CO com média dos valores e VLE para caldeiras a gasóleo. ....	41
<b>Figura 22.</b> Comparação das concentrações de COT com média dos valores e VLE para caldeiras a gasóleo. ....	41
<b>Figura 23.</b> Média das concentrações dos parâmetros por combustível. ....	42
<b>Figura 24.</b> Média de emissões de poluentes por tipo de combustível. ....	43
<b>Figura 25.</b> Concentrações de partículas, SO <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> S das caldeiras a gasóleo. ....	43

# Índice de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Limiares mássicos mínimos e máximos. ....	6
<b>Tabela 2.</b> Valores limite de emissões gerais aplicados a instalações abrangidas pelo DL nº78/2004. ....	7
<b>Tabela 3.</b> Valores limite de emissão aplicados em caldeiras. ....	8
<b>Tabela 4.</b> Listagem de principais equipamentos utilizados nas amostragens de Efluente Gasosos e suas funções.....	11
<b>Tabela 5.</b> Número mínimo de pontos de amostragem para fontes de condutas circular. (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2015).....	18
<b>Tabela 6.</b> Número mínimo de pontos de amostragem para fontes de condutas retangulares. (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2015) .....	18
<b>Tabela 7.</b> Métodos de ensaio acreditados no IDAD para efluentes gasosos. ....	21
<b>Tabela 8.</b> Métodos de ensaio que sofreram revisão. ....	22
<b>Tabela 9.</b> Métodos de ensaio não acreditados realizados para efluentes gasosos.....	23
<b>Tabela 10.</b> Métodos de ensaios acreditados realizados por outros laboratórios. ....	24
<b>Tabela 11.</b> Estrutura do relatório final emitido pelo IDAD. ....	27
<b>Tabela 12.</b> <i>Checklist</i> dos requisitos exigidos pelo DL nº78/2004 para a emissão de um relatório.....	28



# Lista de abreviaturas e simbologia

## Abreviaturas

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ARS-C	Administração Regional da Saúde do Centro
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CEN	<i>European Committee for Standardization</i>
COT	Compostos Orgânicos Totais
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
COVNM	Compostos Orgânicos Voláteis não metânicos
DL	Decreto-Lei
EN	<i>European Normalization</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency (US)</i>
FID	<i>Flame Ionization Detection</i>
FTIR	<i>Fourier transform infrared spectroscopy</i>
IDAD	Instituto do Ambiente e Desenvolvimento
IPAC	Instituto Português de Acreditação
IPQ	Instituto Português de Qualidade
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	Instruções de Trabalho
ME	Métodos extrativos
MILInn	Métodos Internos de Laboratório
MNE	Métodos não extrativos
NDIR	<i>Nondispersive Infrared Detector</i>
NP	Norma Portuguesa
PAH	Hydrocarbonetos aromáticos policíclicos
PCDD	Dibenzodioxinas policloradas
PCDF	Dibenzofuranos policlorados
PM <sub>2,5</sub>	Partículas com diâmetro inferior a 2,5 µm
PM <sub>10</sub>	Partículas com diâmetro inferior a 10 µm
TS	<i>Technical Specification</i>
VDI	<i>Verein Deutscher Ingenieure</i>
VLE	Valor Limite de Emissão

## Símbolos de Elementos químicos

CH <sub>4</sub>	Metano
CO	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
H	Hidrogénio
H <sub>2</sub> S	Ácido Sulfídrico
HCl	Ácido Clorídrico
HF	Ácido Fluorídrico
Hg	Mercúrio
NH <sub>3</sub>	Amoníaco

NO	Óxido de Azoto
NO <sub>2</sub>	Dióxido de Azoto
NO <sub>x</sub>	Óxidos de Azoto
O <sub>2</sub>	Oxigénio
O <sub>3</sub>	Ozono
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Enxofre



# Capítulo 1

## Introdução

O tema Ambiente tornou-se emblemático com a conferência das Nações Unidas sobre o ambiente humano, realizada no ano de 1972 em Estocolmo, onde se estabeleceram diversos princípios de atuação, que estão na base do quadro legislativo em matéria ambiental. [URL 1] Segundo um dos princípios da Declaração de Estocolmo *“O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e às condições de vida adequadas, num ambiente de qualidade que permita uma vida de dignidade e bem-estar, e tem a responsabilidade solene de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras.”*

A qualidade do ar, importante para o bem-estar humano, é uma área que deve ser alvo de preocupação tendo em vista a garantia de condições viáveis, para que futuras gerações possam desfrutar a vida nas mesmas ou melhores condições que as gerações presentes.

A degradação da qualidade do ar deve ser alvo de preocupação, já que não só afeta o ser humano a nível respiratório como afeta o ambiente, prejudicando a fauna, flora e ecossistemas. Isto deve-se principalmente à poluição causada pela emissão, transporte e transformação dos poluentes para a atmosfera, emitidos maioritariamente pelo tráfego automóvel e o setor industrial. (Ferreira, 2007)

De forma a avaliar o cumprimento dos requisitos legais impostos na legislação, é necessário proceder à realização de amostragens nas fontes fixas, recorrendo a técnicas, equipamentos e controlo de qualidade, cujos procedimentos requerem requisitos técnicos específicos e posterior reporte de dados, com o tratamento e enquadramento legal adequado.

## Enquadramento do estágio na entidade acolhedora

O Instituto do Ambiente e Desenvolvimento (IDAD) é uma associação científica e técnica, sem fins lucrativos, que apresenta como associados efetivos: a Administração do Porto de Aveiro, S.A., a Administração Regional de Saúde da Região Centro I.P, a Associação Industrial do Distrito de Aveiro, a Associação Empresarial de Portugal, a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro, a Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro, os Departamentos de Ambiente e Ordenamento, de Física e de



Geociências da Universidade de Aveiro, a Reitoria da Universidade de Aveiro e o Turismo Centro de Portugal. (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2016)

O IDAD, com funcionamento desde 1994, tem como principais atividades a investigação e desenvolvimento na área do ambiente, a gestão dos recursos naturais e planeamento, apoiando instituições ou empresas e promovendo ações de informação e educação ambiental. Até hoje abrange três áreas de atuação distintas: Poluição Atmosférica, Avaliação de Impactes e Monitorização Ambiental e Sustentabilidade. [URL 2]

No domínio da Poluição Atmosférica, o IDAD incide na caracterização de efluentes gasosos, inventários de emissões de poluentes atmosféricos e de gases com efeito de estufa, modelação atmosférica e altura de chaminés, monitorização da qualidade do ar exterior e interior, olfatometria e gestão da qualidade do ar.

Quanto à Avaliação de Impactes, desenvolve trabalho em campos como a avaliação ambiental estratégica, avaliação de impacto ambiental, monitorização, alterações climáticas e mapas de ruído.

A área da Sustentabilidade no IDAD representa um peso relativamente pequeno, quando comparado às restantes áreas de atuação. Ainda assim é desenvolvido trabalho, nomeadamente na realização de relatórios de sustentabilidade, estudos de *benchmarking* e políticas públicas.

O IDAD possui Laboratório Interno que visa apoiar os projetos desenvolvidos, encontrando-se acreditado pelo Instituto Português da Acreditação (IPAC) desde 2003, garantindo o cumprimento dos critérios de acreditação para Laboratórios de Ensaio estabelecidos na NP EN ISO/IEC 17025:2005. A acreditação do Laboratório do IDAD incide em ensaios realizados no âmbito da acústica, águas, ar ambiente, efluentes gasosos e efluentes líquidos. (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2016)

## Objetivos do estágio e metodologia aplicada

Este trabalho insere-se na Unidade Curricular Estágio (49991) do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da Universidade de Aveiro. O Estágio foi realizado no IDAD, com duração de um ano letivo e uma carga horária mínima de 810 horas, incidindo na área da medição de poluentes atmosféricos em fontes fixas e respetivo tratamento de dados.

O estágio curricular teve como objetivos: a avaliação dos referenciais normativos ativos no Laboratório do IDAD referentes à área das emissões gasosas; desenvolvimento de



competências e acompanhamento de amostragens de efluentes gasosos; a otimização do sistema de aquisição, tratamento de dados, e cálculo de incertezas para emissão do relatório final de ensaios de emissões gasosas; análise e interpretação dos resultados obtidos do projeto Caracterização de efluentes gasosos, adjudicado pela Administração Regional da Saúde do Centro, IP (ARS-C).

De forma a atingir os objetivos propostos, o estágio teve a seguinte metodologia:

- A. Enquadramento nas atividades do IDAD;
- B. Análise bibliográfica sobre as amostragens de emissões gasosas;
- C. Análise bibliográfica sobre os referenciais normativos aplicados no âmbito das emissões gasosas;
- D. Qualificação técnica para tratamento de dados e emissão de relatórios de ensaios de emissões gasosas;
- E. Otimização do sistema de tratamento de dados e emissão de relatórios de ensaios de emissões gasosas;
- F. Análise dos dados obtidos no projeto da ARS-C;
- G. Redação do Relatório de Estágio.

Com um currículo a completar quase 25 anos, vasto em experiência dentro e fora do país e com uma equipa de profissionais que cobrem diversas áreas, o IDAD adquiriu credibilidade no mercado, permitindo assim a participação constante em diferentes projetos.

Como tal, torna-se relevante a realização de uma análise dos referenciais normativos ativos no IDAD, avaliando os diferentes ensaios, quanto ao seu processo de acreditação, no sentido de manter projetos existentes e fomentar novos projetos e novos clientes. Da mesma forma, torna-se indispensável a otimização do sistema de tratamento de dados, associado às amostragens de emissões gasosas com o objetivo de rentabilizar o tempo de toda a equipa, facilitando o processo analítico das amostras recolhidas.

No início do ano, o IDAD iniciou um novo projeto, associado à monitorização de caldeiras para efeitos de autocontrolo, nos centros de saúde pertencentes à ARS-C. Assim, tornou-se importante a realização de uma análise e interpretação dos resultados, permitindo uma melhor avaliação do sistema global da ARS-C, com respetivo enquadramento na área das emissões gasosas.

Paralelamente, ao longo do estágio, foram desenvolvidas outras atividades inseridas nas restantes áreas de atuação do IDAD, como participação em amostragens de águas,



saídas de campo relacionadas com qualidade de ar/odores e preparação em laboratório das amostragens de emissões gasosas. Destas atividades, destaca-se a qualificação obtida para o tratamento de dados e realização de relatórios de ensaios de emissões gasosas. Foi ainda dado apoio no desenvolvimento de instruções de trabalho (IT), nomeadamente a IT relativa à determinação manual da concentração de metano (CH<sub>4</sub>) em efluentes gasosos, segundo a norma ISO 25139:2011.

## Estrutura do Relatório de estágio

O presente relatório de estágio encontra-se estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1: Neste primeiro capítulo é realizada uma introdução do tema do estágio e o enquadramento do estágio na empresa. São ainda apresentados os objetivos do estágio e importância do mesmo, bem como a estrutura desenvolvida.

Capítulo 2: Abordagem ao enquadramento teórico do estágio: legislação aplicada na área, requisitos para as amostragens de efluentes gasosos, procedimentos durante uma amostragem e equipamentos utilizados.

Capítulo 3: Dedicar-se à avaliação dos referenciais normativos, aplicados às emissões gasosas. É feito um reconhecimento e avaliação do estado atual, tendo em conta outros laboratórios.

Capítulo 4: Descreve o processo geral que permite a otimização do sistema de tratamento de dados, relativos à amostragem de emissões gasosas. São referidas as vantagens e a sua estrutura, bem como o *background* associado à programação do mesmo. Neste capítulo, é também abordada a estrutura dos relatórios de ensaios de emissões gasosas, elaborando-se uma pequena avaliação geral do mesmo, sugerindo melhorias para o sistema criado.

Capítulo 5: Destina-se à análise de resultados do projeto Caracterização de efluentes gasosos, adjudicada pela Administração Regional da Saúde do Centro, IP, descrevendo o projeto, divergências encontradas e avaliação dos resultados sob diferentes perspetivas.

Capítulo 6: É feita uma reflexão de todo o trabalho realizado no estágio, apresentando conclusões, nomeadamente a enumeração dos aspetos positivos e negativos, encontrados ao longo do projeto.



## Capítulo 2

### Enquadramento legal

O quadro legal relativo à área ambiental tem vindo a evoluir, tornando-se cada vez mais especializado e focado a diferentes níveis. O grande marco responsável por esta evolução é a “Lei de Bases do Ambiente”, Lei nº 11/87 de 07 de abril (diploma revogado pela Lei nº 19/2014 de 14 de abril), que foi caracterizada como sendo inovadora aquando a sua promulgação, impondo princípios, definições e instrumentos básicos nas áreas da poluição da água, do ar e sonora, da gestão de resíduos, da defesa do litoral e por fim na proteção de espécies. (Tavares, 2013)

Relativamente às emissões atmosféricas, vigora o Decreto-Lei nº 78/2004 de 3 de abril, que em conjunto com outros diplomas legais compõe o quadro legal de gestão do ar em Portugal. Este visa a prevenção e controlo das emissões de poluentes, fixando princípios, objetivos e instrumentos adequados à proteção do recurso natural ar, assim como medidas, procedimentos e obrigações por parte das instalações de forma a evitar e reduzir os níveis de poluição atmosférica. [URL 3]

Neste contexto, o presente relatório de estágio, segue um pequeno resumo deste decreto. Aplica-se a todas as fontes de emissão de poluentes atmosféricos, resultantes de instalações onde se desenvolvem atividades de cariz industrial, produção de eletricidade e/ou vapor, e instalações de combustão incluídas em estabelecimentos industriais, comerciais e/ou de serviços. São referidas situações de isenção pela legislação fixada, como instalações de combustão com potência térmica nominal igual ou inferior a 100 kW, geradores de emergência, sistemas de ventilação e instalações ou parte de instalações utilizadas exclusivamente para investigação, desenvolvimento ou experimentação de novos produtos ou processos.

O Decreto-Lei estabelece um conjunto alargado de normas, que incidem no cumprimento dos Valores Limite de Emissão (VLE), na definição de regimes de monitorização, nos métodos e equipamentos utilizados na amostragem, nos requisitos a cumprir relativamente ao conteúdo do relatório final de ensaios de emissões gasosas, entre outros.

Os principais aspetos fixados pelo DL nº 78/2004, importantes na área de enquadramento do estágio são:



- ❖ Monitorização pontual das emissões duas vezes por ano civil, com um intervalo mínimo de dois meses entre cada uma;
- ❖ Prazo de emissão e envio do relatório final de 60 dias após a realização da amostragem;
- ❖ Velocidade mínima de descarga de  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , caso o caudal expelido seja inferior a  $5000 \text{ m}^3\cdot\text{h}$ , e  $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  quando superior a  $5000 \text{ m}^3\cdot\text{h}$ ;
- ❖ Requisitos de construção de chaminés, em conjunto com a Portaria nº 263/2005 de 17 de março;
- ❖ Estrutura obrigatória dos conteúdos de um relatório de ensaios de emissões gasosas.

Existem dois tipos de monitorização impostos pelo Decreto-Lei, monitorização pontual que se realiza duas vezes ao ano e monitorização em contínuo quando são ultrapassados os limiares mássicos máximos. Estes encontram-se fixados pela Portaria nº 80/2006 de 23 de janeiro, sendo que, caso as instalações estejam abrangidas por Licença Ambiental estes valores são fixados pela mesma. Nesta portaria, são ainda fixados limiares mássicos para as substâncias orgânicas e cancerígenas, as quais não apresentam importância relevante no presente trabalho. Na Tabela 1 podem-se observar os limiares mássicos fixados pela Portaria nº 80/2006.

Tabela 1. Limiares mássicos mínimos e máximos.

<b>Poluente</b>	<b>A - Limiar mássico mínimo (quilograma/hora)</b>	<b>B - Limiar mássico máximo (quilograma/hora)</b>
<b><i>Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)</i></b>	(*) 2	(*) 50
<b><i>Óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>)</i></b>	2	30
<b><i>Partículas (PTS)</i></b>	0,5	5
<b><i>Compostos inorgânicos fluorados</i></b>	0,05	0,5
<b><i>Compostos inorgânicos clorados</i></b>	0,3	3
<b><i>Sulfureto de hidrogénio (H<sub>2</sub>S)</i></b>	0,05	1
<b><i>Monóxido de Carbono (CO)</i></b>	5	100
<b><i>Compostos orgânicos voláteis (COV)</i></b>	2	30
<b><i>Compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM)</i></b>	1,5	25
<b><i>Cloro (Cl<sub>2</sub>)</i></b>	0,05	Não fixado
<b><i>Br e compostos inorgânicos de Br</i></b>	0,05	Não fixado
<b><i>Metais I (¹)(**)</i></b>	0,001	Não fixado
<b><i>Metais II (²)(**)</i></b>	0,005	Não fixado
<b><i>Metais III (³)(**)</i></b>	0,025	Não fixado

(\*) Não aplicável às instalações de combustão que consomem coque de petróleo como combustível, para as quais o regime de monitorização em contínuo é de carácter obrigatório independentemente do caudal mássico.

(\*\*) Se os efluentes gasosos contiverem mais de um destes poluentes, o valor dos limiares aplica-se ao somatório do valor mássico dos poluentes presentes.

(¹) Cádmio (Cd), mercúrio (Hg), tálio (Tl).

(²) Arsénio (As), níquel (Ni), selénio (Se), telúrio (Te).

(³) Platina (Pt), vanádio (V), chumbo (Pb), crómio (Cr), cobre (Cu), antimónio (Sb), estanho (Sn), manganésio (Mn), paládio (Pd), zinco (Zn)



Relativamente à monitorização pontual, existem exceções quanto ao período de monitorização, que pode ser uma vez por ano em instalações com atividade sazonal e trienal em instalações cujo caudal mássico não alcance o limiar mássico mínimo fixado. São dispensadas de monitorização instalações que funcionem num período inferior a 25 dias por ano ou 500 horas anuais.

Os valores limite de emissão variam consoante o tipo de fonte e tipo de combustível associado. Na Portaria nº 675/2009 de 23 de junho é possível encontrar os VLE gerais, aplicáveis às instalações abrangidas pelo DL nº 78/2004, registados na Tabela 2.

**Tabela 2. Valores limite de emissões gerais aplicados a instalações abrangidas pelo DL nº78/2004.**

<b>Poluente</b>	<b>Valor Limite (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>
<b><i>Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)</i></b>	500
<b><i>Óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>)</i></b>	500 (expresso em NO <sub>2</sub> )
<b><i>Partículas (PTS)</i></b>	150
<b><i>Compostos inorgânicos fluorados</i></b>	5 (expresso em F <sup>-</sup> )
<b><i>Compostos inorgânicos clorados</i></b>	30 (expresso em Cl <sup>-</sup> )
<b><i>Sulfureto de hidrogénio (H<sub>2</sub>S)</i></b>	5
<b><i>Compostos orgânicos voláteis (COV)</i></b>	200 (expresso em C)
<b><i>Compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM)</i></b>	110 (expresso em C)
<b><i>Cloro (Cl<sub>2</sub>)</i></b>	5
<b><i>Br e compostos inorgânicos de Br</i></b>	5 (expresso em HBr)
<b><i>Metais I <sup>(1)</sup></i></b>	0,2
<b><i>Metais II <sup>(2)</sup></i></b>	1
<b><i>Metais III <sup>(3)</sup></i></b>	5

<sup>(1)</sup> Cádmio (Cd), mercúrio (Hg), tálio (Tl).

<sup>(2)</sup> Arsénio (As), níquel (Ni), selénio (Se), telúrio (Te).

<sup>(3)</sup> Platina (Pt), vanádio (V), chumbo (Pb), crómio (Cr), cobre (Cu), antimónio (Sb), estanho (Sn), manganésio (Mn), paládio (Pd), zinco (Zn)

Para além destes valores, existem VLE aplicados a casos específicos, como caldeiras, motores de combustão interna e turbinas a gás, fixados pela Portaria nº 677/2009 de 23 de junho. Na Tabela 3 encontram-se registados os VLE aplicados a caldeiras retirados da Portaria nº 677/2009.



Tabela 3. Valores limite de emissão aplicados em caldeiras.

Combustível	Teor de O de referência (%)	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	PTS	H <sub>2</sub> S
Sólido: Geral	6	2000 <sup>(1)</sup>	650	500	VLE Geral <sup>(2)</sup>	VLE Geral <sup>(2)</sup>
Sólido: Biomassa	11	VLE Geral <sup>(2)</sup>				
Líquido: Geral	3 <sup>(4)</sup>	1700	VLE Geral <sup>(2)</sup>	500	VLE Geral <sup>(2)</sup>	VLE Geral <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>
Gasoso	3	35	300	500	50	VLE Geral <sup>(2)</sup>
Gasoso: Fuel gás da refinação do petróleo	8	50				30

<sup>(1)</sup> No caso de caldeiras com leito fluidizado o VLE é 600 mg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>(2)</sup> Definido na Portaria n.º 675/2009, de 23 de Junho (VLE gerais).

<sup>(3)</sup> No caso do setor da refinação do petróleo, o VLE é 30 mg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>(4)</sup> Teor de oxigénio de 8 % para caldeiras de instalações em exploração ou funcionamento à data da entrada em vigor da presente portaria.

Existe ainda legislação específica, relativa às emissões industriais, o Decreto-Lei nº 127/2013 de 30 de agosto (Regime de Emissões Industriais). Este consiste num quadro jurídico, que agrega e revoga num único diploma legal diversos regimes, de forma a facilitar o processo de licenciamento das instalações. Os regimes presentes são: o Decreto-Lei nº 85/2005, de 28 de abril, relativo à incineração de resíduos; o Decreto-Lei nº 242/2001, de 31 de agosto, relativo à limitação das emissões de compostos orgânicos voláteis; o Decreto-Lei nº 178/2003, de 5 de agosto, relativo às emissões para a atmosfera de certos poluentes provenientes de grandes instalações de combustão; e o Decreto-Lei nº 173/2008, de 26 de agosto, relativo à prevenção e controlo integrados da poluição das instalações objeto de licença ambiental.

No sentido de definir e homogeneizar a aplicação do DL nº 78/2004, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) elaborou dois documentos, denominados: *Diretrizes relativas à descarga de poluentes na atmosfera* (Instituto do Ambiente, 2006) e *Diretrizes relativas à monitorização das emissões atmosféricas* (Agência Portuguesa do Ambiente, 2016). Estas diretrizes foram criadas após a publicação do DL nº 78/2004, com o intuito de esclarecer dúvidas existentes e clarificar os requisitos impostos pelo decreto. Desta forma, existem exemplos de aplicação dos requisitos, explicações pormenorizadas do conteúdo do decreto, bem como esclarecimento de toda a informação que é necessária apresentar à APA, prazos a cumprir, entre outros.



## Processo global de amostragem de emissões gasosas

A amostragem de efluentes gasosos é um processo detalhado e complexo, que engloba vários procedimentos, não apenas a extração de amostras do efluente gasoso para a análise. No IDAD, este processo pode iniciar-se com um pedido apresentado por uma empresa, através de concursos públicos ou ainda pelo contacto da Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAMAOT). Os processos de amostragem podem ter como objetivo o autocontrolo das emissões de efluentes gasosos, auxílio no dimensionamento de sistemas de tratamento, inspeção surpresa a empresas ou ainda o desenvolvimento de projetos de investigação.

Após o pedido por parte do cliente é elaborada uma proposta, onde se inserem todos os serviços que serão prestados e respetivos custos, caso seja adjudicado é elaborado o plano de amostragem. Este deve conter elementos tais como: localização da unidade industrial, tipo de instalação associada à fonte fixa, geometria da chaminé e poluentes a monitorizar. Deve ainda referir quais os equipamentos que são previstos utilizar, a equipa técnica encarregue da amostragem em campo e o tempo previsto para a mesma. O plano de amostragem é enviado à empresa previamente à realização dos ensaios para aprovação do mesmo.

De seguida procede-se à preparação em laboratório da amostragem, que consiste num conjunto de passos, nomeadamente: a preparação de soluções de absorção, a lavagem de material como borbulhadores, porta filtros e sondas, revisão da *checklist* de material necessário para os ensaios, entre outros.

Os ensaios são oportunamente agendados e aceites pelo cliente, realizando-se posteriormente a amostragem. Concluídos os ensaios, são recolhidas as amostras, rececionadas e identificadas no laboratório. Todas as amostras que chegam ao IDAD, independentemente da sua matriz ou da sua origem, são suscetíveis de uma série de registos, tendo em vista a identificação inequívoca e registo das características e informações necessárias ao cumprimento dos ensaios analíticos posteriores, de acordo com um procedimento da qualidade interno para a receção e identificação de amostra. (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2016)

Após este passo, as amostras dos parâmetros de H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, HCl, fluoretos, metais, dioxinas e furanos são encaminhadas para laboratórios externos subcontratados acreditados. Apenas as determinações analíticas de partículas são realizadas internamente, seguindo o método de referência.



Procede-se à emissão do relatório final de ensaios de emissões gasosas, depois da obtenção dos resultados das determinações analíticas. Como referido anteriormente, o prazo para o envio do relatório de autocontrolo é de 60 dias, após a amostragem. O IDAD adotou prazos internos que vão desde 25 dias, caso as análises sejam efetuadas internamente; a 40 dias, caso sejam subcontratados laboratórios para proceder à análise. Na Figura 1 encontra-se um esquema representativo do processo de amostragem.



Figura 1. Esquema do Processo de Amostragem em vigor no IDAD.

## Equipamento utilizado na amostragem de emissões gasosas

Os métodos de amostragem variam consoante o local onde é realizada a determinação do poluente, podendo ser classificados como Métodos Extrativos (ME) ou Métodos Não Extrativos (MNE). A amostragem por ME consiste numa determinação realizada em laboratório, onde é necessária a extração da amostra que posteriormente é condicionada e transportada para o laboratório onde se realizará a determinação. Quando a determinação ocorre *in situ*, consiste numa amostragem por MNE onde não é necessário o condicionamento da amostra. (Fernandes, 2012)



Independentemente do tipo de amostragem, existem equipamentos essenciais para a realização das amostragens. Na Tabela 4 listam-se os principais equipamentos utilizados nas amostragens realizadas pelo IDAD bem como as suas funções.

Tabela 4. Listagem de principais equipamentos utilizados nas amostragens de Efluente Gasosos e suas funções.

<b>Equipamentos</b>	<b>Função</b>
<b>Unidade controlo Andersen</b>	Controlar parâmetros como isocinetismo, vácuo e velocidade;
<b>Contador de Gás (associado à Unidade de Controlo)</b>	Contagem do volume de gás seco analisado;
<b>Cordão</b>	Ligação da Unidade de Controlo aos restantes equipamentos;
<b>Peltier M&amp;C</b>	Tirar humidade do efluente;
<b>Equipamento de Espectroscopia de Infravermelho por Transformadas de Fourier</b>	Medição de vários compostos em simultâneo;
<b>Impactor</b>	Suporte de filtros;
<b>Bomba amostragem</b>	Extração gases da chaminé;
<b>Caixa quente</b>	Suporte e aquecimento do filtro de amostragem;
<b>Filtros (Fibra de Vidro, Quartzo, Teflon)</b>	Reter partículas;
<b>Caixa fria</b>	Arrefecimento dos borbulhadores em banho de gelo;
<b>Sonda amostragem aquecida/arrefecida de vidro/aço/titânio</b>	Extração gases da chaminé;
<b>Tecora Flowtest ST e pitot S</b>	Medição de velocidade e caudal;
<b>Termopar</b>	Medição de temperatura;
<b>Bocais</b>	Verificação de isocinetismo;
<b>Medidor ângulos</b>	Verificação escoamento;
<b>Horiba PG 250</b>	Medição dos parâmetros O <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> ;
<b>Analizador Bernath Atomic Model 3006</b>	Medição do parâmetro COT e COV;
<b>Balança de campo Sartorius</b>	Medição da massa dos borbulhadores;

Relativamente às amostragens *in situ*, são usados equipamentos baseados em metodologias analíticas que variam consoante o poluente a analisar. Nas medições de gases de combustão são utilizados analisadores, que são constituídos por uma bomba de amostragem, um coletor da amostra gasosa e as células de medição (que analisam o gás).

O analisador utilizado no IDAD é o Horiba PG-250, um analisador portátil que permite a monitorização em tempo real e em contínuo de emissões gasosas. Os princípios de medição deste equipamento variam consoante o poluente, para a medição de CO e CO<sub>2</sub> utiliza o método de espectrometria de infravermelho não dispersivo (NDIR), relativamente ao NO<sub>x</sub> utiliza o método de quimiluminescência e quanto ao O<sub>2</sub> utiliza o método paramagnético. [URL 2]

O método de NDIR consiste na determinação da concentração de CO de acordo com a Lei de Lambert-Beer, que enuncia a relação exponencial existente entre a transmissão de



luz de uma substância e a concentração da mesma. A concentração de CO, dada pela diminuição da radiação infravermelha, é representada em unidades de volume/volume, que através de fatores de conversão padrão o valor final é expresso em miligramas por metro cúbico.

O método de quimiluminescência baseia-se na reação entre o NO e o O<sub>3</sub>, onde parte do NO<sub>2</sub> formado encontra-se em estado excitado. Este processo assenta na existência de uma relação proporcional entre, a radiação emitida quando o NO<sub>2</sub> volta ao estado fundamental, e a concentração de NO existente. A concentração de NO<sub>2</sub> é dada pela diferença entre a soma dos valores de NO e NO<sub>2</sub> (NO+NO<sub>2</sub>), proporcionais ao sinal elétrico obtido pela passagem das amostras pelo conversor, e o valor de NO obtido quando a amostra não passa pelo conversor.

No método paramagnético o caudal de oxigénio que é atraído para o campo magnético é dependente da sua concentração. Este segue o princípio de que as moléculas de oxigénio são atraídas para um campo magnético, assim a amostra de gás é obrigada a fluir na direção do campo magnético, quando exposto ao efeito do gradiente magnético num espaço restringido.

Quanto à determinação de compostos orgânicos o equipamento utilizado no IDAD é o Analisador Bernath Atomic Model 3006. O método analítico *Flame Ionization Detector* (FID) baseia-se na determinação dos iões formados durante a combustão de compostos orgânicos numa chama de hidrogénio, em que a concentração destes é proporcional à formação dos iões. Este equipamento requer um gás combustível para tornar a chama constante, sendo neste caso o hidrogénio (H<sub>2</sub>), requer ainda um gás zero e um gás span para calibração. [URL 2]

O equipamento de Espectroscopia de Infravermelho por Transformadas de Fourier (FTIR) tem capacidade para medir vários compostos em simultâneo. Este baseia-se no facto de as ligações químicas das substâncias possuírem uma combinação única de átomos, produzindo um espectro de infravermelho específico. O equipamento identifica e quantifica os poluentes presentes na amostra, através da comparação do espectro produzido com uma biblioteca de espectros. [URL 2]

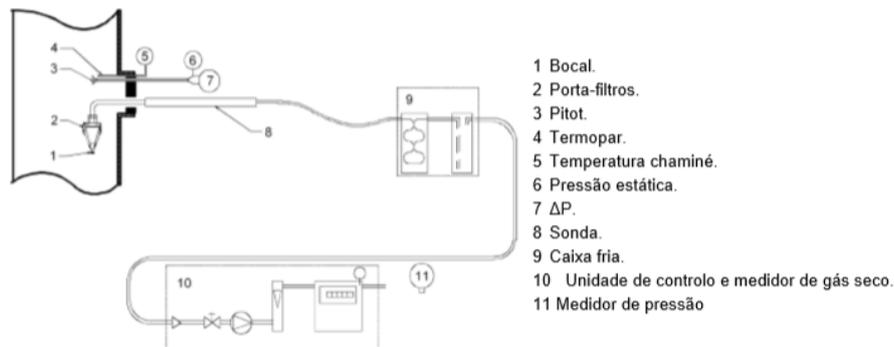
As técnicas utilizadas nas amostragens por ME são variadas, sendo que a escolha depende das normas, das características de desempenho do método e com os caudais mássicos dos poluentes estabelecidos na legislação. Neste tipo de amostragem a amostra de gás segue para um conjunto de borbulhadores, que podem conter água



destilada, água ultrapura, solução absorvente ou sílica gel, dependendo do parâmetro a analisar.

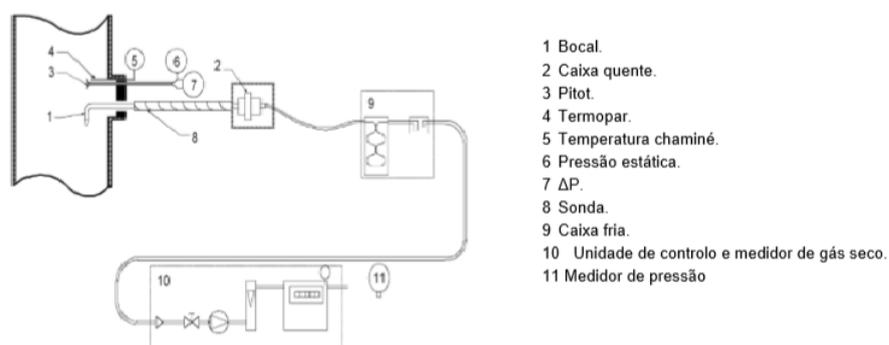
Na realização da amostragem é necessário uma sonda com um pitot S associado, permitindo a medição da velocidade, caudal e pressão diferencial para além da extração dos gases. Encontram-se ainda associados a este sistema, o equipamento Tecora Flowtest ST que faz as leituras destes parâmetros e um termopar que mede a temperatura do efluente.

A sonda de amostragem é constituída por um sistema de filtração de partículas, onde o porta-filtros pode encontrar-se à cabeça da sonda, dentro da conduta ou em caixa quente exterior. Consoante a sua localização a configuração da amostragem pode ser *in-stack* ou *out-stack*, onde na primeira está associada uma filtração à cabeça e na segunda uma filtração exterior à toma. Na configuração *out-stack* é necessário uma caixa quente onde se insere o porta-filtros, de forma a garantir um acréscimo de temperatura de 20°C relativamente à temperatura da chaminé e que não ultrapasse uma temperatura máxima de 160 °C. Na Figura 2 representa-se a configuração da amostragem *in-stack* e sua legenda.



**Figura 2. Configuração da Amostragem *In-Stack* e respetiva legenda.** (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2015)

Na Figura 3 representa-se a configuração da amostragem *out-stack* e sua legenda.



**Figura 3. Configuração da Amostragem *Out-Stack* e respetiva legenda.** (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2015)



Os filtros de fibra de quartzo, com tamanho *standard* de 90 mm, apresentam um menor teor em metais diminuindo assim o risco de contaminação da amostra, como tal utilizam-se nas amostragens de H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, HCl, fluoretos, metais, dioxinas e furanos. Na amostragem destes parâmetros, utilizam-se sondas e porta-filtros de vidro pelas mesmas razões. No caso da amostragem de partículas utilizam-se filtros de fibra de vidro, que variam entre 47 mm e 90 mm de diâmetro, e uma sonda de amostragem e porta-filtros de aço.

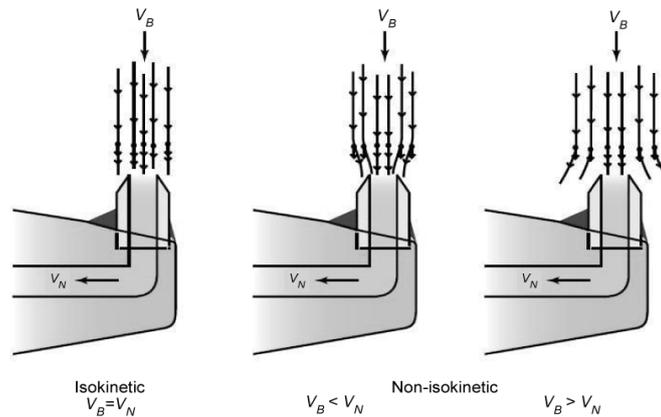
## Amostragem em campo de emissões gasosas

A amostragem em campo inicia-se com a confirmação e verificação no local, de toda a informação contida no plano de amostragem. É necessário realizar um controlo de qualidade antes de iniciar a amostragem, que consiste na preparação de brancos de amostra, borbulhadores e sondas, verificação dos equipamentos, instalação de todo o equipamento para verificação das condições isocinéticas e realização de testes de fugas para verificação de toda a linha de amostragem.

Os brancos de amostragem permitem-nos verificar se existe contaminação ou não da amostra, com exceção do branco de amostra de partículas que permite verificar se existe recuperação total de amostra. Assim, os brancos de amostragem de H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, HCl, fluoretos, metais, dioxinas e furanos realizam-se previamente e os brancos de amostragem de partículas posteriormente ao decorrer da amostragem.

Na verificação dos equipamentos, utilizam-se gases padrão certificados com concentrações conhecidas, no caso do analisador Horiba os gases de referência são o O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> e NO, e para o analisador FID o gás de referência é o Propano (SPAN) e ar reconstituído como gás zero.

Sempre que na amostragem exista presença de material particulado, como por exemplo amostragem de partículas, metais, dioxinas e furanos, é requisito que a amostragem ocorra em condições de isocinetismo, isto é, quando a velocidade do escoamento é igual à velocidade de extração da sonda de amostragem. A Figura 4 representa graficamente as condições necessárias para que ocorra uma amostragem isocinética.



**Figura 4.** Esquema representativo das condições de escoamento isocinético. (Rowshanaie *et al.*, 2014)

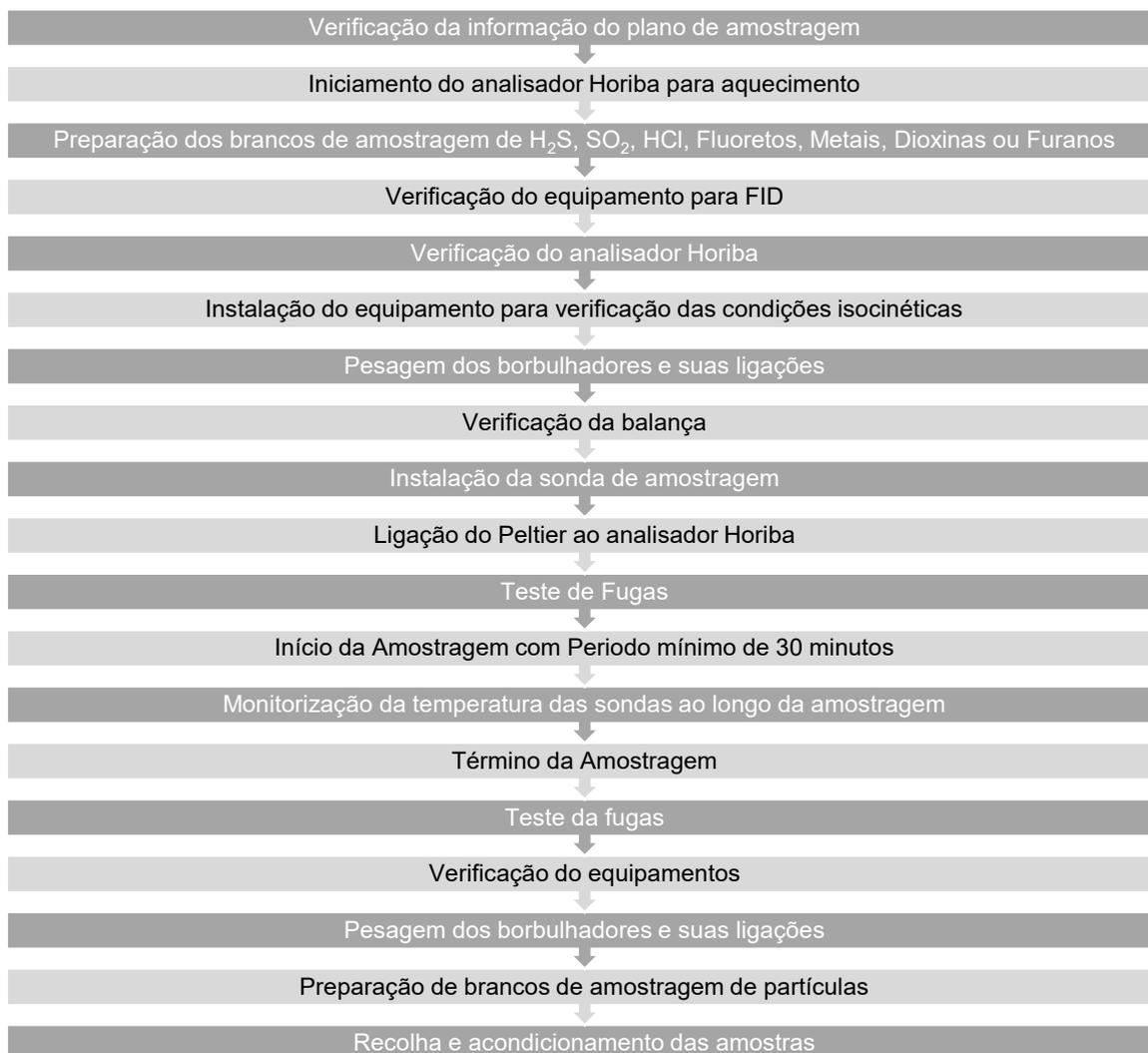
Estas condições são requisitos normativos e é necessário que sejam cumpridas para que não haja perda nem excesso de partículas recolhidas. É através da manipulação dos diferentes bocais de amostragem que se obtêm as condições de isocinestismo, onde o diâmetro do bocal que é escolhido é aquele que permite que a velocidade de escoamento não se altere.

Após a realização deste controlo procede-se à amostragem dos parâmetros em análise, tendo em conta as IT existentes para cada um dos parâmetros. Estas IT são documentos baseados nos métodos de ensaio de referência para cada parâmetro, que definem os modos de execução e registo das tarefas técnicas de uma forma mais simplificada.

O período de amostragem varia consoante o parâmetro a analisar, sendo no mínimo 30 minutos para os parâmetros  $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $HCl$ ,  $H_2S$ ,  $NO_x$ ,  $SO_2$ ,  $COT$ ,  $COVNM$  e partículas, uma hora para a medição de metais, três horas para PAH e seis horas para dioxinas e furanos. Durante a amostragem é necessário ajustar a sonda à temperatura pretendida, que varia consoante o parâmetro em análise e os referenciais normativos, e registar os valores de  $\Delta P$ , temperatura do escoamento, temperatura de entrada e saída do contador de gás e vácuo do sistema, através da unidade de controlo.



No fim do período de amostragem é necessário realizar um novo controlo de qualidade, aos equipamentos e a toda a linha de amostragem, de forma a confirmar se as condições iniciais de amostragem se encontram de acordo com as exigências das normas. Os filtros devem ser acondicionados e identificados em caixas de Petri, e os brancos de amostragem e as amostras recolhidas devem ser colocados em recipientes, previamente preparados e identificados. Na Figura 5 encontra-se esquematizado todo o processo de amostragem realizado.



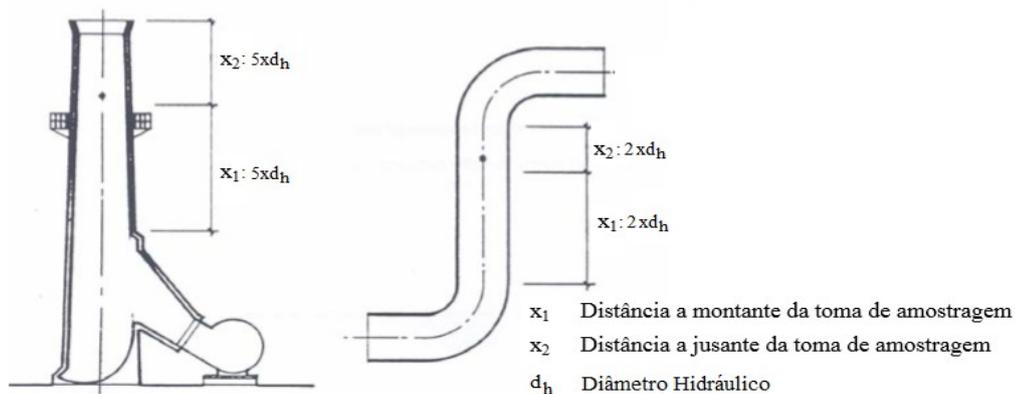
**Figura 5. Esquema do Processo de Amostragem em Campo.**



## Requisitos para amostragem de efluentes gasosos

Em 2007 foram publicadas duas normas europeias, que definem os requisitos padrões relativos às amostragens de efluentes gasosos, EN 15259:2007 - *Quality: Measurement of Stationary Source Emissions: Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report* e que clarificam a aplicação da EN ISO/IEC 17025 às medições periódicas de emissões gasosas, CEN/TS 15675:2007 - *Air Quality: Measurement of Stationary Source Emissions: Application of EN ISO/IEC 17025:2005 to periodic measurements*. Estas destinam-se à amostragem das emissões de fontes fixas e à sua planificação, plano de amostragem, à metodologia de amostragem, e determinação por tipo de poluente (partículas, gases de combustão, cloretos, fluoretos, etc.), respetivamente.

Para a realização das amostragens, as tomas de amostragem devem estar situadas numa extensão longitudinal, de uma conduta reta, com uma forma e área constante. É importante que as tomas fiquem afastadas de qualquer zona de perturbação, de forma a evitar alterações no escoamento. As tomas devem situar-se no mínimo a cinco diâmetros hidráulicos a jusante e a dois diâmetros hidráulicos a montante das perturbações. A Figura 6 apresenta os requisitos para a localização das secções de amostragem e sua legenda.



**Figura 6. Ilustração da localização das secções de amostragem e sua legenda.** (Instituto Português da Qualidade, 1992)

O número de tomas varia consoante a forma e diâmetro das condutas. Para condutas circulares, com diâmetro inferior a 0,35 m é apenas necessário uma toma de amostragem e com diâmetro superior a 0,35 m são necessárias duas tomas de amostragem, formando um ângulo de 90° entre elas. Acima de 3 m de diâmetro torna-se necessário a existência



de, no mínimo, quatro tomas de amostragem desfasadas 90°. Para condutas retangulares com áreas menores que 0,1 m<sup>2</sup> é necessário uma toma de amostragem, com áreas compreendidas entre 0,1 a 1,0 m<sup>2</sup> são necessárias duas tomas, com áreas compreendidas entre 1,1 a 2,0 m<sup>2</sup> são necessárias três tomas e com áreas superiores a 2,0 m<sup>2</sup> são necessárias mais que três tomas. (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2015)

Quanto maiores as dimensões das condutas maior o número mínimo de pontos de amostragem necessários, sendo que estes devem-se situar ao centro de áreas iguais no plano de amostragem. A Tabela 5 e Tabela 6 fornecem o número mínimo de pontos de amostragem aplicados a condutas circulares e retangulares, respetivamente.

**Tabela 5. Número mínimo de pontos de amostragem para fontes de condutas circular.** (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2015)

Gama de áreas da secção do plano de amostragem (m <sup>2</sup> )	Gama dos Diâmetros das Condutas (m)	Número mínimo de linhas de amostragem (diâmetro)	Número mínimo de pontos de amostragem por plano (diâmetro)
< 0.1	<0.35	--	1 <sup>a</sup>
0.1 a 1.0	0.35 a 1.1	2	4
1.1 a 2.0	1.1 a 1.6	2	8
> 2.0	> 1.6	2	No mínimo 12 e 4/m <sup>2b</sup>

a - Usando apenas um ponto de amostragem os erros obtidos são superiores aos esperados em relação as especificações padrão.

b - Para chaminés largas, 20 pontos de amostragem são suficientes.

**Tabela 6. Número mínimo de pontos de amostragem para fontes de condutas retangulares.** (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2015)

Gama de áreas da secção do plano de amostragem (m <sup>2</sup> )	Número Mínimo de Divisões <sup>a</sup>	Número mínimo de pontos de amostragem
<0,1	--	1 <sup>b</sup>
0,1 a 1,0	2	4
1,1 a 2,0	3	9
>2,0	>3	No mínimo 12 e 4/m <sup>2c</sup>

a - Outra divisão pode ser necessária, ver os itens a seguir.

b - Usando apenas um ponto de amostragem os erros obtidos são superiores aos esperados em relação as especificações padrão.

c - Para chaminés largas, 20 pontos de amostragem são suficientes.

Tem que existir uma distância mínima entre os pontos de amostragem e as paredes da conduta, sendo este valor 3% do diâmetro ou 5 cm, optando-se pelo que for maior. Existem ainda requisitos que devem ser respeitados aquando de medições efetuadas nos pontos de amostragem, sendo estes:

- O fluxo de gás tem de perfazer um ângulo inferior a 15° com o eixo da conduta.
- Não é permitida a existência de velocidades negativas.



- c. A razão entre o valor máximo e mínimo da velocidade tem de ser menor a 3:1.
- d. A velocidade mínima depende do método de medição de caudal utilizado (com tubos pitot a pressão diferencial tem que ultrapassar 5 Pa  $\approx$  0.5 mmH<sub>2</sub>O).

Encontra-se também regulamentado que deve ser considerado no mínimo um branco para cada amostragem realizada, seguindo as normas específicas para cada ensaio. O procedimento de obtenção do branco, caso não esteja referido, deve ser realizado da seguinte forma:

- ❖ A recolha do branco deve ser efetuada antes da amostragem e no mínimo um por dia;
- ❖ Segue-se a amostragem conforme o seu procedimento mas sem ligar a bomba de sucção; e
- ❖ O valor do branco não pode ultrapassar 10% do VLE definido para o processo de cada amostragem.





## Capítulo 3

### Métodos de ensaio acreditados de efluentes gasosos

Os métodos aplicados nos ensaios, são os que melhor se adaptam aos objetivos pretendidos; os resultados são avaliados tendo em conta a legislação específica existente, recomendações ou diretivas internacionais. Segundo o DL n.º78/2004 aplicam-se obrigatoriamente normas europeias CEN ou, na falta destas, as normas nacionais ou internacionais publicadas por outros organismos de normalização, de forma a garantir resultados cientificamente equivalentes. (Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2016)

Neste contexto são utilizados no IDAD métodos analíticos acreditados segundo Normas Europeias (EN) e, especificamente, um método segundo Normas Portuguesas (NP), um método segundo Normas *International Organization for Standardization* (ISO), um método segundo *Environmental Protection Agency* (EPA), um método segundo Normas *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI) e três métodos segundo Métodos Internos de Laboratório (MILInn). Na Tabela 7 encontram-se registados todos os Métodos de Ensaio Acreditados no IDAD para Efluentes Gasosos.

Tabela 7. Métodos de ensaio acreditados no IDAD para efluentes gasosos.

Ensaio	Método de Ensaio
Amostragem de Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	EN 14791:2005
Amostragem de Fluoretos. SPADNS/Zr	EPA 13A:2014
Amostragem de HCl gasoso	EN 1911:2010
Amostragem de Hg. Método Manual	EN 13211:2001
Amostragem de PCDDs/PCDFs. Método da Sonda Arrefecida	EN 1948-1:2006
Amostragem de Sb, As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Tl e V. Método Manual	EN 14385:2004
Amostragem de Sulfureto de Hidrogénio (H <sub>2</sub> S)	VDI 3486-2:1979
Amostragem e determinação da concentração mássica de Óxidos de Azoto (NO). Método da Célula Eletroquímica	MILI 07, ed1rev4: 22 out 2013
Amostragem e determinação de Compostos Orgânicos Totais (COT). Ionização de Chama.	EN 12619:2013
Amostragem e determinação de Dióxido de Carbono. Método espectrometria de Infravermelhos não Dispersivos.	MILI 07, ed1rev4: 22 out 2013
Amostragem e determinação de Humidade. Método Gravimétrico	EN 14790:2005
Amostragem e determinação de Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) e Oxigénio (O). Método da Célula Eletroquímica	MILI 07, ed1rev4: 22 out 2013
Amostragem e determinação de Óxidos de Azoto (NO e NO <sub>2</sub> ). Método Quimiluminiscência	EN 14792:2005
Amostragem e determinação de Oxigénio (O). Método Paramagnético	EN 14789:2005
Amostragem e determinação de Partículas Totais. Método Gravimétrico	ISO 9096:2003
Amostragem e determinação de Partículas. Método Gravimétrico	EN 13284-1:2001
Determinação da velocidade e caudal	NP ISO 10780:2000
Determinação de Monóxido de Carbono (CO). Método espectrometria de Infravermelhos não Dispersivos.	EN 15058:2006



Na Tabela 8 apresentam-se cinco métodos de ensaio que sofreram revisão e aprovação, que se encontram disponíveis ao público desde 11 de janeiro de 2017. Constam também as datas limite de aprovação, prazo em que uma EN tem de ser implementada a nível nacional através da publicação de uma norma nacional idêntica ou por endosso. Assim, o laboratório do IDAD deve estabelecer os procedimentos necessários para solicitar a extensão da acreditação para as normas de ensaio em vigor.

Tabela 8. Métodos de ensaio que sofreram revisão.

<b>Ensaio</b>	<b>Método de Ensaio Obsoleto</b>	<b>Método de Ensaio em Vigor</b>	<b>Data de Disponibilidade</b>	<b>Data de Aprovação</b>
<i>Amostragem de Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)</i>	EN 14791:2005	EN 14791:2017	11/01/2017	31/07/2017
<i>Amostragem e determinação de Humidade. Método Gravimétrico</i>	EN 14790:2005	EN 14790:2017	11/01/2017	31/07/2017
<i>Amostragem e determinação de Óxidos de Azoto (NO e NO<sub>2</sub>). Método Quimiluminiscência</i>	EN 14792:2005	EN 14792:2017	11/01/2017	31/07/2017
<i>Amostragem e determinação de Oxigénio (O). Método Paramagnético</i>	EN 14789:2005	EN 14789:2017	11/01/2017	31/07/2017
<i>Determinação de Monóxido de Carbono (CO). Método espectrometria de Infravermelhos não Dispersivos</i>	EN 15058:2006	EN 15058:2017	11/01/2017	31/07/2017

Após a aprovação dos métodos de ensaio, os laboratórios que possuem acreditação para esse ensaio, têm normalmente um ano para obter a acreditação segundo a norma em vigor. Ou seja, o laboratório pode utilizar uma versão obsoleta da norma no máximo um ano após a sua aprovação, salvo definição de um período específico por parte dos organismos normativos responsáveis.

Para a obtenção da acreditação do ensaio pela norma em vigor, deve ser solicitado ao IPAC a extensão normativa da acreditação, que será avaliada presencialmente aquando das avaliações de acompanhamento periódicas.



## Análise aos métodos de ensaio de efluentes gasosos realizados

O IDAD realiza, para além dos métodos de ensaio acreditados, nove ensaios de controlo pontuais não acreditados, que se encontram registados na Tabela 9.

**Tabela 9. Métodos de ensaio não acreditados realizados para efluentes gasosos.**

<b>Ensaio</b>	<b>Método de Ensaio</b>
<i>Determinação de Amoníaco (NH<sub>3</sub>).</i>	VDI 3496-1:1982
<i>Determinação da concentração de metano utilizando cromatografia gasosa. Método Manual</i>	ISO 25139:2011
<i>Determinação da concentração de metano utilizando a deteção de ionização por chama (FID). Método Automático</i>	ISO 25140:2010
<i>Determinação da concentração mássica de compostos orgânicos gasosos individuais.</i>	EN 13649:2001
<i>Determinação da concentração mássica de PM<sub>10</sub> / PM<sub>2,5</sub> nos gases de combustão. Medição em baixas concentrações pelo uso de pêndulos</i>	ISO 23210:2009
<i>Determinação de Dióxidos de Azoto. Método de Espectroscopia de Infravermelho por Transformação de Fourier (FTIR)</i>	EPA 320
<i>Determinação da velocidade e do caudal volumétrico em condutas e chaminés. Método de Referência Manual</i>	EN ISO 16911-1:2013
<i>Determinação de haletos hidrogenados e compostos halogenados.</i>	EPA 26A:2014
<i>Amostragem de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH). Método da sonda arrefecida</i>	ISO 11338-1:2003

De forma avaliar a possibilidade de implementação de novos ensaios ou de acreditar ensaios já realizados, foi elaborada uma pesquisa, que incidiu sobre os métodos de ensaio acreditados de outros laboratórios de ensaios. Os laboratórios alvo de pesquisa foram: CTCV - Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro - Laboratório de Monitorização de Ambiente e Segurança; SONDAR.i - Amostragens e Tecnologias do Ar, Lda. - Laboratório de Efluentes Gasosos; PEDAMB - Engenharia Ambiental, Lda. - Laboratório de Monitorização Ambiental; ENARPUR - Estudos Atmosféricos e Energia, Lda; Eurofins Portugal, Lda; Envienergy - Ambiente e Energia, Lda; ENVIRO - Engenharia e Gestão Ambiental, Lda - Laboratório Técnico de Análises e Zilmo - Manutenção Industrial e Ambiente, Lda. Na Tabela 10 encontram-se os principais ensaios realizados pelos laboratórios.



Tabela 10. Métodos de ensaios acreditados realizados por outros laboratórios.

Parâmetro	CTCV	SONDAR.i	PEDAMB	ENARPUR	EUROFINS	ENVIENERGY	ENVIRO	ZILMO
Fluoretos (HF). ISO 15713:2006	X	x	x	x	x	x		x
Velocidade e caudal. EN ISO 16911-1:2013	X	x			x			
Amoníaco (NH <sub>3</sub> ). VDI 3496-1:1982		x	x	x	x			
Compostos halogenados. EPA 26A:2014		x	x	x		x	x	
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH). ISO 11338-1:2003		x	x	x			x	
Metano (CH <sub>4</sub> ). ISO 25140:2010/ EN ISO 25139:2011			x		x			
Compostos orgânicos gasosos individuais. CEN/TS 13649:2014			x	x	x	x		
Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos (COVNM). Método Interno				x	x			

Comparando as Tabela 9 e Tabela 10 verifica-se que o IDAD realiza sete métodos não acreditados que se encontram acreditados pelos laboratórios concorrentes, sendo estes: a determinação de Amoníaco (NH<sub>3</sub>) pelo método de ensaio VDI 3496-1:1982; a determinação da concentração de metano por cromatografia gasosa ou deteção de ionização por chama pelos métodos de ensaio EN ISO 25139:2011 e ISO 25140:2010, respetivamente; a determinação da concentração mássica de compostos orgânicos gasosos individuais pelo método de ensaio CEN/TS 13649:2001; a determinação manual e automática da velocidade e do caudal volumétrico em condutas pelo método de ensaio EN ISO 16911-1:2013; a determinação de haletos hidrogenados e compostos halogenados pelo método de ensaio EPA 26A:2014; e a amostragem de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos pelo método de ensaio ISO 11338-1:2003.

Neste momento foi pedido pelo IDAD a acreditação para três métodos de ensaio: EN ISO 25139:2011, EN ISO 16911-1:2013 e CEN/TS13649:2014 o que revela uma vantagem estratégica para o IDAD, ampliando assim o seu leque de serviços acreditados e colmatando a desvantagem face aos restantes laboratórios. De notar que, o método atualmente utilizado para a determinação da concentração mássica de compostos orgânicos gasosos individuais consiste numa versão desatualizada do método, como tal o pedido de acreditação foi efetuado tendo em conta a versão em vigor.



O ensaio de determinação da concentração mássica de COVNM deve também ser alvo de acreditação, mas neste caso será necessário acreditar como método interno de laboratório por não existir método de referência a seguir. A concentração de COVNM é obtida através de métodos analíticos, utilizando valores adquiridos por outros ensaios, onde o valor de CH<sub>4</sub> é retirado ao valor de COT.

Com a implementação destes ensaios e sua acreditação, o IDAD acompanha a evolução e desenvolvimento dos métodos de referência, dando assim resposta às solicitações dos clientes bem como possibilitando o aumento da lista de clientes.

Existem métodos que não justificam a extensão de acreditação. O laboratório IDAD encontra-se acreditado para a determinação de dióxido de azoto pelo método de referência, quimiluminescência, como tal o pedido de acreditação pelo método EPA 320 não se mostra relevante. Tal como observado no Capítulo 2, os VLE e limiares mássicos não se encontram discriminados para as diferentes frações da matéria particulada, como tal, o ensaio de determinação da concentração mássica de PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> nos gases de combustão pelo método ISO 23210:2009 não é considerado pertinente.

A amostragem e determinação do teor de fluoreto gasoso é um ensaio muito requisitado pela indústria cerâmica, na qual o laboratório CTCV apresenta um papel relevante neste mercado, como tal, de um posto de vista económico não seria rentável ao IDAD acreditar este ensaio. O processo de acreditação é muito minucioso, nestes três casos específicos o rácio de esforço/benefício não é favorável contribuindo para que não se considere importante o pedido de acreditação destes ensaios.





## Capítulo 4

### Relatório final de ensaios de emissões gasosas

Um processo de amostragem fica completo com a emissão de um relatório final de ensaios de emissões gasosas, onde todos os dados e resultados obtidos têm de sofrer um tratamento com o intuito de obter resultados coerentes com as unidades dos VLE impostos. Este tratamento envolve cálculos de caudais mássicos da fonte, caudais mássicos dos poluentes em base seca, correções de humidade, correções do teor em oxigénio e cálculo de incertezas.

Os relatórios finais realizados pelo IDAD apresentam uma estrutura que segue as diretrizes do DL nº78/2004. Na Tabela 11 encontra-se a estrutura de um relatório de ensaios de emissões gasosas.

Tabela 11. Estrutura do relatório final emitido pelo IDAD.

<b>Ficha técnica</b>	Designação do Projeto
	Cliente
	Nº do Relatório
	Data de Emissão
<b>Introdução</b>	Equipa Técnica
	Parâmetros e métodos de medição e análise
	Resumo dos resultados das medições
	Objetivo das medições
<b>Apresentação dos resultados</b>	Documentos legais aplicáveis
	Condições de emissão e secção de amostragem
	Resultados analíticos da amostra e branco
<b>Descrição do processo e da fonte de emissão</b>	Resultados das medições
	Processo fabril
	Fonte de emissão e secção de amostragem
	Equipamentos de redução de emissões
<b>Métodos e Equipamentos</b>	Condições operatórias durante a amostragem
	Procedimentos de amostragem e análise
	Branco de campo
	Teste de eficiência
	Teste de fugas
	Desvio aos métodos
	Equipamento de amostragem
	Gases de calibração
Observações	
<b>Anexos</b>	Certificado de acreditação
	Volume de gás amostrado durante as determinações
	Identificação dos certificados de calibração do equipamento
	Layout/localização da fonte emissora
	Formulas usadas nos cálculos
Boletim de análises	



De forma a verificar se a estrutura do relatório final empregue pelo IDAD encontra-se em conformidade com o DL nº78/2004, foi elaborada uma *checklist* com os requisitos exigidos para um relatório. Na Tabela 12 é apresentada a *checklist* dos requisitos exigidos, na qual é avaliada a conformidade da atual estrutura do relatório de ensaios de emissões gasosas.

Tabela 12. *Checklist* dos requisitos exigidos pelo DL nº78/2004 para a emissão de um relatório.

Requisitos de um relatório de ensaios de emissões gasosas	Cumpre	Não cumpre
<i>Nome e localização do estabelecimento</i>	X	
<i>Identificação da fonte alvo de monitorização e denominação interna</i>	X	
<i>Dados da entidade responsável pela realização dos ensaios incluindo a data da recolha e da análise</i>	X	
<i>Data do relatório</i>	X	
<i>Identificação dos técnicos envolvidos nos ensaios</i>	X	
<i>Objetivo dos ensaios</i>	X	
<i>Normas utilizadas nas determinações e indicação dos desvios, justificação e consequências</i>	X	
<i>Descrição sumária da instalação incluindo, sempre que possível o respetivo layout</i>	X	
<i>Condições relevantes de operação durante o período de realização do ensaio</i>	X	
<i>Existência de planos de monitorização, VLE específicos definidos pela entidade coordenadora do Licenciamento ou qualquer isenção concedida no âmbito do presente diploma</i>	X	
<i>Informações relativas ao local de amostragem</i>	X	
<i>Condições relevantes do escoamento durante a realização dos ensaios</i>	X	
<i>Resultados e precisão considerando os Algarismos significativos expressos nas unidades em que são definidos os VLE, indicando concentrações “tal-qual” medidas e corrigidas para o teor de O<sub>2</sub> adequado</i>	X	
<i>Comparação dos resultados com os VLE aplicáveis. Apresentação de caudas mássicas</i>	X	
<i>No caso de fontes múltiplas, deverá ser apresentada a estimativa das emissões das fontes inseridas no plano, com o respetivo fator de emissão, calculado a partir das fontes caracterizadas</i>	X	
<i>Indicação dos equipamentos de medição utilizados</i>	X	
<i>Detalhes sobre o sistema de qualidade utilizado</i>	X	
<i>Certificados de calibração dos equipamentos de medição</i>	X	
<i>Cópia do certificado de acreditação do laboratório e laboratórios subcontratados</i>		X

Como é possível verificar na tabela, os relatórios realizados no IDAD estão em conformidade com o imposto pelo DL nº78/2004, sendo que, apesar de não enviar uma copia do certificado de acreditação do laboratório, disponibiliza no relatório o *link* onde se pode aceder ao certificado.



## Otimização do sistema de tratamento de dados relativos à amostragem de emissões gasosas

O sistema de aquisição e tratamento de dados de emissões gasosas existente no IDAD consiste na interação entre três componentes principais distintas: a folha de registo relativa ao plano de amostragem, a folha de registo de amostragens em fontes fixas e o relatório final de ensaios. Todo o processo é realizado manualmente, o que possibilita erros humanos e resulta num extenso período de tempo decorrido entre o fim da amostragem e a emissão do relatório.

A otimização do sistema pretende que o tempo gasto no processo geral de emissão de relatórios de ensaios de emissões gasosas seja encurtado, e que o processo seja o mais automático possível. A sua estrutura foi pensada de forma a apresentar uma solução simplificada para a geração de relatórios, que fosse intuitiva aos olhos do técnico de amostragem responsável e de fácil compreensão.

A implementação deste esquema de trabalho traz uma melhoria ao nível da qualidade, pois reduz eventuais erros humanos e garante um aspeto consistente na entrega do relatório final. Ao simplificar a metodologia, a geração do relatório passa a requerer significativamente menos recursos, permitindo assim a sua gestão inteligente, e é agilizada ao ponto deste ficar praticamente disponível no final da amostragem.

Para a realização do presente trabalho foi escolhido o *software* Microsoft Excel pela sua simplicidade, por conter as ferramentas necessárias, e pela sua disponibilidade e adoção transversal. O Microsoft Excel é uma ferramenta poderosa para análise de dados, podendo o utilizador facilmente executar complexas análises com facilidade e rapidez.

Para a sua programação utilizou-se a linguagem *Visual Basic for Applications* por já se encontrar incorporada no *software*. A base da programação consiste no desenvolvimento de código que assenta em dois conceitos simples: *form controls* e expressões condicionais. Os *form controls* do Microsoft Excel, aqui sob a forma de *checkboxes*, estabelecem uma interface entre o utilizador e o código desenvolvido, onde a sua seleção define a condição base a utilizar nas expressões condicionais. Estas *checkboxes* permitem assim a agregação de informação inicial para a criação do relatório, de entre as várias combinações possíveis para o resultado final desejado.

Após esta recolha, o computador avalia as expressões condicionais definidas, e o resultado destas molda a informação apresentada no relatório de modo a ser obtido o



aspecto final desejado. A sintaxe das expressões condicionais utilizadas segue a seguinte estrutura:

```
If <condition> Then
    <statements>
ElseIf <elseifcondition> Then
    <elseifstatements>
Else
    <elsestatements>
End If
```

O modo como estas expressões condicionais funcionam pode ser brevemente resumido na seguinte forma:

- 1º. O computador encontra a declaração “If <condition> Then” e testa a condição imposta.
- 2º. O computador avalia se a “<condition>” é verdadeira ou falsa;
- 3º. Sendo verdadeira, as declarações após “Then” são executadas. Sendo falsa prossegue para as declarações “ElseIf” por ordem, caso estas existam;
- 4º. O mesmo processo é repetido para as “<elseifcondition>”, sendo que se nenhuma for verdadeira o computador executa imediatamente as declarações “Else”;
- 5º. O computador acaba a execução ao encontrar a declaração “End If”.

Assim, entende-se que a base do algoritmo assenta no modo como os testes lógicos são estruturados e encadeados, de modo a navegar por entre as diferentes conformações possíveis e concatenar os dados relevantes a apresentar no local de destino. Em anexo é possível encontrar dois exemplos, com as linhas de código do sistema criado, para a escolha dos parâmetros e dos VLE.

Pretende-se obter um novo sistema utilizando ao máximo o que já existe, para tal este encontra-se dividido em 3 áreas gerais, que complementam as 3 componentes referidas no início do capítulo; bem como outros documentos essenciais à emissão do relatório final num único local.

## 1. Informação de pré-amostragem

A primeira área corresponde à informação de pré-amostragem, dividida em dois separadores: 1.1 - Cliente e Chaminé, e 1.2 - Dados Base. No separador 1.1 é possível



encontrar a descrição do cliente e a enumeração dos parâmetros a monitorizar. O separador 1.2 contém a informação base, que sofre atualização em longos períodos de tempo, como documentos legais aplicados à amostragem, equipamentos utilizados e sua calibração, valores limite de emissão e limiares mássicos. Grande parte da informação encontra-se ligada a *checkboxes*, permitindo assim escolher qual a informação a aparecer no relatório. Nas seguintes figuras é possível observar os dois separadores que constituem a primeira área do sistema.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
3																
4																
5			<b>1. Identificação do Projeto</b>													
6																
7			Designação do Projeto:	"nro contrato"												Telefone: _____
8				"Nome da Empresa"												Fax: _____
9				"Nome da chaminé"												e-mail: _____
10																
11			Cliente:	"Nome da empresa"												CAE: _____
12				"Morada da empresa"												Contato: _____
13				"Morada da empresa"												
14																
15																
16			<b>2. Parâmetros e Métodos</b>													
17																
18			OK!	<b>Parâmetro</b>	<b>Escolha</b>	<b>Referenciais Normativos</b>	<b>Metodologia</b>									
19				Velocidade e Caudal*	<input checked="" type="checkbox"/>	EN 16911-1:2013	Tubo pitot S									
20				Humidade	<input checked="" type="checkbox"/>	EN 14790:2005	Condensação e gravimetria									
21				CO	<input checked="" type="checkbox"/>	EN 15058:2006	Sensor de infravermelhos não dispersiv									
22				NO <sub>x</sub>	<input checked="" type="checkbox"/>	EN 14792:2005	Quimiluminescência									
23				O <sub>2</sub>	<input checked="" type="checkbox"/>	EN 14789:2005	Sensor paramagnético									
24				CO <sub>2</sub>	<input checked="" type="checkbox"/>	MILI 07, ed1rev4:22-10-2013	Sensor de infravermelhos									
25				Partículas	<input checked="" type="checkbox"/>	EN 13284-1:2001	Gravimetria									
26					<input checked="" type="checkbox"/>	ISO 9096:2003	Gravimetria									
27				COT	<input checked="" type="checkbox"/>	EN 12619:2013	Deteção por ionização de chama (FID)									
28				Compostos FTIR *	<input checked="" type="checkbox"/>	EPA 320:2000	Espectroscopia de infravermelhos por transformação de Fourier (FTIR)									
29																
30																
31																

Figura 7. Separador 1.1 da primeira área do sistema.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
4													
5			<b>1. Documentos Legais aplicáveis</b>										
6													
7			<b>Documento Legal</b>	<b>Descrição</b>									<b>OK!</b>
8			Licença Ambiental n.º (.....)	<input type="checkbox"/> Estabelece no Anexo/Ponto (.....) os valores limite de emissão para as fontes fixas da (.....).									
9													
10													
11			Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril	<input checked="" type="checkbox"/> Estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera.									
12													
13			Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro	<input checked="" type="checkbox"/> Estabelece o regime de monitorização diferenciado em função do caudal mássico dos poluentes.									
14													
15			Portaria n.º 675/2009, de 23 de Junho	<input checked="" type="checkbox"/> Fixa os valores limite de emissão de aplicação geral (VLE gerais) aplicáveis às instalações abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril. (Declaração de Retificação n.º 62/2009, de 21 de Agosto, que retifica a Portaria n.º 675/2009, de 23 de Junho).									
16													
17			Portaria n.º 676/2009, de 23 de Junho	<input checked="" type="checkbox"/> Substitui a tabela n.º 3 do anexo à Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro, que fixa os limiares mássicos máximos e mínimos de poluentes atmosféricos. (Declaração de Retificação n.º 63/2009, de 21 de Agosto, que retifica a Portaria n.º 676/2009, de 23 de Junho).									
18													
19			Portaria n.º 677/2009, de 23 de Junho	<input checked="" type="checkbox"/> Fixa os valores limite de emissão (VLE) aplicáveis às instalações de combustão abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril.									
20													
21			Portaria n.º 263/2005, de 17 de Março	<input type="checkbox"/> Fixa novas regras para o cálculo da altura de chaminés e define as situações em que devem para esse efeito ser realizados estudos de poluentes atmosféricos.									
22													
23			Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de Agosto	<input type="checkbox"/> Estabelece o regime legal da incineração e co-incineração de resíduos, GIC, compostos orgânicos voláteis (COV) resultantes da utilização de solventes orgânicos, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2010/75/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de Novembro de 2010;									
24													
25			Norma Portuguesa NP 2167:2007	<input checked="" type="checkbox"/> Estabelece e uniformiza as condições que uma secção de amostragem e respetiva plataforma (quando necessária) devem satisfazer, aplicando-se tanto a chaminés como a condutas preferencialmente verticais.									
26													
27													
28			Norma Europeia EN 15259:2007	<input checked="" type="checkbox"/> Define os requisitos padrões relativos às amostragens de emissões gasosas.									
29													
30													
31													

Figura 8. Separador 1.2 da primeira área do sistema.



## 2. Processo de amostragem em campo

A segunda área é alusiva ao processo de amostragem em campo, que foi desenvolvida retendo a estrutura da folha de amostragem do sistema existente no IDAD, mantendo deste modo uma base fiável para o tratamento de dados obtidos em campo. Esta segunda área, tal como a anterior, foi dividida em dois separadores. O primeiro separador, 2.1 - Dados Complementares, aglomera informação alusiva ao cálculo do número de pontos por linha de amostragem e aos dados originais retirados do analisador Horiba. O segundo separador, 2.2 - Folha de Amostragem, consiste na folha de cálculo do sistema existente, onde se registam os valores de cada amostragem. As Figura 9 e Figura 10 representam o separador 2.1 e 2.2, respetivamente.

**Método (EPA, EN)** EN  
**diâmetro** 20,0  
**toma** 0,0

**Nº pontos recomendados**  
 EN 1,00  
 EPA ver gráfico  
 A: diâmt. Jusante 0,0  
 B: diâmt. Montant 0,0

**EPA - critério afastamento paredes**  
 1,3 cm (d+B1)  
 2,5 cm (d+B1)  
 1,3 função diâmetro

**EN - critério afastamento paredes**  
 5 cm  
 0,6 3% diâmetro  
 5 máximo

**Afastamento L1** 5  
**Afastamento L2** 15

**Conduitas circulares**

1		2		4		6		8		10		12	
%	ponto	%	ponto	%	ponto	%	ponto	%	ponto	%	ponto	%	ponto
50	16	14,6	1	6,7	1	4,4	1	3,2	1	2,6	1	2,1	0
		85,4	07	25	3	14,6	3	10,5	2	8,2	2	6,7	1
				75	13	29,6	6	19,4	4	14,6	3	11,8	2
				93,3	19	70,4	14	32,3	6	22,6	5	17,7	4
						85,4	17	67,7	14	34,2	7	25	5
						95,8	19	80,6	16	65,8	13	35,8	7
								89,5	18	77,4	15	64,4	13
								96,8	19	85,4	17	75	15
										91,8	18	82,3	16
										97,4	19	88,2	18
												93,3	19
												97,9	20

**Conduitas rectangulares**

**Nº pontos recomendados**

Área	divisões	pontos
< 0,1	-	1
0,1	1	2
1,1	2	3
> 2	>=3	>12

**Sé tomas são do lado L1 - cm**

1		2		3		4	
%	ponto	%	ponto	%	ponto	%	ponto
50	8	25	8	16,7	8	12,5	8
		75	8	50,0	8	37,5	8
				83,3	8	62,5	8
						87,5	8

Figura 9. Separador 2.1 da segunda área do sistema.

**Amostra n.º:** 355.17  
**Data amostragem:** 23/05/2017

**Equipa de amostragem:** João Ginja, João Rodrigo

**Identificação Empresa:**  
**Designação chaminé:**  
**Parâmetros:** PTS, Nox, So2, H2S, CO2, CO

**INFORMAÇÕES** → Verificar resumo e comentários - amostragem com 1 possíveis desvios ao método.

**INFORMAÇÃO PRÉVIA (EQUIPAMENTOS, PADROES) e DADOS AMOSTRAGEM** - 23/05/2017

**Equipamento:**  
 unid. controle Código 17  
 tubo de pitot P XL - pitot S indeg  
 termopar T13 - unid. 17

**Contador gás: AHG** 50  
**Contador gás: fact. Cor** 1,00  
**Pitot - Factor cor** 0,84  
**Termopar cham. (Tmax)** 500  
 **verif. Bocal (mm)** 10,0  
**Estimativa TH (%)** 10,0

**Pressão estática (mmH2O) ISO 10780**  
 média -4,88

**Ensaio prévio: <=15º em todos os pontos?**  
 obs: ok  
 sonda 90º  acerto manómetro

**Chaminé**  
 8,0 m (distância jusante toma) pontos 12,5  
 1,7 m (distância montante toma)  
 11,0 m (Altura Chaminé)  
 25,0 cm (Diâmetro Cham circular)  
 cm (Rectang. L1xL2)  
 1,0 nº lomas  
 0,0 cm (extensão da toma)

**Verif. Balança** CA60,5g  
 Lote - acetona valor nominal (g) 500  
 Lote - isopropanol 1000  
 Lote - filtro metais

**cond. Ambientais**  
**P atmosférica (miar)** 995,6

Figura 10. Separador 2.2 da segunda área do sistema.



Um dos parâmetros melhorados neste sistema foi o tratamento de dados obtidos do analisador Horiba. Este tratamento de dados incide no cálculo da média, desvio padrão e contagem de valores; com este novo sistema estes valores são calculados e colocados de forma automática nas células de destino.

Esta automatização é efetuada diretamente na folha de cálculo em que serão lidos dois dados de partida: o valor inicial, e os fatores de correção. Estes fatores variam consoante as calibrações efetuadas ao equipamento, que permitem aproximar o valor lido do valor real que está a ser emitido. Como tal, estes fatores são aplicados ao valor inicial e de seguida o valor corrigido é apresentado nos separadores relativos a cada parâmetro.

### 3. Tratamento de resultados e emissão do relatório final

A última área corresponde ao tratamento de resultados e emissão do relatório final, que se encontra dividida em três separadores: 3.1 - Resultados da Amostragem, 3.2 - Organização do Conteúdo e 3.3 - Relatório. No separador 3.1 pode-se encontrar as tabelas dos resultados, que atualmente se encontram na folha de amostragem. Neste separador foi implementado o processo de tratamento dos resultados analíticos dos metais, outrora realizado num ficheiro à parte, assim como o respetivo tratamento dos brancos de amostra. Na Figura 11 encontra-se representado o separador 3.1.

1. Concentração de Poluentes												
VLE (mg Nm <sup>-3</sup> )	CO	SO2	NOx	VLE (mg Nm <sup>-3</sup> )	Partículas	Partículas Branco	Fluoretos	Fluoretos Branco	SO2	SO2 Branco	COV/COT	H2S
Conc. (mg/Nm <sup>3</sup> )	888.02	-	87.75	Massa (g ou mg)	0.0123	0.0007	-	-	4.6	1.9	11.26	4.06
Inc. Vol M	3,90E-05	3,90E-05	3,90E-05	Inc. combinada	0.00065	-	-	-	0.25	-	2.36	0.075
Inc. combinada	12,61	-	11,60	mg/Nm <sup>3</sup> gás seco	43,42	2,47	-	-	43,19	17,84	12,95	14,31
Inc. expandida	± 26,23	-	± 23,2	Inc. combinada	2,31	0,02	-	-	2,36	0,11	2,72	2,72
Inc. Rel. (%)	3%	-	26%	Inc. expandida	± 4,62	± 0,03	-	-	± 4,73	± 0,23	± 6,44	± 6,4
	CO	SO2	NOx	Inc. Rel. (%)	11%	1%	-	-	11%	1%	42%	38%
O2 Ref. (%)	8	-	8		Partículas	Partículas Branco	Fluoretos	Fluoretos Branco	SO2	SO2 Branco	COV/COT	H2S
[mg/Nm3] 8 % O2	687,15	-	67,90	O2 Ref. (%)	8	8	-	-	8	8	8	8
Inc. combinada	15,8314	-	8,0603	[mg/Nm3] 8 % O2	33,6	1,9	-	-	33,6	13,9	10,0	11,01
Inc. expandida	± 31,66	-	± 18,12	Inc. combinada	80,8	0,0	-	-	2,8	2,8	2,1	2,11
Inc. Rel. (%)	5%	-	27%	Inc. expandida	± 161,51	± 0,07	-	-	± 6,6	± 6,6	± 4,23	± 4,2
	CO	SO2	NOx	Inc. Rel. (%)	481%	4%	-	-	17%	40%	42%	38%
Emissão (kg/h)	0,4523	-	0,0447		Partículas	Partículas Branco	Fluoretos	Fluoretos Branco	SO2	SO2 Branco	COV/COT	H2S
Inc. combinada	0,0381	-	0,0069	Emissão (kg/h)	0,022	0,001	-	-	0,019	0,001	0,007	0,001
Inc. expandida	± 0,072	-	± 0,014	Inc. combinada	0,0018	0,0001	-	-	0,0023	0,0000	0,0010	0,000
Inc. Rel. (%)	16%	-	31%	Inc. expandida	± 0,004	± 0	-	-	± 0,006	± 0	± 0,002	± 0,001
				Inc. Rel. (%)	16%	16%	-	-	24%	0%	30%	16%

Figura 11. Separador 3.1 da terceira área do sistema.



O separador 3.2 reúne todos os aspetos técnicos a constar no relatório, como equipa técnica, laboratórios subcontratados, observações e informação relativa à amostragem em si. A Figura 12 representa o separador 3.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
4		<b>1. Informações do Relatório</b>																		
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				

Figura 12. Separador 3.2 da terceira área do sistema.

O separador 3.3 consiste na nova versão do relatório, que atualmente é elaborado em *Microsoft Word*. Devido à elevada complexidade associada à programação de interações entre o *Microsoft Excel* e *Microsoft Word* optou-se por incorporar o relatório no sistema, unindo por completo todas as componentes envolvidas na emissão de relatórios. Na Figura 13 pode-se observar o separador 3.3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												

Figura 13. Separador 3.3 da terceira área do sistema.



A estrutura atual do relatório não permitia a sua incorporação no *Microsoft Excel*, o que levou a pequenas alterações na disposição da informação ao longo do relatório. Ao contrário do *Microsoft Word*, o foco do *Microsoft Excel* incide na análise de dados, como tal não possui tantas ferramentas de manipulação de texto, o que torna o processo de automatização da informação mais complexo.

As principais mudanças ocorrem no capítulo “Descrição do processo e da fonte de emissão”, em que a informação foi inserida em tabelas de forma mais resumida, e no capítulo “Métodos e Equipamentos”, onde foram eliminados os descritivos dos procedimentos, indicando apenas o método que será utilizado no capítulo “Introdução”. Houve preocupação em manter a conformidade com a legislação existente e a fácil leitura do relatório por parte do cliente, apesar de todas as alterações.

A automatização programada permite a geração de um relatório completo, consistente e com menor probabilidade de erros; sendo que as bases e o esboço para novos métodos, que se irão implementar num futuro próximo, encontram-se já preparadas, como: determinação de Compostos Orgânicos Individuais, determinação de CH<sub>4</sub> e determinação de compostos por FTIR.

O sistema, neste momento, encontra-se numa fase de implementação pelo IDAD, e em anexo seguem dois exemplos de relatórios, um emitido pelo sistema existente e um segundo emitido pelo sistema criado, onde as diferenças se encontram destacadas a vermelho. Por questões de confidencialidade as identificações da chaminé e do cliente foram ocultadas.

## Sugestões de melhoria

A maior condicionante a alternativas neste trabalho é a sua ligação ao Excel. Tendo isto em conta, a melhor hipótese disponível é a implementação do uso do *Microsoft Visual Studio*. Embora isto implique um aumento na formação de quem desenvolverá o código, este programa melhora, não só o processo de desenvolvimento, como disponibiliza todo um leque de ferramentas previamente inacessível.

O *Microsoft Visual Studio* é um ambiente de desenvolvimento integrado da Microsoft, usado para o desenvolvimento de programas, páginas de internet, aplicações de internet e aplicações móveis. Inclui um editor de código que suporta auto-completação de código, um *debugger* integrado, entre outras ferramentas e suporta também 36 linguagens diferentes, entre as quais *Python*. [URL 4]



Uma estratégia alternativa passa por abandonar o Excel, substituindo este programa por módulos dedicados às funções necessárias ao projeto desenvolvido. A título de exemplo, esta abordagem permitiria o uso de uma linguagem de programação como *Python*, e o recurso a todas as bibliotecas existentes. Obtendo deste modo as vantagens da simplicidade de uma linguagem de alto nível com todas as ferramentas específicas já existentes para os desafios presentes no projeto.

*Python* é uma linguagem de programação popular pela sua simplicidade e facilidade de aplicação, com o objetivo de dar prioridade ao esforço do programador sobre o esforço computacional. De propósito geral, combina uma sintaxe concisa e clara com os recursos de uma biblioteca suportada por uma das maiores comunidades de utilizadores atualmente. Devido às suas características, ela é principalmente utilizada para processamento de texto, dados científicos e criação de interfaces gráficas. [URL 5]

Embora o Excel seja a ferramenta de eleição para análise de dados, no que toca a gerir grandes tabelas de dados referenciáveis, a melhor alternativa seria uma base de dados onde se compilhassem todas as informações relativas aos clientes, fontes, processos, históricos de dados, de forma a facilitar todo o processo envolvente à preparação da amostragem.

Neste campo, a aplicação *Microsoft Access* apresenta-se como melhor alternativa visto a sua vasta integração com o Excel, programa onde foi desenvolvido o trabalho até aqui. Um ponto que beneficiaria da implementação de uma base de dados seria a informação relativa a cada cliente. Esta base de dados agregaria sob um identificador único (i.e. código de cliente) toda a informação descritiva das condições de análise (e.g. chaminé, combustível, etc.) facilitando e automatizando todo o preenchimento da informação relativa ao cliente no relatório.

Algumas das vantagens mais imediatas que uma base de dados traria ao projeto focam-se na gestão dos recursos computacionais necessários ao processamento dos dados. Quando se abre uma folha de cálculo, todos os dados são carregados na memória RAM, enquanto que com uma base de dados, só os dados requisitados são carregados. Deste modo a base de dados é uma alternativa mais rápida para trabalhar com grandes conjuntos de dados. Guardar dados numa base de dados é também mais eficiente do que uma folha de cálculo, sendo que a base de dados não necessita de guardar informação de formatações e fórmulas. Deste modo seria possível tornar a folha que gera o relatório em algo mais rápido e eficiente sem sacrificar a sua flexibilidade. [URL 6]



## Capítulo 5

### Análise dos resultados obtidos do projeto ARS-C

O projeto ARS-C consistiu na realização de duas campanhas, de medição dos efluentes gasosos. No primeiro semestre do presente ano foram monitorizadas caldeiras em 47 centros de saúde da região centro do país, com o objetivo de verificação do estipulado no DL nº 78/2004. Como alvo de análise apenas estarão disponíveis os resultados obtidos na primeira campanha, pelo facto de, o intervalo de tempo entre a conclusão da segunda campanha e a data de entrega do presente relatório ser breve. Por motivos de confidencialidade não serão identificadas as fontes na respetiva análise.

Inicialmente estavam programadas 56 amostragens, uma por cada chaminé, que representam um total de 66 caldeiras distribuídas pelos centros de saúde. Esta programação teve em conta os dados existentes de projetos anteriores realizados nos mesmos centros de saúde. Após a deslocação a todos os centros de saúde foi possível constatar que existiam menos 2 chaminés das que estavam declaradas, em contrapartida num dos locais havia 1 chaminé que não tinha sido contabilizada, 7 caldeiras encontravam-se avariadas e 6 caldeiras apresentavam potência inferior a 100kW, tendo sido realizadas apenas 42 amostragens. De constar que existiam mais caldeiras com potência inferior a 100kW, mas por estarem agrupadas, a potência combinada ultrapassou os 100kW, permitindo a realização da amostragem.

Adicionalmente foram registadas outras alterações, como divergências quanto ao tipo de combustível utilizado, o que altera os parâmetros a medir. No intervalo temporal entre os projetos anteriores e o atual, foram substituídas diversas caldeiras, alterando o combustível por combustível mais limpo, justificando estas divergências quanto ao combustível registado e encontrado no local.

Assim sendo, das 42 amostragens realizadas, 18 incidiram em chaminés de caldeiras a gás natural, 20 a chaminés de caldeiras a gás propano liquefeito e 4 a chaminés de caldeiras a gasóleo. Nas caldeiras a gasóleo, para além de serem analisados os parâmetros NO<sub>x</sub>, CO e COT, foram também analisados partículas, H<sub>2</sub>S e SO<sub>2</sub>. Para efeitos de análise, os parâmetros comparados foram segregados por tipo de combustível.



Em primeira análise, foram considerados os valores das concentrações de NO<sub>x</sub>, CO e COT para os três tipos de combustível, comparando-os com a respetiva média calculada e VLE a cumprir. Os seguintes gráficos representam os dados relativos às caldeiras a gás natural.

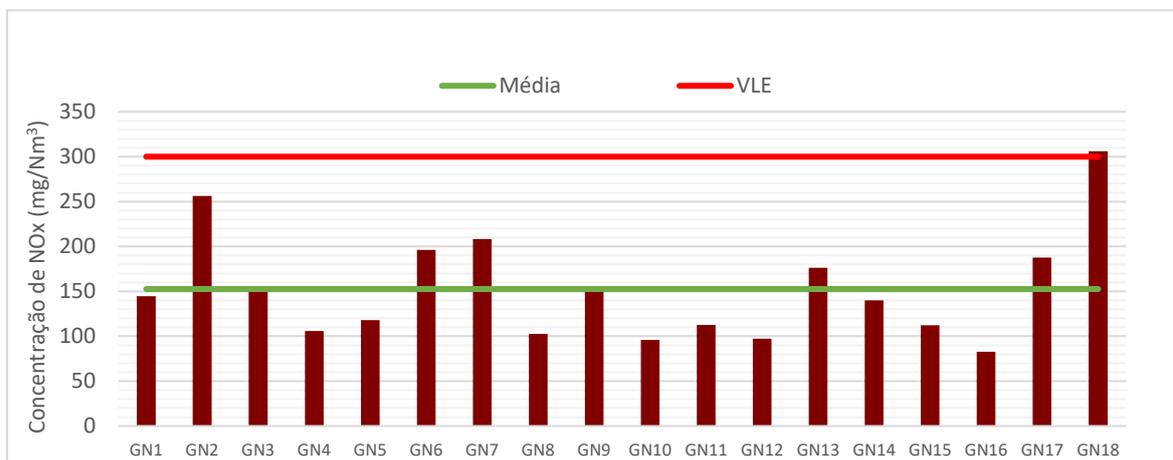


Figura 14. Comparação das concentrações de NO<sub>x</sub> com a média de valores das concentrações e VLE para caldeiras a gás natural.

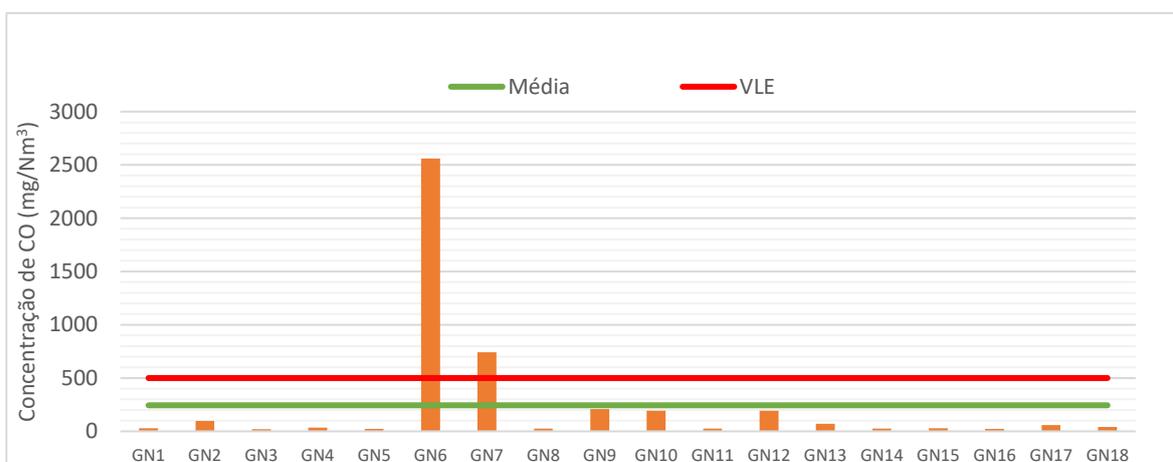
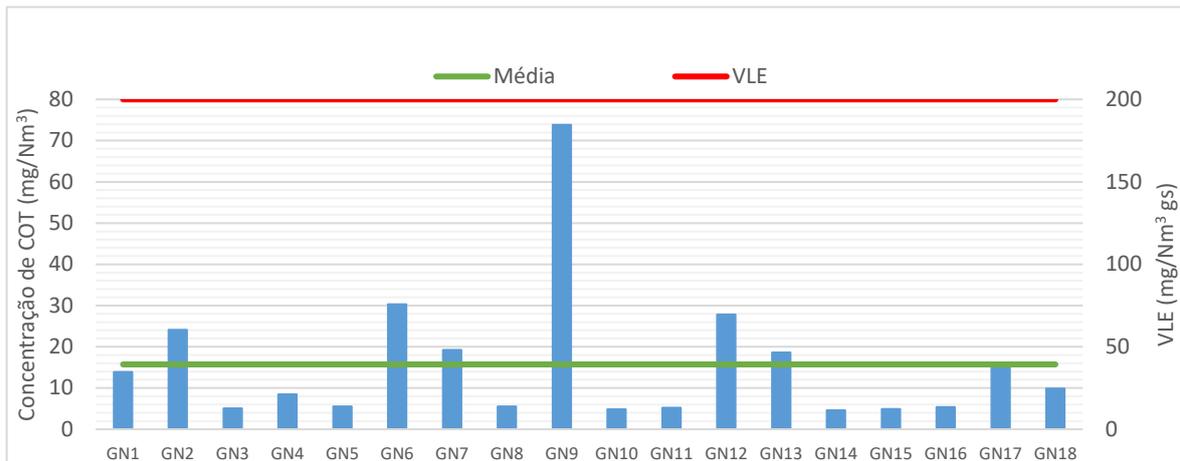
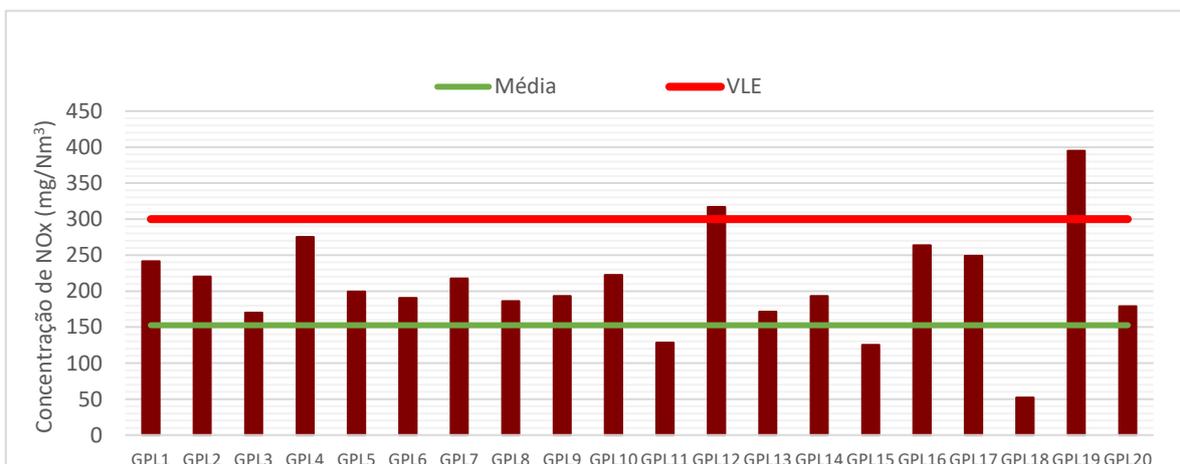


Figura 15. Comparação das concentrações de CO com a média de valores das concentrações e VLE para caldeiras a gás natural.



**Figura 16. Comparação das concentrações de COT com a média de valores das concentrações e VLE para caldeiras a gás natural.**

Através da observação dos gráficos, é de notar que as caldeiras GN6 e GN7 ultrapassaram o VLE para o CO (500 mg/Nm<sup>3</sup>) e obtiveram valores acima do valor médio para os parâmetros NOx e COT. Por estas razões os valores relativos a estas 2 caldeiras não foram contabilizados para os passos posteriores da análise. Apesar de existirem mais caldeiras com valores superiores à média, estas não apresentaram o mesmo comportamento irregular que a GN6 e GN7, não justificando a exclusão dos seus valores para a restante análise. A Figura 17, Figura 18 e Figura 19, representam os valores respetivos às caldeiras a gás propano liquefeito.



**Figura 17. Comparação das concentrações de NOx com média dos valores e VLE para caldeiras a gás propano liquefeito.**

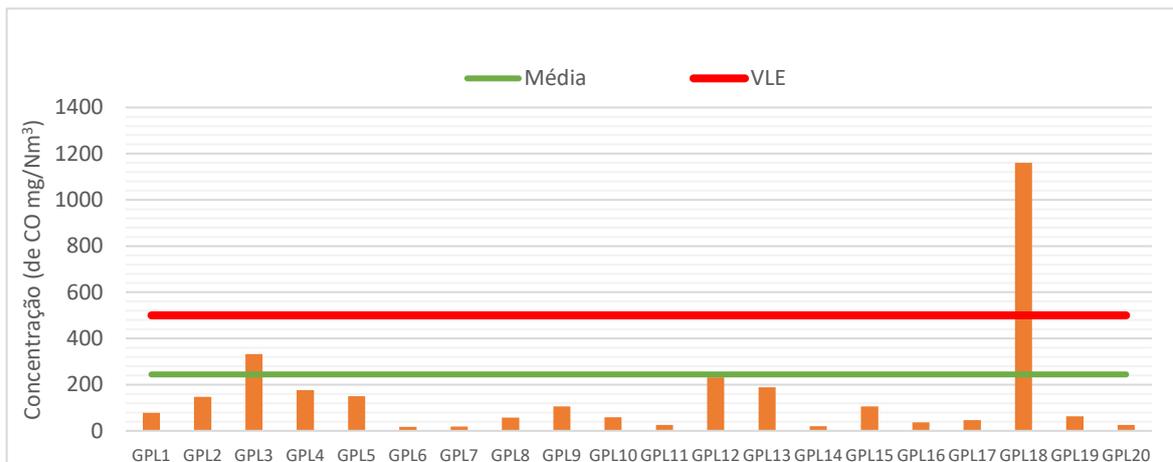


Figura 18. Comparação das concentrações de CO com média dos valores e VLE para caldeiras a gás propano liquefeito.

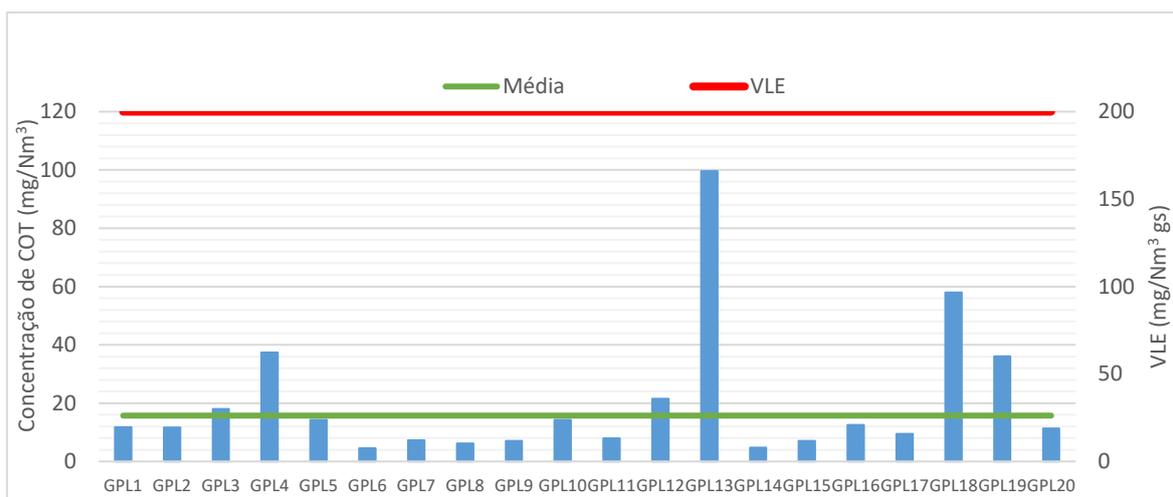


Figura 19. Comparação das concentrações de COT com média dos valores e VLE para caldeiras a gás propano liquefeito.

É possível constatar, após a análise dos gráficos, que as caldeiras GPL 12 e 19 ultrapassaram o VLE para o NOx (300 mg/Nm<sup>3</sup>) e a caldeira GPL18 ultrapassou o VLE do CO. Estas três caldeiras tem um comportamento irregular em relação aos restantes parâmetros, obtendo concentrações acima do valor médio. Assim sendo, os seus valores não foram contabilizados para a restante análise. Por último segue-se a Figura 20, Figura 21 e Figura 22, relativos às caldeiras a gasóleo.

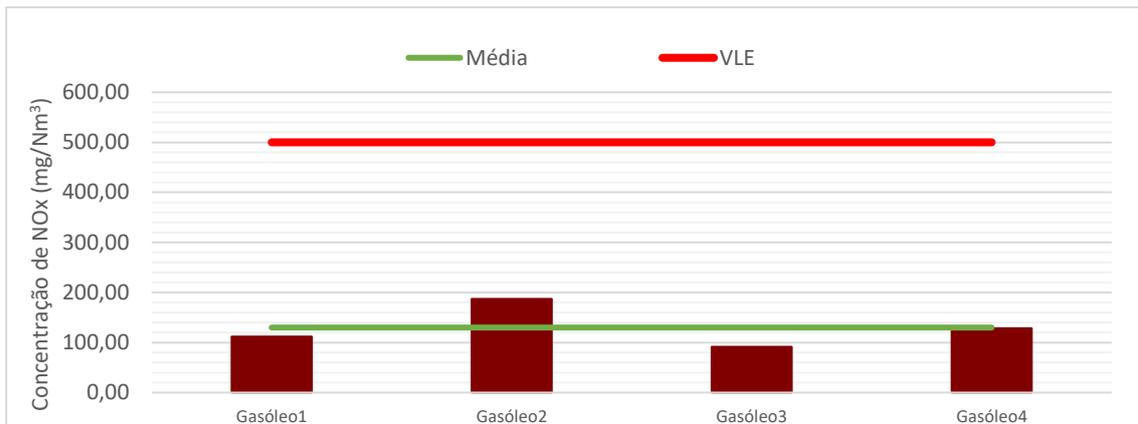


Figura 20. Comparação das concentrações de NOx com média dos valores e VLE para caldeiras a gasóleo.

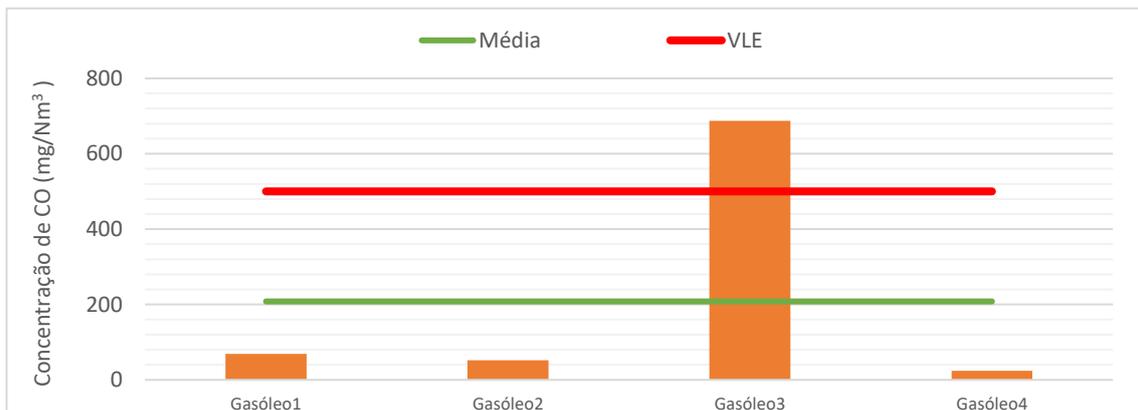


Figura 21. Comparação das concentrações de CO com média dos valores e VLE para caldeiras a gasóleo.



Figura 22. Comparação das concentrações de COT com média dos valores e VLE para caldeiras a gasóleo.



Relativamente às caldeiras alimentadas a gásóleo verifica-se que apenas a caldeira Gasóleo3 ultrapassa o VLE para CO, no dia-a-dia encontra-se desligada tendo apenas sido ligada para se realizar a amostragem. Desta mesma forma, os respetivos valores desta caldeira não foram quantificados na restante análise.

Em seguida pode-se observar uma comparação entre as concentrações de cada parâmetro e o tipo de combustível. Para tal, foram calculadas as médias das concentrações, não contando com as caldeiras eliminadas pela análise anterior. A Figura 23 representa os resultados obtidos para as concentrações por combustível.

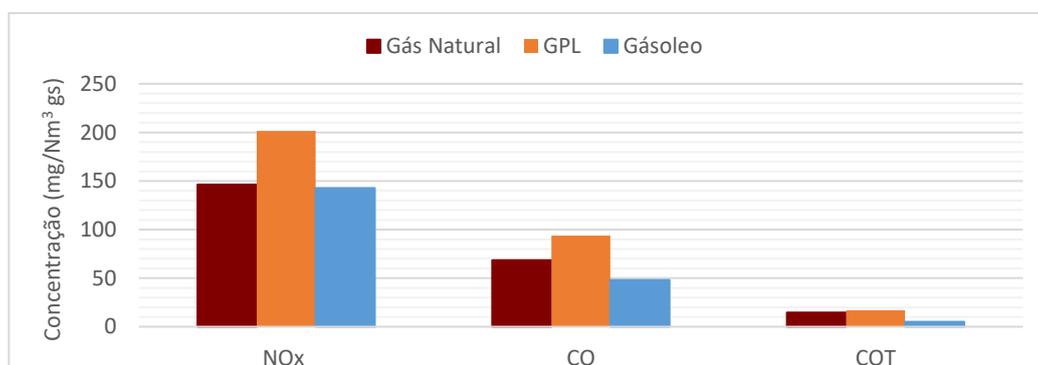


Figura 23. Média das concentrações dos parâmetros por combustível.

Pelo que se pode observar, as caldeiras que apresentam um efluente gasoso com menores concentrações de poluentes são as caldeiras a gásóleo, seguidas pelas caldeiras a gás natural e por último as caldeiras a gás propano liquefeito.

De forma a avaliar a eficiência das caldeiras foi feita uma terceira análise, na qual se manipularam os valores das emissões dos compostos e as potências das caldeiras, obtendo valores expressos em massa/energia. Para tal, dividiu-se os resultados obtidos de emissões de cada composto pela potência de cada caldeira, calculando posteriormente a média e agrupando os valores obtidos por combustível. A Figura 24 exhibe os resultados obtidos para a emissão dos compostos por potência.

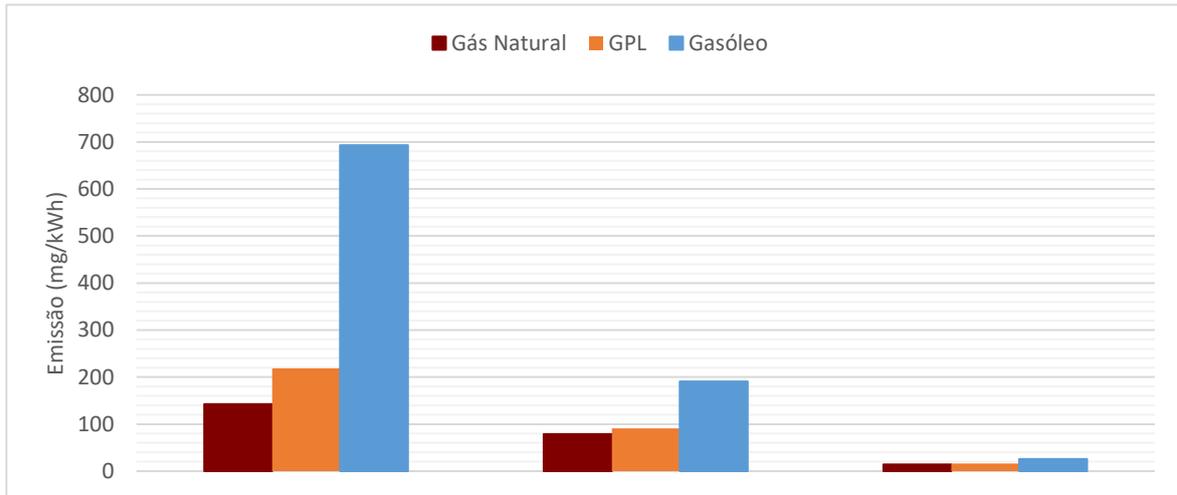


Figura 24. Média de emissões de poluentes por tipo de combustível.

Percebe-se pela avaliação do gráfico obtido que as caldeiras a gasóleo são críticas no que toca à emissão de NO<sub>x</sub>, comparativamente com as restantes.

O gás natural e o GPL são combustíveis com poucas impurezas e sem teor em enxofre, como tal, é assumido que não existe emissão de partículas, H<sub>2</sub>S e SO<sub>2</sub> em caldeiras que consomem estes tipos de combustíveis. Já o gasóleo é um combustível que apresenta impurezas e teor de enxofre, daí se realizarem amostragem a partículas, H<sub>2</sub>S e SO<sub>2</sub>. De forma a caracterizar as caldeiras a gasóleo de forma completa, os valores de concentração obtidos para os três parâmetros serão apresentados na Figura 25.

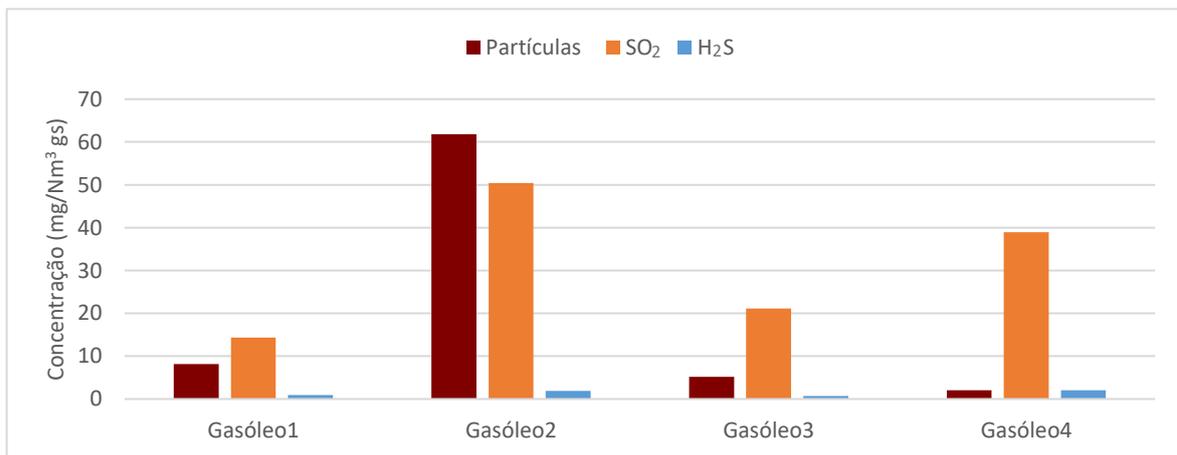


Figura 25. Concentrações de partículas, SO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S das caldeiras a gasóleo.

É possível observar que as concentrações de H<sub>2</sub>S são pouco significantes em comparação com as restantes concentrações, estes valores indicam que grande parte do enxofre contido no combustível foi oxidado.



Através da análise é possível concluir que, mesmo segregando os dados por tipo de combustível e analisando as emissões e concentrações separadamente, existe discrepância no comportamento das caldeiras. Tal pode ser devido à diferença de marcas e de idade das caldeiras, ou ao regime de funcionamento.

Pelos resultados obtidos das concentrações dos poluentes, NO<sub>x</sub>, CO e COT, percebe-se que as caldeiras a GPL emitem efluentes com maiores concentrações relativamente aos restantes dois tipos de combustível. Tendo em conta os resultados relativos às emissões de NO<sub>x</sub>, CO e COT, é possível constatar que as caldeiras a gasóleo emitem mais que as restantes caldeiras, para além de emitirem outros poluentes que podem prejudicar a saúde humana.

Assim sendo, conclui-se que as caldeiras a gasóleo são menos eficientes e mais problemáticas, pois para a produção da mesma quantidade de calor emitem mais poluentes que as restantes caldeiras, tendo assim um peso maior na contaminação da atmosfera. Após o cálculo das médias das potências apurou-se que as caldeiras a gasóleo apresentam uma média de 131kW de potência, inferior às restantes. Esta característica pode ser motivo da discrepância observada na emissão dos poluentes.



## Capítulo 6

### Considerações finais

Cada vez mais a temática “ambiente” torna-se popular entre as pessoas e uma preocupação no mundo em geral, quer seja em lazer ou trabalho. Assim sendo, todo o trabalho realizado pelo IDAD apresenta um peso considerável e positivo na tentativa de confirmar e controlar que o exigido seja praticado.

Com o desenvolvimento da tecnologia, é essencial que os referenciais normativos aplicados aos ensaios praticados por este setor onde o IDAD se insere, se desenvolvam e acompanhem toda a evolução que se observa. Do mesmo modo, é imperativo que os laboratórios e empresas procurem ao máximo a utilização destes referenciais e procurem também desenvolverem as suas competências.

O IDAD segue esta evolução dos métodos de referência com o pedido de extensão de acreditação para 5 ensaios e pedido de acreditação para 3 métodos de ensaio. Esta ampliação do leque de serviços possibilita o aumento da lista de clientes ao abranger mais metodologias de ensaio e parâmetros. Além do mais, representa um ganho de vantagem e proporciona uma competição mais equilibrada entre os laboratórios, tornando assim o mercado mais competitivo e amplo.

Com a elaboração dos relatórios das campanhas de amostragem das caldeiras dos centros de saúde da ARS-C, e com a análise efetuada aos resultados obtidos, foi possível uma melhor inserção na área das emissões gasosas. Verificou-se que consiste numa área complexa, com muitos requisitos a cumprir e muitas causas de divergências. Relativamente aos resultados constatou-se que, das caldeiras analisadas, as caldeiras que funcionam a gás propano liquefeito apresentam um efluente mais concentrado em todos os parâmetros analisados.

Em contrapartida, no que diz respeito às emissões, as caldeiras que funcionam a gasóleo apresentam um peso maioritário pois, para a mesma quantidade de calor produzido emitem mais compostos, incluindo poluentes críticos para a saúde. Assim, justifica-se terem sido mudadas caldeiras em diversos centros de saúde com o intuito de utilizarem um combustível mais limpo. Conclui-se também que existem muitos aspetos que podem influenciar todo o processo, o que torna difícil uma análise mais profunda dos resultados.



Apesar dos desafios que surgiram, foi possível obter um sistema de tratamento de dados e emissão de relatórios de ensaios de emissões gasosas. Com este sistema reúne-se, num único documento, toda a informação existente sobre o cliente, informação legal, tratamento de dados e apresentação de resultados. Desta forma, a probabilidade de erros diminui, o tempo despendido para emissão de relatório também, e torna mais fácil a verificação do cumprimento das condições legais impostas.

Todo o estágio decorrido até ao momento permitiu uma iniciação na área das emissões gasosas positiva, onde se desenvolveram competências importantes que serão colocadas em prática no futuro, e que se revelarão sem dúvida basilares no desenvolvimento pessoal e profissional. Ao nível do trabalho desenvolvido durante o estágio é possível afirmar que os objetivos foram cumpridos, contribuindo assim para uma melhoria no fluxo de trabalho da instituição e por conseguinte uma melhoria nos serviços prestados.



## Referências Bibliográficas

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE – **Directrizes - Regime de monitorização DL 78/2004, de 3 de Abril**, Agência Portuguesa do Ambiente. 2008

FERNANDES, Maria Do Rosário Coelho De Brito E Maia Do Amaral - **Efeito de fontes fixas e combustíveis na poluição atmosférica: aplicação da análise multivariada às características de efluentes**. Tese de Mestrado, Universidade de Coimbra, 2012

FERREIRA, Joana Cardoso - **Relação Qualidade do Ar e Exposição Humana a Poluentes Atmosféricos**. Tese de Doutoramento, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 2007

INSTITUTO DO AMBIENTE - **Directrizes Relativas à Descarga de Poluentes na Atmosfera**, Instituto do Ambiente. 2006

INSTITUTO DO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - **IT976 – Requisitos de amostragem em Emissões Gasosas segundo a EN 15259:2007**, Instituto do Ambiente e Desenvolvimento. 2015

INSTITUTO DO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - **Manual de Gestão da Qualidade**, Instituto do Ambiente e Desenvolvimento. 2016

ROWSHANAIE O., BIN MUSTAPHA S., ROWSHANAIE H., JADBABA S. M. - **Design and Setup the Sampling System to Modify and Reduce the Deposition in Sampling Fluid Pipe Lines by Reducing the Pressure Drop. Journal of Biofertilizers and Biopesticides**. ISSN 21556202. 5:1 (2014). doi: 10.4172/2157-7544.1000131.

TAVARES, Bruno Ribeiro - **O Ambiente e as Políticas Ambientais em Portugal: Contributos para uma Abordagem Histórica**. Tese de Mestrado, Universidade Aberta de Lisboa, 2013

## Documentos Legislativos

CEN/TS 15675:2007 - Air Quality: Measurement of Stationary Source Emissions: Application of EN ISO/IEC 17025:2005 to periodic measurements. European Normalization, 2007.

Decreto-Lei nº 78/2004, de 3 de abril, relativo à prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. **Diário da República, 1ª Série-A**. 80:3 (2004) 2136-2149.

Decreto-Lei nº 127/2013, de 30 de Agosto, relativo ao regime de emissões industriais. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. **Diário da República, 1ª Série**. 167 (2013) 5324-5389.

EN 15259:2007 - Quality: Measurement of Stationary Source Emissions: Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report. European Normalization, 2007.

NP 2167:2007 - Emissões de Fontes Fixas - Secção de amostragem e plataforma para chaminés ou condutas. Costa da Caparica: IPQ, 2007.



Portaria nº 80/2006, de 23 de janeiro, relativa à fixação dos limiares mássicos máximos e mínimos de poluentes atmosféricos. Ministros do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. **Diário da República, 1ª Série-B.** 16 (2006) 513-515.

Portaria nº 675/2009, de 23 de junho, relativa à fixação dos valores limite de emissão de aplicação geral (VLE gerais) aplicáveis às instalações abrangidas pelo Decreto-Lei nº 78/2004, de 3 de Abril. Ministros do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. **Diário da República, 1ª Série.** 119 (2009) 4108-4111.

Portaria nº 677/2009, de 23 de junho, relativa à fixação dos valores limite de emissão (VLE) aplicáveis às instalações de combustão abrangidas pelo Decreto-Lei nº 78/2004, de 3 de Abril. Ministros do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. **Diário da República, 1ª Série.** 119 (2009) 4112-4116.

## Webgrafia

[URL 1] UNITED NATIONS - **Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment** [Em linha], atual. 1972. [Consult. 30 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.un-documents.net/unchedec.htm>>.

[URL 2] INSTITUTO DO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - **Apresentação** [Em linha] [Consult. 13 jan. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.ua.pt/idad/PageText.aspx?id=9171>>.

[URL 3] AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE - **Emissões Atmosféricas** [Em linha] [Consult. 15 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=82&sub2ref=314>>.

[URL 4] MICROSOFT - **IDE do Visual Studio** [Em linha] [Consult. 15 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.visualstudio.com/pt-br/vs/>>.

[URL 5] PYTHON SOFTWARE FOUNDATION - **Python For Beginners** [Em linha] [Consult. 15 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:[www.python.org/about/gettingstarted/](http://www.python.org/about/gettingstarted/)>.

[URL 6] MICROSOFT - **Top 10 reasons to use Access with Excel - Office Support** [Em linha] [Consult. 21 mai. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://support.office.com/en-us/article/Top-10-reasons-to-use-Access-with-Excel-2a454445-13cc-4b39-bc2f-d27fd12ca414>>.



# Anexos

## Anexo I: Linhas de código do sistema criado

### Escolha de Parâmetros

Sub parâmetros()

```
Sheets("Relatório").Rows("157:179").EntireRow.Hidden = False  
Sheets("Relatório").Rows("259:269").EntireRow.Hidden = False  
Sheets("Relatório").Rows("344:666").EntireRow.Hidden = False  
Sheets("Relatório").Rows("370:676").EntireRow.Hidden = False
```

```
If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_1").OLEFormat.Object.Value = 1 Then  
    Sheets("Relatório").Range("B157:D157").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("C19:E19").Value  
    Sheets("Relatório").Range("E157:G157").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("G19:I19").Value  
    Sheets("Relatório").Range("H157:K157").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("J19:M19").Value  
Else  
    Sheets("Relatório").Range("B157:D157").EntireRow.Hidden = True  
End If
```

```
If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_2").OLEFormat.Object.Value = 1 Then  
    Sheets("Relatório").Range("B158:D158").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("C20:E20").Value  
    Sheets("Relatório").Range("E158:G158").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("G20:I20").Value  
    Sheets("Relatório").Range("H158:K158").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("J20:M20").Value  
Else  
    Sheets("Relatório").Range("B158:D158").EntireRow.Hidden = True  
End If
```

```
If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_3").OLEFormat.Object.Value = 1 Then  
    Sheets("Relatório").Range("B159:D159").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("C21:E21").Value  
    Sheets("Relatório").Range("E159:G159").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("G21:I21").Value  
    Sheets("Relatório").Range("H159:K159").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("J21:M21").Value  
Else  
    Sheets("Relatório").Range("B159:D159").EntireRow.Hidden = True  
    Sheets("Relatório").Range("B191:D191").EntireRow.Hidden = True  
    Sheets("Relatório").Range("B358:K361").EntireRow.Hidden = True  
End If
```

```
If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_4").OLEFormat.Object.Value = 1 Then  
    Sheets("Relatório").Range("B160:D160").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("C22:E22").Value
```



```
Sheets("Relatório").Range("E160:G160").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G22:I22").Value
Sheets("Relatório").Range("H160:K160").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J22:M22").Value
Else
Sheets("Relatório").Range("B160:D160").EntireRow.Hidden = True
Sheets("Relatório").Range("B192:D192").EntireRow.Hidden = True
Sheets("Relatório").Range("B362:K365").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_5").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
Sheets("Relatório").Range("B161:D161").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C23:E23").Value
Sheets("Relatório").Range("E161:G161").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G23:I23").Value
Sheets("Relatório").Range("H161:K161").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J23:M23").Value
Else
Sheets("Relatório").Range("B161:D161").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_6").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
Sheets("Relatório").Range("B162:D162").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C24:E24").Value
Sheets("Relatório").Range("E162:G162").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G24:I24").Value
Sheets("Relatório").Range("H162:K162").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J24:M24").Value
Else
Sheets("Relatório").Range("B162:D162").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_7").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
Sheets("Relatório").Range("B163:D163").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C25:E25").Value
Sheets("Relatório").Range("E163:G163").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G25:I25").Value
Sheets("Relatório").Range("H163:K163").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J25:M25").Value
Else
Sheets("Relatório").Range("B163:D163").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_8").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
Sheets("Relatório").Range("B164:D164").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C26:E26").Value
Sheets("Relatório").Range("E164:G164").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G26:I26").Value
Sheets("Relatório").Range("H164:K164").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J26:M26").Value
Else
Sheets("Relatório").Range("B164:D164").EntireRow.Hidden = True
End If
```



```
If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_7").OLEFormat.Object.Value = 1 Or  
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_8").OLEFormat.Object.Value = 1 Then  
Else  
    Sheets("Relatório").Range("B193:D193").EntireRow.Hidden = True  
    Sheets("Relatório").Range("B348:K353").EntireRow.Hidden = True  
    Sheets("Relatório").Range("B602:K602").EntireRow.Hidden = True  
    Sheets("Relatório").Range("B670:K670").EntireRow.Hidden = True  
End If  
  
If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_9").OLEFormat.Object.Value = 1 Then  
    Sheets("Relatório").Range("B165:D165").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("C27:E27").Value  
    Sheets("Relatório").Range("E165:G165").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("G27:I27").Value  
    Sheets("Relatório").Range("H165:K165").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("J27:M27").Value  
Else  
    Sheets("Relatório").Range("B165:D165").EntireRow.Hidden = True  
    Sheets("Relatório").Range("B194:D194").EntireRow.Hidden = True  
    Sheets("Relatório").Range("B380:K383").EntireRow.Hidden = True  
End If  
  
If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_7").OLEFormat.Object.Value = 1 Or _  
    Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_8").OLEFormat.Object.Value = 1 Or _  
    Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_3").OLEFormat.Object.Value = 1 Or _  
    Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_4").OLEFormat.Object.Value = 1 Or _  
    Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_9").OLEFormat.Object.Value = 1 Or _  
    Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_17").OLEFormat.Object.Value = 1  
Then  
Else  
    Sheets("Relatório").Range("C259:K259").EntireRow.Hidden = True  
End If  
  
If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_10").OLEFormat.Object.Value = 1 Then  
    Sheets("Relatório").Range("B166:D167").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("C28:E29").Value  
    Sheets("Relatório").Range("E166:G167").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("G28:I29").Value  
    Sheets("Relatório").Range("H166:K167").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("J28:M29").Value  
Else  
    Sheets("Relatório").Range("B166:D167").EntireRow.Hidden = True  
    Sheets("Relatório").Range("B208:D208").EntireRow.Hidden = True  
    Sheets("Relatório").Range("C268:K268").EntireRow.Hidden = True  
    Sheets("Relatório").Range("B550:D594").EntireRow.Hidden = True  
End If  
  
If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_11").OLEFormat.Object.Value = 1 Then  
    Sheets("Relatório").Range("B168:D168").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("C30:E31").Value  
    Sheets("Relatório").Range("E168:G168").Value = Sheets("Cliente e  
Chaminé").Range("G30:I30").Value
```



```
Sheets("Relatório").Range("H168:K168").Value = Sheets("Cliente e Chaminé").Range("J30:M30").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B168:D168").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_12").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B169:D169").Value = Sheets("Cliente e Chaminé").Range("C30:E31").Value
    Sheets("Relatório").Range("E169:G169").Value = Sheets("Cliente e Chaminé").Range("G31:I31").Value
    Sheets("Relatório").Range("H169:K169").Value = Sheets("Cliente e Chaminé").Range("J31:M31").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B169:D169").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_11").OLEFormat.Object.Value = 1 Or Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_12").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
Else
    Sheets("Relatório").Range("B197:D197").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("C265:K265").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B412:K415").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_13").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B170:D170").Value = Sheets("Cliente e Chaminé").Range("C32:E32").Value
    Sheets("Relatório").Range("E170:G170").Value = Sheets("Cliente e Chaminé").Range("G32:I32").Value
    Sheets("Relatório").Range("H170:K170").Value = Sheets("Cliente e Chaminé").Range("J32:M32").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B170:D170").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B198:D198").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B354:K357").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_14").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B171:D171").Value = Sheets("Cliente e Chaminé").Range("C33:E33").Value
    Sheets("Relatório").Range("E171:G171").Value = Sheets("Cliente e Chaminé").Range("G33:I33").Value
    Sheets("Relatório").Range("H171:K171").Value = Sheets("Cliente e Chaminé").Range("J33:M33").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B171:D171").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B199:D199").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("C260:K260").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B366:K372").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B603:K603").EntireRow.Hidden = True
End If
```



```
If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_15").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B172:D172").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C34:E34").Value
    Sheets("Relatório").Range("E172:G172").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G34:I34").Value
    Sheets("Relatório").Range("H172:K172").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J34:M34").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B172:D172").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B200:D200").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("C260:K260").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B391:K397").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B606:K606").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_16").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B173:D173").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C35:E35").Value
    Sheets("Relatório").Range("E173:G173").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G35:I35").Value
    Sheets("Relatório").Range("H173:K173").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J35:M35").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B173:D173").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B201:D201").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("C266:K266").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B373:K379").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B605:K605").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_17").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B174:D174").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C36:E36").Value
    Sheets("Relatório").Range("E174:G174").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G36:I36").Value
    Sheets("Relatório").Range("H174:K174").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J36:M36").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B174:D174").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B202:D202").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B384:K390").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B604:K604").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_18").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B175:D175").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C37:E37").Value
    Sheets("Relatório").Range("E175:G175").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G37:I37").Value
    Sheets("Relatório").Range("H175:K175").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J37:M37").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B175:D175").EntireRow.Hidden = True
```



```
Sheets("Relatório").Range("C263:K263").EntireRow.Hidden = True
Sheets("Relatório").Range("C671:K671").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_19").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B176:D176").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C38:E38").Value
    Sheets("Relatório").Range("E176:G176").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G38:I38").Value
    Sheets("Relatório").Range("H176:K176").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J38:M38").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B176:D176").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("C264:K264").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("C672:K672").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_18").OLEFormat.Object.Value = 1 Or
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_19").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
Else
    Sheets("Relatório").Range("B203:D205").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B423:K474").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B607:K624").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_20").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B177:D177").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C39:E39").Value
    Sheets("Relatório").Range("E177:G177").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G39:I39").Value
    Sheets("Relatório").Range("H177:K177").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J39:M39").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B177:D177").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B207:D207").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("C262:K262").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B513:K549").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B646:K666").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B674:K674").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_21").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B178:D178").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C40:E40").Value
    Sheets("Relatório").Range("E178:G178").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G40:I40").Value
    Sheets("Relatório").Range("H178:K178").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J40:M40").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B178:D178").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B206:D206").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("C261:K261").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B475:K512").EntireRow.Hidden = True
```



```

Sheets("Relatório").Range("B625:K645").EntireRow.Hidden = True
Sheets("Relatório").Range("B673:K673").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_22").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("B179:D179").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("C41:E41").Value
    Sheets("Relatório").Range("E179:G179").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("G41:I41").Value
    Sheets("Relatório").Range("H179:K179").Value = Sheets("Cliente e
Chaminé").Range("J41:M41").Value
Else
    Sheets("Relatório").Range("B179:D179").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B195:D196").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("C269:E269").EntireRow.Hidden = True
    Sheets("Relatório").Range("B398:D411").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_7").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_8").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_14").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_16").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_15").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_17").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_18").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_21").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_20").OLEFormat.Object.Value = 1
Then
    Else
        Sheets("Relatório").Range("C600:K667").EntireRow.Hidden = True
End If

If Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_7").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_8").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_18").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_19").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_20").OLEFormat.Object.Value = 1 Or_
Sheets("Cliente e Chaminé").Shapes("C_C_21").OLEFormat.Object.Value = 1
Then
    Else
        Sheets("Relatório").Range("C668:K676").EntireRow.Hidden = True
End Sub

```



## Escolha do VLE

```
Sub VLE()  
If Sheets("Dados Base").Shapes("VLE_1").OLEFormat.Object.Value = 1 Then  
    Sheets("Relatório").Range("J193").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F43").Value  
    Sheets("Relatório").Range("I351:I352").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F43").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J198").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F48").Value  
    Sheets("Relatório").Range("I355:I356").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F48").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J191").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("K46:L46").Value  
    Sheets("Relatório").Range("I359:I360").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("K46:L46").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J192").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F42").Value  
    Sheets("Relatório").Range("I363:I364").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F42").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J199").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F41").Value  
    Sheets("Relatório").Range("I370:I371").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F41").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J201").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F45").Value  
    Sheets("Relatório").Range("I377:I378").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F45").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J194").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F47").Value  
    Sheets("Relatório").Range("I381:I382").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F47").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J202").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F46").Value  
    Sheets("Relatório").Range("I388:I389").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F46").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J200").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F44").Value  
    Sheets("Relatório").Range("I395:I396").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F44").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J203").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F43").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J439:K439").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F51").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J204").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F43").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J446:K446").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F52").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J205").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F43").Value  
    Sheets("Relatório").Range("J463:K463").Value = Sheets("Dados  
Base").Range("F53").Value  
End If
```



```
If Sheets("Dados Base").Shapes("VLE_2").OLEFormat.Object.Value = 1 And
Sheets("Dados Base").Shapes("T_C_1").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("J193").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F43").Value
    Sheets("Relatório").Range("I351:I352").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F43").Value
    Sheets("Relatório").Range("J198").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F48").Value
    Sheets("Relatório").Range("I355:I356").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F48").Value
    Sheets("Relatório").Range("J191").Value = Sheets("Dados
Base").Range("K46:L46").Value
    Sheets("Relatório").Range("I359:I360").Value = Sheets("Dados
Base").Range("K46:L46").Value
    Sheets("Relatório").Range("J192").Value = Sheets("Dados
Base").Range("K45:L45").Value
    Sheets("Relatório").Range("I363:I364").Value = Sheets("Dados
Base").Range("K45:L45").Value
    Sheets("Relatório").Range("J199").Value = Sheets("Dados
Base").Range("K44").Value
    Sheets("Relatório").Range("I370:I371").Value = Sheets("Dados
Base").Range("K44").Value
    Sheets("Relatório").Range("J201").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F45").Value
    Sheets("Relatório").Range("I377:I378").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F45").Value
    Sheets("Relatório").Range("J194").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F47").Value
    Sheets("Relatório").Range("I381:I382").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F47").Value
    Sheets("Relatório").Range("J202").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F46").Value
    Sheets("Relatório").Range("I388:I389").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F46").Value
    Sheets("Relatório").Range("J200").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F44").Value
    Sheets("Relatório").Range("I395:I396").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F44").Value
    Sheets("Relatório").Range("J203").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F51").Value
    Sheets("Relatório").Range("J439:K439").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F51").Value
    Sheets("Relatório").Range("J204").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F52").Value
    Sheets("Relatório").Range("J446:K446").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F52").Value
    Sheets("Relatório").Range("J205").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F53").Value
    Sheets("Relatório").Range("J463:K463").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F53").Value
End If
```



```
If Sheets("Dados Base").Shapes("VLE_2").OLEFormat.Object.Value = 1 And
Sheets("Dados Base").Shapes("T_C_2").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("J193").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F43").Value
    Sheets("Relatório").Range("I351:I352").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F43").Value
    Sheets("Relatório").Range("J198").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F48").Value
    Sheets("Relatório").Range("I355:I356").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F48").Value
    Sheets("Relatório").Range("J191").Value = Sheets("Dados
Base").Range("K46:L46").Value
    Sheets("Relatório").Range("I359:I360").Value = Sheets("Dados
Base").Range("K46:L46").Value
    Sheets("Relatório").Range("J192").Value = Sheets("Dados
Base").Range("K45:L45").Value
    Sheets("Relatório").Range("I363:I364").Value = Sheets("Dados
Base").Range("K45:L45").Value
    Sheets("Relatório").Range("J199").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F41").Value
    Sheets("Relatório").Range("I370:I371").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F41").Value
    Sheets("Relatório").Range("J201").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F45").Value
    Sheets("Relatório").Range("I377:I378").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F45").Value
    Sheets("Relatório").Range("J194").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F47").Value
    Sheets("Relatório").Range("I381:I382").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F47").Value
    Sheets("Relatório").Range("J202").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F46").Value
    Sheets("Relatório").Range("I388:I389").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F46").Value
    Sheets("Relatório").Range("J200").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F44").Value
    Sheets("Relatório").Range("I395:I396").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F44").Value
    Sheets("Relatório").Range("J203").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F51").Value
    Sheets("Relatório").Range("J439:K439").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F51").Value
    Sheets("Relatório").Range("J204").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F52").Value
    Sheets("Relatório").Range("J446:K446").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F52").Value
    Sheets("Relatório").Range("J205").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F53").Value
    Sheets("Relatório").Range("J463:K463").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F53").Value
End If
```



```
If Sheets("Dados Base").Shapes("VLE_2").OLEFormat.Object.Value = 1 And
Sheets("Dados Base").Shapes("T_C_3").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("J193").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F43").Value
    Sheets("Relatório").Range("I351:I352").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F43").Value
    Sheets("Relatório").Range("J198").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F48").Value
    Sheets("Relatório").Range("I355:I356").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F48").Value
    Sheets("Relatório").Range("J191").Value = Sheets("Dados
Base").Range("M46").Value
    Sheets("Relatório").Range("I359:I360").Value = Sheets("Dados
Base").Range("M46").Value
    Sheets("Relatório").Range("J192").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F42").Value
    Sheets("Relatório").Range("I363:I364").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F42").Value
    Sheets("Relatório").Range("J199").Value = Sheets("Dados
Base").Range("M44").Value
    Sheets("Relatório").Range("I370:I371").Value = Sheets("Dados
Base").Range("M44").Value
    Sheets("Relatório").Range("J201").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F45").Value
    Sheets("Relatório").Range("I377:I378").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F45").Value
    Sheets("Relatório").Range("J194").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F47").Value
    Sheets("Relatório").Range("I381:I382").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F47").Value
    Sheets("Relatório").Range("J202").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F46").Value
    Sheets("Relatório").Range("I388:I389").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F46").Value
    Sheets("Relatório").Range("J200").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F44").Value
    Sheets("Relatório").Range("I395:I396").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F44").Value
    Sheets("Relatório").Range("J203").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F51").Value
    Sheets("Relatório").Range("J439:K439").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F51").Value
    Sheets("Relatório").Range("J204").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F52").Value
    Sheets("Relatório").Range("J446:K446").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F52").Value
    Sheets("Relatório").Range("J205").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F53").Value
    Sheets("Relatório").Range("J463:K463").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F53").Value
End If
```



```
If Sheets("Dados Base").Shapes("VLE_2").OLEFormat.Object.Value = 1 And
Sheets("Dados Base").Shapes("T_C_4").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("J193").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N47:O47").Value
    Sheets("Relatório").Range("I351:I352").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N47:O47").Value
    Sheets("Relatório").Range("J198").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F48").Value
    Sheets("Relatório").Range("I355:I356").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F48").Value
    Sheets("Relatório").Range("J191").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N46:O46").Value
    Sheets("Relatório").Range("I359:I360").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N46:O46").Value
    Sheets("Relatório").Range("J192").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N45:O45").Value
    Sheets("Relatório").Range("I363:I364").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N45:O45").Value
    Sheets("Relatório").Range("J199").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N44").Value
    Sheets("Relatório").Range("I370:I371").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N44").Value
    Sheets("Relatório").Range("J201").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F45").Value
    Sheets("Relatório").Range("I377:I378").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F45").Value
    Sheets("Relatório").Range("J194").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F47").Value
    Sheets("Relatório").Range("I381:I382").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F47").Value
    Sheets("Relatório").Range("J202").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F46").Value
    Sheets("Relatório").Range("I388:I389").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F46").Value
    Sheets("Relatório").Range("J200").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F44").Value
    Sheets("Relatório").Range("I395:I396").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F44").Value
    Sheets("Relatório").Range("J203").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F51").Value
    Sheets("Relatório").Range("J439:K439").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F51").Value
    Sheets("Relatório").Range("J204").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F52").Value
    Sheets("Relatório").Range("J446:K446").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F52").Value
    Sheets("Relatório").Range("J205").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F53").Value
    Sheets("Relatório").Range("J463:K463").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F53").Value
End If
```



```
If Sheets("Dados Base").Shapes("VLE_2").OLEFormat.Object.Value = 1 And
Sheets("Dados Base").Shapes("T_C_5").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("J193").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N47:O47").Value
    Sheets("Relatório").Range("I351:I352").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N47:O47").Value
    Sheets("Relatório").Range("J198").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F48").Value
    Sheets("Relatório").Range("I355:I356").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F48").Value
    Sheets("Relatório").Range("J191").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N46:O46").Value
    Sheets("Relatório").Range("I359:I360").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N46:O46").Value
    Sheets("Relatório").Range("J192").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N45:O45").Value
    Sheets("Relatório").Range("I363:I364").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N45:O45").Value
    Sheets("Relatório").Range("J199").Value = Sheets("Dados
Base").Range("O44").Value
    Sheets("Relatório").Range("I370:I371").Value = Sheets("Dados
Base").Range("O44").Value
    Sheets("Relatório").Range("J201").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F45").Value
    Sheets("Relatório").Range("I377:I378").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F45").Value
    Sheets("Relatório").Range("J194").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F47").Value
    Sheets("Relatório").Range("I381:I382").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F47").Value
    Sheets("Relatório").Range("J202").Value = Sheets("Dados
Base").Range("O48").Value
    Sheets("Relatório").Range("I388:I389").Value = Sheets("Dados
Base").Range("O48").Value
    Sheets("Relatório").Range("J200").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F44").Value
    Sheets("Relatório").Range("I395:I396").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F44").Value
    Sheets("Relatório").Range("J203").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F51").Value
    Sheets("Relatório").Range("J439:K439").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F51").Value
    Sheets("Relatório").Range("J204").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F52").Value
    Sheets("Relatório").Range("J446:K446").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F52").Value
    Sheets("Relatório").Range("J205").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F53").Value
    Sheets("Relatório").Range("J463:K463").Value = Sheets("Dados
Base").Range("F53").Value
End If
```



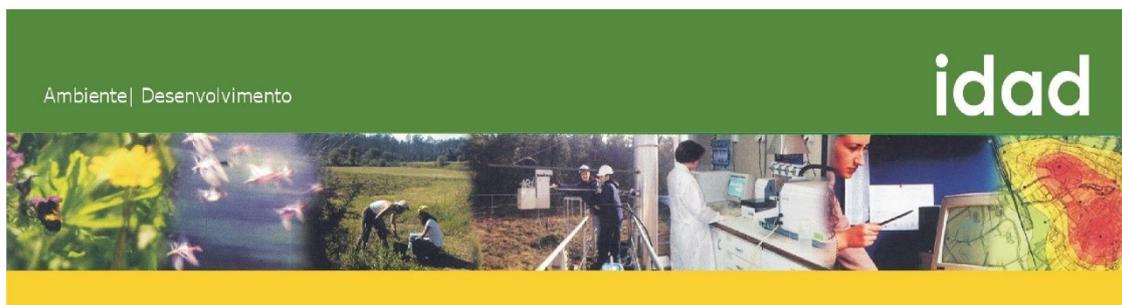
```
If Sheets("Dados Base").Shapes("VLE_3").OLEFormat.Object.Value = 1 Then
    Sheets("Relatório").Range("J193").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H56:K56").Value
    Sheets("Relatório").Range("I351:I352").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H56:K56").Value
    Sheets("Relatório").Range("J198").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H58:K58").Value
    Sheets("Relatório").Range("I355:I356").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H58:K58").Value
    Sheets("Relatório").Range("J191").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H59:K59").Value
    Sheets("Relatório").Range("I359:I360").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H59:K59").Value
    Sheets("Relatório").Range("J192").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H60:K60").Value
    Sheets("Relatório").Range("I363:I364").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H60:K60").Value
    Sheets("Relatório").Range("J199").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H61:K61").Value
    Sheets("Relatório").Range("I370:I371").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H61:K61").Value
    Sheets("Relatório").Range("J201").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H62:K62").Value
    Sheets("Relatório").Range("I377:I378").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H62:K62").Value
    Sheets("Relatório").Range("J194").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H57:K57").Value
    Sheets("Relatório").Range("I381:I382").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H57:K57").Value
    Sheets("Relatório").Range("J202").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H63:K63").Value
    Sheets("Relatório").Range("I388:I389").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H63:K63").Value
    Sheets("Relatório").Range("J200").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H64:K64").Value
    Sheets("Relatório").Range("I395:I396").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H64:K64").Value
    Sheets("Relatório").Range("J203").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H65:K65").Value
    Sheets("Relatório").Range("J439:K439").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H65:K65").Value
    Sheets("Relatório").Range("J204").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H66:K66").Value
    Sheets("Relatório").Range("J446:K446").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H66:K66").Value
    Sheets("Relatório").Range("J205").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H67:K67").Value
    Sheets("Relatório").Range("J463:K463").Value = Sheets("Dados
Base").Range("H67:K67").Value
    Sheets("Relatório").Range("J195").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N56").Value
    Sheets("Relatório").Range("I402:I403").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N56").Value
```



```
Sheets("Relatório").Range("J196").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N56").Value
    Sheets("Relatório").Range("I409:I410").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N56").Value
    Sheets("Relatório").Range("J197").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N57").Value
    Sheets("Relatório").Range("I413:I414").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N56").Value
    Sheets("Relatório").Range("J206").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N58").Value
    Sheets("Relatório").Range("J503:K503").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N58").Value
    Sheets("Relatório").Range("J207").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N59").Value
    Sheets("Relatório").Range("J541:K541").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N58").Value
    Sheets("Relatório").Range("J208").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N60").Value
    'Sheets("Relatório").Range("XX").Value = Sheets("Dados
Base").Range("N60").Value
End If
End Sub
```



## Anexo II: Relatório original emitido pelo sistema existente no IDAD



### Medições nos Efluentes Gasosos

(Amostragem realizada em 22 Março 2017)



R101.17-17/03.02

ABRIL 2017





## Ficha técnica

---

Designação do Projeto: 17/03.02  
[Redacted]  
Medições nos Efluentes Gasosos  
[Redacted]

Cliente: [Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]

Nº do Relatório: R101.17-17/03.02

Tipo de Documento: Relatório Final

Data de Emissão: 10 Abril 2017

Validação

Aprovação

(Túlio Paiva, Eng.º.)  
Gestor de Área

(Miguel Coutinho, Doutor)  
Secretário Geral

Emissão do relatório: Laboratório do IDAD.  
Proibida a reprodução parcial deste relatório sem autorização prévia do IDAD.  
Os resultados obtidos referem-se exclusivamente aos itens ensaiados



## Equipa Técnica

---

O presente estudo foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

### **Coordenação e Qualidade**

Miguel Coutinho (Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente)

Alexandra Passos Silva (Licenciada em Engenharia do Ambiente)

### **Relatório**

Túlio Paiva (Licenciado em Engenharia do Ambiente)

Joana Brito (Licenciada em Ciências e Tecnologia do Ambiente)

### **Ensaios Laboratoriais**

Alexandra Passos Silva (Licenciada em Engenharia do Ambiente)

### **Amostragem e ensaios em campo**

João Ginja (Licenciado em Engenharia do Ambiente)

João Rodrigues (Mestre em Engenharia de Ambiente)



# Índice

---

1. Introdução .....	1
1.1 Sumário .....	1
1.2 Objetivo das medições .....	1
2. Apresentação de resultados .....	3
2.1 Condições de emissão .....	3
2.2 Resultados das medições .....	3
3. Descrição do processo e da fonte de emissão .....	5
3.1 Processo fabril .....	5
3.2 Fonte de emissão e secção de amostragem .....	5
3.3 Equipamentos de redução de emissões .....	5
3.4 Condições operatórias durante a amostragem .....	5
4. Métodos e equipamentos .....	6
4.1 Procedimentos de amostragem e análise .....	6
4.2 Brancos de campo .....	7
4.3 Teste de eficiência .....	7
4.4 Teste de fugas .....	7
4.5 Desvio aos métodos .....	7
4.6 Equipamentos de amostragem .....	7
4.7 Gases de calibração .....	7
4.8 Observações .....	8
4.9 Certificado de Acreditação .....	8
5. Anexos .....	9
5.1 Dados de amostragem .....	9
5.2 Dados de equipamento .....	9
5.3 Layout/Localização da fonte emissora .....	9
5.4 Fórmulas usadas nos cálculos .....	10
5.5 Boletins de análises .....	11
5.6 Certificados de Calibração .....	14



## 1. Introdução

### 1.1 Sumário

Na sequência de uma solicitação da [REDACTED], foi realizada a medição das emissões gasosas provenientes da chaminé do [REDACTED].

No quadro 1 apresenta-se a data da amostragem, as determinações analíticas, bem como os parâmetros avaliados.

A identificação dos métodos de medição e análise no Quadro 1 diz respeito ao Anexo Técnico (L0 313-1) atualmente em vigor.

**Quadro 1 – Parâmetros e métodos de medição e análise**

Amostragem e ensaios em campo	22 Março 2017
Parâmetro	Método de medição e análise
Velocidade e Caudal*	EN 16911-1:2013
Humidade	EN 14790:2005
Partículas	EN 13284-1:2001
CO	EN 15058:2006
O <sub>2</sub>	EN 14789:2005
CO <sub>2</sub>	MILI 07, ed1rev5
NO <sub>x</sub>	EN 14792:2005
COT	EN 12619:2013
SO <sub>2</sub> **	EN 14791:2005
H <sub>2</sub> S**	VDI3486:1979

MILI – Método Interno do Laboratório do IDAD.

O ensaio assinalado com \* não se encontra no âmbito da Acreditação do Laboratório do IDAD.

A determinação analítica do ensaio assinalado com \*\* não se encontra no âmbito da Acreditação do Laboratório do IDAD e foi realizada em laboratório contratado acreditado.

No Quadro seguinte apresenta-se o resumo dos principais resultados obtidos. Os resultados detalhados são apresentados no capítulo 2 do presente relatório.

**Quadro 2 – Resumo dos resultados das medições.**

Parâmetros	Unidades	Resultados	VLE
Partículas	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	5,2	150
NO <sub>x</sub>	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	92	500
CO	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	688	500
COT	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg C/Nm <sup>3</sup> gás seco)	23	200
SO <sub>2</sub>	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	21	1700
H <sub>2</sub> S	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	0,7	5

### 1.2 Objetivo das medições

A amostragem foi realizada com o objetivo de verificar o cumprimento dos requisitos legais aplicáveis à fonte fixa, nomeadamente o estipulado no Decreto-Lei n.º 78/2004 de 3 de Abril, referente às condições de monitorização das emissões de poluentes para a atmosfera.

Previamente à amostragem desenvolveu-se o Plano de amostragem que define os objetivos da medição, metodologias, fontes e parâmetros a monitorizar, bem como as respetivas datas dos ensaios.

O Plano de amostragem foi enviado para o cliente antes do início dos trabalhos de campo.

R101.17-17/03.02



No Quadro seguinte efetua-se a compilação dos documentos legais aplicáveis.

**Quadro 3 – Documentos legais aplicáveis**

<b>Documento legal</b>	<b>Descrição</b>
Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril	Estabelece o <u>regime da prevenção e controlo das emissões</u> de poluentes para a atmosfera.
Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro	Estabelece o regime de monitorização diferenciado em função do <u>caudal mássico dos poluentes</u> .
Portaria n.º 675/2009, de 23 de Junho	Fixa os valores limite de emissão de aplicação geral ( <u>VLE gerais</u> ) aplicáveis às instalações abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril. (Declaração de Retificação n.º 62/2009, de 21 de Agosto, que retifica a Portaria n.º 675/2009, de 23 de Junho).
Portaria n.º 676/2009, de 23 de Junho	Substitui a tabela n.º 3 do anexo à Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro, que fixa os <u>limites mássicos</u> máximos e mínimos de poluentes atmosféricos. (Declaração de Retificação n.º 63/2009, de 21 de Agosto, que retifica a Portaria n.º 676/2009, de 23 de Junho).
Portaria n.º 677/2009, de 23 de Junho	Fixa os valores limite de emissão (VLE) aplicáveis às <u>instalações de combustão</u> abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril.



## 2. Apresentação de resultados

Os valores medidos e que constam do relatório devem ser considerados representativos da concentração dos poluentes em causa, na data e no período de tempo da amostragem.

A incerteza apresentada é o resultado da multiplicação da incerteza combinada por um fator de expansão  $K=2$ , que representa, para uma distribuição normal, um nível de confiança de cerca de 95%.

Para valores muito próximos ou inferiores ao limiar analítico a incerteza associada ao resultado não é apresentada.

### 2.1 Condições de emissão

As determinações dos parâmetros que permitem caracterizar o escoamento foram realizadas durante a amostragem e os resultados são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Condições de emissão durante a amostragem

Condições de Emissão	Partículas, NO <sub>x</sub> , CO, H <sub>2</sub> S e COT	Incerteza Expandida K=2 (95%)	SO <sub>2</sub>	Incerteza Expandida K=2 (95%)
Data de Amostragem	22-03-2017		22-03-2017	
Período de Amostragem	12:07-13:01		13:24-14:09	
CO <sub>2</sub> (%)	13,0	± 1,2	12,8	± 1,2
O <sub>2</sub> (%)	4,2**	± 0,1	4,3**	± 0,1
Pressão absoluta na chaminé (kPa)	99,7	± 0,3	99,7	± 0,3
Humidade (%)	8,2	± 1,1	8,2***	± 1,1
Massa molecular em base húmida (g(g.mol) <sup>-1</sup> )	29,3	± 0,7	29,2	± 0,7
Temperatura média dos gases (°C)	252,5	± 14,1	228,2	± 23,5
Velocidade (m s <sup>-1</sup> )*	6,1	± 0,4	6,0	± 0,4
Caudal volumétrico efetivo (m <sup>3</sup> hr <sup>-1</sup> )*	1085	± 231	1060	± 229
Caudal volumétrico seco (Nm <sup>3</sup> hr <sup>-1</sup> gás seco)*	509	± 109	522	± 116
Velocidade Min / Max (m s <sup>-1</sup> )	4,7 / 7,2	-	4,5 / 7,0	-

O ensaio assinalado com \* não se encontra no âmbito da Acreditação do Laboratório do IDAD.  
 Os ensaios assinalados com \*\* são dados fora do âmbito da acreditação pois os valores determinados encontram-se fora do intervalo de aplicabilidade da Norma.  
 O ensaio assinalado com \*\*\* foi realizado no período compreendido entre as 12:07-13:01.

### 2.2 Resultados das medições

As determinações analíticas do teor em H<sub>2</sub>S e SO<sub>2</sub> foram realizadas em Laboratório subcontratado, Envienergy, laboratório de ensaios com acreditação IPAC – Instituto Português da Acreditação pela norma NP EN ISO/IEC 17025.

As determinações analíticas foram realizadas no período compreendido entre 22 de março e 04 de abril de 2017.

Os resultados das medições (amostra com a referência IDAD 228.17) são apresentados no Quadro 5, e os Boletins de Análise respetivos (LAB 228.17-17/03.02, 1500.17 e 1502.17), bem como alguns dados da amostragem são apresentados em Anexo.



Quadro 5 – Resultados das medições

Ensaio		Incerteza Expandida K=2 (95%)	VLE	Lm	LM
<b>Data de Amostragem</b> 22-03-2017					
<b>Partículas</b>	Período de Amostragem	12:07-13:01			
	Concentração (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	6,7	-		
	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	5,2	-	150	
	Emissão (kg/h)	< 0,01	-		0,5 5
<b>NO<sub>x</sub></b>	Período de Amostragem	12:07-13:01			
	Concentração (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	118	± 22		
	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	92	± 17	500	
	Emissão (kg/h)	0,06	-		2 30
<b>CO</b>	Período de Amostragem	12:07-13:01			
	Concentração (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	888	± 24		
	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	688	± 28	500	
	Emissão (kg/h)	0,45	± 0,10		5 100
<b>COT</b>	Período de Amostragem	12:07-13:01			
	Concentração (mg C/Nm <sup>3</sup> gás seco)	30	± 2		
	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg C/Nm <sup>3</sup> gás seco)	23	± 2	200	
	Emissão (kg/h)	0,02	-		2 30
<b>SO<sub>2</sub>*</b>	Período de Amostragem	13:24-14:09			
	Concentração (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	27	± 6		
	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	21	± 4	1700	
	Emissão (kg/h)	0,01	-		2 50
<b>H<sub>2</sub>S*</b>	Período de Amostragem	12:07-13:01			
	Concentração (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	1,0	± 0,5		
	Concentração 8% O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	0,7	± 0,4	5	
	Emissão (kg/h)	< 0,01	-		0,05 1

VLE – Valor Limite de Emissão; Lm – Limiar mássico mínimo; LM – Limiar mássico máximo  
A determinação analítica do ensaio assinalado com \* não se encontra no âmbito da Acreditação do Laboratório do IDAD e foi realizada em laboratório contratado acreditado.

Os teores dos compostos medidos de Partículas, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e COT são inferiores aos respetivos valores limite de emissão, definidos nas Portarias 675/2009 e 677/2009.

O teor medido de CO é superior ao respetivo valor limite de emissão, definido na portaria 677/2009.

Os caudais mássicos de emissão de Partículas, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e COT são inferiores aos limiares mássicos mínimos, estabelecidos pelo anexo da Portaria n.º 80/2006 de 23 de Janeiro. Caso o histórico de emissões gasosas se encontre consistentemente inferior ao seu limiar mássico mínimo a monitorização pontual pode ser efetuada apenas uma vez de três em três anos.

De acordo com o Artigo 27.º, do Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril, não se aplica a exigência de cumprimento do VLE, quando as emissões desse poluente, com a instalação a funcionar à sua capacidade nominal, registem um caudal mássico inferior ao limiar mássico mínimo.

As condições de monitorização das emissões de poluentes para a atmosfera, estão previstas nos artigos 19.º e 20.º do Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril.



### 3. Descrição do processo e da fonte de emissão

As informações que constam no capítulo 3 foram fornecidas pelo cliente ao IDAD. Sempre que possível tecnicamente o IDAD procede à determinação do diâmetro da conduta, bem como das distâncias das perturbações a montante e jusante das tomas de amostragem.

#### 3.1 Processo fabril

O presente relatório resulta da medição do efluente gasoso da caldeira 1 do [REDACTED] que têm como função o aquecimento central e águas sanitárias. A caldeira é da marca Roca, modelo CPA300, usa gasóleo como combustível, com uma potência nominal de 348,9 kW e funciona em descontinuo dependendo das necessidades de vapor. Durante o período de amostragem a caldeira funcionou em descontinuo, tendo-se registado 9 paragens.

#### 3.2 Fonte de emissão e secção de amostragem

A amostragem foi realizada numa conduta, de forma circular com 25 cm de diâmetro interno, tendo a chaminé uma altura total de aproximadamente 11 m. O diâmetro da conduta foi determinado pela equipa de técnicos do IDAD no decorrer da amostragem.

As medições tiveram lugar numa plataforma fixa junto a uma secção de amostragem, dotada de 1 toma. A localização da secção de amostragem e respetiva plataforma encontram-se em conformidade com a Norma Portuguesa 2167:2007 e EN 15259:2007. Na Figura 1 – Esquema de localização da secção de amostragem esquematizam-se as distâncias a montante (X1) e a jusante (X2) da toma de amostragem.

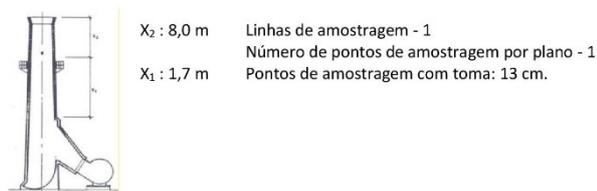


Figura 1 – Esquema de localização da secção de amostragem

As monitorizações foram realizadas em grelha, com os pontos de amostragem situados ao centro de áreas iguais no plano de amostragem.

#### 3.3 Equipamentos de redução de emissões

Não aplicável.

#### 3.4 Condições operatórias durante a amostragem

Durante o período de amostragem, a instalação operou nas condições normais de funcionamento.



## 4. Métodos e equipamentos

### 4.1 Procedimentos de amostragem e análise

A **velocidade e o caudal** foram determinados segundo a norma EN 16911-1, utilizando um tubo de pitot tipo S.

A determinação de pontos de amostragem, verificação dos requisitos do escoamento e realização de brancos de campo, foram efetuados de acordo com a norma EN 15259:2007.

A determinação do **CO** foi realizada no local e em contínuo, utilizando um analisador Horiba PG 250 com sensor infravermelho não dispersivo (NDIR), segundo a norma EN 15058. A amostra de gás é extraída da fonte e conduzida a um peltier através de uma linha aquecida, sendo de seguida direcionada para o analisador.

A determinação de **CO<sub>2</sub>** foi efetuada no local e em contínuo, segundo o método interno MILI 07, utilizando um analisador Horiba 250 PG. A determinação deste composto é realizada no local e em contínuo, a amostra de gás é extraída da fonte e conduzida para um sensor de infravermelhos através de uma linha aquecida.

A determinação do **NO<sub>x</sub>** foi realizada no local e em contínuo utilizando um analisador Horiba PG 250, com o princípio da quimiluminescência, segundo a EN 14792. A amostra de gás é extraída da fonte e conduzida a um peltier através de uma linha aquecida, sendo de seguida direcionada para o analisador.

A **humidade** foi determinada por condensação e determinação gravimétrica, segundo a EN 14790.

A determinação das **partículas** foi efetuada segundo a norma EN 13284-1. A amostra foi retirada isocineticamente da fonte e recolhida num filtro. A massa de partículas, que inclui todo o material condensado acima ou à temperatura de filtração, é determinada gravimetricamente, após exsicação. Para validação da amostragem de partículas a percentagem de isocinetismo deverá estar compreendida entre 95 e 115%.

O **SO<sub>2</sub>** foi determinado segundo a norma EN 14791. A amostra de gás é extraída, a um volume controlado (não isocinética), e feita borbulhar em solução de peróxido de hidrogénio a 0,3%, onde o SO<sub>2</sub> é oxidado a ião sulfato sendo depois analisado pelo método bário-torina.

A determinação do **O<sub>2</sub>** foi realizada no local e em contínuo, utilizando um analisador Horiba PG250, com sensor paramagnético segundo a norma EN 14789:2005. A amostra de gás é extraída da fonte e conduzida a um peltier através de uma linha aquecida, sendo de seguida direcionada para o analisador.

Os **compostos orgânicos voláteis totais (COT)** foram determinados no local e em contínuo, tendo como base a norma EN 12619. A amostra de gás é extraída da fonte e conduzida até um detetor FID (Flame Ionisation Detector) através de uma linha aquecida e de um filtro de fibra de vidro. O equipamento é verificado imediatamente antes da análise com uma mistura de propano em azoto cuja concentração está identificada no capítulo 4.7.

O **H<sub>2</sub>S** foi determinado pela VDI 3486. O sulfureto de hidrogénio é recolhido numa série de borbulhadores e reage com hidróxido de cádmio formando um precipitado que é dissolvido em ácido clorídrico e absorvido num volume conhecido de solução de iodo. O iodo consumido é uma medida do conteúdo de H<sub>2</sub>S.



#### 4.2 Brancos de campo

O branco de campo cumpre os critérios definidos na respetiva Norma.

#### 4.3 Teste de eficiência

Não aplicável.

#### 4.4 Teste de fugas

Os testes de fuga cumprem os critérios definidos nas Normas.

#### 4.5 Desvio aos métodos

Não se verificaram desvios aos métodos.

#### 4.6 Equipamentos de amostragem

Os equipamentos utilizados (Quadro 6) obedecem aos requisitos estabelecidos pelos métodos de medição seguidos.

Quadro 6 – Equipamentos utilizados

Equipamentos
Unidade controlo Andersen (Contador de gás seco, isocinetismo, vácuo, velocidade)
Bomba amostragem (Extração gases da chaminé)
Caixa quente (Suporte e aquecimento do filtro de amostragem)
Filtros (Fibra de Vidro, Quartzo, Teflon)
Caixa fria (Arrefecimento dos borbulhadores em banho de gelo)
Sonda amostragem aquecida/arrefecida de vidro/aço/titânio (Extração gases da chaminé)
Tecora Flowtest ST e Pitot S (Velocidade e Caudal)
Termopar (Temperatura)
Bocais (Isocinetismo)
Medidor ângulos (Verificação escoamento)
Sonda do Testo em aço com filtro de fibra de vidro, aquecidos a 180º
Horiba PG 250 (O <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> )
Analizador Bernath Atomic Model 3006 (COT)
Balança de campo Sartorius (Massa Borbulhadores)

#### 4.7 Gases de calibração

No quadro seguinte identificam-se os gases utilizados nas verificações dos equipamentos.

Quadro 7 – Concentrações padrão utilizadas nas verificações

Parâmetro	Concentração	Certificado	Data Validade
O <sub>2</sub>	4,00 ± 0,04 %	7353/19, DAkKS	10-11-2019
CO	321 ± 3,21 ppm	7353/19, DAkKS	10-11-2019
CO <sub>2</sub>	4,01 ± 0,04 %	7353/19, DAkKS	10-11-2019
NO	598,0 ± 1 %	2103/14, ENAC	02-09-2017
Propano	45,03 ± 0,45 ppm	1931/14, ENAC	28-05-2017
	252,0 ± 0,25 ppm	6099/15, DAkKS	23-09-2018



#### **4.8 Observações**

Os resultados das determinações foram corrigidos para as condições normais de temperatura (273 K) e pressão (101,3 kPa) em base seca estabelecidas pelo Decreto-Lei nº 78/2004 de 3 de Abril.

Os valores obtidos referem-se ao teor de 8 % O<sub>2</sub>, de acordo com a Portaria 677/2009.

#### **4.9 Certificado de Acreditação**

O Laboratório do IDAD possui Acreditação IPAC - Instituto Português da Acreditação com o número L0313, de acordo com os requisitos da NP EN ISO/IEC 17025, desde 17 de julho de 2003 e Anexo Técnico de Acreditação nº L0313-1, edição nº 19 de 19 de janeiro de 2017.

O Comprovativo de Acreditação do Laboratório está disponível na página eletrónica do IPAC através do código de acesso: 9DE9-9L2E-61BB-WOP8, a introduzir em <http://www.ipac.pt/docsig/>



## 5. Anexos

### 5.1 Dados de amostragem

Quadro A – Volume de gás amostrado durante as determinações

Parâmetros	Volume de gás amostrado (Nm <sup>3</sup> )
Partículas e H <sub>2</sub> S	0,2833
SO <sub>2</sub>	0,1065

### 5.2 Dados de equipamento

Quadro B – Identificação dos certificados de calibração do equipamento

Equipamento	Código Interno	Certificado de Calibração
Contador de gás	CGAS17	CGAS 150/17
Balança	32	CMAS2516/16
Pitot	XL	P.16.010402
Termopares (Unidade 17)	T1, T2 e T13	CTEM 298/17
Termopar 15	T15	CTEM 561/16
FID Bernath Atomic	147	LMEG 16051101
Horiba PG 250	158	LMEG 16050401

### 5.3 Layout/Localização da fonte emissora

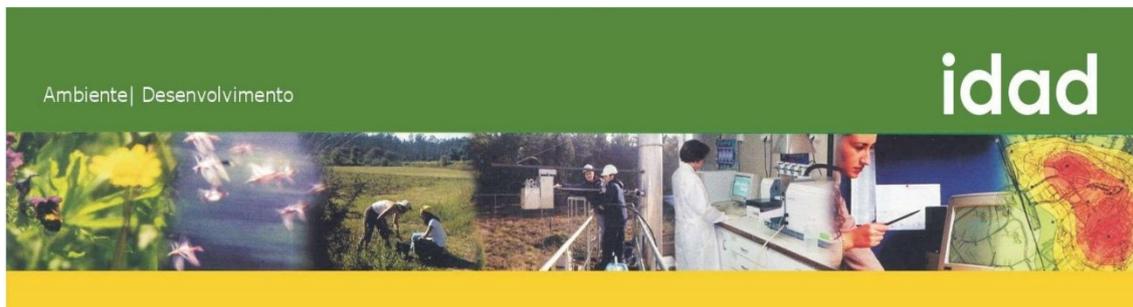


#### 5.4 Fórmulas usadas nos cálculos

Pressão Barométrica	$P_b = P_{b(mmbar)} * 0,75$
Pressão absoluta da chaminé	$P_s = P_b + \frac{P_e}{13,6}$
Massa Molecular em base seca	$M_s = 44 * \frac{\%CO_2}{100} + 32 * \frac{\%O_2}{100} + 28 * \frac{(\%N_2 + \%CO)}{100}$
Massa de H <sub>2</sub> O recolhida nos borbulhadores	$M_{H_2O} = (B_{1final} - B_{1inicial}) + (B_{2final} - B_{2inicial}) + (B_{3final} - B_{3inicial}) + (B_{41final} - B_{4inicial})$
Volume de vapor de água recolhido (m <sup>3</sup> )	$V_{wstd} = \frac{R * T_{std}}{P_{std} * M_W} * M_{H_2O}$
Volume de gás amostrado	$V_M = MGS_f - MGS_i$
Volume de gás medido (Nm <sup>3</sup> )	$V_{mstd} = \frac{\left(\frac{273}{760}\right) (V_M) \left(P_B + \frac{\Delta H}{13,6}\right) Y_d}{273 + T_m}$
Massa Molecular em base húmida	$M_W = M_s (1 - B_{wo}) + 18 * B_{wo}$
Velocidade do gás da chaminé (m/s)	$V_s = K_p C_p \sqrt{\Delta P} \frac{\sqrt{(T_s) + 273}}{\sqrt{(M_W)(P_s)}}$
Caudal atual do gás (m <sup>3</sup> /h)	$Q_a = 3600 A_s V_s$
Caudal do gás seco (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{std} = \frac{Q_a P_s (0,3592)(1 - B_{wo})}{(T_s + 273)}$
Área da chaminé	$A_s = \left(\frac{\phi}{100}\right)^2 * \frac{\pi}{4}$
Correção Oxigénio	$C_{(x\%O_2)} = \frac{(21 - O_{2,referência})}{(21 - O_{2,medido})}$



## Anexo III: Relatório emitido pelo sistema criado



### Medições nos Efluentes Gasosos

Amostragem realizada em 22 Março 2017

R101.17-17/03.02

ABRIL 2017





## Ficha Técnica

---

Designação do Projeto: 17/03.02  
[Redacted]  
Medição nos Efluentes Gasosos  
[Redacted]

Cliente: [Redacted]

Nº do Relatório: R101.17-17/03.02

Tipo de Documento: Relatório Final

Data de Emissão: 10 abril 2017

Validação

Aprovação

---

(Túlio Paiva, Eng.º)  
Gestor de Área

---

(Miguel Coutinho, Doutor)  
Secretário-geral

Emissão do relatório: Laboratório IDAD.  
Proibida a reprodução parcial deste relatório sem autorização prévia do IDAD.  
Os resultados obtidos referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.



## Equipa técnica

---

O presente estudo foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

### **Coordenação e Qualidade**

Miguel Coutinho (Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente)  
Alexandra Passos Silva (Licenciada em Engenharia do Ambiente)

### **Relatório**

Túlio Paiva (Licenciado em Engenharia do Ambiente)  
Joana Brito (Licenciada em Ciências e Tecnologia do Ambiente)

### **Ensaios Laboratoriais**

Alexandra Passos Silva (Licenciada em Engenharia do Ambiente)

### **Amostragem e ensaios em campo**

João Ginja (Licenciado em Engenharia do Ambiente)  
João Rodrigues (Mestre em Engenharia do Ambiente)



## Índice

---

1.	<u>Introdução</u>	Pág. 6
2.	<u>Apresentação de resultados</u>	Pág. 8
	2.1 Períodos de amostragem	
	2.2 Condições de emissão	
	2.3 Resultados das medições	
	2.4 Controlo de Qualidade	
3.	<u>Descrição do processo e da fonte de emissão</u>	Pág. 11
	3.1 Descrição sumária do processo fabril	
	3.2 Fonte de emissão e secção de amostragem	
4.	<u>Especificações Técnicas</u>	Pág. 12
	4.1 Requisitos Normativos	
	4.2 Equipamentos de amostragem	
	4.3 Gases de calibração	
	4.4 Observações	
	4.5 Certificado de Acreditação	
5.	<u>Anexos</u>	Pág. 14
	5.1 Layout/Localização da fonte emissora	
	5.2 Formulas usadas nos cálculos	
	5.3 Boletim de análises	
	5.4 Certificados de Calibração	



## 1. Introdução

Na sequência de uma solicitação por parte do cliente foi realizada a medição das emissões gasosas, que teve como objetivo a verificação do cumprimento dos requisitos legais aplicáveis à fonte fixa, nomeadamente o estipulado no Decreto-Lei n.º 78/2004 de 3 de Abril referente às condições de monitorização das emissões de poluentes para a atmosfera.

A identificação dos Referenciais Normativos no Quadro 1 diz respeito ao Anexo Técnico (L0 313-1) atualmente em vigor. São ainda apresentados as datas da amostragem, métodos de medição e análise, bem como os parâmetros avaliados.

Quadro 1 - Parâmetros e metodologia.

Amostragem e ensaios em campo		
Parâmetro	Referenciais Normativos	Metodologia
Velocidade e Caudal*	EN 16911-1:2013	Tubo pitot S
Humidade	EN 14790:2005	Condensação e gravimetria
CO	EN 15058:2006	Sensor de infravermelhos não dispersivo (NDIR)
NO <sub>x</sub>	EN 14792:2005	Quimiluminescência
O <sub>2</sub>	EN 14789:2005	Sensor paramagnético
CO <sub>2</sub>	MILI 07, ed1rev4:22-10-2013	Sensor de infravermelhos
Partículas	EN 13284-1:2001	Gravimetria
COT	EN 12619:2013	Deteção por ionização de chama (FID)
SO <sub>2</sub> <sup>#</sup>	EN 14791:2005	Química húmida
H <sub>2</sub> S <sup>#</sup>	VDI 3486:1979	Química húmida

MILI – Método Interno do Laboratório do IDAD.

O ensaio assinalado com \* não se encontra no âmbito da Acreditação do Laboratório do IDAD.

A determinação analítica do ensaio assinalado com # não se encontra no âmbito da Acreditação do Laboratório do IDAD e foi realizada em laboratório contratado acreditado.

No Quadro seguinte apresenta-se o resumo dos principais resultados obtidos. Os resultados detalhados são apresentados no capítulo 2 do presente relatório.

Quadro 2 - Resumo dos resultados das medições.

Parâmetros	Unidades	Resultados	VLE	Conformidade
CO	Concentração 8%O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	688	500	Não Conforme
NO <sub>x</sub>	Concentração 8%O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	92	500	Conforme
Partículas	Concentração 8%O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	5,2	150	Conforme
COTs	Concentração 8%O <sub>2</sub> (mg C/Nm <sup>3</sup> gás seco)	23	23	Conforme
SO <sub>2</sub>	Concentração 8%O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	21	1700	Conforme
H <sub>2</sub> S	Concentração 8%O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	0,7	5	Conforme



No Quadro seguinte efetua-se a compilação dos documentos legais aplicáveis.

**Quadro 3 – Documentos legais aplicáveis.**

<b>Documento Legal</b>	<b>Descrição</b>
Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril	Estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera.
Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro	Estabelece o regime de monitorização diferenciado em função do caudal mássico dos poluentes.
Portaria n.º 675/2009, de 23 de Junho	Fixa os valores limite de emissão de aplicação geral (VLE gerais) aplicáveis às instalações abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril. (Declaração de Retificação n.º 62/2009, de 21 de Agosto, que retifica a Portaria n.º 675/2009, de 23 de Junho).
Portaria n.º 676/2009, de 23 de Junho	Substitui a tabela n.º 3 do anexo à Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro, que fixa os limiares mássicos máximos e mínimos de poluentes atmosféricos. (Declaração de Retificação n.º 63/2009, de 21 de Agosto, que retifica a Portaria n.º 676/2009, de 23 de Junho).
Portaria n.º 677/2009, de 23 de Junho	Fixa os valores limite de emissão (VLE) aplicáveis às instalações de combustão abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril.
Norma Portuguesa NP 2167:2007	Estabelece e uniformiza as condições que uma secção de amostragem e respetiva plataforma (quando necessária) devem satisfazer, aplicando-se tanto a chaminés como a condutas.
Norma Europeia EN 15259:2007	Define os requisitos padrões relativos às amostragens de emissões gasosas.



## 2. Apresentação de resultados

A incerteza apresentada é o resultado da multiplicação da incerteza combinada por um fator de expansão  $K=2$ , que representa, para uma distribuição normal, um nível de confiança de cerca de 95%.

Para valores muito próximos ou inferiores ao limiar analítico a incerteza associada ao resultado não é apresentada.

### 2.1 Períodos de amostragem

Quadro 4 - Períodos de amostragem dos ensaios em campo.

Ensaio em campo	Data de Amostragem	Hora de início	Hora de fim
Partículas, CO, NOx, COT e H <sub>2</sub> S	22/03/2017	12:07	13:01
SO <sub>2</sub>	22/03/2017	13:24	14:09

### 2.2 Condições de emissão

As determinações dos parâmetros que permitem caracterizar o escoamento foram realizadas durante a amostragem e os resultados são apresentados no Quadro 3.

Quadro 5 - Condições de emissão durante a amostragem.

Condições de emissão	Partículas, CO, NOx, COT e H <sub>2</sub> S	Inc. Exp. K=2 (95%)	SO <sub>2</sub>	Inc. Exp. K=2 (95%)
CO <sub>2</sub> (%)	13,0	± 1,2	12,8	± 1,2
O <sub>2</sub> (%)	4,2 <sup>*</sup>	± 0,1	4,3 <sup>#</sup>	± 0,1
Pressão absoluta na chaminé (kPa)	99,7	± 0,3	99,7	± 0,3
Humidade (%)	8,2	± 1,1	8,2 <sup>#</sup>	± 1,1
Massa molecular em base húmida (g.g.mol <sup>-1</sup> )	29,3	± 0,7	29,2	± 0,7
Temperatura média dos gases (°C)	252,5	± 14,1	228,2	± 23,5
Velocidade (m s <sup>-1</sup> )	6,1	± 0,4	6	± 0,4
Caudal volumétrico efetivo (m <sup>3</sup> hr <sup>-1</sup> )	1085	± 231	1060	± 229
Caudal volumétrico seco (Nm <sup>3</sup> hr <sup>-1</sup> gás seco)	509	± 109	522	± 116
Velocidade Min / Max (m s <sup>-1</sup> )	4,7 / 7,2	-	4,5 / 7,0	-
Volume de gás amostrado (Nm <sup>3</sup> )	0,2833	-	0,1065	-

O ensaio assinalado com \* não se encontra no âmbito da Acreditação do Laboratório do IDAD.

O ensaio assinalado com # foi realizado no período compreendido entre as 12:07-13:01.

O ensaio assinalado com " é dado fora do âmbito da acreditação pois o valor determinado encontra-se fora do intervalo de aplicabilidade da Norma.



### 2.3 Resultados das medições

Os resultados das determinações analíticas são apresentados nos quadros seguintes.

**Quadro 4 - Resultados das medições**

Ensaio		Inc. Exp. K=2 (95%)	VLE	Lm	LM
<b>Referência da Amostra</b>		228,17			
<b>Partículas</b>	Período de Determinações analíticas	22/03/2017 - 04/04/2017			
	Boletins de Análise (Anexo 5.3)	LAB 228.17			
	Concentração (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	6,70	-		
	Concentração x%O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	5,2	-	150	
	Emissão (kg/h)	< 0,01	-	0,5	5
<b>CO</b>	Concentração (mg /Nm <sup>3</sup> gás seco)	888,00	± 24		
	Concentração x%O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	688,00	± 28	500	
	Emissão (kg/h)	0,45	± 0,10	5	100
<b>NOx</b>	Concentração (mg /Nm <sup>3</sup> gás seco)	118,00	± 22		
	Concentração x%O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	92,00	± 17	500	
	Emissão (kg/h)	0,06	-	2	30
<b>SO<sub>2</sub>#</b>	<b>Laboratório Subcontratado</b> Envienergy				
	Período de Determinações analíticas	22/03/2017 - 04/04/2017			
	Boletins de Análise (Anexo 5.3)	1502.17			
	Concentração (mg /Nm <sup>3</sup> gás seco)	27,00	± 6		
	Concentração x%O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	21	± 4	1700	
	Emissão (kg/h)	0,01	-	2	50
<b>COT</b>	Concentração (mg /Nm <sup>3</sup> gás seco)	30,00	± 2		
	Concentração x%O <sub>2</sub> (mg C/Nm <sup>3</sup> gás seco)	23	± 2	200	
	Emissão (kg/h)	0,02	±	2	30
<b>H<sub>2</sub>S#</b>	<b>Laboratório Subcontratado</b> Envienergy				
	Período de Determinações analíticas	22/03/2017 - 04/04/2017			
	Boletins de Análise (Anexo 5.3)	1500.17			
	Concentração (mg /Nm <sup>3</sup> gás seco)	1,00	± 0,5		
	Concentração x%O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> gás seco)	0,70	± 0,4	5	
	Emissão (kg/h)	< 0,01	±	0,05	1

VLE – Valor Limite de Emissão; Lm – Limiar mássico mínimo; LM – Limiar mássico máximo

A determinação analítica dos ensaios assinalados com # não se encontram no âmbito da Acreditação do Laboratório do IDAD e foram realizadas em laboratório contratado acreditado.



#### 2.4 Controlo de qualidade

Os resultados das determinações para controlo de qualidade são apresentados nos quadros seguintes.

Quadro 5 – Resultados dos brancos de campo para controlo de qualidade

Ensaio	Concentração de Brancos	Critério	Conformidade
Partículas	1,9	<10% VLE	Conforme
SO <sub>2</sub>	13,9	<10% VLE	Conforme
H <sub>2</sub> S	0,5	<10% VLE	Conforme

Quadro 6 – Valores de isocinetismo para controlo de qualidade

Ensaio	Isocinetismo	Critério	Conformidade
Partículas	109	95% - 110%	Conforme



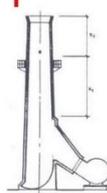
### 3. Descrição do proceso e fonte de emissão

As informações que constam no capítulo 3 são fornecidas pelo cliente ao IDAD. Sempre que possível tecnicamente o IDAD procede à determinação do diâmetro da conduta, bem como das distâncias das perturbações a montante e jusante das tomas de amostragem.

#### 3.1 Descrição sumária do processo fabril

<b>Identificação da fonte</b>	[REDACTED]
<b>Função</b>	Aquecimento central e sanitários
<b>Nº Fontes</b>	1
<b>Marca/Modelo</b>	Roca CPA300
<b>Combustível</b>	Gásleo
<b>Potência Nominal (kW)</b>	348,9
<b>Funcionamento</b>	Descontínuo
<b>Paragens</b>	9
<b>Equipamentos de redução</b>	Não aplicável.
<b>Condições Operatórias</b>	Durante o período de amostragem, a instalação operou nas condições normais de funcionamento.

#### 3.2 Fonte de emissão e secção de amostragem



<b>Secção</b>	Circular
<b>Diâmetro interno</b>	25 cm
<b>Altura total da chaminé</b>	11 m
<b>Plataforma de amostragem</b>	Fixa
<b>Nº de tomas</b>	1
<b>Pontos de amostragem</b>	13 cm
<b>X<sub>2</sub></b>	8,0
<b>X<sub>1</sub></b>	1,7
<b>Conformidade</b>	Em conformidade com as Normas

O diâmetro da conduta foi determinado pela equipa de técnicos do IDAD no decorrer da amostragem. As monitorizações foram realizadas em grelha, com os pontos de amostragem situados ao centro de áreas iguais no plano de amostragem.



## 4. Especificações Técnicas

### 4.1 Requisitos Normativos

- Teste de eficiência** Não aplicável.  
**Teste de fugas** Os testes de fuga cumprem os critérios definidos nas Normas.  
**Desvios aos métodos** Não se verificaram desvios aos métodos.

### 4.2 Equipamentos de amostragem

Os equipamentos utilizados obedecem aos requisitos estabelecidos pelos métodos de medição seguidos. São apresentados nos seguintes quadros os equipamentos que requerem calibração e os restantes que não requerem calibração. Todos os certificados encontram-se presentes em anexo (Anexo 5.4).

**Quadro 7 - Identificação dos equipamentos e certificados de calibração**

Equipamento	Código Interno	Certificado de Calibração
Contador de gás	CGAS17	CGAS 150/17
Balança de campo Sartorius	32	CMAS2516/16
Tecora Flowtest ST e Pitot S (Velocidade e Caudal)	XL	P.16.010402
Termopares (Unidade 17)	T15	CTEM 561/16
Termopares (Unidade 17)	T1, T2, T13	CTEM 298/17
Analizador Bernath Atomic Model 3006 (COT)	147	LMEG 16051101
Analizador Horiba PG 250 (O <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> )	158	LMEG 16050401

**Quadro 8 – Identificação dos restantes equipamentos utilizados**

Equipamentos
Unidade controlo Andersen (Contador de gás seco, isocinetismo, vácuo, velocidade)
Bomba amostragem (Extração gases da chaminé)
Caixa quente (Suporte e aquecimento do filtro de amostragem)
Filtros (Fibra de Vidro, Quartzo, Teflon)
Caixa fria (Arrefecimento dos borbulhadores em banho de gelo)
Sonda amostragem aquecida/arrefecida de vidro/aço/titânio (Extração gases da chaminé)
Bocais (Isocinetismo)
Medidor ângulos (Verificação escoamento)
Sonda do Testo em aço com filtro de fibra de vidro, aquecidos a 180°

### 4.3 Gases de Calibração

No quadro seguinte identificam-se os gases utilizados nas verificações dos equipamentos.

**Quadro x – Concentrações padrão utilizadas nas verificações**

Parâmetro	Concentração	Certificado	Data de Validade
O <sub>2</sub>	4,00 ± 1% rel.	7353/19, DAkkS	11-2019
CO	321 ppm ± 1% rel.	7353/19, DAkkS	11-2019
CO <sub>2</sub>	4,01 ± 1% rel.	7353/19, DAkkS	11-2019
NO	598 ppm ± 1% rel.	2103/14, ENAC	09-2017
Propano	252 ppm ± 1% rel.	6099/15, DAkkS	09-2018



#### **4.4 Observações**

Os resultados das determinações foram corrigidos para as condições normais de temperatura (273 K) e pressão (101,3 kPa) em base seca estabelecidas pelo Decreto-Lei nº 78/2004 de 3 de Abril.

Os valores obtidos referem-se ao teor de 8% de O<sub>2</sub>, de acordo com a Portaria 677/2009,

#### **4.5 Certificado de Acreditação**

O Laboratório do IDAD possui Acreditação IPAC - Instituto Português da Acreditação com o número L0313, de acordo com os requisitos da NP EN ISO/IEC 17025, desde 17 de julho de 2003 e Anexo Técnico de Acreditação nº L0313-1, edição nº 19 de 19 de janeiro de 2017.

O Comprovativo de Acreditação do Laboratório está disponível na página eletrónica do IPAC através do código de acesso: 9DE9-9L2E-61BB-W0P8, a introduzir em <http://www.ipac.pt/docsig/>



## **5. Anexos**

### **5.1 Layout/Localização da fonte emissora**



## 5.2 Fórmulas usadas nos cálculos

Pressão Barométrica	$P_b = P_2(\text{mmbar})^{0,75}$
Pressão absoluta da chaminé	$P_s = P_b + \frac{P_a}{13,6}$
Massa Molecular em base seca	$M_s = 44 * \frac{\%CO_2}{100} + 32 * \frac{\%O_2}{100} + 28 * \frac{(\%N_2 + \%CO)}{100}$
Massa de H <sub>2</sub> O recolhida nos <u>borbulhadores</u>	$M_{H_2O} = (B_{1,final} - B_{1,initial}) + (B_{2,final} - B_{2,initial}) + (B_{3,final} - B_{3,initial}) + (B_{4,final} - B_{4,initial})$
Volume de vapor de água recolhido (m <sup>3</sup> )	$V_{vaz} = \frac{R * T_{vaz}}{P_{vaz} * M_w} * M_{H_2O}$
Volume de gás amostrado	$V_M = MGS_f - MGS_i$
Volume de gás medido (Nm <sup>3</sup> )	$V_{med} = \frac{\left(\frac{273}{T_m}\right)^{V_M} \left(P_B + \frac{\Delta H}{13,6}\right) V_d}{273 + T_m}$
Massa Molecular em base húmida	$M_w = M_s (1 - B_{vo}) + 18 * B_{vo}$
Velocidade do gás da chaminé (m/s)	$V_s = K_p C_p \sqrt{\Delta P} \frac{\sqrt{(T_s) + 273}}{\sqrt{(M_w)(P_s)}}$
Caudal atual do gás (m <sup>3</sup> /h)	$Q = 3600 A_s V_s$
Caudal do gás seco (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{sd} = \frac{Q_s P_s (0,3592)(1 - B_{vo})}{(T_s + 273)}$
Área da chaminé	$A_s = \left(\frac{\phi}{100}\right)^2 * \frac{\pi}{4}$
Correção Oxigénio	$C_{(s\%O_2)} = \frac{(21 - O_2 \text{ referência})}{(21 - O_2 \text{ medido})}$