

# **ESTUDO DE DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DE UM CENTRO DE VALORIZAÇÃO DE BAGAÇO DE AZEITONA**

**IMA 44.14–14/06.15**

**OUTUBRO 2014**



# **ESTUDO DE DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DE UM CENTRO DE VALORIZAÇÃO DE BAGAÇO DE AZEITONA**



Relatório elaborado para  
**Câmara Municipal de Castelo Branco**  
Praça do Município  
600-458 Castelo Branco

**IMA 44.14–14/06.15**

**OUTUBRO 2014**

# Ficha técnica

---

Designação do Projeto:	Estudo de dispersão de poluentes atmosféricos de um centro de Valorização de Bagaço de Azeitona
Cliente:	Câmara Municipal de Castelo Branco Praça do Município 600-458 Castelo Branco
Sector Operacional:	Impacte e Monitorização Ambiental
Nº do Relatório:	IMA 44.14-14/06.15
Tipo de Documento:	Relatório Final
Data de Emissão:	10 de outubro de 2014
Elaboração:	
Coordenação:	

Proibida a reprodução parcial deste relatório sem autorização prévia do IDAD.

# Equipa técnica

---

O presente relatório foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

Carlos Borrego (Professor Catedrático, Agregado e Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente)

Miguel Coutinho (Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente)

Clara Ribeiro (Mestre em Poluição Atmosférica)

(página intencionalmente deixada em branco)

# Índice

---

<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Metodologia</b> .....	<b>3</b>
2.1 Área em estudo.....	4
2.2 Emissões .....	5
2.3 Dados meteorológicos .....	5
2.4 Modelo de Dispersão .....	6
2.5 Enquadramento Legal.....	6
<b>3. Modelação da Dispersão de Poluentes Atmosféricos</b> .....	<b>9</b>
3.1 Centro de Valorização de Bagaço de Azeitona .....	9
3.2 Fontes emissoras na envolvente.....	9
3.3 Dados meteorológicos .....	9
3.4 Emissões .....	10
3.5 Parametrizações do modelo .....	11
3.6 Resultados.....	11
<b>4. Conclusões</b> .....	<b>19</b>
<b>5. Referências</b> .....	<b>21</b>

## Anexos

Anexo I – Monitorização das emissões da unidade de valorização de bagaço de azeitona Casa Alta

Anexo II – Layout da Valamb, Lda.

(página intencionalmente deixada em branco)

## 1. Introdução

A Valamb, Lda. é o promotor de um projeto de construção de um Centro de Valorização de Bagaço de Azeitona, em Alcains, Castelo Branco.

A Câmara Municipal de Castelo Branco solicitou ao IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento a elaboração de um ‘Estudo de dispersão de poluentes atmosféricos de um Centro de Valorização de Bagaço de Azeitona’.

Tendo como objetivo a avaliação do impacto na qualidade do ar resultante do funcionamento desta unidade, este estudo foi concretizado no relatório agora apresentado e estruturado de acordo com os seguintes pontos:

- Caracterização da área em estudo;
- Modelação da dispersão de poluentes atmosféricos;
- Avaliação dos impactes na qualidade do ar.

A Caracterização da área em estudo consiste na análise da qualidade do ar da área de influência da unidade e basear-se-á na caracterização climática e identificação das principais fontes emissoras.

A Modelação da dispersão de poluentes será efetuada através da aplicação de um modelo de dispersão à escala local, sendo que as emissões utilizadas provêm de uma unidade de valorização idêntica já em funcionamento.

Por último, serão tecidas as conclusões de forma a permitir avaliar o contributo das emissões resultantes do funcionamento do Centro de Valorização de Bagaço de Azeitona na qualidade do ar envolvente e povoações próximas.

(página intencionalmente deixada em branco)

## 2. Metodologia

O estudo de dispersão de poluentes atmosféricos a que este trabalho diz respeito tem como principais objetivos:

- Identificar os efeitos sobre a qualidade do ar do funcionamento da unidade;
- Comparar os resultados da modelação com a legislação em vigor.

Neste sentido são calculadas as concentrações ao nível do solo dos principais poluentes atmosféricos emitidos pela unidade industrial, nomeadamente: dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), óxidos de azoto ( $\text{NO}_x$ ), partículas, monóxido de carbono (CO) e sulfureto de hidrogénio ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

O dióxido de Enxofre ( $\text{SO}_2$ ) é um gás incolor, não inflamável, acidificante, muito solúvel em água, que pode dar origem ao ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), contribuindo para a formação de chuvas ácidas, com a conseqüente acidificação das águas e solos, lesões em plantas e degradação de materiais. Apresenta um odor intenso, provocando a irritação dos olhos e das vias respiratórias.

O sector industrial é o principal responsável pelas emissões de  $\text{SO}_2$ , especialmente através da combustão em fornos, onde são queimados combustíveis com elevados teores de enxofre. Fundições, produção de ácido sulfúrico, indústria de celulose, incineração de resíduos e produção de enxofre elementar são outras das fontes emissoras deste poluente.

Os óxidos de azoto ( $\text{NO}_x$ ), onde se incluem o dióxido de azoto ( $\text{NO}_2$ ) e o monóxido de azoto (NO), têm origem antropogénica, principalmente ao nível da queima de combustíveis fósseis, e em fontes naturais, tais como as descargas elétricas na atmosfera ou transformações microbianas.

O monóxido de azoto (NO) é um gás incolor, sem cheiro que é produzido a altas temperaturas durante a queima de combustíveis. Uma vez misturado com o ar, este composto combina-se com o oxigénio, formando dióxido de azoto ( $\text{NO}_2$ ).

O  $\text{NO}_2$  é um gás castanho avermelhado, não inflamável e com cheiro. É um forte agente oxidante que reage na atmosfera para formar ácido nítrico, bem como nitratos orgânicos tóxicos. A maior parte do  $\text{NO}_2$  presente na atmosfera é formada pela oxidação do NO, apesar de poder ter alguma origem direta da fonte emissora.

Este poluente desempenha um papel importante nas reações atmosféricas que produzem o ozono troposférico e que conduzem ao aparecimento da poluição fotoquímica.

Sendo o  $\text{NO}_2$  um poluente diretamente relacionado com o tráfego automóvel, as suas emissões são geralmente mais elevadas nas áreas urbanas em comparação com áreas rurais. Os níveis de concentração variam significativamente durante o dia, nas áreas urbanas, com os picos a ocorrerem geralmente duas vezes por dia, coincidentes com os períodos de hora de ponta.

As partículas são um dos principais poluentes no que respeita a efeitos na saúde humana, manifestando-se sobretudo ao nível do aparelho respiratório, dependendo da sua composição química, mas também do local onde estas se depositam. Sendo uma mistura complexa de substâncias orgânicas e inorgânicas estão presentes na atmosfera no estado líquido e sólido.

A fração respirável das partículas é definida como aquelas com um diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a  $10 \mu\text{m}$  (PM10). As partículas em suspensão podem ainda ser classificadas como sendo primárias ou secundárias de acordo com a sua origem. As

partículas primárias são emitidas diretamente para a atmosfera enquanto que as secundárias são formadas através de reações envolvendo outros poluentes (resultado de processos de conversão gas-partícula na atmosfera).

As principais fontes primárias relacionam-se com o tráfego automóvel, lareiras domésticas, passando pelas indústrias (cimenteiras, siderurgias e pedreiras), as obras de construção civil, etc. Em Portugal, de destacar também as emissões naturais das poeiras provenientes dos desertos do Norte de África e as resultantes dos incêndios florestais. Devido ao vasto leque de fontes de emissão torna-se difícil a definição de um padrão típico para as concentrações de partículas na atmosfera ao longo do dia.

Em resultado da variação normal das concentrações diárias de PM<sub>10</sub>, as concentrações médias de 24 horas, em Portugal, regularmente excedem os 50 µg.m<sup>-3</sup>, especialmente durante as inversões térmicas de Inverno.

O monóxido de carbono (CO) é um gás incolor, inodoro e tóxico. É um poluente primário que resulta essencialmente da combustão incompleta de combustíveis fósseis, podendo também ter origem em processos naturais como as erupções vulcânicas, ou resultar de outras fontes de emissão como os incêndios. É igualmente formado em resultado da queima de combustíveis a elevada temperatura, sendo que a maior fonte de monóxido de carbono atmosférico é o transporte rodoviário.

Em zonas urbanas, os níveis deste poluente estão fortemente correlacionados com a intensidade do tráfego, sendo assim considerado um indicador da poluição devida a esta fonte. As concentrações mais elevadas são obtidas usualmente em zonas urbanas com elevada densidade populacional e tráfego intenso. Deste modo, é possível identificar, principalmente nesses locais, um padrão diário regular, claramente correlacionado com a intensidade das atividades humanas. Assim, as maiores concentrações de CO são observadas no início e fim do dia. No final do dia as concentrações são superiores, no geral, às de início de dia, o que se prende com a formação da camada de inversão ao final da tarde, que conduz à estabilidade atmosférica, e logo, acumulação de poluentes atmosféricos, e com a sua destruição ao início do dia, com consequente instabilidade atmosférica e dispersão dos poluentes.

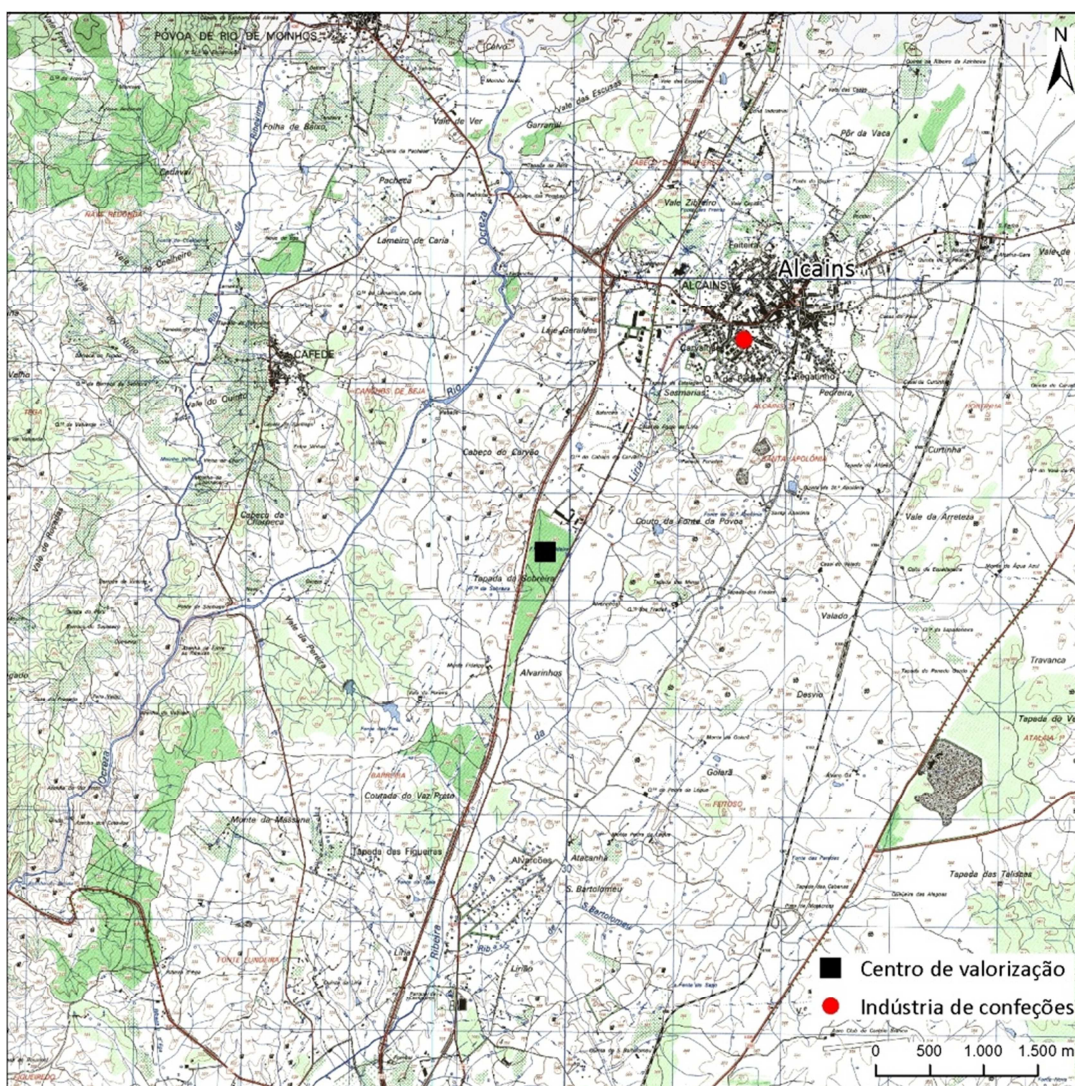
O sulfureto de hidrogénio (H<sub>2</sub>S) é emitido na atmosfera por processos naturais (principalmente degradação biológica marinha e terrestre), estações de tratamento de água, indústria de celulose e outros. É um dos principais responsáveis pela sensação de odor. Depois de lançado na atmosfera, em algumas horas o H<sub>2</sub>S é oxidado formando SO<sub>2</sub>.

## 2.1 Área em estudo

O centro de Valorização de Bagaço de Azeitona da Valamb, Lda. localizar-se-á em Alcains, concelho de Castelo Branco (Figura 2.1).

A área mais sensível situada nas imediações da unidade é constituída pelo núcleo populacional de Alcains localizado a 2 km a Nordeste.

Na área em estudo localizam-se outras fontes emissoras de poluentes atmosféricos, nomeadamente as vias rodoviárias A23 e a EN 18 e uma Indústria de confeções.



**Figura 2.1** – Área de estudo e localização do centro de Valorização de Bagaço de Azeitona.

## 2.2 Emissões

No presente estudo serão utilizados os dados das emissões das fontes pontuais de uma unidade idêntica, em termos tecnológicos, que se localiza em Ferreira do Alentejo. Estes dados foram disponibilizados pela Valamb, Lda. e são referentes à monitorização das chaminés da unidade Casa Alta, referente ao ano de 2013 (Anexo I).

## 2.3 Dados meteorológicos

A análise meteorológica compreende duas abordagens diferentes, consoante o objetivo de aplicação dos dados meteorológicos. Por um lado, é necessário caracterizar o clima em termos gerais e por outro é necessário obter os parâmetros meteorológicos necessários para aplicação do modelo de dispersão à escala local.

A análise climática do Concelho de Castelo Branco baseou-se nos dados da estação 570 (Lat.: 39°50'N; Long.: 07°28'W; Alt.: 386m) do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA).

O modelo de dispersão à escala local utiliza dados de perfil para vários parâmetros meteorológicos (comprimento de Monin-Obukhov, velocidade tangencial, escala de

velocidade convectiva, altura da camada de mistura, etc.). Como estes parâmetros meteorológicos não são medidos nas estações meteorológicas foi aplicado o modelo meteorológico TAPM para a obtenção destes dados.

O TAPM, desenvolvido pela CSIRO – Atmospheric Research, é um modelo de dispersão tridimensional que se baseia na resolução das principais equações da dinâmica de fluidos e de transporte de modo a permitir prever a meteorologia e a concentração de poluentes ao nível do solo (Hurley, 2008). Através da integração de dois módulos principais, um meteorológico e um de poluição atmosférica, o TAPM estima os parâmetros meteorológicos importantes para a simulação da dispersão à escala regional e local.

Para as simulações da componente meteorológica o modelo utiliza bases de dados globais de orografia, uso do solo, temperatura superficial e condições sinópticas, permitindo a estimativa de campos 3D de concentração e/ou deposição de poluentes reativos e/ou passivos.

Salienta-se que o TAPM já foi validado para todo o território continental (Ribeiro, 2005) e para a região autónoma da Madeira (Coutinho *et al.*, 2005). Esta validação foi efetuada face a dados reais medidos em estações meteorológicas do Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

## 2.4 Modelo de Dispersão

Para estimar as concentrações de poluentes ao nível do solo e avaliar o impacto das emissões atmosféricas da unidade será aplicado um modelo de simulação da dispersão dos poluentes na atmosfera à escala local.

O modelo adotado para a modelação da qualidade do ar à escala local foi o modelo AERMOD (versão de 29/02/2012), desenvolvido originalmente para a EPA (Environmental Protection Agency) (EPA, 2004, 2012). Este modelo permite simular a dispersão de poluentes na atmosfera, considerados não reativos, em terreno liso ou acidentado.

Um dos maiores desenvolvimentos do AERMOD é a sua capacidade para caracterizar a camada limite atmosférica. Os parâmetros de dispersão estão diretamente relacionados com os parâmetros físicos básicos que descrevem a turbulência ao longo da camada limite atmosférica.

O AERMOD efetua uma estimativa razoável dos valores de concentração para uma gama diversa de condições, mas sem descontinuidades, recorrendo a novas formulações de cálculo da estabilidade atmosférica, que incluem os parâmetros: comprimento de Monin-Obukhov ( $L$ ), velocidade tangencial ( $u^*$ ), escala de velocidade convectiva ( $w^*$ ), altura da camada de mistura ( $Z_i$ ), etc.

Este modelo tem uma melhor simulação dos processos físicos essenciais, em relação aos modelos clássicos (ISCST), tendo a possibilidade de variação espacial dos perfis meteorológicos e dos valores de concentração, em função das características superficiais locais.

É de referir que a incerteza associada aos modelos de dispersão é de um fator de 2.

## 2.5 Enquadramento Legal

No Quadro 2.1 apresentam-se os limites definidos na legislação (Decreto-Lei n° 102/2010 de 23 de Setembro) para o  $SO_2$ ,  $NO_2$ , CO e partículas (PM10) no ar ambiente.

**Quadro 2.1** - Valores limite para a proteção da saúde humana definidos para o SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e PM10 no DL 102/2010.

Poluente	Período de Referência	Valor limite
SO <sub>2</sub>	1 hora	350 µg.m <sup>-3</sup> (valor a não exceder mais de 24 vezes em cada ano civil)
	1 dia	125 µg.m <sup>-3</sup> (valor a não exceder mais de 3 vezes em cada ano civil)
NO <sub>2</sub>	1 hora	200 µg.m <sup>-3</sup> NO <sub>2</sub> (valor a não exceder mais de 18 vezes em cada ano civil)
	Ano civil	40 µg.m <sup>-3</sup>
CO	Máximo diário das médias de 8 horas	10 000 µg.m <sup>-3</sup>
PM10 <sup>1</sup>	1 dia	50 µg.m <sup>-3</sup> (valor a não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil)
	Ano civil	40 µg.m <sup>-3</sup>

Para o poluente H<sub>2</sub>S não existe legislação Portuguesa, tendo-se utilizado os valores guia da Organização Mundial de Saúde (OMS) (Quadro 2.2).

**Quadro 2.2** – Valor guia da Organização Mundial de Saúde (OMS) par o H<sub>2</sub>S.

Poluente	Período de Referência	Valor limite
H <sub>2</sub> S	30 min	7 µg.m <sup>-3</sup>

<sup>1</sup> PM10 – partículas com diâmetro aerodinâmico <10 µm.

(página intencionalmente deixada em branco)

## 3. Modelação da Dispersão de Poluentes Atmosféricos

### 3.1 Centro de Valorização de Bagaço de Azeitona

Com a implantação do centro de Valorização de Bagaço de Azeitona a Valamb, Lda. pretende garantir o desenvolvimento da fileira do Azeite na região, constituindo o fechar do ciclo do azeite.

A Valamb, Lda. pretende criar parcerias com os lagareiros da Beira, considerando o bagaço de azeitona não como um resíduo mas como um subproduto do processo produtivo do azeite. Assim, propõe-se obter o caroço da azeitona e extrair azeite ainda com uma elevada qualidade a partir de um primeiro repasso feito do bagaço fresco recebido. Após o primeiro repasso o bagaço será lançado para uma lagoa onde fermentará durante alguns meses para depois ser submetido a um segundo repasso. Posteriormente é feita a secagem e o bagaço poderá ser vendido para refinarias.

Da zona de implantação da unidade fará parte um edifício industrial, um edifício de apoio administrativo e ainda 3 lagoas (Anexo II).

No que diz respeito a fontes emissoras de poluentes atmosféricos refere-se a existência de um secador.

O secador terá associado uma chaminé, sendo que a montante da mesma existirá um sistema de tratamento de gases, composto por ciclones.

### 3.2 Fontes emissoras na envolvente

Na envolvente do local de implantação do centro de Valorização de Bagaço de Azeitona existem outras fontes emissoras de poluentes atmosféricos, nomeadamente as vias rodoviárias A23 e a EN 18 e uma Indústria de confeções (Figura 2.1).

As vias rodoviárias emitem maioritariamente poluentes como o  $\text{NO}_x$ , partículas e  $\text{CO}$ , sendo que esta emissão depende diretamente do tráfego médio diário das vias em questão.

Também a indústria de confeções emite  $\text{NO}_x$ , partículas,  $\text{CO}$  e  $\text{SO}_2$  consoante o combustível utilizado na caldeira.

### 3.3 Dados meteorológicos

Segundo as normais climatológicas de 1971-2000 a região de Castelo Branco tem uma elevada amplitude térmica com uma temperatura média anual de cerca de 15,6 °C. Os meses mais quentes são julho e agosto e os mais frios dezembro e janeiro. O pico de precipitação ocorre no mês de fevereiro, sendo a precipitação anual do período de 1971-2000 de 758,3 mm.

O clima da zona envolvente à zona de implantação do centro de Valorização de Bagaço de Azeitona é temperado mediterrânico.

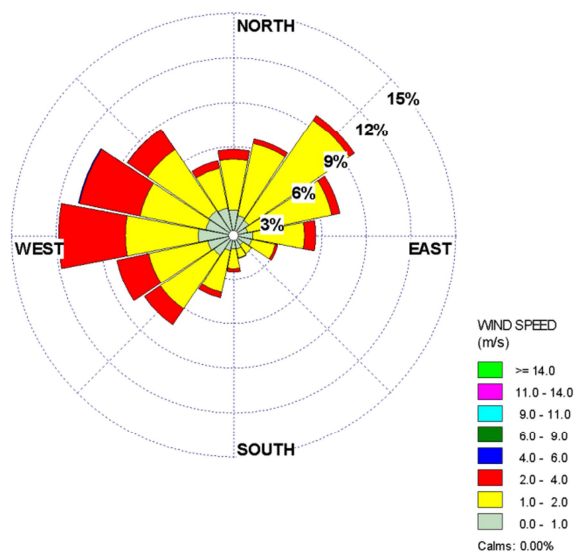
Da análise das normais climatológicas observa-se ainda que os ventos dominantes são de nordeste e oeste.

Tal como se referiu na descrição da metodologia os parâmetros meteorológicos (comprimento de Monin-Obukhov, velocidade tangencial, escala de velocidade convectiva, altura da camada de mistura, etc.) a utilizar no modelo de dispersão à escala local AERMOD foram obtidos através da aplicação do modelo meteorológico TAPM ao ano de 2013.

Para a região em estudo, o modelo TAPM foi aplicado a um domínio inicial de 750 km x 750 km, com resolução horizontal de 30 km, seguido de um “nesting” que

aumentou a resolução horizontal para 10, 3 e 1 km. Em termos verticais, o modelo considerou um domínio de 8000 m, distribuído por 25 níveis de espaçamento desigual, sendo mais apertado junto ao solo, com o primeiro nível a 10 m de altura.

Após a aplicação do modelo, calcularam-se os dados meteorológicos para o ano de 2013 para aplicação do modelo à escala local. Na Figura 3.1 é apresentada a rosa de ventos para o ano de 2013.



**Figura 3.1** – Rosa de ventos para o ano de 2013, no local de implantação da unidade.

Pela análise da Figura 3.1 pode observar-se uma predominância de ventos de oeste e nordeste com velocidades entre 1 a 4 m.s<sup>-1</sup>. Esta predominância de ventos está de acordo com as normais climatológicas.

### 3.4 Emissões

Tal como se referiu anteriormente, as emissões atmosféricas do Centro de Valorização de Bagaço de Azeitona provêm do secador.

Estas emissões atmosféricas dizem respeito aos poluentes dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), partículas, monóxido de carbono (CO) e sulfureto de hidrogénio (H<sub>2</sub>S).

Neste sentido, neste estudo foi considerada como fonte emissora apenas a chaminé do secador do Centro de Valorização de Bagaço de Azeitona da Valamb, Lda. e simulada como fonte pontual.

Considerando que a unidade ainda não está em funcionamento, foram utilizadas as emissões medidas numa unidade idêntica, em termos tecnológicos, que se encontra em funcionamento em Ferreira do Alentejo (Casa Alta – Sociedade Transformadora de Bagaços, Lda.) (Anexo I).

A unidade Casa Alta possui uma tecnologia para a transformação do bagaço de azeitona idêntica à que será instalada na nova unidade. No entanto, tem uma capacidade de processamento superior à que terá o Centro de Valorização de Bagaço de Azeitona da Valamb, Lda., possuindo 2 secadores com 2 chaminés independentes.

Dado que a unidade Casa Alta possui medições nas chaminés nos seus secadores, foram consideradas estas medições para o estudo em causa.

Após a avaliação das medições da unidade Casa Alta, observou-se que as emissões dos 2 secadores eram semelhantes, para todos os poluentes e para as características do escoamento. Neste sentido, foi efetuada a média aritmética das medições e das características de escoamento dos 2 secadores da unidade de Ferreira do Alentejo. Os valores obtidos foram utilizados nas simulações do secador da Valamb, Lda. de acordo com o apresentado no Quadro 3.1.

**Quadro 3.1** – Características da chaminé e emissões utilizadas na simulação.

<b>Secador da Valamb, Lda.</b>	
<b>T (°C)</b>	360,9
<b>V (m/s)</b>	11,2
<b>Partículas (g/s)</b>	0,94
<b>NO<sub>x</sub> (g/s)</b>	2,49
<b>CO (g/s)</b>	6,62
<b>SO<sub>2</sub> (g/s)</b>	0,45
<b>H<sub>2</sub>S (g/s)</b>	0,04

### 3.5 Parametrizações do modelo

O modelo de dispersão foi aplicado para o ano de 2013, calculando-se as concentrações médias horárias para as 8760 horas do ano. Posteriormente, foram calculados os parâmetros estatísticos impostos para os valores limite da legislação (médias diárias, médias de 8 horas e médias anuais).

O domínio total de simulação foi de 10km x 10km (Figura 2.1), com pontos de cálculo igualmente espaçados de 1000 m, situando-se a unidade a 39°53'42,88"N e 7°29'0,44"W.

A cada ponto da malha corresponde um recetor, num total de 121 pontos, para os quais foram estimadas as concentrações médias horárias dos diferentes poluentes em análise.

### 3.6 Resultados

A partir das concentrações médias horárias de cada poluente, determinaram-se os diferentes parâmetros estatísticos para os quais são definidos valores-limite na legislação portuguesa.

A análise dos resultados obtidos foi efetuada, tendo em consideração duas abordagens diferentes:

1. Primeiro foi efetuada uma análise quantitativa, de forma a avaliar os valores estimados dos poluentes, onde se discutem as concentrações máximas estimadas comparando-as com a legislação;
2. Em segundo lugar, são avaliadas as distribuições espaciais das concentrações obtidas. A escala cromática adotada nas Figuras pretende destacar os níveis de concentração correspondentes aos limites da legislação. Salienta-se que estas Figuras expressam a concentração máxima estimada pelo modelo, independentemente do dia e da hora do período considerado, correspondendo assim à pior situação possível mas, não significando que estas concentrações tenham ocorrido todas ao mesmo tempo.

No Quadro 3.2 apresentam-se os valores máximos simulados para o SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e partículas.

**Quadro 3.2** – Valores máximos simulados e comparação com os valores limite do Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de Setembro para a proteção da saúde humana para o SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e PM10.

Poluente	Período de Referência	Valor máximo Simulado	Valor limite
SO <sub>2</sub>	1 hora	8 µg.m <sup>-3</sup>	350 µg.m <sup>-3</sup> (valor a não exceder mais de 24 vezes em cada ano civil)
	1 dia	2 µg.m <sup>-3</sup>	125 µg.m <sup>-3</sup> (valor a não exceder mais de 3 vezes em cada ano civil)
NO <sub>2</sub>	1 hora	39 µg.m <sup>-3</sup> de NO <sub>x</sub>	200 µg.m <sup>-3</sup> NO <sub>2</sub> (valor a não exceder mais de 18 vezes em cada ano civil)
	Ano civil	1 µg.m <sup>-3</sup>	40 µg.m <sup>-3</sup>
CO	Máximo diário das médias de 8 horas	30 µg.m <sup>-3</sup>	10 000 µg.m <sup>-3</sup>
PM10 <sup>2</sup>	1 dia	3 µg.m <sup>-3</sup> de partículas totais	50 µg.m <sup>-3</sup> (valor a não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil)
	Ano civil	0,3 µg.m <sup>-3</sup> de partículas totais	40 µg.m <sup>-3</sup>

De salientar que os dados de emissão de partículas são referentes a partículas totais, logo as concentrações simuladas também serão. Contudo, a comparação com a legislação é realizada com os valores limite de PM10, dado que a legislação da qualidade do ar assim o impõe.

Salienta-se que, esta é uma abordagem conservativa porque as concentrações de PM10 serão sempre inferiores às de partículas totais.

O mesmo acontece com os valores de NO<sub>x</sub>, em que se simularam os óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), mas a comparação dos valores máximos horários é efetuada com o valor limite de dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>). Dado que o NO<sub>x</sub> se refere à soma de NO e NO<sub>2</sub> esta é também uma abordagem conservativa porque as concentrações de NO<sub>2</sub> serão sempre inferiores às de NO<sub>x</sub>.

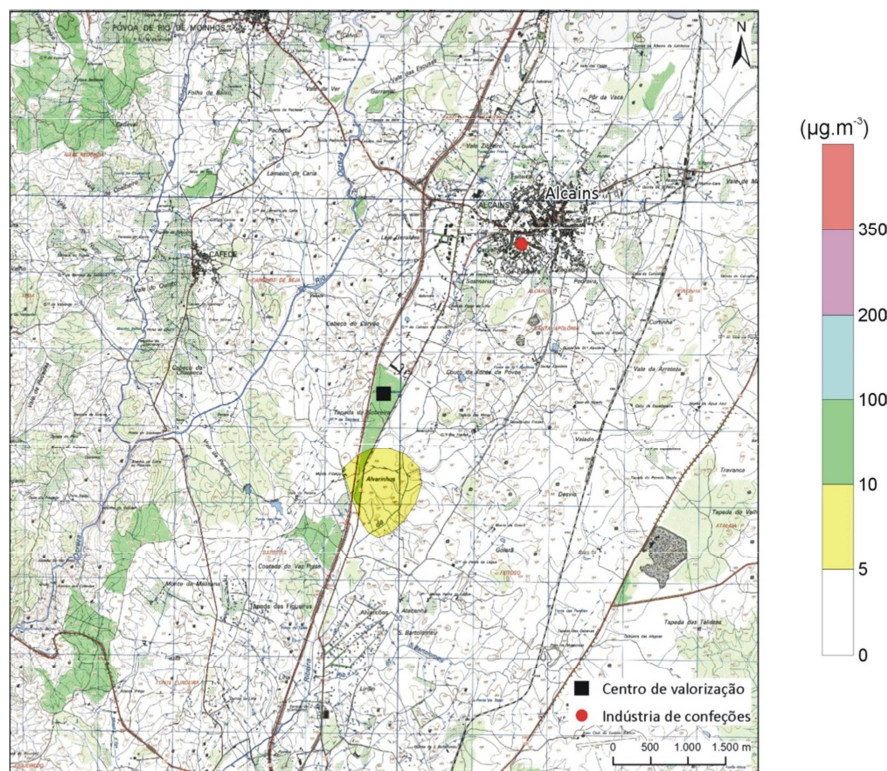
Da análise do Quadro 3.2 ressalta que os níveis de qualidade do ar estimados a partir da aplicação do modelo, associados ao SO<sub>2</sub>, são muito inferiores aos valores limite horário e diários, respetivamente, de 350 e 125 µg.m<sup>-3</sup>.

Relativamente ao NO<sub>x</sub> verifica-se que, o valor máximo horário calculado é inferior ao valor limite de 200 µg.m<sup>-3</sup>, sendo que o valor correspondente de NO<sub>2</sub> será ainda mais baixo. Os valores simulados para a média anual são muito baixos quando comparados com os limites definidos na legislação, sendo mesmo uma ordem de grandeza inferiores.

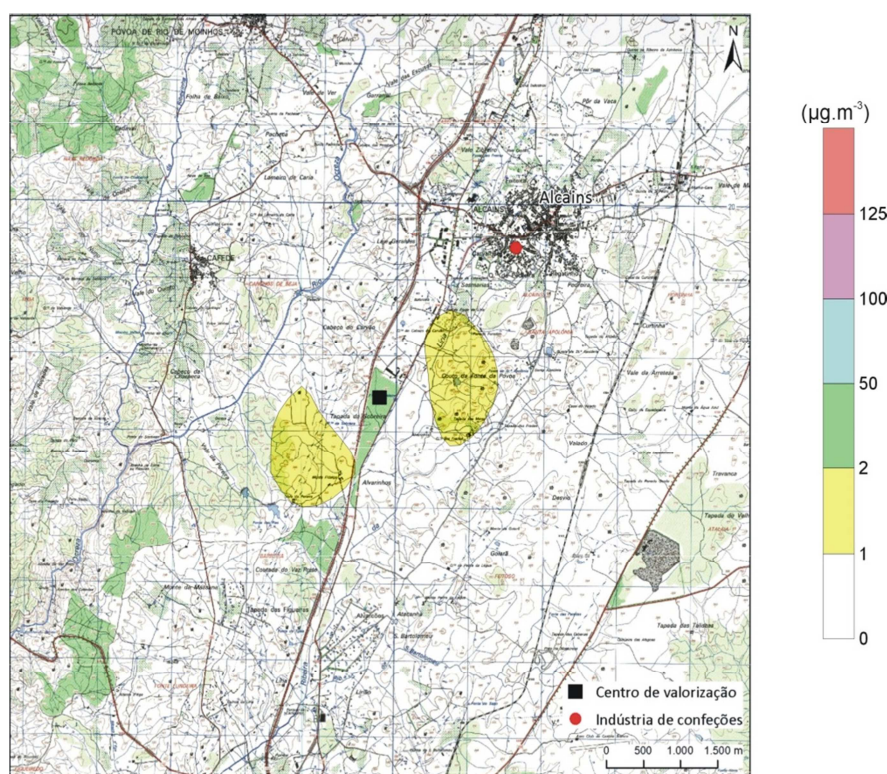
As concentrações estimadas pelo modelo, para o CO, são claramente inferiores ao limite imposto por lei.

No que diz respeito a PM10 observa-se que o valor máximo simulado é inferior ao limite de 50 µg.m<sup>-3</sup>. É de salientar que, os valores simulados dizem respeito a partículas totais e não a PM10. Assim, os valores de PM10 serão inferiores aqueles que se apresentam.

Nas Figuras 3.2 e 3.9, apresentam-se, os padrões de distribuição das concentrações simuladas para os diversos poluentes. Os valores apresentados dizem respeito aos parâmetros estatísticos impostos na legislação e valores guia da OMS (no caso do H<sub>2</sub>S).



**Figura 3.2** – Isolinhas dos níveis de concentração dos valores máximos horários de SO<sub>2</sub>.



**Figura 3.3** – Isolinhas dos níveis de concentração dos valores máximos diários de SO<sub>2</sub>.

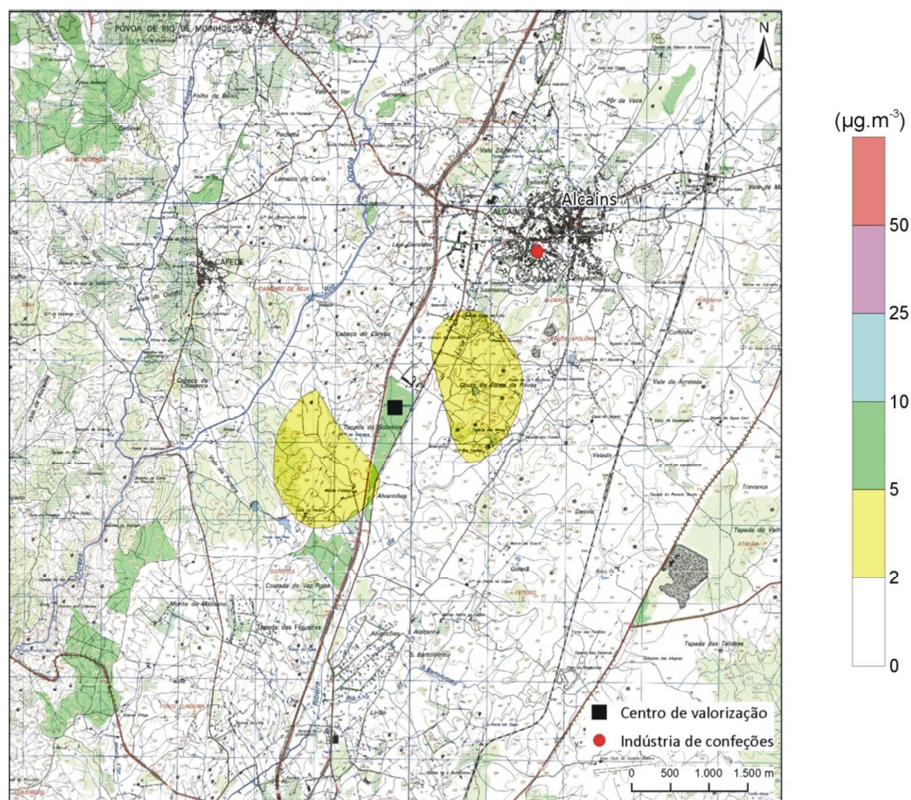


Figura 3.4 – Isolinhas dos níveis de concentração dos valores máximos diários de PM10.

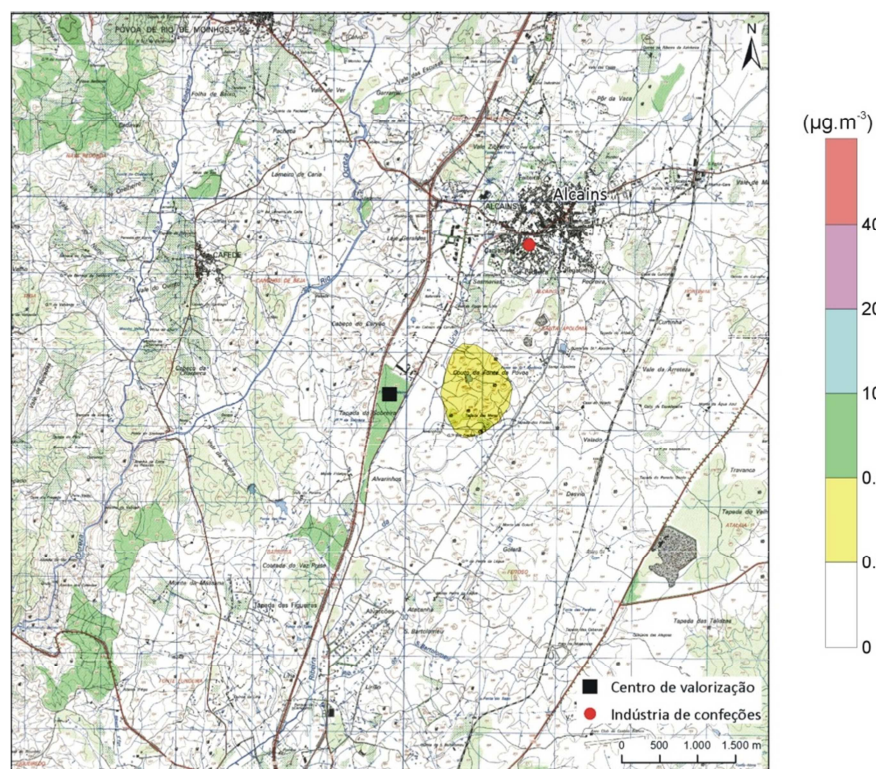
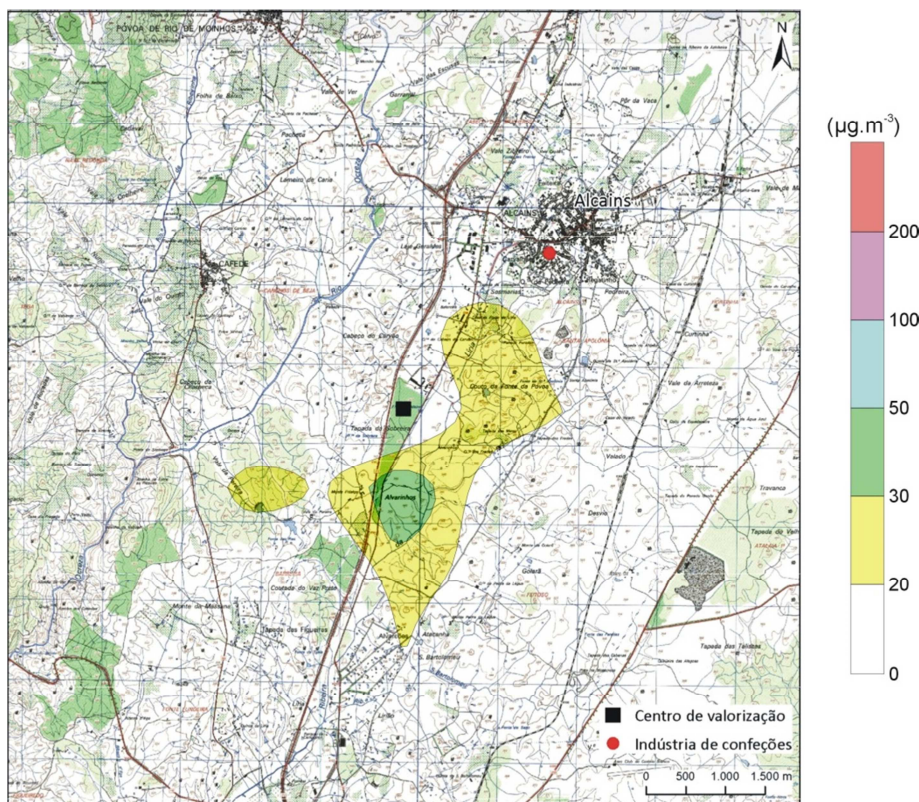
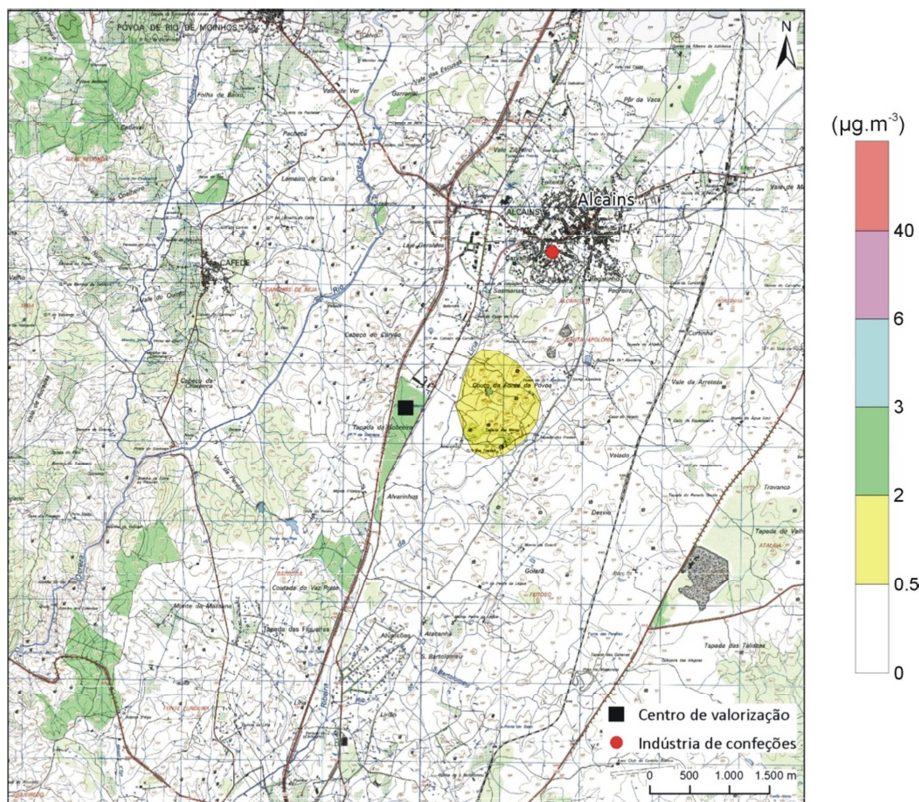


Figura 3.5 – Isolinhas dos níveis de concentração da média anual de PM10.



**Figura 3.6** – Isolinhas dos níveis de concentração dos valores máximos horários de  $\text{NO}_2$ .



**Figura 3.7** – Isolinhas dos níveis de concentração da média anual de  $\text{NO}_2$ .

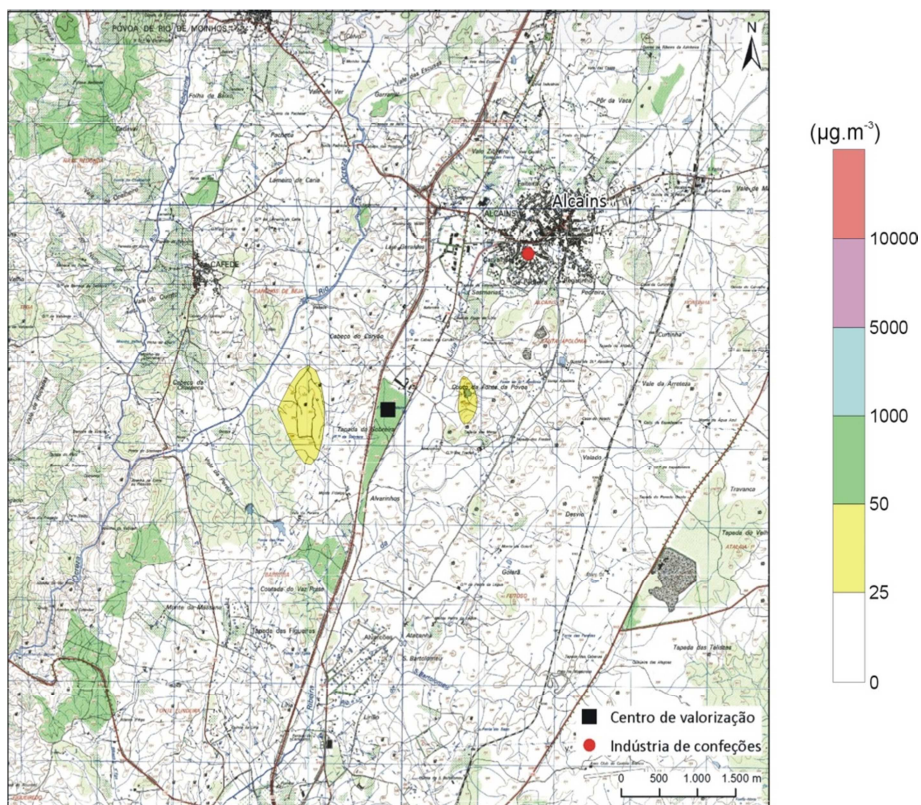


Figura 3.8 – Isolinhas dos níveis de concentração dos valores máximos de 8 h de CO.

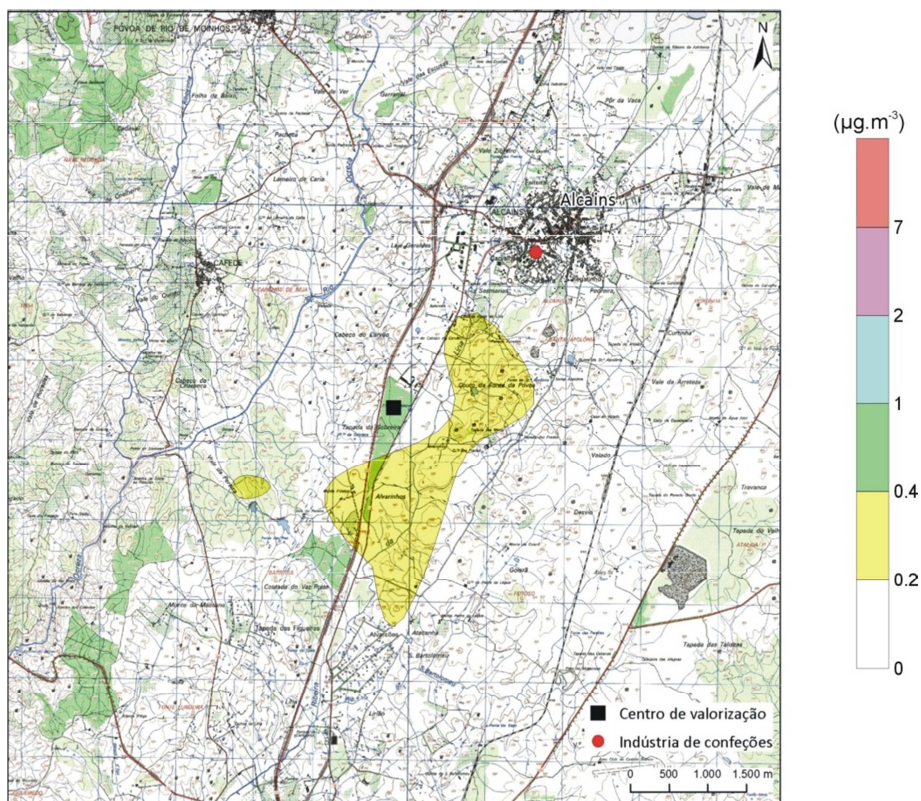


Figura 3.9 – Isolinhas dos Níveis de concentração dos valores máximos de 30 min H<sub>2</sub>S.

Em geral observa-se que, a distribuição anual das concentrações dos poluentes segue o padrão de ventos anual do ano de 2013 (predominância de ventos de oeste e nordeste).

De acordo com os padrões de distribuição encontrados para os valores máximos horários e diários de SO<sub>2</sub> e partículas é possível notar que é a sul e a sudoeste e este que se localizam as concentrações mais elevadas (Figuras 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5). Observa-se no entanto que os picos de concentração tanto horários como diários são muito inferiores aos valores limite de legislação.

Analisando a distribuição espacial dos valores máximos horários de NO<sub>2</sub> (Figuras 3.6 e 3.7), verifica-se que os valores mais elevados de concentração se situam essencialmente nos quadrantes sul e este da unidade industrial. Os valores máximos simulados não excedem os valores limite da legislação.

As concentrações mais elevadas de CO (Figura 3.8) também se localizam próximo da unidade, mais propriamente a este e oeste. Neste caso os valores são 3 ordens de grandeza inferiores ao limite.

No que diz respeito aos valores máximos simulados de 30 min para o H<sub>2</sub>S (Figura 3.9), observa-se que os picos de concentração se localizam a sul e este da unidade e que são claramente inferiores ao valor guia da OMS.

Salienta-se que, foram simuladas as emissões de uma unidade de valorização de bagaço de azeitona idêntica à da Valamb, Lda.. Ou seja, as concentrações de poluentes obtidas supõem um funcionamento idêntico ao da unidade de Ferreira do Alentejo (com emissões do secador idênticas às dos secadores da unidade de Ferreira do Alentejo).

Em suma, nestas condições, não é exetável que se atinjam concentrações de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, partículas, CO e H<sub>2</sub>S superiores aos valores limite e guia da legislação na zona em estudo, nomeadamente na povoação mais próxima (Alcains).

(página intencionalmente deixada em branco)

## 4. Conclusões

O presente relatório diz respeito à elaboração de um 'Estudo de dispersão de poluentes atmosféricos de um centro de Valorização de Bagaço de Azeitona', a localizar em Alcains, concelho de Castelo Branco.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacte na qualidade do ar do funcionamento da unidade.

A metodologia abordada baseou-se na aplicação do modelo de dispersão à escala local AERMOD às fontes pontuais da unidade industrial de forma a:

- Identificar os efeitos sobre a qualidade do ar do funcionamento da unidade;
- Comparar os resultados da modelação com a legislação em vigor;

Dado que não existiam valores de emissões para o centro de Valorização de Bagaço de Azeitona da Valamb, Lda., foram utilizadas as medições efetuadas numa unidade (Casa Alta) que já se encontra em funcionamento e que possui uma tecnologia idêntica à que será instalada na unidade em estudo.

Neste sentido, e considerando um funcionamento idêntico ao da unidade Casa Alta, foi aplicado o modelo de dispersão ao ano de 2013, considerando uma fonte pontual para o centro de Valorização de Bagaço de Azeitona da Valamb, Lda..

Por conseguinte, foram calculadas as concentrações ao nível do solo de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, partículas, CO e H<sub>2</sub>S.

Da análise dos resultados obtidos ressalta que, os níveis de qualidade do ar associados aos poluentes SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO e partículas são muito inferiores aos limites impostos na legislação da qualidade do ar em vigor, em Portugal.

O nível de concentração de H<sub>2</sub>S calculado é muito inferior ao valor guia da OMS.

Nas condições de funcionamento simuladas prevê-se que a zona em estudo, nomeadamente a povoação mais próxima da unidade, Alcains, não seja atingida por concentrações de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, partículas, CO e H<sub>2</sub>S superiores aos valores limite e guia da legislação.

(página intencionalmente deixada em branco)

## 5. Referências

Coutinho, M., Ribeiro C., Pereira M. e Borrego C., 2005 - Simulation of the plume emitted by a municipal waste incinerator located in the Madeira island - International Journal of Environment and Pollution (IJEP) Volume 24 – pg. 218-229 Issue 1/2/3/4

EPA , 2004 - User's guide for the AMS/EPA regulatory model –AERMOD.EPA-454/B-03-001. September 2004.

EPA, 2012 - Addendum user's guide for the AMS/EPA regulatory model – AERMOD (EPA-454/B-03-001, September 2004).

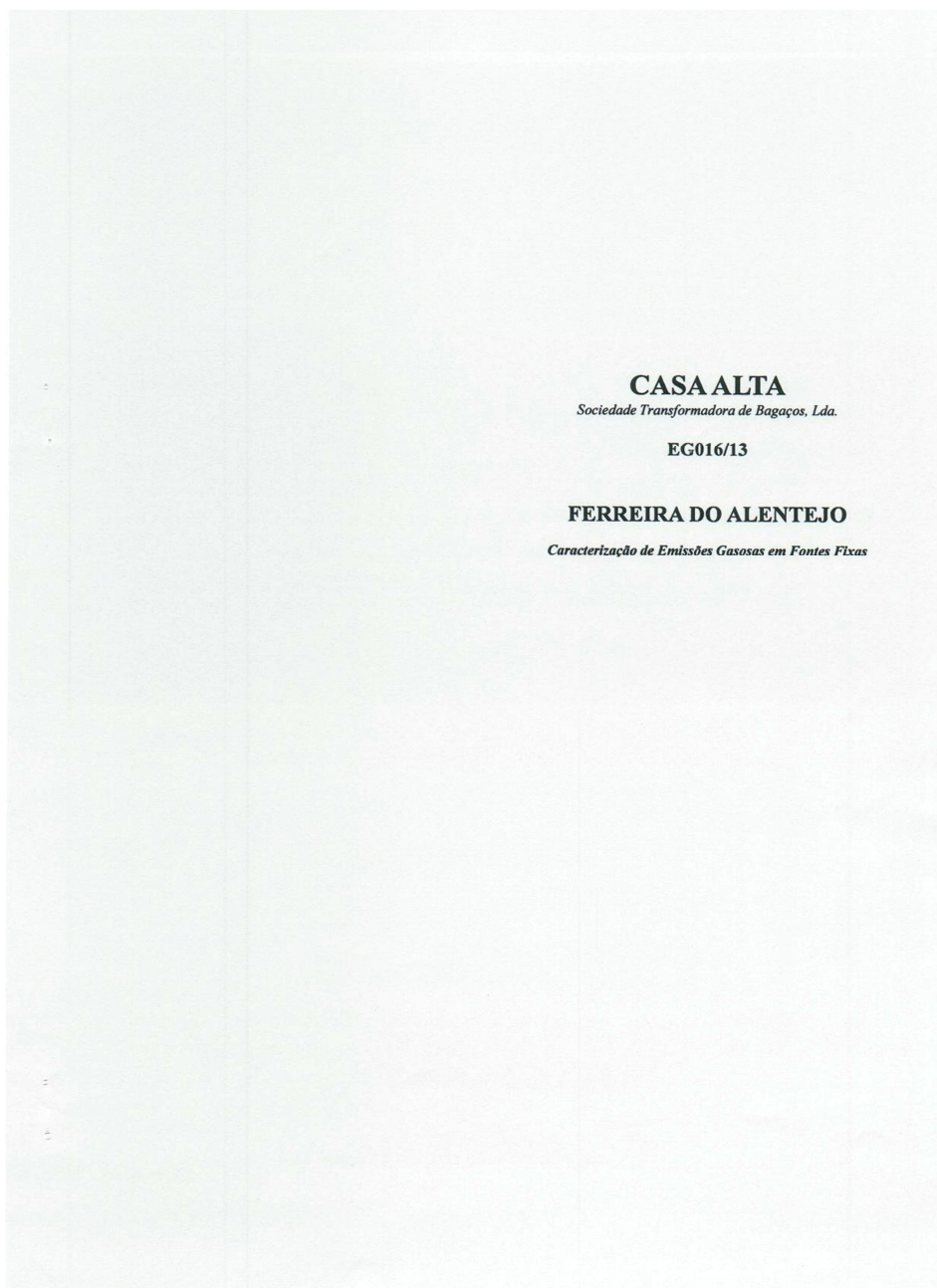
Hurley P., 2008 - The Air Pollution Model (TAPM) Version 4 – Part 1: Technical Description, CSIRO – Atmospheric Research Technical Paper n. 25.

Ribeiro, C., 2005 - Aplicação de um Modelo Meteorológico e de Qualidade do Ar a Portugal. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Mestre em Poluição Atmosférica.

(página intencionalmente deixada em branco)

## Anexos

### Anexo I – Monitorização das emissões da unidade de valorização de bagaço de azeitona Casa Alta



# CARACTERIZAÇÃO DE EMISSIONES GASOSAS EM FONTES FIXAS

## CASA ALTA

*Sociedade Transformadora de Bagaços, Lda.*

- FERREIRA DO ALENTEJO -

MAIO 2013

Não é permitida a divulgação parcial dos resultados constantes deste relatório no qual se faça referência ao MMLAB, excepto com a devida autorização.

Página 1 de 8

## Índice

Índice .....	2
1 - INTRODUÇÃO.....	3
2 – DESCRIÇÃO DO TRABALHO .....	3
3 – PROCEDIMENTO DE MEDIDA.....	4
4 – EQUIPAMENTO UTILIZADO .....	4
5 – DEFINIÇÕES .....	5
6 – RESULTADOS OBTIDOS.....	6
7 – CONCLUSÕES.....	7

## ANEXOS

CASA ALTA, Lda.

Página 2 de 8

MMLab - Laboratório de Medições da Manuel Martins - Serviços de Engenharia, Lda.  
SEDE: Rua José Carlos Afonso, Lt. 25 - Cruz d'Areia, 2410-049 Leiria - Portugal / Tel.: 244 801 010 / Fax: 244 801 115  
FILIAL: Avenida D. Nuno Álvares Pereira, n.º114, Fr. F, loja 2, 2490-484 Ourém - Portugal / Tel.: 919 705 320  
www.manuel-martins.pt / email: geral@manuel-martins.pt



## 1 - INTRODUÇÃO

De acordo com a solicitação feita pela empresa **CASA ALTA – Sociedade Transformadora de Bagaços, Lda.**, foi realizada pelo **MMLab – Laboratório de Medições da MANUEL MARTINS, Serviços de Engenharia, Lda.**, uma Caracterização das Emissões Gasosas em Fontes Fixas, nas suas instalações situadas em Ferreira do Alentejo, de acordo com o Decreto-Lei n.º78/2004 de 3 de Abril.

O objectivo deste trabalho era realizar a monitorização dos seguintes parâmetros exigidos por lei:

- ⇒ Partículas (PTS);
- ⇒ Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>);
- ⇒ Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>);
- ⇒ Monóxido de Carbono (CO);
- ⇒ Sulfureto de Hidrogénio (H<sub>2</sub>S);
- ⇒ Compostos Orgânicos Voláteis (COV's);

e posterior comparação com os valores limite de emissão estipulados na Portaria n.º 80/2006 de 23 de Janeiro, na Portaria n.º675/09 de 23 de Junho.

## 2 – DESCRIÇÃO DO TRABALHO

Caracterizaram-se os efluentes gasosos correspondentes à exaustão de:

Quadro 2.1 – Número de Cadastro

FONTE	CÓDIGO
Secador 1	-----
Secador 2	-----

### Características das Fontes:

O combustível utilizado é bagaço de azeitona e o funcionamento é sazonal. Os ensaios foram realizados à potência nominal que é de 200ton em cada secador. Existem ciclones para a retenção de partículas.

Quadro 2.2 – Características da Conduta

FONTE	Altura (m)	Diâmetro (m)	Número de Tomas
Secador 1	23	1,60	2
Secador 2	23	1,60	2

Na exaustão dos secadores determinou-se a emissão de:

CASA ALTA, Lda.

Página 3 de 8

Partículas; Monóxido de Carbono; Dióxido de Enxofre; Óxidos de Azoto; Sulfureto de Hidrogénio; Compostos Orgânicos Voláteis

As condições climáticas durante as medições eram céu limpo e vento fraco.

**Amostragem:** (Eng. Ricardo Lobo e Téc. José Oliveira)  
Secador 1 – 24 de Abril de 2013 entre as 11h00 e as 13h00  
Secador 2 – 24 de Abril de 2013 entre as 9h00 e as 11h00

**Análise Laboratorial:**  
Partículas – 26 de Abril de 2013 (Eng. Ricardo Lobo)  
COV's – 26 de Abril de 2013 (Eng. Ricardo Lobo)

### 3 – PROCEDIMENTO DE MEDIDA

Na caracterização das emissões foram utilizados métodos reconhecidos, segundo a seguinte discriminação:

Parâmetro	Normas e IT	Método de Detecção
Determinação da velocidade e caudal	IT 23/LAB Ed. 03 (NP ISO 10780:2000)	Pitot Tipo S
Amostragem e determinação de humidade	IT 19/LAB Ed. 07 (EPA 4:2009) IT 15/LAB Ed. 7	Gravimetria
Amostragem e determinação de partículas totais	IT 20/LAB Ed. 16 (ISO 9096:2003) IT 15/LAB Ed. 7	Gravimetria
Amostragem e determinação da concentração de gases (O <sub>2</sub> , CO*)	IT 18/LAB Ed. 11 (ISO 10396:2007) IT 15/LAB Ed. 7	Célula Electroquímica
Amostragem e determinação da concentração de gases (NO* e NO <sub>2</sub> *)	IT 18/LAB Ed. 11 (ISO 10396:2007; ISO 10849:1996) IT 15/LAB Ed. 7	Célula Electroquímica
Amostragem e determinação da concentração de gases (SO <sub>2</sub> * e H <sub>2</sub> S*)	IT 18/LAB Ed. 11 (ISO 10396:2007) IT 15/LAB Ed. 7	Célula Electroquímica
Amostragem e determinação da concentração de gases (COV's*)	EPA 25A: 2000	FID

Os ensaios assinalados com (\*) encontram-se fora do âmbito da acreditação

NOTA: Os resultados apresentados neste relatório referem-se apenas ao período de medição.

### 4 – EQUIPAMENTO UTILIZADO

O equipamento utilizado para a realização da amostragem e caracterização do efluente gasoso foi:

- ▲ Sistema Automático de Amostragem Isostack Basic, com o n.º de série 843735PT (DM063);
- ▲ Analisador de Gases Madur GA-40 Tp, com o n.º de série 44013057 (DM056);
- ▲ Balança Kern, com n.º de série W 99446B (DM032)
- ▲ Balança Precisa, com n.º de série 74231 (DM033)
- ▲ Estufa Binder HD-53 (DM045)
- ▲ Analisador de COV's Ratfisch, modelo RS53-T, n.º série 3594

## 5 – DEFINIÇÕES

Ao longo da evolução dos trabalhos e deste relatório tivemos em conta as seguintes definições:

**Poluição Atmosférica** – A introdução pelo Homem na atmosfera, directa ou indirectamente, de poluentes atmosféricos.

**Poluentes Atmosféricos** – Substâncias ou energia que exerçam uma acção nociva susceptível de pôr em risco a saúde humana, de causar danos aos recursos biológicos e aos ecossistemas, de deteriorar os bens materiais e de ameaçar ou prejudicar o valor recreativo ou outras utilizações legítimas do ambiente.

**Valor Limite de Emissão** – Concentração ou massa de poluentes contidos nas emissões provenientes das instalações que não deve durante um período determinado ser ultrapassado.

**Isocinetismo** – Existe isocinetismo se a velocidade de escoamento do gás efluente é igual à velocidade de aspiração desse gás durante a amostragem.

**Condições Normais de Pressão e Temperatura** - A pressão absoluta normal é 101,325 KPa (760 mm Hg) e a temperatura absoluta normal é 273,2 K (0° C).

**U** – Incerteza Expandida apresentada está expressa pela incerteza da medição, multiplicada pelo factor de expansão k, para corresponder a um intervalo de confiança de aproximadamente 95%.

## 6 – RESULTADOS OBTIDOS

Nos Quadros seguintes estão descriminados diversos parâmetros que, sendo essenciais para o trabalho, foram determinados para a caracterização das fontes fixas.

Quadro 6.1.1 – Parâmetros Auxiliares

PARÂMETRO	UNIDADE	SECADOR 1		SECADOR 2	
		U	(±)	U	(±)
T ambiente	°C	31,2	2,1	29,1	2,1
Patm	KPa	100,7	0,6	100,7	0,6
T exaustão	°C	87,2	2,4	88,5	2,4
P estática de exaustão	KPa	100,7	0,6	100,7	0,6
O <sub>2</sub>	%	17,36	1,32	17,77	1,09
CO <sub>2</sub> *	%	3,31		2,94	
Humidade	%	10	1	12	1
Velocidade	m/s	11,1	0,4	11,3	0,4
Caudal Efectivo	m <sup>3</sup> /h	60528,7	2245,3	61396,6	2237,2
Caudal Seco	Nm <sup>3</sup> /h	54475,8	2020,8	54029,0	1968,8
Massa Molecular	g/mol	29,2		29,2	
Densidade	Kg/Nm <sup>3</sup>	1,3		1,3	
Isocinetismo	%	98		97	

\* - Valor Calculado

Quadro 6.1.2 – Número de Pontos de Amostragem

FONTE	Número de Tomas de Amostragem X
	Número de Pontos de Amostragem
Secador 1	2x7
Secador 2	2x7

NOTA: Na realização dos ensaios de amostragem não se verificaram desvios aos métodos/normas utilizados.

CASA ALTA, Lda.

Página 6 de 8

MMLab - Laboratório de Medições da Manuel Martins - Serviços de Engenharia, Lda.  
SEDE: Rua José Carlos Afonso, Lt. 25 - Cruz d'Área, 2410-049 Leiria - Portugal / Tel: 244 801 010 / Fax: 244 801 115  
FILIAL: Avenida D. Nuno Álvares Pereira, n.º114, Fr. F, loja 2, 2490-464 Ourém - Portugal / Tel: 919 705 320  
www.manuel-martins.pt / email: geral@manuel-martins.pt



Os valores obtidos são:

Quadro 6.2 – Fonte: Secador 1

Poluente	PTS	U(±)	NOx*	U(±)	CO*	U(±)	SO <sub>2</sub> *	U(±)	H <sub>2</sub> S*	U(±)	COV*
Conc. Obtida mg/Nm <sup>3</sup>	65	4	167	8	545	16	31	11	<1	2	95
VLE mg/Nm <sup>3</sup>	150		500		---		500		5		200
Caudal kg/h	3,541	0,218	9,072	0,430	29,689	0,855	1,714	0,594	0,000	0,109	5,175
LMmin-LMmáx kg/h	0,5-5		2-30		5-100		2-50		0,05-1		2-30

Nota: <X – Abaixo do Limite de Detecção

Nota: Os ensaios assinalados com \* encontram-se fora do âmbito de acreditação

Nota: A concentração do branco de campo foi de: 3,9mg/Nm<sup>3</sup>

U – Incerteza Expandida apresentada está expressa pela incerteza da medição, multiplicada pelo factor de expansão k, para corresponder a um intervalo de confiança de aproximadamente 95%.

Quadro 6.3 – Fonte: Secador 2

Poluente	PTS	U(±)	NOx*	U(±)	CO*	U(±)	SO <sub>2</sub> *	U(±)	H <sub>2</sub> S*	U(±)	COV*
Conc. Obtida mg/Nm <sup>3</sup>	62	4	164	8	333	11	29	11	3	2	80
VLE mg/Nm <sup>3</sup>	150		500		---		500		5		200
Caudal kg/h	3,350	0,216	8,887	0,438	17,965	0,584	1,545	0,578	0,136	0,108	4,322
LMmin-LMmáx kg/h	0,5-5		2-30		5-100		2-50		0,05-1		2-30

Nota: <X – Abaixo do Limite de Detecção

Nota: Os ensaios assinalados com \* encontram-se fora do âmbito de acreditação

Nota: A concentração do branco de campo foi de: 3,1mg/Nm<sup>3</sup>

U – Incerteza Expandida apresentada está expressa pela incerteza da medição, multiplicada pelo factor de expansão k, para corresponder a um intervalo de confiança de aproximadamente 95%.

## 7 – CONCLUSÕES

De acordo com a Portaria nº675/09 de 23 de Junho, os VLE actualmente aplicáveis são os abaixo indicados,

✓ Partículas	150 mg/m <sup>3</sup> N
✓ Óxidos de Azoto (NOx)	500 mg/m <sup>3</sup> N
✓ Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	500 mg/m <sup>3</sup> N
✓ Sulfureto de Hidrogénio (H <sub>2</sub> S)	5 mg/m <sup>3</sup> N
✓ COV's	200 mg/m <sup>3</sup> N

Comparando os resultados obtidos com estas portarias, verificamos que:

- ✓ Os valores relativos à caracterização do Secador 1 cumprem os valores limite.
- ✓ Os valores relativos à caracterização do Secador 2 cumprem os valores limite.

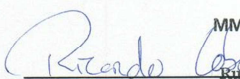
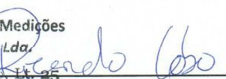


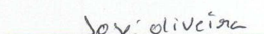
Processo n.º EG 016/13



Da análise dos Quadros 6.2 e 6.3, e comparando com a Portaria n.º 80/2006 de 23 de Janeiro, verifica-se que os valores obtidos se encontram abaixo do Limiar Mássico Mínimo (LMm).

Leiria, 14 de Maio de 2013

 **MMLAB - Laboratório de Medições da Manuel Martins, Lda.**  
  
**Ricardo Lobo, Eng.º**      **Ricardo Lobo, Eng.º**  
(Resp. Avaliação)      Cruz d'Areia      2410-049 LEIRIA      (Director Técnico)

  
**José Oliveira, Téc.º**  
(Resp. Avaliação)

CASA ALTA, Lda.

Página 8 de 8

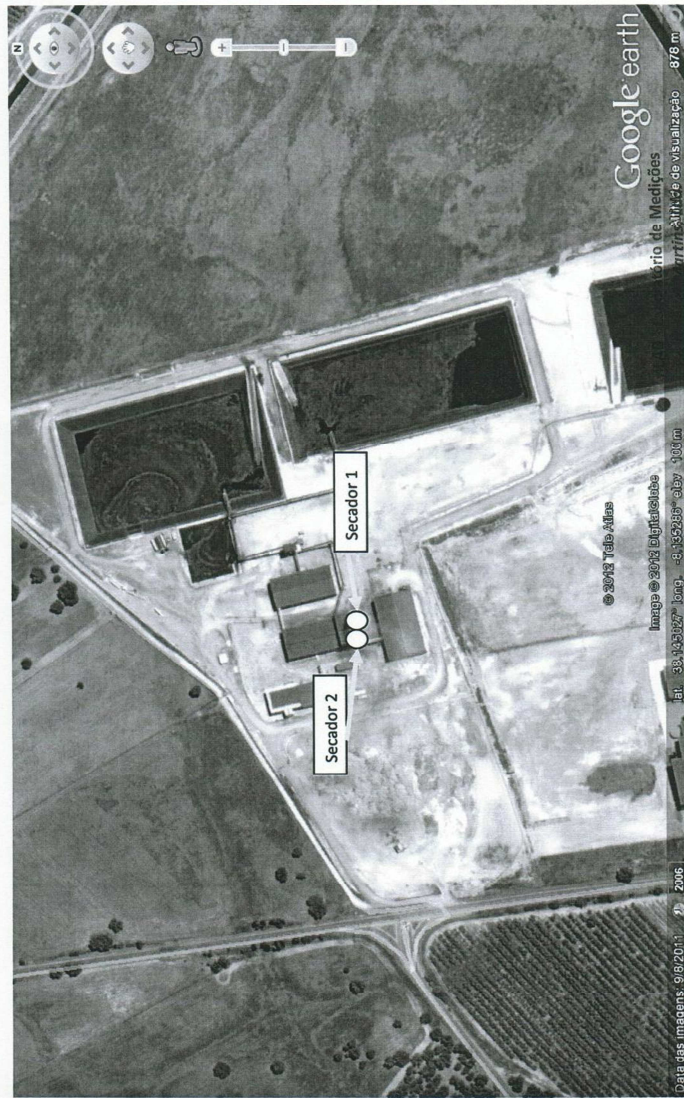
MMLab - Laboratório de Medições da Manuel Martins - Serviços de Engenharia, Lda.  
SEDE: Rua José Carlos Afonso, Lt. 25 - Cruz d'Areia, 2410-049 Leiria - Portugal / Tel.: 244 801 010 / Fax: 244 801 115  
FILIAL: Avenida D. Nuno Álvares Pereira, n.º114, Fr. F, loja 2, 2493-484 Ourém - Portugal / Tel.: 919 705 320  
www.manuel-martins.pt / email: geral@manuel-martins.pt



# ANEXO I

	N.º de Páginas
Planta e Certificado	1+1

**CASA ALTA, Lda.**





Anexo II – Layout da Valamb, Lda.

