

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Avaliação da Qualidade do Ar, na situação de referência, no âmbito do EIA da unidade centralizada de tratamento de lamas a instalar na ETAR de Serzedelo

Cliente: QUADRANTE – ENGENHARIA E CONSULTORIA, S.A.

Data: 19-03-2024

N/ Ref.: REL.012.20240319

Trabalho realizado por:

UVW – Centro de Modelação de Sistemas Ambientais, Lda.

Centro Empresarial da Gafanha da Nazaré

Rua de Goa, n.º 20, 2º Andar, Bloco C, E20

3830-702 Gafanha da Nazaré

Identificação do Cliente

QUADRANTE – ENGENHARIA E CONSULTORIA, S.A.

Estrada do Seminário, 4, Edifício C - Piso 1 Sul

2614-523 Amadora

Identificação do Relatório

Título: Avaliação da Qualidade do Ar, na situação de referência, no âmbito do EIA da unidade centralizada de tratamento de lamas a instalar na ETAR de Serzedelo

N.º Relatório: REL.012.20240319

Âmbito do Relatório: Relatório Técnico

Identificação do Projeto

N.º Projeto: UVW.43.2023

N.º Proposta: UVW.168.23

PROJETO

Coordenação Executiva

Cristina Monteiro

Cristina Monteiro

Execução

Cristina Monteiro Tiago Martinho

Cristina Monteiro/Tiago Martinho

RELATÓRIO

Elaboração

Cristina Monteiro Tiago Martinho

Cristina Monteiro/Tiago Martinho

Revisão

Cristina Monteiro

Cristina Monteiro

VALIDAÇÃO



Carlos Pedro Ferreira

ÍNDICE

I	INTRODUÇÃO	8
II	CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE AFETADO PELO PROJETO	9
II.1	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	9
II.2	CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR LOCAL	12
II.3	IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FONTES EMISSORAS	14
II.4	IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS RECETORES SENSÍVEIS EXISTENTE NA ENVOLVENTE DA ETAR 19	19
II.5	CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS LOCAIS	21
III	EVOLUÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA SEM IMPLEMENTAÇÃO PROJETO	25
IV	AVALIAÇÃO DE IMPACTES NA FASE DE CONSTRUÇÃO	26
V	AVALIAÇÃO DE IMPACTES NA FASE DE EXPLORAÇÃO	28
V.1	ÂMBITO GEOGRÁFICO DO ESTUDO	28
V.2	TOPOGRAFIA	30
V.3	METEOROLOGIA	31
V.4	FONTES EMISSORAS	32
V.4.1	NO ₂	36
V.4.2	SO ₂	37
V.4.3	CO	37
V.4.4	PM10 e PM2,5	38
V.4.5	Odores.....	39
V.4.6	Síntese de Emissões	41
V.5	MODELAÇÃO DA DISPERSÃO ATMOSFÉRICA.....	45
V.6	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA MODELAÇÃO DA DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E ODORES	46
V.6.1	DIÓXIDO DE AZOTO (NO ₂).....	46
V.6.2	DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO ₂)	49
V.6.3	MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	53
V.6.4	PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO (PM10)	54
V.6.5	PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO (PM2,5)	58
V.6.6	ODORES.....	59
V.7	SÍNTESE RESULTADOS MODELAÇÃO DOMÍNIO ESTUDO	62
V.8	FASE DE DESATIVAÇÃO.....	63

VI	MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO DE IMPACTES	64
VII	PLANO DE MONITORIZAÇÃO	65
VII.1	Fontes Pontuais	65
VII.2	Sistema de desodorização	65
VII.3	Qualidade Ar Ambiente	65
VIII	SÍNTESE CONCLUSIVA	66
IX	SÍNTESE IMPACTES	68
X	LACUNAS DE CONHECIMENTO / INFORMAÇÃO	71
XI	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
	ANEXO I – CONCENTRAÇÕES MEDIDAS NAS EMQAR	74
	ANEXO II – CARACTERIZAÇÃO DOS RECETORES SENSÍVEIS	76
	ANEXO III – COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS ESTIMADOS E A INFORMAÇÃO DA NORMAL CLIMATOLÓGICA	77
	ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICOS E ODORES	79
	ANEXO V – METODOLOGIA ESTIMATIVA EMISSÕES DIFUSAS	82
	MANUSEAMENTO MATERIAL (CARGA E DESCARGA).....	82
	ARMAZENAMENTO MATERIAL	82
	ANEXO VI – DESCRIÇÃO DOS MODELOS UTILIZADOS	84
	ANEXO VII – CONDIÇÕES PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE DISPERSÃO	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II-1 – Enquadramento espacial da estação de qualidade do ar da rede de monitorização nacional representativa da zona de implantação do projeto em avaliação.	13
Figura II-2 – Emissões NO ₂ , CO, PM10, PM2,5, SO ₂ e COVNM, para o ano de 2019, para o concelho de Guimarães.	16
Figura II-3 – Enquadramento espacial dos recetores sensíveis identificados e caracterização topográfica da área em estudo, com delimitação da futura unidade centralizada de tratamento de lamas, a instalar na ETAR de Serzedelo. 20	
Figura II-4 – Apresentação das médias mensais de temperatura do ar (°C) registadas entre 1971-2000 na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário.....	22
Figura II-5 – Apresentação da precipitação média total mensal (mm) registada entre 1971-2000 na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário.	22
Figura II-6 – Apresentação das médias mensais de humidade relativa (%) registadas entre 1971-2000 na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário.....	23
Figura II-7 – Apresentação da variação média mensal da velocidade do vento (km·h ⁻¹) registada na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário (1971-2000) e na Normal Climatológica de Braga-Merelim (2000-2022).....	23
Figura II-8 – Rosa de ventos da Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário, para o período de 1971-2000 e da Normal Climatológica de Braga-Merelim, para o período de 2000-2022.	24
Figura V-1 – Grelha de recetores e recetores sensíveis da área de estudo.....	30
Figura V-2 – Enquadramento espacial alargado das principais fontes emissoras inseridas no domínio em estudo para a avaliação de impactes na qualidade do ar local e em termos de incomodidade de odores.	34
Figura V-3 – Enquadramento espacial reduzido das principais fontes emissoras inseridas no domínio em estudo para a avaliação de impactes na qualidade do ar local e em termos de incomodidade de odores.	35
Figura V-4 – Apresentação das emissões de NO ₂ (ton·ano ⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo. ...	41
Figura V-5 – Apresentação das emissões de SO ₂ (ton·ano ⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.	42
Figura V-6 – Apresentação das emissões de CO (ton·ano ⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.	42
Figura V-7 – Apresentação das emissões de PM10 (ton·ano ⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.	43
Figura V-8 – Apresentação das emissões de PM2,5 (ton·ano ⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.	43
Figura V-9 – Apresentação das emissões de Odores (UO _E ·ano ⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.	44
Figura V-10 – Campo estimado das concentrações do percentil 99,78 das médias horárias de NO ₂ (µg·m ⁻³) verificadas no domínio em análise.	47
Figura V-11 – Campo estimado das concentrações médias anuais de NO ₂ (µg·m ⁻³) verificadas no domínio em análise.	48
Figura V-12 – Campo estimado das concentrações do percentil 99,71 das médias horárias de SO ₂ (µg·m ⁻³) verificadas no domínio em análise.	50
Figura V-13 – Campo estimado das concentrações do percentil 98,90 das médias diárias de SO ₂ (µg·m ⁻³) verificadas no domínio em análise.	51
Figura V-14 – Campo estimado das concentrações máximas das médias octohorárias de CO (µg·m ⁻³) verificadas no domínio em análise.	53
Figura V-15 – Campo estimado das concentrações do percentil 90,14 das médias diárias de PM10 (µg·m ⁻³) verificadas no domínio em análise.	55
Figura V-16 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM10 (µg·m ⁻³) verificadas no domínio em análise. ...	56
Figura V-17 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM2,5 (µg·m ⁻³) verificadas no domínio em análise. ...	58
Figura V-18 – Campo estimado das concentrações do percentil 98 das médias horárias de odores (UO·m ⁻³) verificadas no domínio em análise.	60

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela II-1 – Resumo dos valores limite considerados para os poluentes NO ₂ , CO, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ e O ₃	9
Tabela II-2 – Resumo dos valores de referência considerados para avaliação da incomodidade de odor (P98 da concentração horária de odor)	11
Tabela II-3 – Características estruturais e operacionais e emissão de odor da ETAR de Serzedelo	18
Tabela II-4 – Informação das correspondências dos valores em graus com os diferentes setores de direção do vento, utilizadas na realização da rosa de ventos	21
Tabela V-1 – Poluentes emitidos no decurso das ações potenciais de causar poluição atmosférica durante a fase de construção.....	26
Tabela V-1 – Características da área de estudo.....	28
Tabela V-2 – Resumo dos valores estimados de NO ₂ e comparação com os respetivos valores limite legislados.	49
Tabela V-3 – Resumo dos valores estimados de SO ₂ e comparação com os respetivos valores limite legislados.	52
Tabela V-4 – Resumo dos valores estimados de CO e comparação com o respetivo valor limite legislados.	54
Tabela V-5 – Resumo dos valores estimados de PM ₁₀ e comparação com os respetivos valores limite legislados.	57
Tabela V-6 – Resumo dos valores estimados de PM _{2,5} e comparação com o respetivo valor alvo legislado, para a situação futura.....	59
Tabela V-7 – Resumo dos valores estimados de odores e comparação com o respetivo valor recomendado.....	61
Tabela X-1 – Síntese de impactes na qualidade do ar	69

I INTRODUÇÃO

O presente estudo foca-se na avaliação do descritor qualidade do ar, após a implementação da unidade centralizada de tratamento de lamas a instalar na ETAR de Serzedelo, em Guimarães, para quantificação do impacto que o projeto tenderá a promover na qualidade do ar local. O desenvolvimento da unidade de centralizada de tratamento de lamas tem como principal objetivo a implementação de uma solução integrada de valorização de lamas, que permita a valorização e a diversificação a destino final, a redução da produção de lamas e a valorização energética das lamas pela produção de biogás.

A caracterização atual foi efetuada com base na análise dos valores registados na estação de monitorização representativa do local em avaliação e no enquadramento das principais fontes emissoras representativas do local em estudo, com destaque para o funcionamento atual da ETAR de Serzedelo. Dada a tipologia do projeto em estudo procedeu-se, também, ao enquadramento em termos da emissão de odores.

A avaliação de impactes foi efetuada com recurso a um modelo de dispersão de poluentes atmosféricos, recomendado pela USEPA¹, para um ano meteorológico completo validado face à Normal Climatológica da região e, tendo em consideração as emissões representativas das condições futuras, ao nível dos poluentes dióxido de azoto (NO₂), monóxido de carbono (CO), partículas com diâmetro inferior a 10 µm (PM10), partículas com diâmetro inferior a 2,5 µm (PM2,5), dióxido de enxofre (SO₂) e odores. Os valores de concentração estimados de poluentes atmosféricos e de odores em ar ambiente foram comparados com os valores limite/recomendados aplicáveis, para quantificação do impacto previsto.

O relatório apresentado está estruturado em onze capítulos principais e sete anexos: Introdução, Caracterização do Ambiente Afetado pelo Projeto, Evolução da Situação de Referência sem Implementação do Projeto, Avaliação de Impactes na Fase de Construção, Avaliação de Impactes na Fase de Exploração, Medidas de Minimização de Impactes, Plano de Monitorização, Síntese Conclusiva, Síntese Impactes, Lacunas de Conhecimento/Informação e Referências Bibliográficas. Os Anexos contêm as concentrações medidas na Estação de Monitorização de Qualidade do Ar, a caracterização dos recetores sensíveis, a comparação entre os dados estimados e a informação da normal climatológica, as emissões poluentes atmosféricos e odores, a metodologia estimativa emissão difusas, a descrição dos modelos utilizados e as condições para interpretação dos resultados do estudo de dispersão.

¹ AERMOD View, Versão 6.8.3, *Gaussian Plume Air Dispersion Model*, software desenvolvido pela USEPA e adaptado e comercializado pela *Lakes Environmental* (Canadá)

II CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE AFETADO PELO PROJETO

A caracterização da qualidade do ar atual foi realizada através da avaliação dos níveis de concentração dos poluentes atmosféricos medidos na estação da rede nacional de medição da qualidade do ar mais próxima e representativa do local de implantação do projeto da unidade centralizada de tratamento de lamas da ETAR de Serzedelo, bem como através da identificação das principais fontes emissoras de relevo do local em estudo.

Procedeu-se, ainda, à caracterização meteorológica e topográfica do local e à identificação dos recetores sensíveis existentes na envolvente do projeto em avaliação.

II.1 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

Em Portugal, a avaliação da qualidade do ar está abrangida por instrumentos legislativos específicos, o Decreto-Lei nº 102/2010, de 23 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 47/2017, de 10 de maio, podendo ainda ser complementada por valores guia (*guideline values*) da Organização Mundial de Saúde (OMS).

O Decreto-Lei nº 102/2010, na sua redação atual, estabelece o regime de avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente.

Nesse sentido, o documento tem os seguintes objetivos:

- Fixar os valores limite e limiares de alerta para a proteção da saúde humana do dióxido de enxofre, dióxido de azoto, óxidos de azoto, partículas em suspensão (PM10 e PM2,5), chumbo, benzeno e monóxido de carbono;
- Definir os limiares de informação e alerta para o ozono;
- Estabelecer valores alvo para as concentrações no ar ambiente dos poluentes arsénio, cádmio, níquel e benzo(a)pireno.

O Decreto-Lei em análise transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 2008/50/CE, de 21 de maio, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa, e a Diretiva nº 2004/107/CE, de 15 de dezembro, relativa ao arsénio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente.

Na Tabela II-1 são apresentados os valores limite no ar ambiente para os poluentes NO₂, CO, PM10, PM2,5, SO₂ e O₃ presentes no Anexo XII do Decreto-Lei nº 102/2010, na sua redação atual.

Tabela II-1 – Resumo dos valores limite considerados para os poluentes NO₂, CO, PM10, PM2,5, SO₂ e O₃

Referência	Parâmetro	Designação	Período	Valor Limite
Decreto-Lei nº 102/2010, na sua atual redação	NO ₂	Valor limite horário para proteção da saúde humana	Horário	200 µg·m ⁻³ (1)

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE AFETADO PELO PROJETO

Referência	Parâmetro	Designação	Período	Valor Limite
		Valor limite anual para proteção da saúde humana	Anual	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	CO	Valor limite diário para proteção da saúde humana	Octohorário	10 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$
	SO ₂	Valor limite anual para proteção da saúde humana	Horário	350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ⁽²⁾
		Valor limite diário para proteção da saúde humana	Diário	125 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ⁽³⁾
	PM10	Valor limite diário para proteção da saúde humana	Diário	50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ⁽⁴⁾
		Valor limite anual para proteção da saúde humana	Anual	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	PM2,5	Valor limite anual para proteção da saúde humana	Anual	25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	O ₃	Limiar de informação	Horário	180 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
		Limiar de alerta	Horário	240 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
		Valor alvo para proteção da saúde humana	Octohorário	120 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ A não exceder mais de 18 horas em cada ano civil;

⁽²⁾ A não exceder mais de 24 horas em cada ano civil;

⁽³⁾ A não exceder mais de 3 dias em cada ano civil;

⁽⁴⁾ A não exceder mais de 35 dias em cada ano civil;

⁽⁵⁾ A não exceder mais de 25 dias em cada ano civil

Para os odores não existem valores limite de incomodidade na legislação portuguesa e os valores guia propostos pela Organização Mundial de Saúde referem-se a compostos individuais, e não a misturas de compostos que caracterizam os odores.

Neste sentido, no presente estudo, recorreu-se a valores limite aplicados noutros países europeus (como por exemplo na Catalunha)² em termos da concentração máxima de odores em ar ambiente. Estes valores correspondem a um período de integração de 1 hora e a um percentil 98, o que significa que estes valores devem ser cumpridos em 8585 horas das 8760

² Em 2005, na Catalunha, foi definida regulamentação específica para controlo dos odores. Apesar de ainda não ter sido publicada é normalmente usada como referência em termos de limites de odores. "Borrador del Anteproyecto de Ley Contra La Contaminación Olorífera. Generalidad de Cataluña. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda. Dirección General de Calidad Ambiental".

horas do ano. Apesar de existirem outros valores de referência aplicáveis noutros países, como Reino Unido e Holanda, considera-se que, numa fase inicial, poderiam ser demasiado restritivos para Portugal, assumindo-se, assim, que os usados na Catalunha são os mais adequados a nível nacional.

Os valores recomendados e aplicados no presente estudo, diferenciados consoante o grau de ofensividade dos odores gerados, encontram-se sintetizados na Tabela II-2.

Tabela II-2 – Resumo dos valores de referência considerados para avaliação da incomodidade de odor (P98 da concentração horária de odor)

Referência	Designação	Valor de referência
	Percentil 98 das concentrações horárias de odor – odor ofensivo	3 UO·m ⁻³
Valores de referência aplicados noutros países ⁽¹⁾	Percentil 98 das concentrações horárias de odor – odor moderado	5 UO·m ⁻³
	Percentil 98 das concentrações horárias de odor – odor inofensivo	7 UO·m ⁻³

⁽¹⁾ Valores usados na Catalunha.

Segundo o documento, um **odor ofensivo** está associado às seguintes atividades:

- Aterros (exceto aterros para resíduos inertes);
- Instalações de tratamento de lamas de depuração e outros resíduos odoríferos, fermentáveis ou putrescíveis;
- Operadores de tratamento de resíduos de hidrocarbonetos, ou de resíduos contaminados por hidrocarbonetos;
- Operações de armazenamento, e locais de carga e descarga de matérias odoríferas, fermentáveis ou putrescíveis;
- Instalações de eliminação ou valorização subprodutos de origem animal;
- Matadouros;
- Fabrico em instalações industriais de pasta de papel a partir de madeira ou de outras substâncias fibrosas;
- Fabrico em instalações industriais de papel;
- Refinarias de petróleo e gás;
- Produção de adubos à base de fósforo, azoto ou potássio (adubos simples ou compostos);
- Fabrico de produtos químicos orgânicos e inorgânicos;
- Curtimenta de peles;

- Operações de fundição de metais ferrosos;
- Processamento de metais não ferrosos;

Por outro lado, um **odor moderado** está associado às seguintes atividades:

- Pecuária intensiva;
- Estações de tratamento de águas residuais;
- Instalação de tratamento de superfície de matérias, objetos ou produtos, que utilizem solventes orgânicos;
- Tratamento e transformação, com exceção de atividades exclusivamente de embalagem, das seguintes matérias-primas, anteriormente transformadas ou não, destinadas ao fabrico de produtos para a alimentação humana ou animal, a partir de:
 - Apenas matérias-primas animais;
 - Apenas matérias-primas vegetais;
 - Matérias-primas animais e vegetais, em produtos combinados ou separados.

Um **odor inofensivo** está associado às seguintes atividades:

- Instalações de processamento de café ou cacau;
- Cervejeiras;
- Produção de sabões, detergentes e perfumes;
- Outras atividades.

De acordo com o apresentado anteriormente, considera-se que a unidade em estudo (unidade centralizada de tratamento de lamas) se enquadra nas atividades de odor ofensivo, cujo valor recomendado é de 3 UO·m⁻³.

II.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR LOCAL

A estação da rede nacional de monitorização da qualidade do ar (EMQAR) mais próxima e representativa da área em estudo corresponde a Burgães-Santo Tirso (urbana de fundo), localizada a 9,3 km a sudoeste da ETAR de Serzedelo, tal como se visualiza na Figura II-1.



Figura II-1 – Enquadramento espacial da estação de qualidade do ar da rede de monitorização nacional representativa da zona de implantação do projeto em avaliação.

Foram analisados os valores de concentração medidos na EMQAR de Burgães-Santo Tirso nos últimos cinco anos com dados disponíveis e validados (2018-2022)³. A análise das medições da qualidade do ar centrou-se numa comparação entre os valores medidos na EMQAR, para os poluentes alvo de monitorização, e os valores limite definidos na legislação nacional sobre qualidade do ar.

No ANEXO I – CONCENTRAÇÕES MEDIDAS NAS EMQAR (Tabela A.I 1 ao Tabela A.I 3), apresentam-se os valores de concentração medidos para os poluentes NO₂, PM10 e O₃, entre 2018 e 2022, na EMQAR representativa do local em estudo (Burgães-Santo Tirso). Os poluentes CO, PM2,5 e SO₂ não são medidos na referida estação, não sendo possível efetuar o enquadramento dos mesmos.

De acordo com os valores registados na estação considerada na presente avaliação, no período em análise, e tendo em consideração a eficiência mínima de aquisição dos dados, verificou-se, de uma forma geral, uma boa qualidade do ar local, uma vez que ocorreu o cumprimento dos valores limite estabelecidos em ar ambiente para proteção da saúde humana.

³ Dados disponíveis em: <https://qualar.apambiente.pt/estatisticas>.

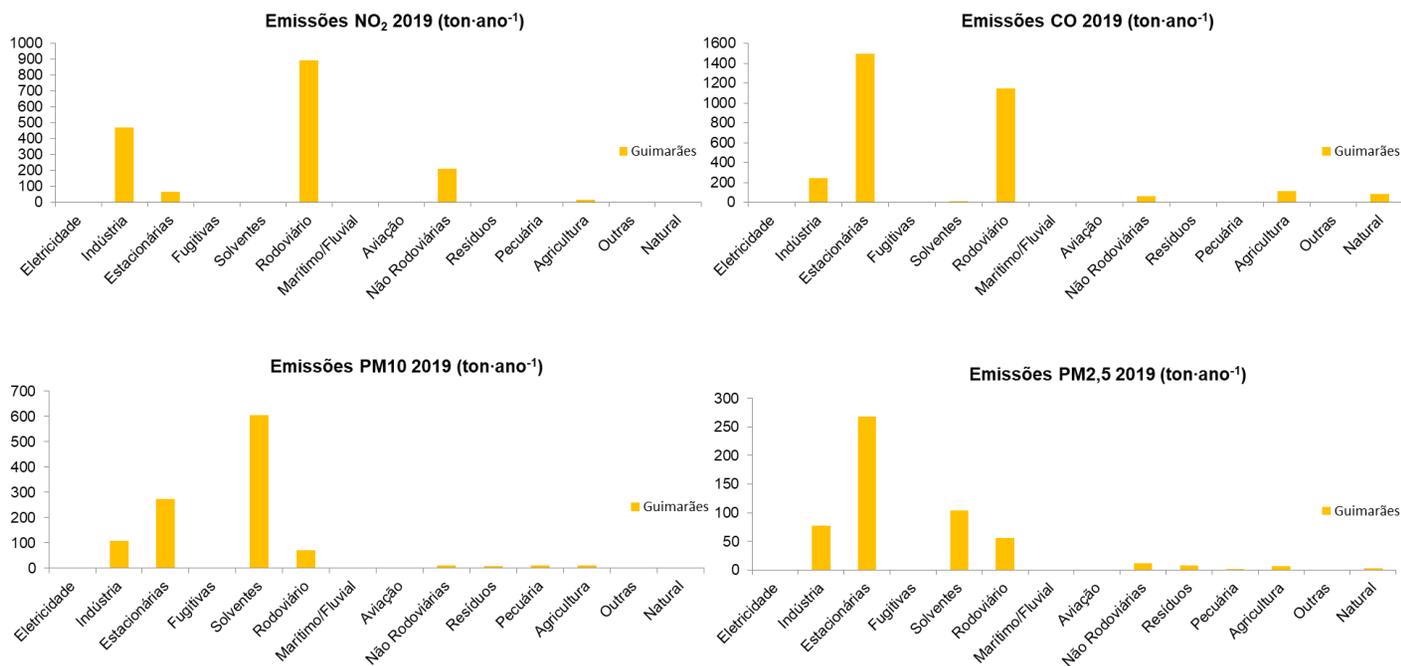
II.3 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FONTES EMISSORAS

Com o objetivo de caracterizar as principais fontes emissoras existentes na área envolvente do projeto, recorreu-se aos dados do inventário de emissões de Portugal⁴, referente ao ano 2019 (último ano de dados disponíveis), para o concelho de Guimarães, elaborado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

A Figura II-2 apresenta as emissões dos poluentes NO₂, CO, PM10, PM2,5, SO₂ e COVNM, para o concelho de Guimarães, local de implementação do projeto, para os setores de atividade considerados no inventário analisado.

⁴ Distribuição Espacial de Emissões Nacionais (2015, 2017 e 2019) – Emissões totais por concelho em 2019. Elaborado pela Agência Portuguesa do Ambiente.

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE AFETADO PELO PROJETO



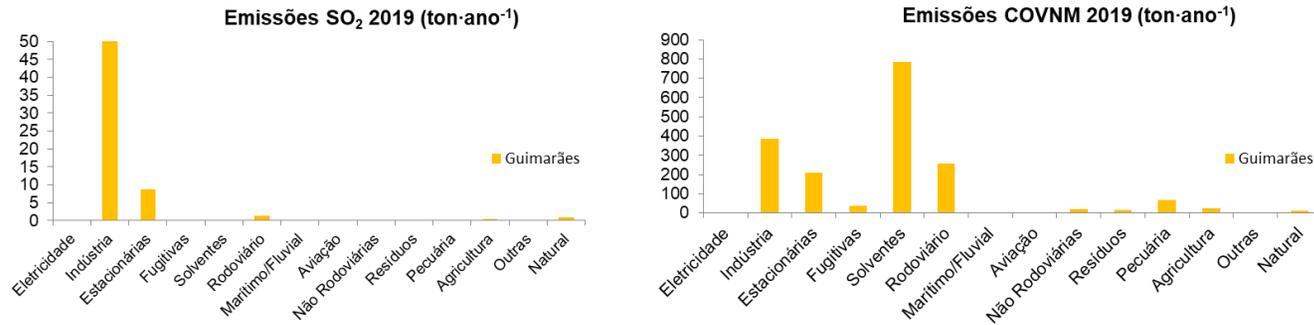


Figura II-2 – Emissões NO₂, CO, PM10, PM2,5, SO₂ e COVNM, para o ano de 2019, para o concelho de Guimarães.

Verifica-se, da análise do inventário de emissões de 2019, para o concelho de Guimarães, que os setores que mais contribuem para as emissões atmosféricas correspondem a:

- NO₂: transporte rodoviário e setor da indústria;
- CO: fontes estacionárias e tráfego rodoviário;
- PM₁₀: setor dos solventes;
- PM_{2,5}: fontes estacionárias;
- SO₂: setor da indústria;
- COVNM: setor dos solventes.

Como complemento à análise efetuada e, tendo em conta a operação atual da ETAR de Serzedelo onde vai ser implementado o projeto em estudo (unidade centralizada de tratamento de lamas), considerou-se relevante apresentar as emissões representativas da ETAR ao nível dos odores.

As emissões apresentadas tiveram por base a informação constante nos seguintes estudos:

- Estudo de Impacte Ambiental da Ampliação da Estação de Tratamento de Águas Residuais de Serzedelo⁵;
- Avaliação da incomodidade gerada por emissão de odores da futura ETAR de Serzedelo II, realizada no âmbito do RECAPE⁶;
- Avaliação do impacte da ETAR de Serzedelo II nos níveis de odores da envolvente, realizada em 2010⁷.

Considerou-se como fontes emissoras de odores, para a Serzedelo I, a obra de entrada, tanque de homogeneização, tanque de arejamento, decantador secundário e desidratação de lamas, e para Serzedelo II, a obra de entrada, desarenador/desengordurador, tratamento biológico, decantador secundário e espessamento mecânico de lamas (filtro de banda).

As emissões de odores apresentadas tiveram por base os dados de emissão, obtidos a partir das medições realizadas em 2010⁸. Não foram consideradas as emissões apresentadas no relatório de avaliação da incomodidade gerada por emissão de odores da ETAR de Serzedelo, elaborado no âmbito do RECAPE⁹, tendo em conta que as medições realizadas em 2006 foram aferidas numa situação de elevada sobrecarga hidráulica da ETAR de Serzedelo I, da ordem dos 50 a 60% acima da

⁵ 45130_EIA_MD_AMB_0004_A (2004). Estudo de Impacte Ambiental da Ampliação da Estação de Tratamento de Águas Residuais de Serzedelo.

⁶ REL.008 2007_02_07 PR.67_2007 ECOVISÃO (2007). Relatório de Avaliação da Incomodidade Gerada por Emissão de Odores da Futura ETAR de Serzedelo II.

⁷ REL.011A.20100917 UVW.06.2023 ETAR Serzedelo (2010). Avaliação do impacte da ETAR de Serzedelo II nos níveis de odores da envolvente.

⁸ REL.011A.20100917 UVW.06.2023 ETAR Serzedelo (2010). Avaliação do impacte da ETAR de Serzedelo II nos níveis de odores da envolvente.

⁹ REL.008 2007_02_07 PR.67_2007 ECOVISÃO (2007). Relatório de Avaliação da Incomodidade Gerada por Emissão de Odores da Futura ETAR de Serzedelo II.

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE AFETADO PELO PROJETO

sua capacidade nominal, situação que naturalmente originou fatores de emissão substancialmente superiores aqueles que seria obtidos se estivesse a funcionar dentro da sua capacidade nominal¹⁰.

A Tabela II-3 apresenta as características estruturais e a emissão de odor representativa da operação da ETAR de Serzedelo.

Tabela II-3 – Características estruturais e operacionais e emissão de odor da ETAR de Serzedelo

Fonte Emissora Odor	Altura Média Emissão Odor (m)	Superfície Emissora (m ²)	Fator de Emissão (UO.m ⁻² .s ⁻¹)	Emissão odor (UO _E .s ⁻¹)	Emissão odor (UO _E .ano ⁻¹)	
Serzedelo I	Obra de entrada - Portão	1,0	2,2	57,2	126	4,0x10 ⁹
	Tanque de Homogeneização	1,0	663	1,1	709	2,2x10 ¹⁰
	Tanque de Arejamento	0,9	4620	1,4	6329	2,0x10 ¹¹
	Decantador Secundário	1,0	1520	2,9	4378	1,4x10 ¹¹
	Desidratação de lamas – Chaminé lateral	2,2	0,2	3,9	1	2,5x10 ⁷
Serzedelo II	Obra de entrada – Portão	2,4	24,5	638	15631	4,9x10 ¹¹
	Obra de entrada – respiradouros	5,0	0,1	0,9	0,1	3,3x10 ⁶
	Obra de entrada – saídas laterais	0,4	4,3	37	159	5,0x10 ⁹
	Desarenador/Desengordurador	1,3	183	1,1	196	6,2x10 ⁹
	Tanque de tratamento biológico	0,9	5315	1,4	7282	2,3x10 ¹¹
	Decantadores secundários	0,8	3298	2,9	9498	3,0x10 ¹¹
	Desidratação de lamas – Portões	2,2	33,5	335	11223	3,5x10 ¹¹
	Desidratação de lamas - respiradouros	5,0	0,3	0,7	0,2	6,6x10 ⁶
Total					1,8x10¹²	

¹⁰ REL.011A.20100917 UVW.06.2023 ETAR Serzedelo (2010). Avaliação do impacto da ETAR de Serzedelo II nos níveis de odores da envolvente.

Síntese Interpretativa

- De acordo com os valores apresentados na Tabela II-3 as emissões de odores geradas pelas unidades de tratamento de Serzedelo I e de Serzedelo II rodam as $1,8 \times 10^{12}$ UO_E por ano.
- De acordo com o estudo no âmbito da Avaliação do impacte da ETAR de Serzedelo II nos níveis de odores da envolvente, realizada em 2010¹¹, observa-se que os valores mais elevados estimados para o Percentil 98 dos valores médios horários para um ano de dados, acima do valor recomendado, ocorrem nos recetores localizados no interior da ETAR (Serzedelo I e II) e na sua envolvente muito próxima, sem promover a afetação significativa de recetores sensíveis.

II.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS RECETORES SENSÍVEIS EXISTENTE NA ENVOLVENTE DA ETAR

A Agência Portuguesa do Ambiente define recetor sensível como todo o espaço onde habitualmente vivem ou permanecem pessoas, como habitações, escolas, hospitais ou similares e espaços de recreio ou de lazer¹².

Dada a ocupação urbana da área de estudo, tendo em conta as várias soluções da ETAR em avaliação, são identificados como recetores sensíveis na área de estudo os moradores, trabalhadores, transeuntes e utilizadores dos espaços públicos em geral, de onde se destacam as apresentadas na Figura II-3. Na Tabela A.II 1 do Anexo II apresentam-se as características de cada um dos recetores identificados (localidades e habitações mais próximas à instalação).

Tendo em conta que a topografia é um parâmetro importante na afetação de recetores sensíveis, procedeu-se à sua caracterização, tendo o ficheiro topográfico sido criado a partir do modelo digital do terreno obtido através do ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), gerido pelo METI (Ministério da Economia, Comércio e Indústria do Japão) e pela NASA. O enquadramento topográfico da área em estudo é também apresentado na Figura II-3.

¹¹ REL.011A.20100917 UVW.06.2023 ETAR Serzedelo (2010). Avaliação do impacte da ETAR de Serzedelo II nos níveis de odores da envolvente.

¹² Dados disponíveis em: <https://qualar.apambiente.pt/estatisticas>.

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE AFETADO PELO PROJETO

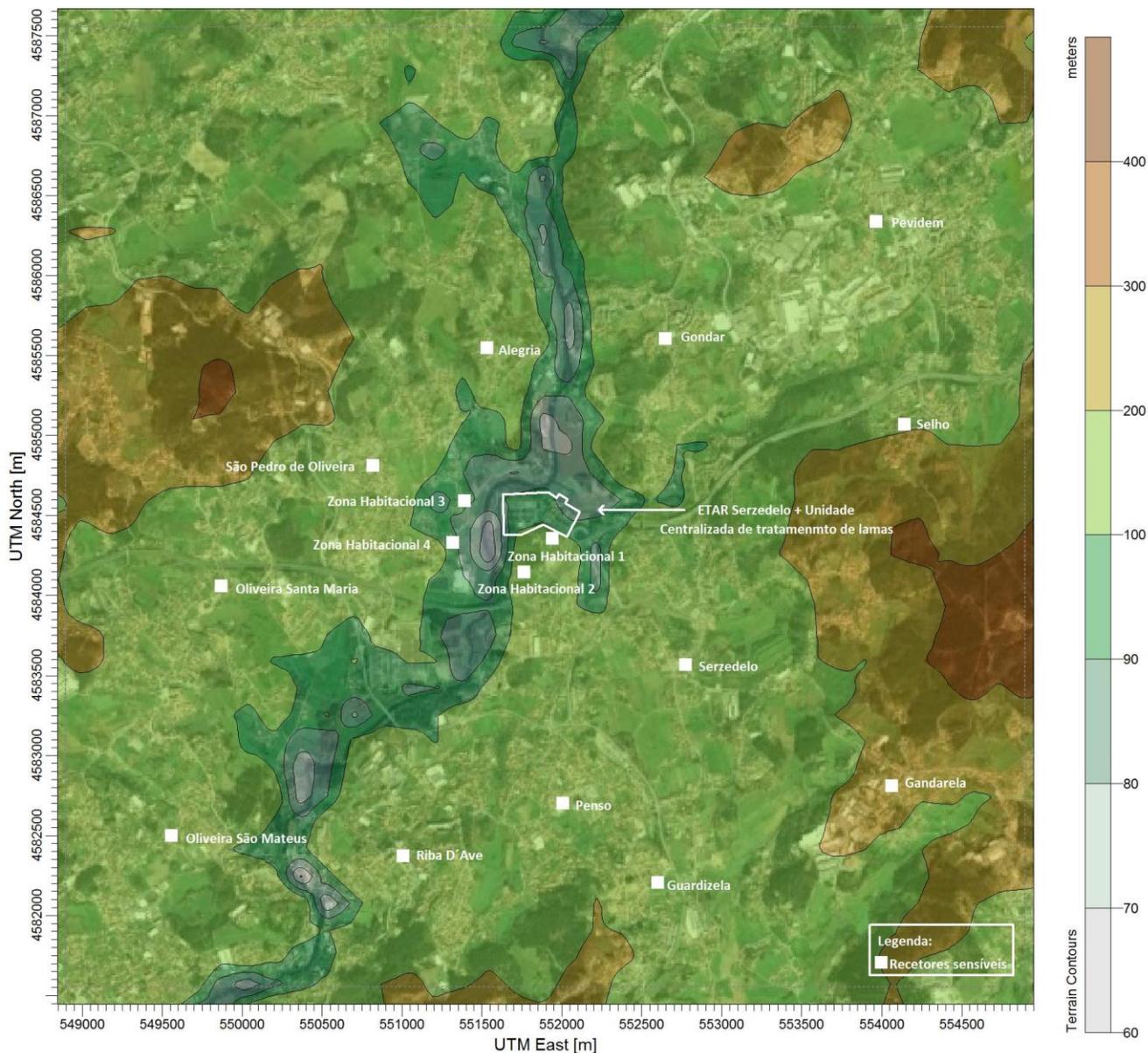


Figura II-3 – Enquadramento espacial dos recetores sensíveis identificados e caracterização topográfica da área em estudo, com delimitação da futura unidade centralizada de tratamento de lamas, a instalar na ETAR de Serzedelo.

II.5 CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS LOCAIS

A variável meteorológica influencia significativamente a dispersão de poluentes, sendo, portanto fundamental o uso de informação de elevada representatividade temporal. A representatividade temporal pressupõe que a informação meteorológica inclua as variações sazonais existentes, pelo que, se deve modelar um ano meteorológico completo e em base horária (para que se tenha em linha de conta o efeito de variações intradiárias) e que as condições meteorológicas registadas nesse ano sejam representativas do clima local.

O clima de um local é dado pela análise de um período longo de dados, como a Normal Climatológica¹³ de uma região. Como tal, para o presente estudo, foram analisadas as Normais Climatológicas de Braga-Posto Agrário (1971-2000) e de Braga-Merelim (2000-2022), para o período de dados disponíveis, representativas do local em estudo, de acordo com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). A estação climatológica de Braga-Posto Agrário e a estação de Braga-Merelim estão, respetivamente, a cerca de 13 km a Noroeste e 19 km a noroeste da ETAR de Serzedelo.

Os dados meteorológicos usados são apresentados através da representação gráfica dos diferentes parâmetros meteorológicos considerados. A rosa de ventos apresentada encontra-se dividida em 8 classes distintas. Os valores de direção do vento expressos em graus foram traduzidos nos diferentes setores de direção através das correspondências apresentadas na Tabela II-4. A classe de ventos calmos ($< 1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) é apresentada de forma independente da direção do vento.

Tabela II-4 – Informação das correspondências dos valores em graus com os diferentes setores de direção do vento, utilizadas na realização da rosa de ventos

Setores de direção do vento	Gama de valores (graus)	Setores de direção do vento	Gama de valores (graus)
Norte (N)	338 – 22	Sul (S)	158 – 202
Nordeste (NE)	23 – 67	Sudoeste (SO)	203 – 247
Este (E)	68 – 112	Oeste (O)	248 – 292
Sudeste (SE)	113 – 157	Noroeste (NO)	293 – 337

Da Figura II-4 à Figura II-8 apresenta-se a informação das Normais Climatológicas de Braga-Posto Agrário (1971-2000) e de Braga-Merelim (2000-2022). Informa-se que na Normal Climatológica de Braga-Merelim (2000-2022) apenas estão disponíveis os dados de velocidade e direção do vento.

¹³ “Conforme convencionado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), o clima é caracterizado pelos valores médios dos vários elementos climáticos num período de 30 anos, designando-se valor normal de um elemento climático o valor médio correspondente a um número de anos suficientemente longo para se admitir que ele representa o valor predominante daquele elemento no local considerado”, texto retirado do IPMA.

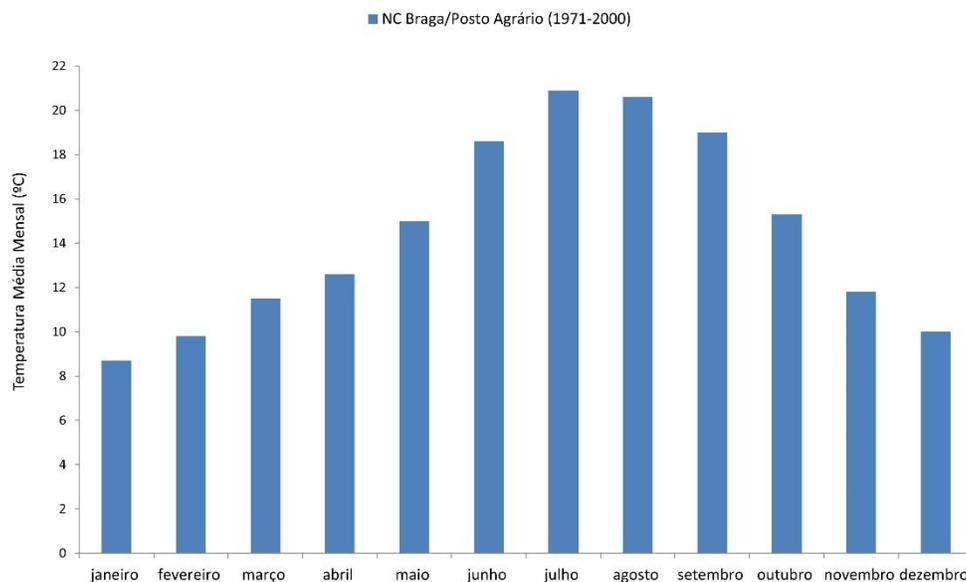


Figura II-4 – Apresentação das médias mensais de temperatura do ar (°C) registadas entre 1971-2000 na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário.

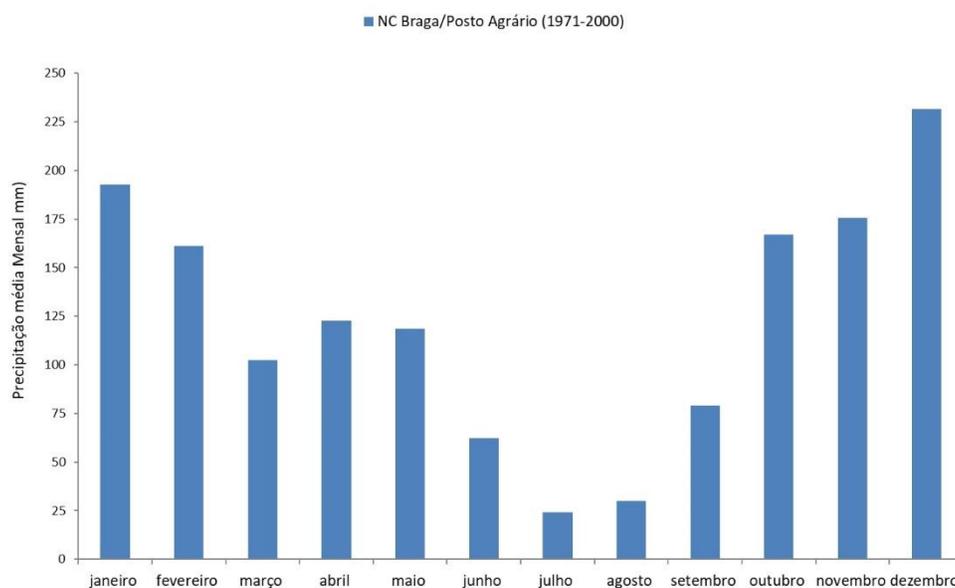


Figura II-5 – Apresentação da precipitação média total mensal (mm) registada entre 1971-2000 na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário.

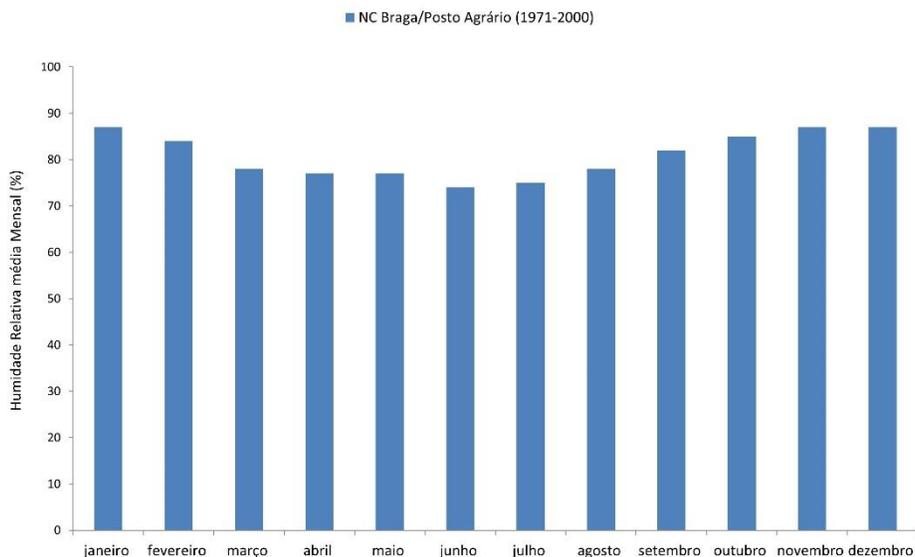


Figura II-6 – Apresentação das médias mensais de humidade relativa (%) registadas entre 1971-2000 na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário.

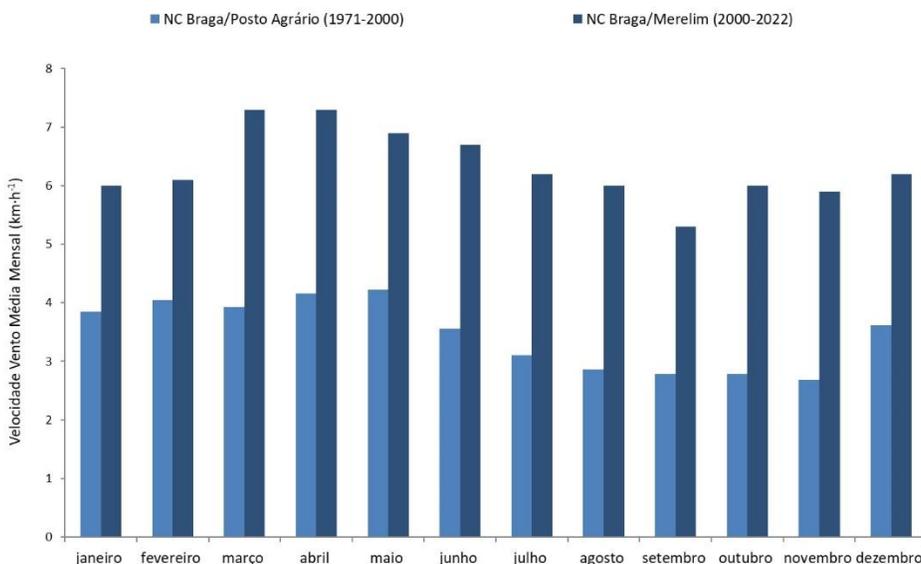


Figura II-7 – Apresentação da variação média mensal da velocidade do vento (km·h⁻¹) registada na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário (1971-2000) e na Normal Climatológica de Braga-Merelim (2000-2022).

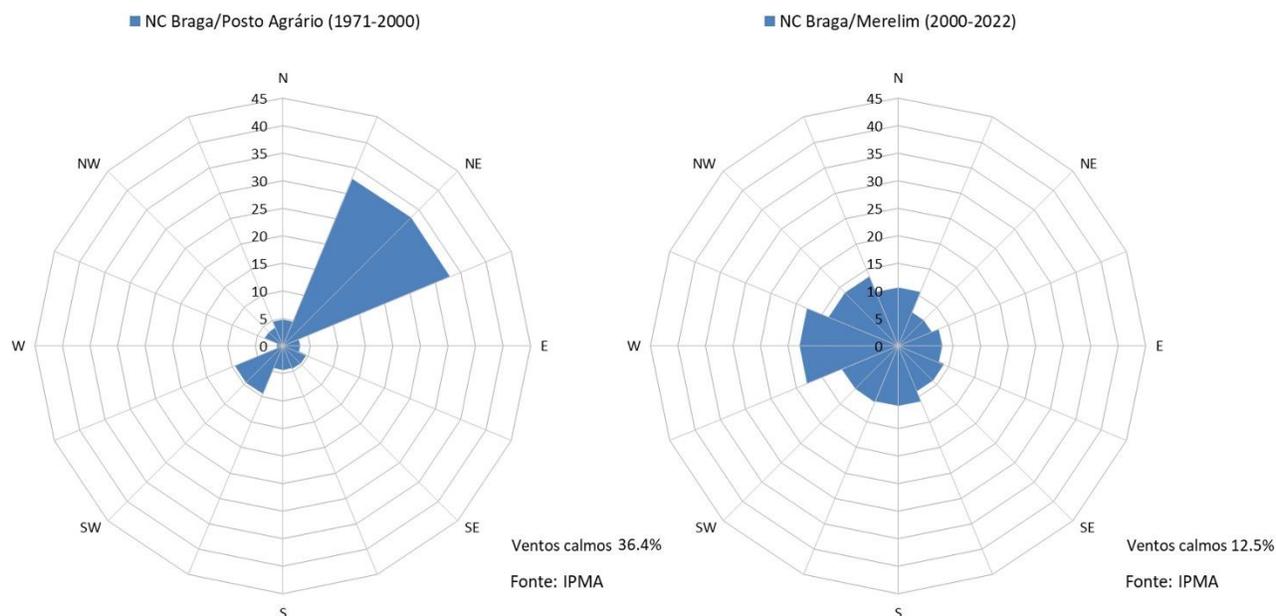


Figura II-8 – Rosa de ventos da Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário, para o período de 1971-2000 e da Normal Climatológica de Braga-Merelim, para o período de 2000-2022.

Síntese Interpretativa

- Analisando a Figura II-4 valores de temperatura registados na Normal Climatológica (NC) de Braga-Posto Agrário, variam entre os 8,7°C e os 20,9°C, para o período 1971-2000.
- Tal como verificado na Figura II-5, os valores de precipitação registados na NC de Braga-Posto Agrário variam entre os 24,1 mm e os 231,4 mm, para o período 1971-2000.
- A distribuição anual de valores de humidade relativa para a NC de Braga-Posto Agrário apresenta valores registados que variam entre 74% e 87%, para o período 1971-2000, tal como observado na Figura II-6.
- A velocidade de vento média mensal registada na NC de Braga-Posto Agrário, entre 1971-2000, apresenta valores registados que variam entre 2,7 km·h⁻¹ e 4,2 km·h⁻¹. Por outro lado, na NC de Braga-Merelim, para o período 2000-2022, foram registados valores que variam entre 5.3 km·h⁻¹ e 7.3 km·h⁻¹, para o período de 2000-2022, tal como verificado através da análise da Figura II-7.
- Por fim, analisando a Figura II-8, no que diz respeito à direção do vento, verifica-se a predominância de ventos nordeste (33%) e sudoeste (9%) para a Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário e a predominância de ventos oeste (18%) e noroeste (14%) para a Normal Climatológica de Braga-Merelim.

III EVOLUÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA SEM IMPLEMENTAÇÃO PROJETO

Na ausência da implementação do projeto, tendo em conta o expectável crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconómico da região, prevê-se que haja um aumento do volume de tráfego rodoviário e de unidades industriais, setores já com destaque nas emissões atuais de poluentes atmosféricos (item II.3 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FONTES EMISSORAS).

Esta tendência de crescimento poderá não se reproduzir num aumento de emissões de poluentes atmosféricos, tendo em conta os compromissos nacionais já assumidos para a redução das emissões (Decreto-Lei nº 84/2018, de 23 de outubro), que reforça a tendência de otimização dos processos e de procura de soluções mais eficientes e, conseqüentemente, menos poluentes.

Ao nível do tráfego rodoviário, é expectável a diminuição dos fatores de emissão dos veículos novos, devido à introdução de novas tecnologias na indústria automóvel, que promovem a produção de motores mais eficientes (gerando menores emissões de poluentes atmosféricos). Neste setor, é ainda expectável a renovação da frota automóvel, através da utilização do veículo automóvel elétrico (sem emissões diretas de poluentes atmosféricos).

Este comportamento é, também, expectável no setor industrial, tendo em consideração a crescente preocupação na implementação das melhores técnicas disponíveis.

Em termos de emissões de odores, não são expectáveis alterações significativas face à situação atual, cujas contribuições derivam da operação da ETAR de Serzedelo I e II. Nesta fase, desconhecem-se projetos que possam ter relevo na emissão de odores.

IV AVALIAÇÃO DE IMPACTES NA FASE DE CONSTRUÇÃO

Durante a fase de construção do projeto, prevê-se a realização de ações suscetíveis de causar impacto na qualidade do ar, nomeadamente:

- Movimentação de terras, construção de aterros e escavações;
- Circulação de veículos pesados e máquinas não rodoviárias;
- Erosão pela ação do vento;
- Aplicação de betão/betuminoso.

Os principais poluentes associados às ações descritas são a emissão de partículas em suspensão (poeiras) e de gases provenientes da combustão dos motores dos veículos, como se apresenta na Tabela IV-1.

Tabela IV-1 – Poluentes emitidos no decurso das ações potenciais de causar poluição atmosférica durante a fase de construção

Ação potencial de impacto na qualidade do ar	Poluentes				
	Partículas	HC	NO _x	SO _x	CO
Movimentação de terras, aplicação de betão, escavações e construção de aterros	X				
Erosão eólica	X				
Movimentação de veículos rodoviários	X ⁽¹⁾	X	X	X	X
Operação de equipamentos/máquinas não rodoviárias	X ⁽¹⁾	X	X	X	X

HC – Hidrocarbonetos; NO_x – óxidos de nitrogénio; SO_x – óxidos de enxofre; CO – monóxido de carbono.

⁽¹⁾ Esta emissão ocorre quer pelo funcionamento dos motores, quer pela ressuspensão de partículas aquando da circulação em vias não pavimentadas.

Os impactes mais significativos ocorridos durante a construção do projeto, que serão mais significativos na envolvente do(s) estaleiros e na envolvente das vias de acesso às zonas de intervenção, estão associados ao aumento das concentrações de partículas, emitidas por todas as atividades relevantes identificadas, principalmente nas zonas próximas da construção e que podem ser minimizados, caso se proceda ao humedecimento do local por aspersão e após os processos de movimentação de terras ou se os trabalhos forem desenvolvidos durante a época menos seca.

O acréscimo local das emissões de óxidos de enxofre (SO_x), óxidos de azoto (NO_x), hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO) e partículas, originado pela circulação de viaturas e outras máquinas não rodoviárias, depende do número

de veículos previstos e do período de tempo alocado a cada um dos veículos. O impacto dos camiões de transporte de mercadorias de e para a obra, em termos geográficos, será mais extenso. É relevante selecionar os caminhos de circulação que afetem menos população (zonas de densidade habitacional mais reduzida) e os horários mais favoráveis (com menos trânsito).

A produção e aplicação de betão/betuminoso emite material particulado, sendo a intensidade variável, no caso de ser instalada uma central de betão/betuminoso móvel provisoriamente no estaleiro ou de se recorrer às autobetoneiras¹⁴. Assim, caso optem por instalar uma central de betão/betuminoso no estaleiro, haverá um aumento significativo do nível de partículas em ar ambiente na envolvente da zona onde a central será instalada, principalmente devido às emissões com origem no processo de carga dos silos e descarga do betão/betuminoso produzido. Este impacto pode ser significativamente minorado com a escolha adequada do local de implantação da central e com a utilização de sistemas de filtragem eficientes, que reduzem significativamente as emissões. No caso de se optar por autobetoneiras que façam o transporte do betão/betuminoso, desde uma central fixa até à obra, as concentrações de partículas estão associadas somente à descarga do betão/betuminoso produzido, na zona de obra, mas existe o acréscimo das emissões de gases de escape durante o percurso rodoviário.

De uma forma geral, o impacto associado à fase de construção tenderá a ser negativo, direto, local, provável, temporário, reversível, imediato, de magnitude reduzida e pouco significativo.

¹⁴ AP-42 (Compilation of Air Pollutant Emission Factors), USEPA (1995). Chapter 11.6: Mineral products industry: Concrete Batching.

V AVALIAÇÃO DE IMPACTES NA FASE DE EXPLORAÇÃO

Nesta fase apresenta-se a avaliação de impactes, na qualidade do ar e em termos de incomodidade de odores, decorrentes da exploração da nova unidade centralizada de tratamento de lamas, que teve por base:

- Estimativa de um ano de dados meteorológicos, através da aplicação do modelo TAPM (modelo mesometeorológico), validado face às Normais Climatológicas representativas do local em estudo (Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário e Normal Climatológica de Braga-Merelim);
- Estimativa das emissões de poluentes atmosféricos e de odores das principais fontes emissoras existentes no domínio em estudo e previstas para a nova unidade centralizada de tratamento de lamas;
- Modelação da dispersão de poluentes atmosféricos e de odores, tendo em consideração as emissões inventariadas, para um ano meteorológico completo, validado face às normais climatológicas representativas do local em estudo;
- Comparação dos resultados obtidos com os valores limite aplicáveis, para os poluentes em estudo, para proteção da saúde humana, para quantificação do impacte na qualidade do ar local;
- Comparação dos resultados obtidos com o valor recomendado em termos de incomodidade de odores.

V.1 ÂMBITO GEOGRÁFICO DO ESTUDO

A área definida para aplicação do modelo (Figura II-3 do item II.4) foi desenhada tendo em conta os seguintes critérios:

1. Posicionamento da unidade centralizada de tratamento de lamas a instalar na ETAR de Serzedelo;
2. Topografia da envolvente;
3. Localização dos recetores sensíveis (coincidentes com localidades e com as habitações mais próximas).

A grelha de recetores aplicada ao domínio de estudo foi do tipo cartesiana uniforme com centro no local de implementação da unidade centralizada de tratamento de lamas, a instalar na ETAR de Serzedelo, e espaçamento entre recetores de 100 metros. Para além da grelha de recetores, descrita anteriormente, foram também considerados os 16 recetores sensíveis existentes na envolvente próxima da área de intervenção, já identificados na situação atual (item II.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS RECETORES SENSÍVEIS EXISTENTE NA ENVOLVENTE DA ETAR).

A Tabela IV-1 e a Tabela A.II 1 do ANEXO II – CARACTERIZAÇÃO DOS RECETORES SENSÍVEIS apresentam as características do domínio em estudo e as características dos recetores sensíveis, respetivamente. A Figura V-1 apresenta a grelha de recetores e os recetores sensíveis considerados para avaliação das concentrações ao nível do solo.

Tabela V-1 – Características da área de estudo

AVALIAÇÃO DE IMPACTES NA FASE DE EXPLORAÇÃO

Parâmetros		Escala local
Coordenadas Canto Sudoeste (UTM WGS84 – Fuso 29)	Este (X)	548896
	Norte (Y)	4581555
Extensão máxima a este (metros)		6000
Extensão máxima a este (metros)		6000
Área (km ²)		36
Espaçamento da malha cartesiana (metros)		100
Altura recetores (metros)		1,8
Número de recetores (células)		3721

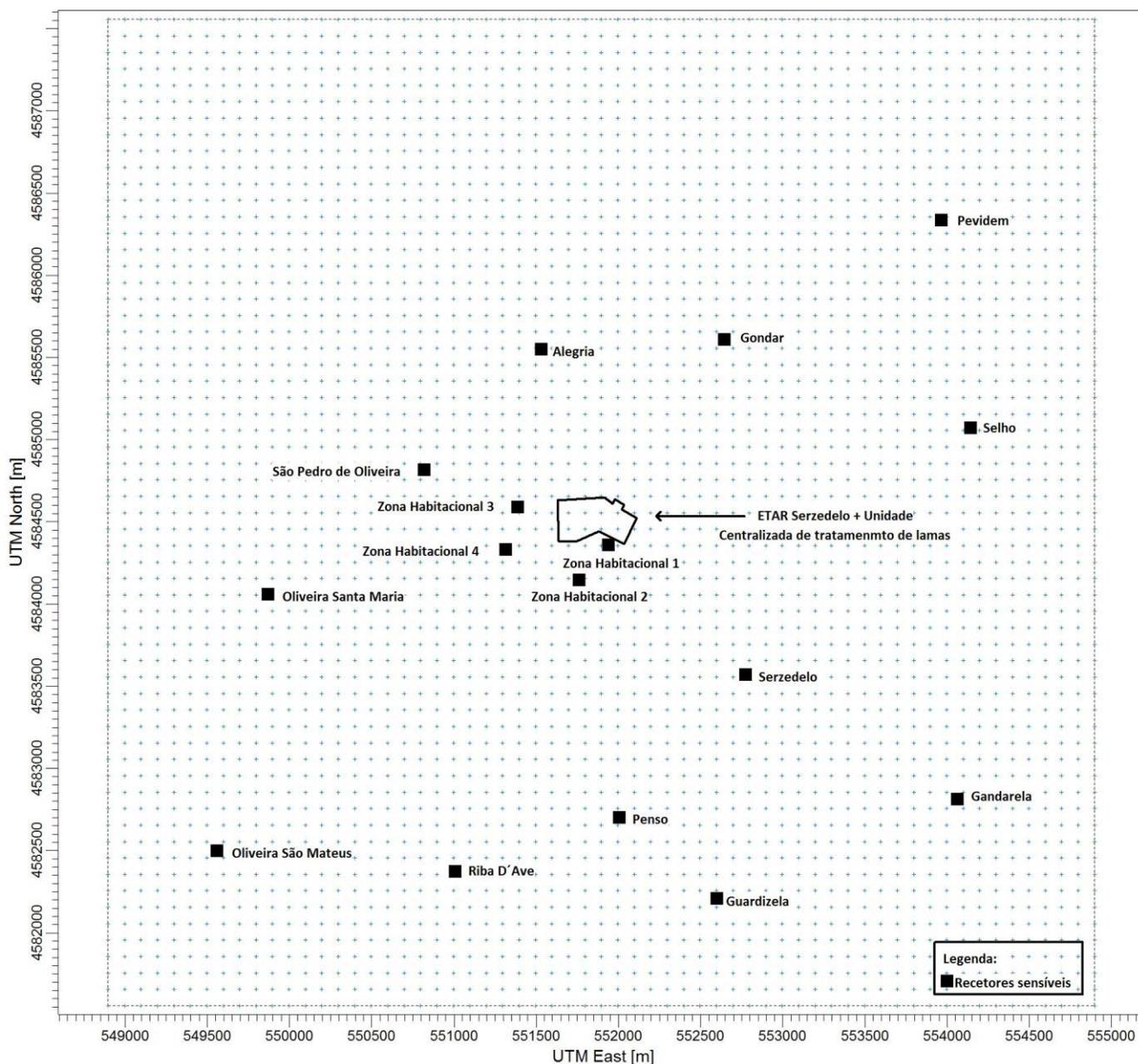


Figura V-1 – Greilha de recetores e recetores sensíveis da área de estudo.

V.2 TOPOGRAFIA

A topografia e uso do solo da envolvente são, juntamente com os dados meteorológicos e as emissões/condições de emissão, fatores determinantes no que diz respeito aos níveis de qualidade do ar estimados por modelação.

O ficheiro de base topográfico usado na simulação local foi criado a partir do modelo digital do terreno obtido através do ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), já apresentado na situação atual (Figura II-3 do item II.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS RECETORES SENSÍVEIS EXISTENTE NA ENVOLVENTE DA ETAR).

V.3 METEOROLOGIA

O modelo de dispersão utilizado no presente estudo exige a incorporação de dados meteorológicos horários de vários parâmetros relativos à superfície e estrutura vertical da atmosfera para o período de simulação considerado.

Os dados meteorológicos necessários foram obtidos através do modelo mesometeorológico TAPM, que estima e adequa todos os parâmetros meteorológicos fundamentais para as simulações da qualidade do ar para o ponto central do domínio definido, com base no forçamento sinóptico para o ano de 2020 fornecido pelo *Australian Bureau of Meteorology Global Analysis and Prediction* (GASP), com a aquisição de dados típicos locais.

De forma a validar a adequação do ano meteorológico utilizado ao clima da região em estudo, os dados estimados pelo modelo TAPM, foram comparados com os dados das Normais Climatológicas (NC) de Braga-Posto Agrário (1971-2000) e de Braga-Merelim (2000-2022), disponibilizados pelo IPMA (Instituto Português do Mar e Atmosfera), representativas do local em estudo (tal como apresentado no item II.5 CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS LOCAIS). Verificou-se, desta forma, que os dados mais adequados à NC representativa do local em estudo correspondem aos dados estimados pelo TAPM com dados de direção e velocidade do vento locais (dados de 2020 de Fontela).

Da Figura A.III 1 à Figura A.III 4 do ANEXO III – COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS ESTIMADOS E A INFORMAÇÃO DA NORMAL CLIMATOLÓGICA apresentam-se as comparações entre os dados estimados e a informação das Normais Climatológicas (NC) de Braga-Posto Agrário (1971-2000) e de Braga-Merelim (2000-2022). Os parâmetros meteorológicos analisados são aqueles que o modelo usa nos seus cálculos e para os quais a NC apresenta valores. Reforça-se, novamente, que para a NC de Braga-Merelim (2000-2022) apenas foi possível efetuar a comparação em termos de velocidade e direção do vento.

Da comparação realizada foi possível verificar que:

- Os valores de temperatura estimados pelo modelo mesometeorológico TAPM, apresentam um comportamento idêntico ao verificado na NC de Braga-Posto Agrário, ainda que tendencialmente mais elevados. Os valores de temperatura estimados variam entre os 9,7°C e os 23,9°C e os presentes na NC variam entre os 8,7°C e os 20,9°C.
- Os valores estimados para a humidade relativa, apresentam também um comportamento idêntico aos valores registados entre 1971-2000 em Braga-Posto Agrário. Os valores estimados variam entre os 65% e os 87% e os registados em Braga-Posto Agrário variam entre os 74% e os 87%.
- Em termos da velocidade do vento, os dados estimados pelo TAPM (6,8 km·h⁻¹ e os 8,9 km·h⁻¹) são superiores aos valores presentes na NC de Braga-Posto Agrário (2,7 km·h⁻¹ e os 4,2 km·h⁻¹) e na NC de Braga-Merelim (5,3 km·h⁻¹

e os $7,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), durante todos os meses do ano considerado. Estes desvios, que são mais evidentes face à NC de Braga-Posto Agrário, podem ser justificados, entre outras razões, pela diferença entre as alturas de colocação do anemómetro na estação e a altura para a qual são produzidos os dados do TAPM e por terem localizações distintas). O ano meteorológico estimado aproxima-se mais aos valores registados em Braga-Merelim.

- No que diz respeito à direção do vento, verifica-se a predominância de ventos nordeste (32,9%) e sudoeste (9,4%) para a Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário e a predominância de ventos oeste (17,9%) e noroeste (13,7%) para a Normal Climatológica de Braga-Merelim. Para o local em estudo verifica-se a predominância de ventos de este (17,6%) e oeste (16,7%) (setor comum à NC de Braga/Merelim). O ano meteorológico estimado aproxima-se mais aos valores registados em Braga-Merelim.
- Face ao exposto, conclui-se que o ano de dados meteorológicos utilizado no estudo é o mais adequado para a aplicação na modelação da qualidade do ar, sendo que a utilização dos dados produzidos pelo modelo mesometeorológico TAPM indicam uma garantia de boa representatividade para o local de estudo.

V.4 FONTES EMISSORAS

Para a avaliação de impactes foram consideradas as fontes associadas à unidade centralizada de tratamento de lamas, à ETAR de Serzedelo I e II e às principais vias de tráfego presentes no domínio em estudo.

O estudo focou-se na avaliação dos poluentes NO_2 , SO_2 , CO, PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ e odores, que estão dependentes da tipologia de fonte emissora considerada.

Ao nível do NO_2 foram consideradas as emissões provenientes de:

- Caldeira a biogás do edifício hidrólise térmica;
- Caldeiras a biogás das duas unidades de cogeração;
- Tráfego rodoviário associado à unidade centralizada de tratamento de lamas, a Serzedelo I e II e às principais vias rodoviárias existentes no domínio em estudo (A7 e vias municipais).

Ao nível do SO_2 foram consideradas as emissões associadas a:

- Caldeira a biogás do edifício hidrólise térmica;
- Caldeiras a biogás das duas unidades de cogeração.

Ao nível do CO foram consideradas as emissões provenientes de:

- Tráfego rodoviário associado à unidade centralizada de tratamento de lamas, a Serzedelo I e II e às principais vias rodoviárias existentes no domínio em estudo (A7 e vias municipais).

Ao nível das PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$ foram consideradas as emissões associadas ao:

- Armazenamento de lamas desidratadas;

- Tráfego rodoviário associado à unidade centralizada de tratamento de lamas, a Serzedelo I e II e às principais vias rodoviárias existentes no domínio em estudo (A7 e vias municipais).

Ao nível dos Odores foram consideradas as emissões provenientes de:

- Armazenamento de lamas desidratadas;
- Sistema de desodorização;
- Etapas/Órgãos de tratamento da ETAR de Serzedelo I e II.

A influência das restantes fontes emissoras existentes no domínio em estudo, para as quais não foi possível aceder a informação detalhada para inclusão no modelo de dispersão, foi contemplada através do valor de fundo, determinado a partir do valor médio das medições efetuadas, nos últimos 5 anos com dados disponíveis e validados (2018-2022), na estação urbana de fundo de Burgães/Santo Tirso, para os poluentes NO₂ e PM10 (para os restantes poluentes avaliados no presente estudo não foi possível determinar os valores de fundo). Ainda que na determinação do valor de fundo se considerem, apenas, os valores com eficiência mínima definida na legislação, para as PM10, dada a limitação existente em termos de eficiência de dados conforme apresentado na Tabela A.I 2 do ANEXO I – CONCENTRAÇÕES MEDIDAS NAS EMQAR, de modo a ser possível contemplar um valor de fundo, consideraram-se os valores medidos com eficiência acima dos 80%, em vez dos 90%). Em síntese, os valores de fundo considerados no presente estudo foram: NO₂ = 14,5 µg·m⁻³; PM10 = 18,0 µg·m⁻³.

As Figura V-2 e Figura V-3 apresentam o enquadramento espacial das fontes emissoras inseridas no domínio em estudo para a avaliação de impactes na qualidade do ar local e em termos de incomodidade de odores.

De seguida, apresenta-se a metodologia para a determinação de emissões por tipologia de fonte.

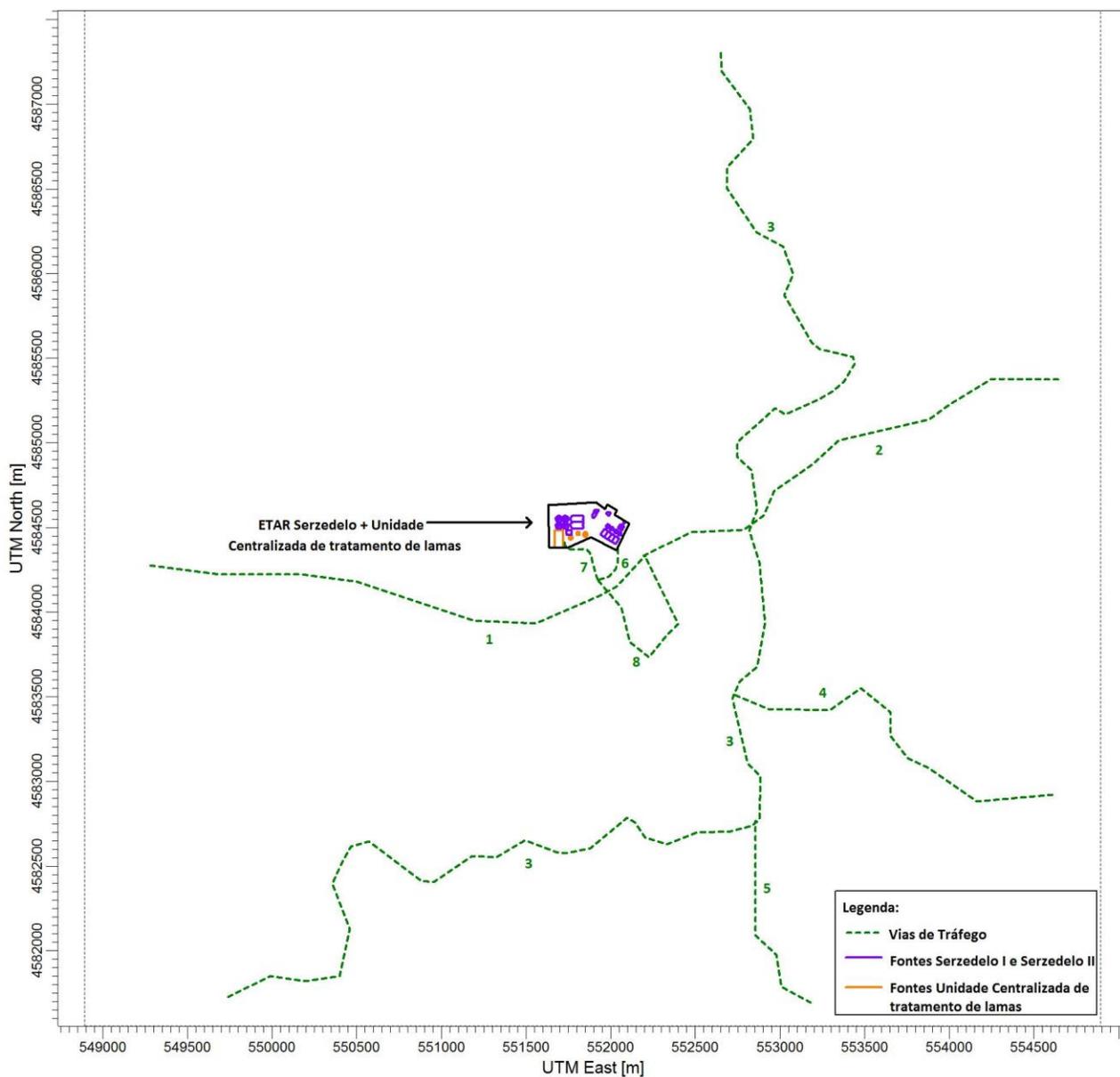


Figura V-2 – Enquadramento espacial alargado das principais fontes emissoras inseridas no domínio em estudo para a avaliação de impactes na qualidade do ar local e em termos de incomodidade de odores.

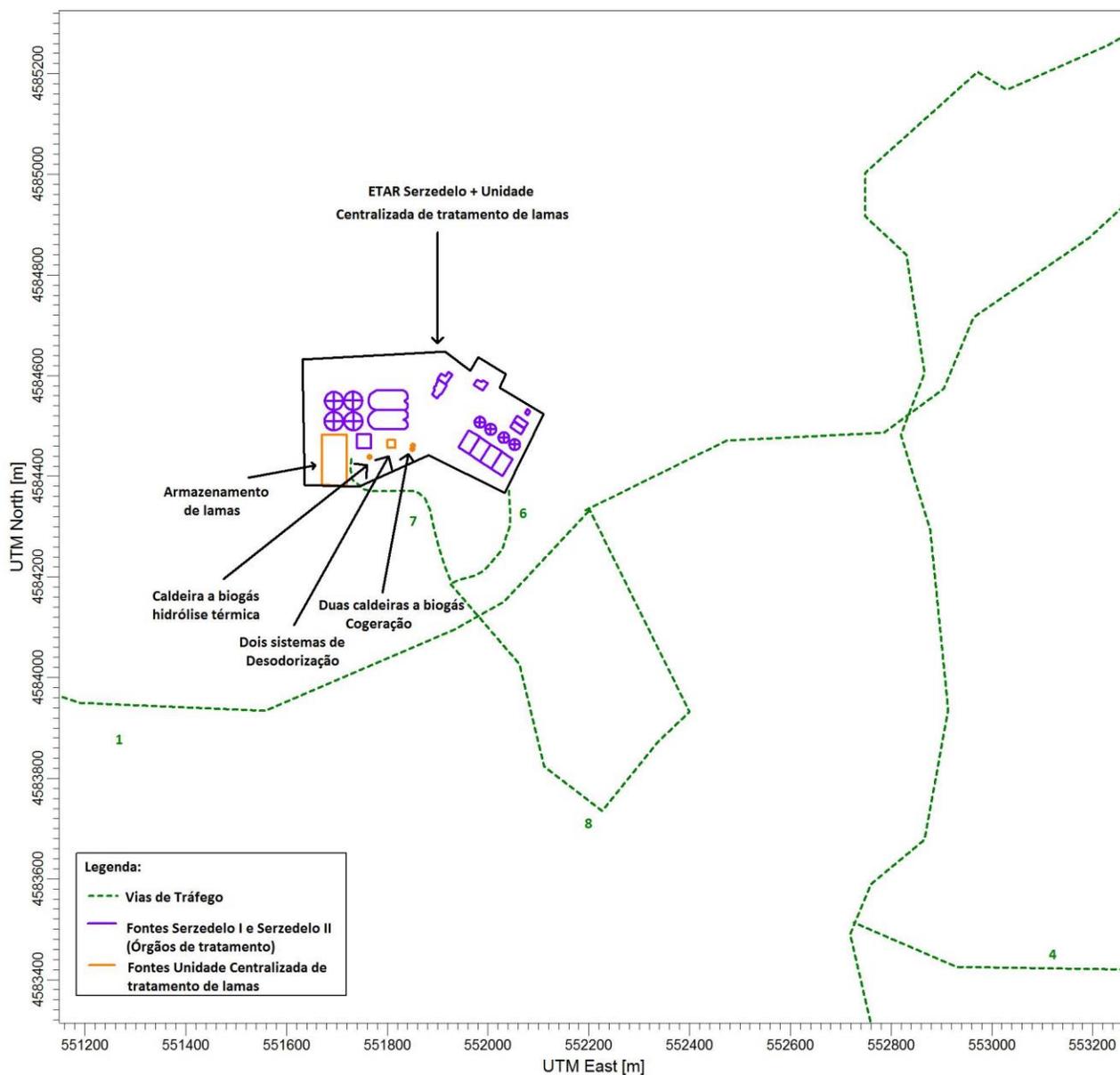


Figura V-3 – Enquadramento espacial reduzido das principais fontes emissoras inseridas no domínio em estudo para a avaliação de impactes na qualidade do ar local e em termos de incomodidade de odores.

V.4.1 NO₂

Caldeiras

Foram consideradas as emissões associadas às caldeiras, a biogás, da nova unidade centralizada de tratamento de lamas, previstas para os processos de hidrólise térmica e das duas unidades de cogeração.

As emissões foram determinadas a partir do caudal volúmico nominal de cada fonte, facultado pelo proponente, e o respetivo valor limite de emissão presente no Decreto-Lei n.º 39/2018 para caldeiras novas a biogás.

Para uma maior representatividade, considerou-se um horário previsto de funcionamento facultado pelo proponente, de 335 dias e 18h por dia (6.030 horas no ano).

Na Tabela A.IV 1 do ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICO apresentam-se as características estruturais e as emissões determinadas para o NO₂.

Tráfego Rodoviário

Ao nível do tráfego rodoviário, foram consideradas as seguintes vias de tráfego: A7, EN310, Rua de Vila Meã, Rua da Escola e a Via de Acesso à ETAR de Serzedelo I e II e à unidade centralizada de tratamento de lamas.

O volume de tráfego da A7 foi retirado do relatório de tráfego do 3º trimestre de 2023¹⁵ e encontra-se sintetizado na Tabela A.IV 2 do ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICO. Os volumes de tráfego das vias municipais foram retirados do estudo de tráfego realizado para a elaboração do Mapa de Ruído da cidade de Guimarães¹⁶ e encontram-se sintetizados na Tabela A.IV 3 do ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICO.

Relativamente às vias de acesso a Serzedelo I e II e à nova unidade centralizada de tratamentos de lamas, foram considerados os volumes de tráfego, facultados pelo proponente, que se encontram sintetizados na Tabela A.IV 4 do ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICO.

Perante a impossibilidade de acesso a informação mais detalhada, assumiu-se que o tráfego rodoviário associado à nova unidade centralizada de tratamento de lamas se irá realizar pela A7, pelo que, ao volume de tráfego da A7, foi alocado o tráfego da nova unidade, que foi distribuído uniformemente pelos dois sentidos da A7 (Seide-Ave e Ave-Selho).

Os fatores de emissão para o tráfego rodoviário foram determinados usando o programa Efcaculator¹⁷, desenvolvido por Alexandre Caseiro¹⁸ em colaboração com a UVW, que permite a adaptação dos fatores de emissão, apresentados pelo

¹⁵ Instituto da mobilidade e dos transportes (2023). Relatório de tráfego na rede nacional de autoestradas – 3º trimestre de 2023.

¹⁶ Câmara Municipal de Guimarães. (2017). Mapa de Ruído do Território de Guimarães.

¹⁷ Programa disponível em: <https://github.com/AlexCaseiro1979/EFcalculator>.

¹⁸ CV disponível em: https://github.com/AlexCaseiro1979/CV_AlexCaseiro/blob/master/CVAlexCaseiro_EN.pdf.

EMEP/CORINAIR (*Atmospheric Emission Inventory Guidebook*)¹⁹, ao parque automóvel português. Este trabalho teve em conta dados estatísticos provenientes da ACAP²⁰ e da ASF²¹.

Os dados da ASF permitem distribuir o volume de tráfego de veículos ligeiros e pesados, pelas categorias de mercadorias e passageiros. Para além disso, permitem distribuir os veículos do Parque Automóvel Seguro, pelas classes Euro existentes atualmente (Euro 2 a Euro 6). Os dados da ACAP permitem distribuir os veículos ligeiros e pesados do parque automóvel português por cilindrada e tara, respetivamente.

Os fatores de emissão dependem, por sua vez, da inclinação da via e da velocidade de circulação²².

A Tabela A.IV 5 do ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICO apresenta, para as vias de tráfego consideradas no domínio em estudo, os valores de emissão de NO₂ representativos (inclui ligeiros e pesados).

V.4.2 SO₂

Caldeiras

A determinação das emissões de SO₂ geradas pelo funcionamento das caldeiras da nova unidade centralizada de tratamento de lamas (caldeiras da hidrólise térmica e das duas unidades de cogeração) teve por base a metodologia apresentada para o NO₂ (Item V.4.1 NO₂).

Na Tabela A.IV 1 do ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICO apresentam-se as características estruturais e as emissões determinadas para o SO₂.

Importa salientar que o SO₂ não foi considerado no tráfego rodoviário, tendo em conta que a nível nacional, atualmente, o teor de enxofre nos combustíveis é negligenciável.

V.4.3 CO

Tráfego Rodoviário

A Tabela A.IV 5 ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICO apresenta os valores de emissão de CO representativos do tráfego rodoviário (inclui ligeiros e pesados) das vias consideradas na presente avaliação, que foram determinadas seguindo a mesma metodologia que a aplicada para o NO₂ (Item V.4.1 NO₂).

¹⁹ EMEP/CORINAIR, 2016 – *Update Jul. 2018. Group1A3b (i-iv). Road Transport*, Agência Europeia do Ambiente. Disponível em <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view>.

²⁰ ACAP. Estatísticas do setor automóvel.

²¹ ASF. Parque Automóvel Seguro, Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (antigo ISP - Instituto de Seguros de Portugal).

²² EMEP/CORINAIR, 2016 – *Update Jul. 2018. Group1A3b (i-iv). Road Transport*, Agência Europeia do Ambiente. Disponível em <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view>.

Importa referir que não foi possível determinar as emissões de CO geradas pelo funcionamento das caldeiras a biogás previstas para a nova unidade centralizada de tratamento de lamas, uma vez que não existe valor limite de emissão definido para este poluente, ainda que o mesmo tenha de ser monitorizado (artigo 13^a do Decreto-Lei nº 39/2018).

V.4.4 PM10 e PM2,5

Armazenamento de lamas desidratadas

Ainda que o armazenamento de lamas desidratadas ocorra num armazém, como este tem aberturas (por exemplo: para entrada/saída de camiões), considerou-se relevante contabilizar o efeito das emissões difusas de PM10 e PM2,5 na qualidade do ar local. Às emissões determinadas, cuja metodologia, descrita de seguida, é aplicável ao manuseamento e armazenamento de material ao ar livre, aplicou-se um fator de redução de emissões de 50%, tendo em conta que o armazém semi-aberto irá permitir a redução das emissões para o exterior.

A estimativa das emissões difusas de PM10 e PM2,5 teve em consideração as metodologias estabelecidas, para os processos de manuseamento e armazenamento de material em pilhas, no EMEP/CORINAIR (*Atmospheric Emission Inventory Guidebook – 2.A.5.a Quarrying and mining of minerals other than coal*), de 2019²³. Estas metodologias estão alinhadas com os procedimentos de outros documentos de referência, também aplicados neste tipo de estimativas, nomeadamente do AP42 da EPA (*Environmental Protection Agency – Chapter 13.2.4: Aggregate handling and storage piles and Chapter 13.2.5 Industrial Wind Erosion*), de 2006²⁴.

Na estimativa das emissões difusas de PM10 e PM2,5 associadas ao manuseamento e armazenamento de lamas, seguindo a aplicação da metodologia de cálculo descrita no ANEXO V – METODOLOGIA ESTIMATIVA EMISSÕES DIFUSAS, foram consideradas as seguintes características/pressupostos:

1. Material Armazenado

- a. Quantidade armazenada – 70.507 toneladas, de acordo com a informação facultada pelo proponente.
- b. Teor de humidade do material durante a descarga de material e o armazenamento e carga de material – 3,6%²⁵.
- c. Teor de finos – 3,8%²⁶.

²³ EMEP/EEA *Air Pollution Emission Inventory Guidebook*, (2019). 2.A.5.a *Quarrying and mining of minerals other than coal*.

²⁴ AP-42/USEPA *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*, (2006). Chapter 13.2.4 – *Aggregate Handling and Storage Piles*; Chapter 13.2.5 *Industrial Wind Erosion*.

²⁵ AP-42 (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors*), USEPA (1995). Chapter 13.2.4: *Aggregate Handling And Storage Piles* – considerou-se o valor médio do teor de humidade relativo a escórias (por falta de informação mais detalhada, considerou-se que estas correspondem ao material mais semelhante às lamas desidratadas).

²⁶ AP-42 (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors*), USEPA (1995). Chapter 13.2.4: *Aggregate Handling And Storage Piles* – considerou-se o valor médio do teor de finos relativo a escórias (por falta de informação mais detalhada, considerou-se que estas correspondem ao material mais semelhante às lamas desidratadas).

d. Densidade – 1,01 ton/m³.²⁷

2. Pilha de armazenamento

- a. Altura pilha – 4,3 metros, que corresponde à altura média do armazém de lamas desidratadas, de acordo com a informação facultada pelo proponente. Para os cálculos efetuados, considerou-se o armazenamento
- b. Ângulo de inclinação da pilha – 42,5°. Assumiu-se que o ângulo de inclinação de pilhas cónicas varia entre os 40° e os 45°.
- c. Área de exposição pilha – 1755,1 m², que foi determinada segundo a aplicação da fórmula sistematizada no ANEXO V – METODOLOGIA ESTIMATIVA EMISSÕES DIFUSAS.
- d. Número de pilhas – 1. Considerou-se uma pilha única de armazenamento.

3. Condições meteorológicas

- a. Velocidade do vento média – 2,17 m/s, de acordo com o ano meteorológico considerado na presente avaliação.
- b. Percentagem de dias no ano com pelo menos 0.254 mm de precipitação – 40,98% do ano, de acordo com o ano meteorológico considerado na presente avaliação.
- c. Percentagem de tempo com velocidades de vento superiores a 5,36 m/s – 1,44% do ano, de acordo com o ano meteorológico considerado na presente avaliação..

Na Tabela A.IV 6 do ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICOS E ODORESapresentam-se as emissões difusas de PM10 e PM2,5 geradas durante o manuseamento e o armazenamento de lamas desidratadas no edifício de armazenamento.

Tráfego Rodoviário

A Tabela A.IV 5 ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICO apresenta os valores de emissão de PM10 e PM2,5 para o tráfego rodoviário (inclui ligeiros e pesados) das vias consideradas na presente avaliação, que foram determinadas seguindo a mesma metodologia que a aplicada para o NO₂ (Item V.4.1 NO₂).

V.4.5 Odores

De acordo com a descrição das condições de operação da unidade centralizada de tratamento de lamas considerou-se, com potencial de emissão de odores, as fases do armazenamento de lamas desidratadas e do sistema de desodorização.

²⁷ Metcalf & Eddy, 2016. Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos, 5ªEdição. s.l.:Denise Weber Nowaczyk.

As restantes etapas previstas para a fase de exploração do projeto (Receção de lamas externas desidratadas, Receção de lamas externas líquidas, Sistema de desidratação e armazenamento de lamas desidratadas interna (Serzedelo I e II), Edifício Hidrólise Térmica, Arrefecimento e recirculação de lamas, Edifício de aquecimento de lamas e Desidratação de lamas) não tenderão a promover emissões de odores, uma vez que os processos ou ocorrem em locais fechados ou são encaminhados para o sistema de desodorização.

Armazenamento de lamas

Na fase de armazenamento de lamas desidratadas, ainda que seja expectável uma emissão reduzida de odores, pelo facto de estas já terem passado pelos processos de hidrólise e de dupla desidratação (que será efetuada com parafusos que atenua a emissão de odores, como indicado na memória descritiva do projeto)²⁸, para se avaliar um cenário mais conservativo, considerou-se relevante contemplar a emissão de odores provenientes desta fase. À emissão determinada, que teve por base o fator de emissão disponível em bibliografia de referência representativo desta fase²⁹, à semelhança ao efetuado na estimativa de emissões de PM10 e PM2,5, aplicou-se um fator de redução de emissões de 50%, tendo em conta que o armazém semi-aberto irá permitir atenuar as emissões para o exterior.

A emissão de odores determinada encontra-se sintetizada na Tabela A.IV 7 do ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICOS E ODORES.

Sistema de Desodorização

O sistema de desodorização previsto (duas unidades), de acordo com a informação facultada pelo proponente, irá permitir o tratamento dos efluentes odoríferos provenientes do Edifício de receção de lamas externas desidratadas, Edifício desidratação e armazenamento de lamas internas, Edifício de Hidrólise Térmica, Edifício de aquecimento de lamas e Edifício de desidratação de lamas.

Para a determinação da emissão de odores (Tabela A.IV 7 do ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICOS E ODORES) foi considerado o caudal volúmico previsto de cada unidade, facultado pelo proponente, e a concentração expectável à saída de sistemas de desodorização, disponível no *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment*³⁰.

²⁸ Han, Z., Qi, F., Li, R., Wang, H., & Sun, D. (2020). Health impact of odor from on-situ sewage sludge aerobic composting throughout different seasons and during anaerobic digestion with hydrolysis pretreatment. *Chemosphere*, 249, 126077. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126077>; Pinto, A. (2019). Avaliação do desempenho da desidratação mecânica por centrifugação de lamas anaerobiamente digeridas: Caso de estudo de seis ETAR em Portugal (Tese de mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa) <http://hdl.handle.net/10362/152444>

²⁹ Odour & Environmental Engineering Consultants (2005). Odour impact assessment of current and proposed courtown wwtp, Courtown, co. Wexford

³⁰ Waste Treatment | Eippcb. (2018). <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/waste-treatment-0>

Etapas/Órgãos de tratamento de Serzedelo I e II

No presente estudo foram, também, consideradas as emissões de odores provenientes das etapas/órgãos de tratamento da ETAR de Serzedelo I e II, no sentido de se avaliar o efeito cumulativo com as fontes de odor previstas com a nova unidade centralizada de tratamento de lamas.

Neste sentido, considerou-se, para a Serzedelo I, a obra de entrada, tanque de homogeneização, tanque de arejamento, decantador secundário e desidratação de lamas, e para Serzedelo II, a obra de entrada, desarenador/desengordurador, tratamento biológico, decantador secundário e espessamento mecânico de lamas (filtro de banda). A Tabela II-3 do item II.3 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FONTES EMISSORAS apresenta as características estruturais e a emissão de odores representativa da operação da ETAR de Serzedelo, que se assumiu que se manteriam inalteradas face à situação atual.

V.4.6 Síntese de Emissões

Da Figura V-4 à Figura V-9 apresentam-se as emissões determinadas para todos os poluentes em estudo (NO_2 , SO_2 , CO , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ e Odores) e para todas as fontes emissoras associadas à unidade centralizada de tratamento de lamas, cumulativamente com as fontes de Serzedelo I e II e as principais vias de tráfego presentes no domínio em estudo.

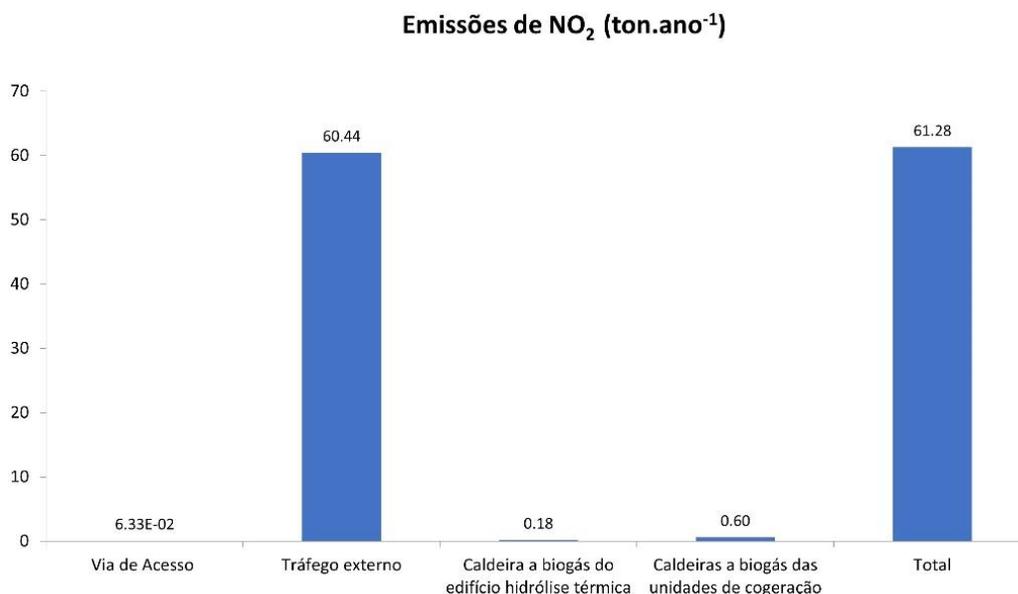


Figura V-4 – Apresentação das emissões de NO_2 (ton.ano⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.

Emissões de SO₂ (ton.ano⁻¹)

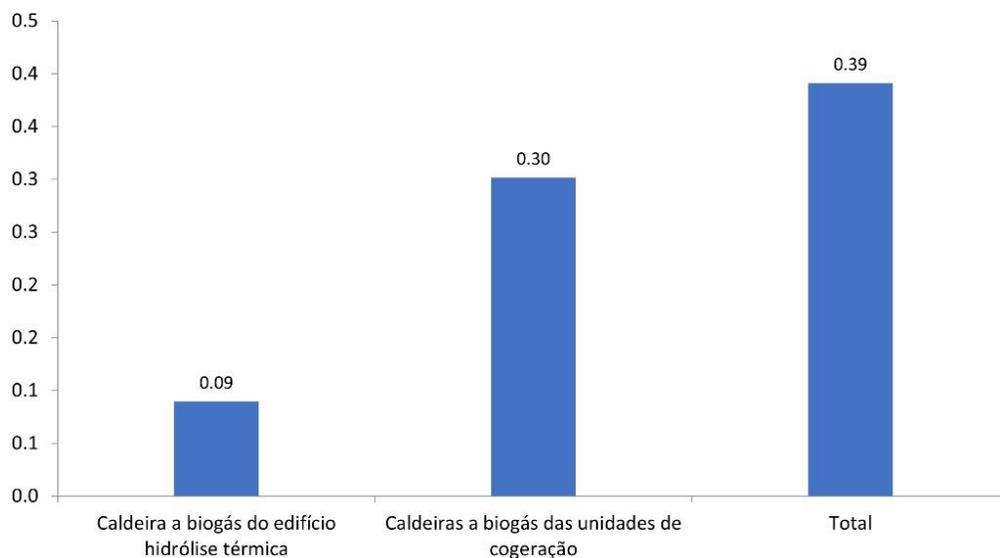


Figura V-5 – Apresentação das emissões de SO₂ (ton.ano⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.

Emissões de CO (ton.ano⁻¹)

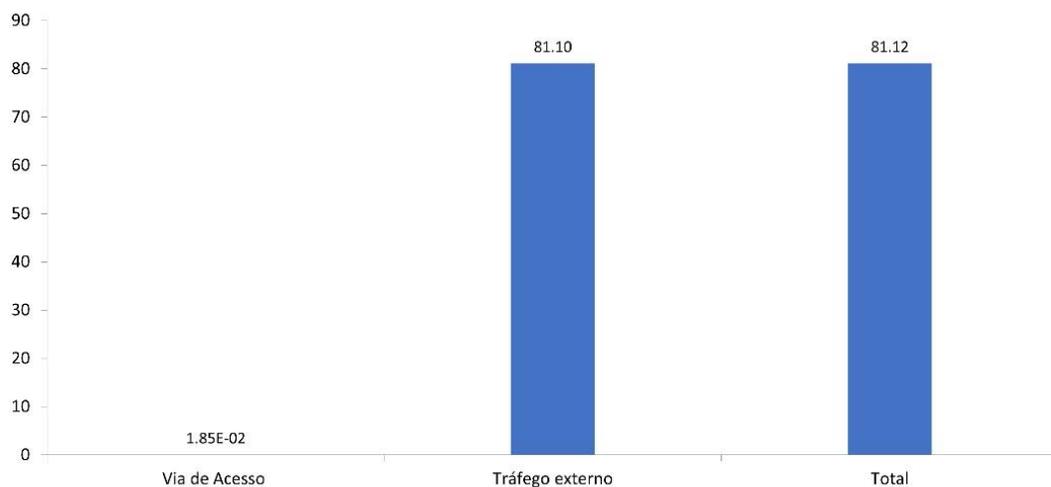


Figura V-6 – Apresentação das emissões de CO (ton.ano⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.

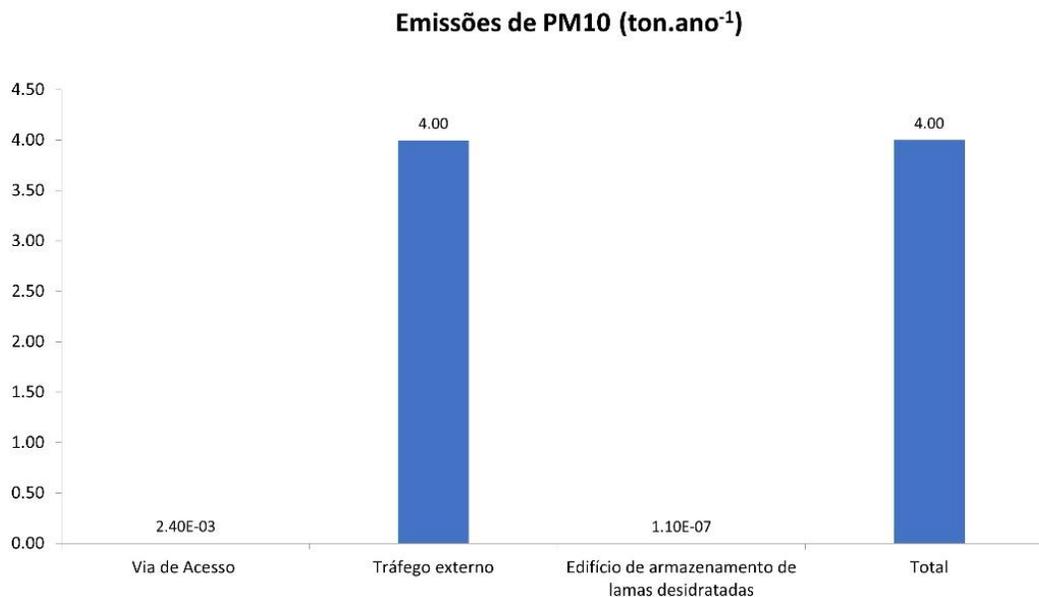


Figura V-7 – Apresentação das emissões de PM10 (ton.ano⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.

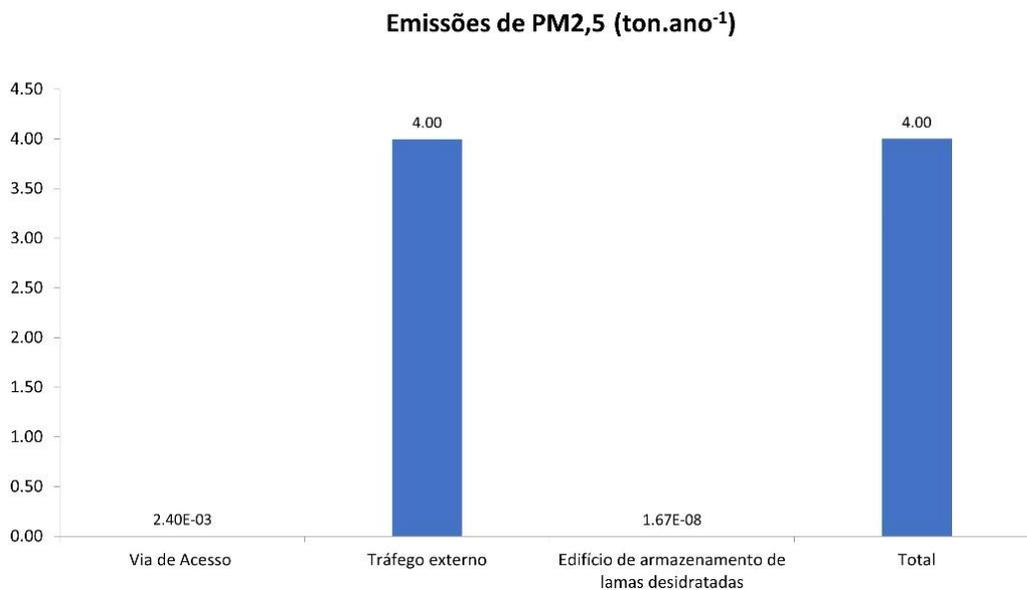


Figura V-8 – Apresentação das emissões de PM2,5 (ton.ano⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.

Emissões de Odores (UO_E-ano⁻¹)

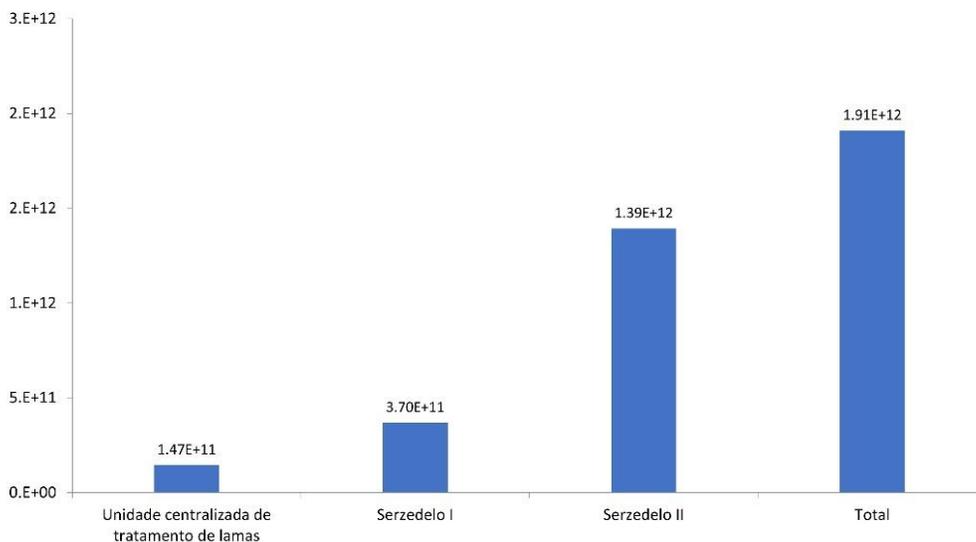


Figura V-9 – Apresentação das emissões de Odores (UO_E-ano⁻¹) para as fontes emissoras consideradas no presente estudo.

Síntese Interpretativa

- Os valores de emissão de NO₂ totais rondam as 61 toneladas por ano. O tráfego rodoviário externo ao projeto corresponde à principal fonte a contribuir para as emissões de NO₂, tendo em conta a emissão anual de 60 toneladas. Por outro lado, a operação da nova unidade centralizada de tratamento de lamas, tem um efeito residual face ao total das emissões, uma vez que a contribuição global (tráfego rodoviário e operação das caldeiras a biogás) é inferior a 0,85 toneladas por ano.
- Os valores de emissão de SO₂, geradas pelo funcionamento das caldeiras previstas para a nova unidade centralizada de tratamento de lamas, apresentam um valor total de 0,4 toneladas por ano. O valor máximo de 0,30 toneladas por ano é obtido para as caldeiras a biogás das unidades de cogeração e o valor mínimo de 0,09 toneladas por ano é obtido para a caldeira a biogás do edifício hidrólise térmica.
- Os valores de emissão de CO apresentam um valor máximo de 81 toneladas por ano para o tráfego rodoviário externo e um valor mínimo de 1,85x10⁻² toneladas por ano para as vias de acesso. Isso indica que o tráfego externo tem uma grande influência nos valores totais de emissão de CO, que rondam as 81 toneladas por ano.
- Os valores de emissão totais de PM₁₀ e PM_{2,5} rondam as 4 toneladas por ano, que são geradas, essencialmente, pelo tráfego rodoviário externo. Ao nível do edifício de armazenamento, verifica-se que as emissões são pouco significativas, na ordem de 1,10x10⁻⁷ toneladas por ano, para as PM₁₀, e de 1,67x10⁻⁸

toneladas por ano, para as PM_{2,5}. Verifica-se, também, que o tráfego associado ao projeto tem pouco relevo face às emissões do tráfego rodoviário externo.

- Os valores de emissão de odores apresentam um valor máximo de $1,39 \times 10^{12}$ UO_E por ano, derivado das fontes emissoras de Serzedelo II, e um valor mínimo de $1,47 \times 10^{11}$ UO_E por ano, gerado pelas para as fontes emissoras da unidade centralizada de tratamento de lamas (armazenamento de lamas desidratadas e sistema de desodorização). Isso indica que as fontes emissoras de Serzedelo II têm grande influência nos valores totais de emissão de odores, que rondam $1,91 \times 10^{12}$ UO_E por ano.

V.5 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

O estudo de qualidade do ar contempla a simulação da dispersão de poluentes para um ano de dados meteorológicos, tendo em conta as emissões inventariadas nas condições atuais.

O modelo utilizado para simular a dispersão de poluentes atmosféricos foi o AERMOD, versão 6.8.3, cuja descrição se encontra no ANEXO VI – DESCRIÇÃO DOS MODELOS UTILIZADOS.

O dióxido de azoto é um poluente fortemente afetado pelas reações fotoquímicas que ocorrem no ar ambiente, principalmente por via de reações associadas à formação/depleção de ozono. O modelo de simulação usado para a realização deste estudo apresenta vias alternativas para a simulação deste poluente. Nas simulações realizadas foi utilizado o “*Ozone Limiting Method*”, que faz uso das concentrações medidas de ozono na atmosfera para estimar a conversão dos óxidos de azoto em dióxido de azoto.

Desta forma, a contabilização da concentração de NO₂, em cada período horário, foi determinada em função da concentração de ozono existente no ar ambiente. Para este estudo, consideraram-se os valores médios de concentração de ozono em ar ambiente registados durante o período 2018-2022 na estação de Burgães/Santo Tirso.

No ANEXO VII – CONDIÇÕES PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE DISPERSÃO são apresentadas as considerações a ter em linha de conta na interpretação dos resultados provenientes do modelo de dispersão AERMOD.

V.6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA MODELAÇÃO DA DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E ODORES

V.6.1 DIÓXIDO DE AZOTO (NO₂)

A Figura V-10 e a Figura V-11 apresentam os mapas de distribuição do percentil 99,78 das médias horárias e médios anuais de NO₂, respetivamente. Ressalva-se que o mapa do percentil tem em consideração o número de excedências permitidas no ano civil (18 horas no ano civil).

A escala de concentrações aplicada abrange o valor limite horário e anual estipulado no Decreto-Lei nº 102/2010, na sua atual redação, para este poluente, 200 µg·m⁻³ e 40 µg·m⁻³, respetivamente. Os valores apresentados incluem o valor de fundo de 14,5 µg·m⁻³.

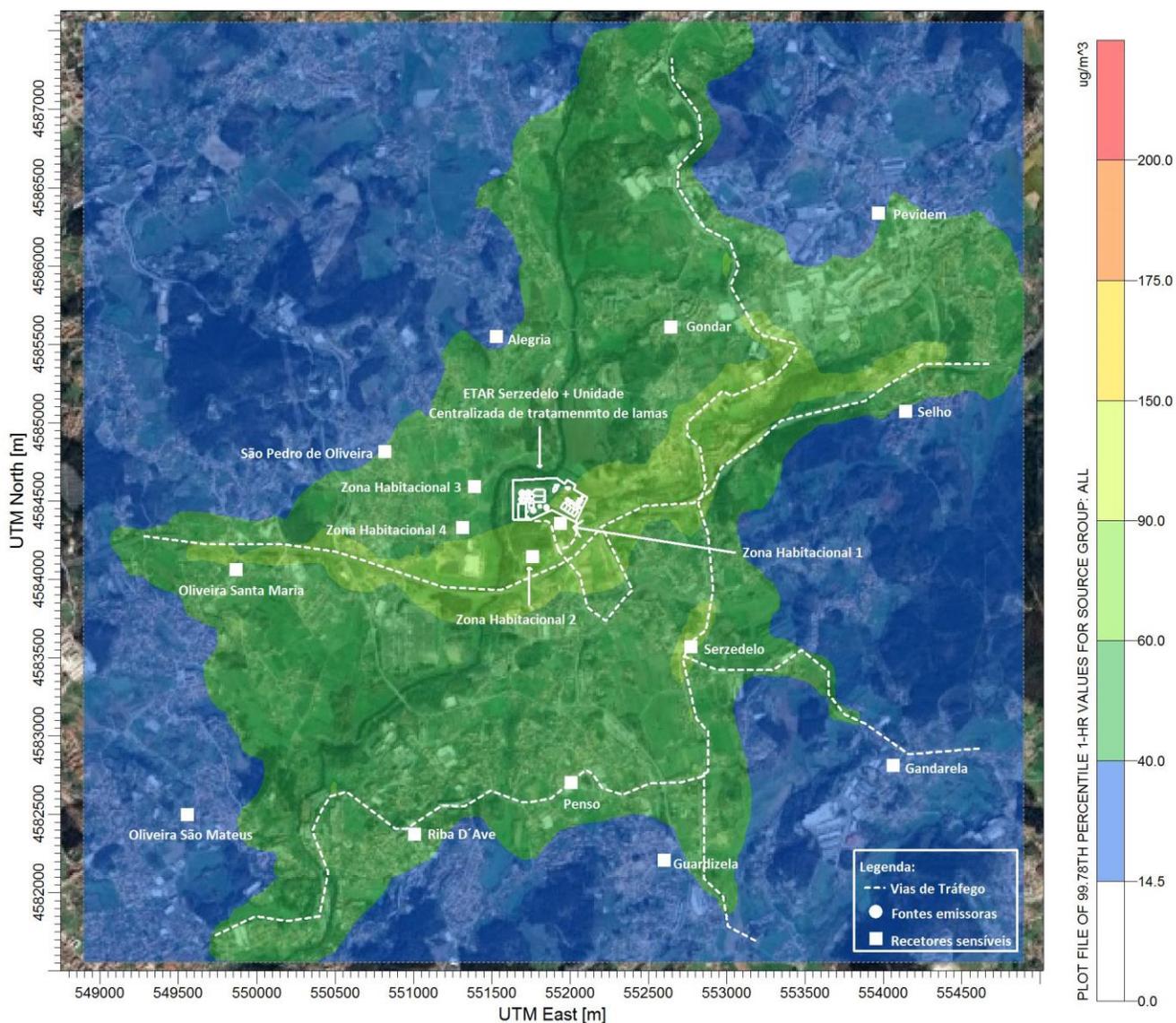


Figura V-10 – Campo estimado das concentrações do percentil 99,78 das médias horárias de NO₂ (µg·m⁻³) verificadas no domínio em análise.

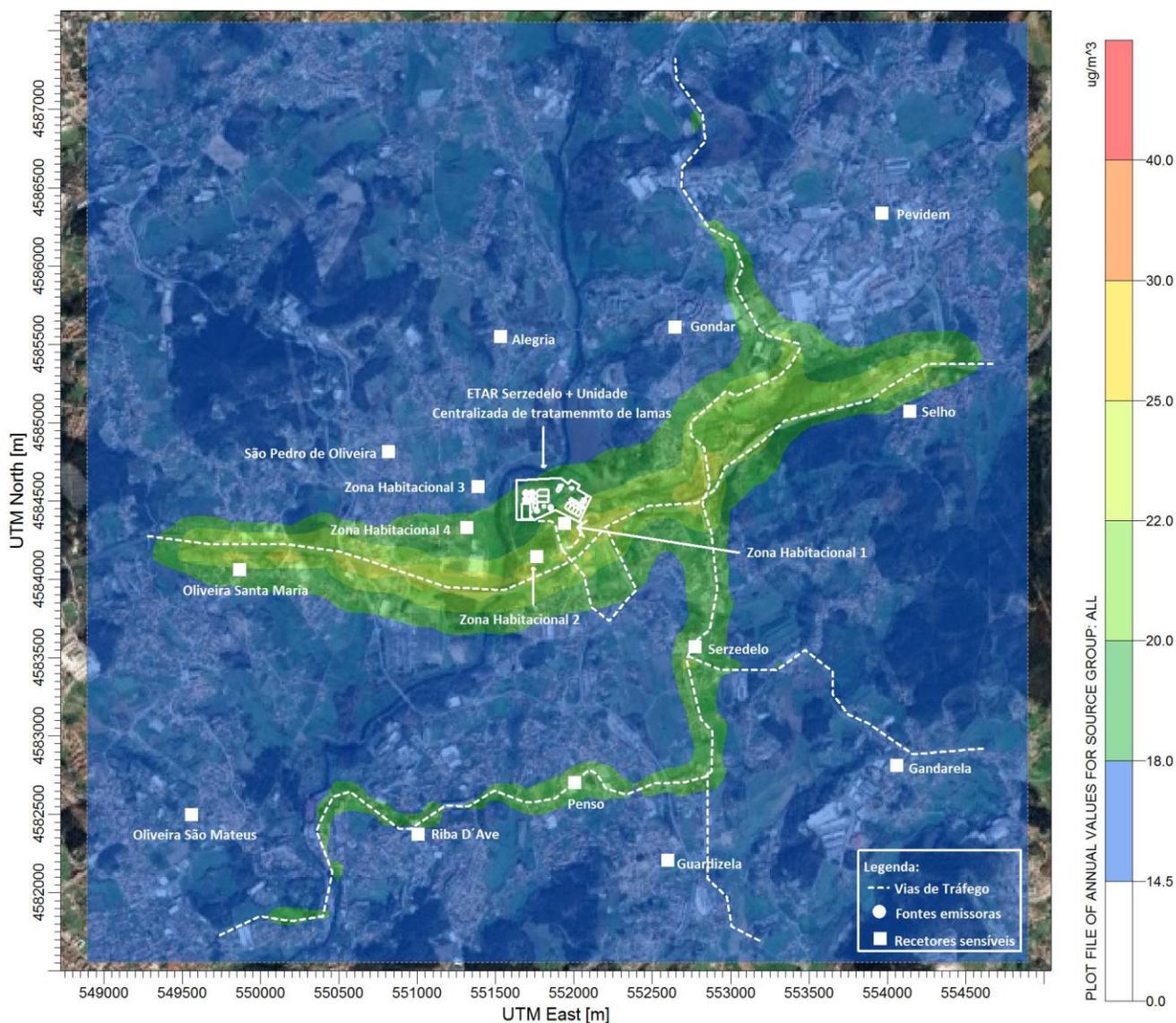


Figura V-11 – Campo estimado das concentrações médias anuais de NO₂ (µg·m⁻³) verificadas no domínio em análise.

Síntese Interpretativa

- O mapa de distribuição do percentil 99,78 das médias horárias de NO₂ mostra que, no domínio em estudo, não são registadas concentrações horárias acima do respetivo valor limite (200 µg·m⁻³).
- Em termos anuais, também não são registadas concentrações acima do respetivo valor limite (40 µg·m⁻³).
- Os valores horários e anuais mais elevados são obtidos ao longo das vias de tráfego externo, com destaque para a A7.

A Tabela V-2 resume os valores máximos estimados para o NO₂, e estabelece a sua comparação com os respetivos valores limite legislados (Decreto-Lei nº 102/2010, na sua atual redação). Os resultados são expressos no 19º máximo horário e na média anual. Os valores apresentados incluem o valor de fundo de 14,5 µg·m⁻³.

Tabela V-2 – Resumo dos valores estimados de NO₂ e comparação com os respetivos valores limite legislados

Período	VL (µg·m ⁻³)	VE (µg·m ⁻³)		Área do domínio (km ²) com excedência	
		Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾	Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾
19º Máximo horário	200	70,0	42,2	0	0
			125,4		0
Anual	40	25,1	19,8	0	0
			35,7		0

Legenda VE – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite

⁽¹⁾ Sem aplicação do Fator F2 implica considerar que os valores são estatisticamente representativos das condições reais

⁽²⁾ Com a aplicação do Fator F2 considera-se que os valores reais podem ser o dobro (F2D) ou metade (F2M) dos valores estimados

Síntese Interpretativa

- Relativamente ao 19º valor máximo horário de NO₂, apresentam-se valores inferiores ao respetivo valor limite legal (200 µg·m⁻³), sem e com a aplicação do fator F2, em todo o domínio em estudo, verificando-se, assim, o cumprimento da legislação.
- Os valores anuais deste poluente são, igualmente, inferiores ao respetivo valor limite, sem e com a aplicação do fator F2 aos valores estimados, em todo o domínio em estudo.
- Os valores mais elevados são resultantes das emissões provenientes do tráfego rodoviário das vias externas, com destaque para a A7.

V.6.2 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO₂)

A Figura V-12 e a Figura V-13 apresentam os mapas de distribuição do percentil 99,71 das médias horárias e do percentil 98,90 das médias diárias de SO₂, respetivamente. Ressalva-se que o mapa das médias horárias (percentil 99,78) e médias diárias (percentil 98,90) tem em consideração o número de excedências permitidas no ano civil (24 horas e 3 dias no ano civil, respetivamente, para o período horário e diário).

A escala de concentrações aplicada abrange os valores limite horário e diário estipulados no Decreto-Lei nº 102/2010, na sua atual redação, para este poluente, $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ e $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, respetivamente. Para este poluente, não foi possível determinar o respetivo valor de fundo.

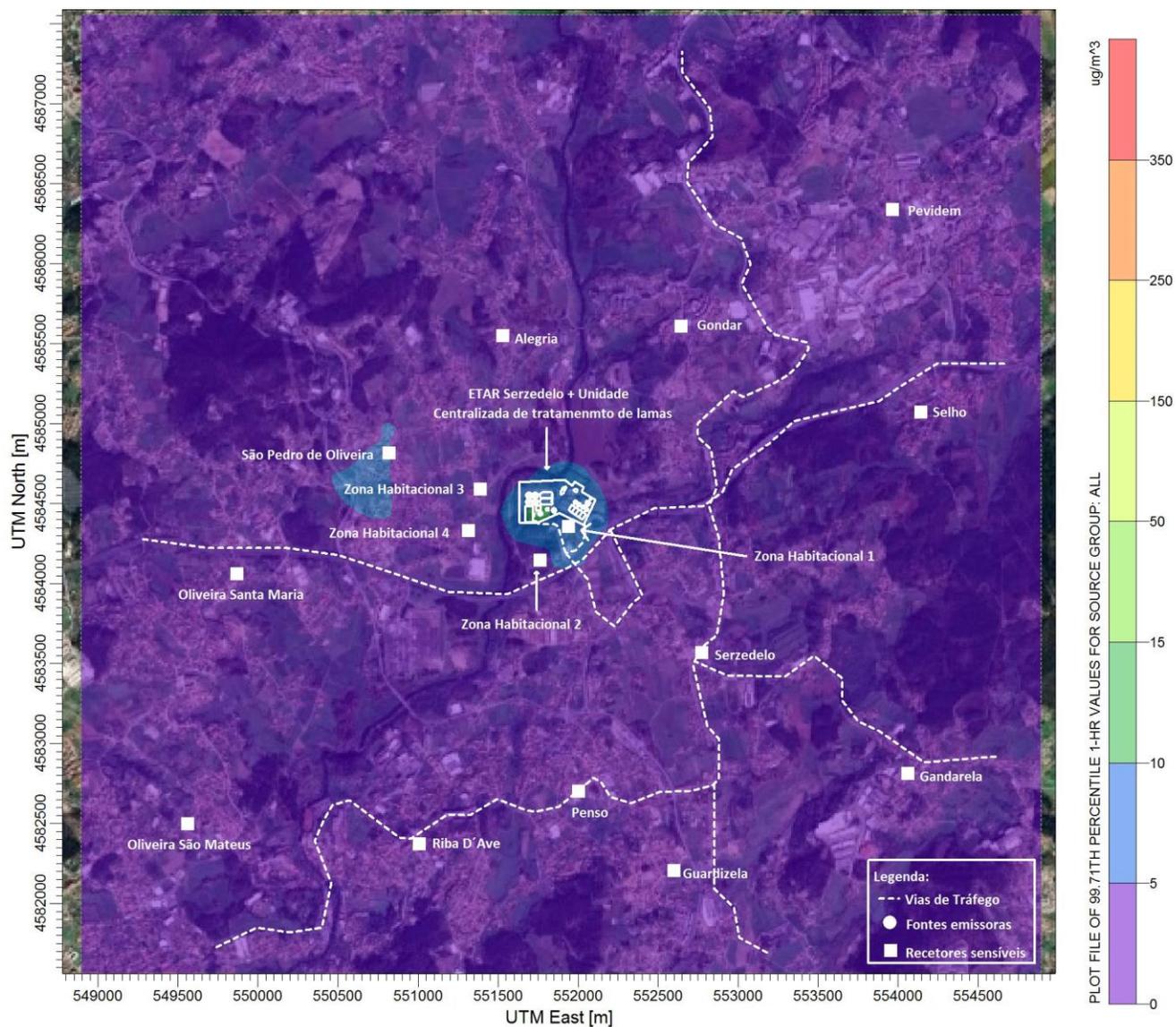


Figura V-12 – Campo estimado das concentrações do percentil 99,71 das médias horárias de SO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) verificadas no domínio em análise.

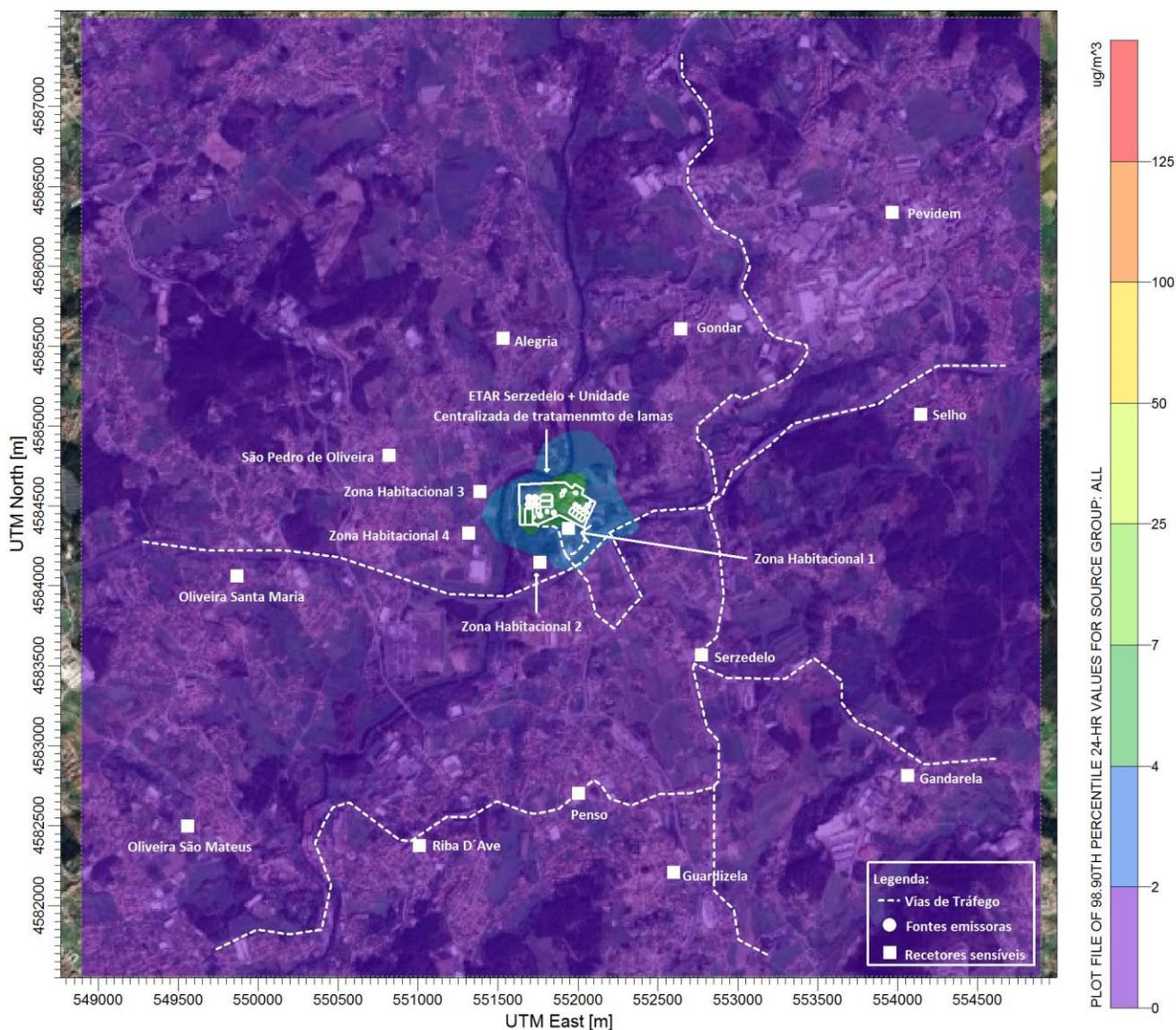


Figura V-13 – Campo estimado das concentrações do percentil 98,90 das médias diárias de SO₂ (µg·m⁻³) verificadas no domínio em análise.

Síntese Interpretativa

- Os mapas de distribuição do percentil 99,71 das médias horárias e do percentil 98,90 das médias diárias de SO₂ mostra que, na área de estudo não são registadas concentrações acima dos respetivos valores limite.
- Não se verifica a afetação de recetores sensíveis, com níveis superiores ao permitido na legislação, estando, desta forma, salvaguardada a proteção da saúde humana.

- Os valores estimados são reduzidos, uma vez que as únicas fontes a contribuir para os níveis de concentração estimados deste poluente, correspondem às caldeiras a biogás da nova unidade centralizada de tratamento de lamas, associadas à hidrólise térmica e à unidade de cogeração.

A Tabela V-2 resume os valores máximos estimados para o SO₂, na situação atual, e estabelece a sua comparação com os respetivos valores limite legislados (Decreto-Lei n.º 102/2010, na sua atual redação). Os resultados são expressos no 25.º máximo horário e no 4.º máximo diário. Para este poluente, não foi possível determinar o respetivo valor de fundo.

Tabela V-3 – Resumo dos valores estimados de SO₂ e comparação com os respetivos valores limite legislados

Período	VL (µg·m ⁻³)	VE (µg·m ⁻³)		Área do domínio (km ²) com excedência	
		Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾	Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾
25.º Máximo horário	350	14,7	7,4	0	0
			29,5		0
4.º Máximo Diário	125	8,0	4,0	0	0
			16,0		0

Legenda VE – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite

⁽¹⁾ Sem aplicação do Fator F2 implica considerar que os valores são estatisticamente representativos das condições reais.

⁽²⁾ Com a aplicação do Fator F2 considera-se que os valores reais podem ser o dobro ou metade dos valores estimados.

Síntese Interpretativa

- Verifica-se o cumprimento dos requisitos legais estabelecidos para o SO₂, em todo o domínio avaliado, sem e com a aplicação do fator F2 aos resultados estimados, em termos horários e diários.
- De acordo com os valores estimados, a proteção da saúde humana encontra-se salvaguardada, uma vez que não existe a afetação de recetores sensíveis, com níveis superiores ao permitido na legislação.
- Das fontes consideradas para a avaliação deste poluente (caldeiras a biogás da hidrólise térmica e das unidades de cogeração), a fonte emissora que mais contribui para os valores máximos estimados corresponde às duas caldeiras a biogás das unidades de cogeração.

V.6.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

A Figura V-14 apresenta o mapa de distribuição de valores máximos das médias octohorárias de CO, para a situação futura.

A escala de concentrações aplicada abrange o valor limite octohorário estipulado no Decreto-Lei nº 102/2010, na sua atual redação, para este poluente, 10.000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Para este poluente, não foi possível determinar o respetivo valor de fundo.

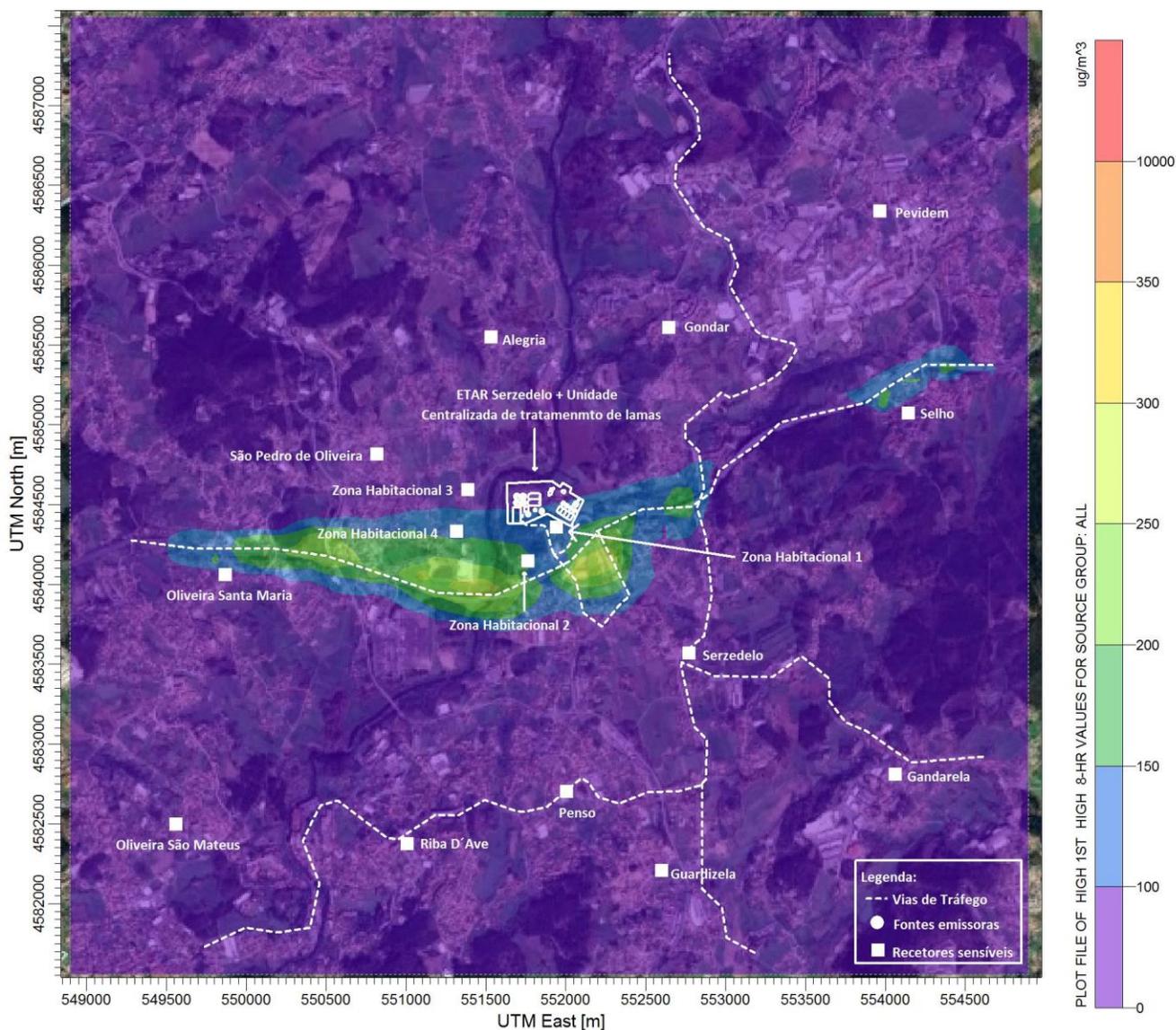


Figura V-14 – Campo estimado das concentrações máximas das médias octohorárias de CO ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) verificadas no domínio em análise.

Síntese Interpretativa

- O mapa de distribuição das concentrações máximas octohorárias de CO mostra que, no domínio em estudo, não são registadas concentrações acima do respetivo valor limite ($10.000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).
- O único grupo emissor a contribuir para as concentrações estimadas corresponde ao tráfego rodoviário, destacando-se a influência do tráfego das vias externas, nomeadamente da A7.

A Tabela V-4 resume os valores máximos estimados para o CO, na situação futura, e estabelece a sua comparação com o respetivo valor limite legislado (Decreto-Lei nº 102/2010, na sua atual redação). Para este poluente, não foi possível determinar o respetivo valor de fundo.

Tabela V-4 – Resumo dos valores estimados de CO e comparação com o respetivo valor limite legislados

Período	VL ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Área do domínio (km^2) com excedências	
		Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾	Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾
Octohorário	10.000	167,9	84,0 335,8	0	0 0

Legenda VE – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite

⁽¹⁾ Sem aplicação do Fator F2 implica considerar que os valores são estatisticamente representativos das condições reais

⁽²⁾ Com a aplicação do Fator F2 considera-se que os valores reais podem ser o dobro (F2D) ou metade (F2M) dos valores estimados

Síntese Interpretativa

- Observa-se o cumprimento do valor limite octohorário, em todo o domínio em estudo, sem e com a aplicação do fator F2 aos valores estimados.
- Os valores mais elevados são resultantes das emissões provenientes do tráfego rodoviário das vias externas, com destaque para a A7.

V.6.4 PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO (PM10)

A Figura V-15 e a Figura V-16 apresentam os mapas de distribuição do percentil 90,41 das médias diárias e médios anuais de PM10, respetivamente, para a situação futura. Ressalva-se que o mapa do percentil tem em consideração o número de excedências permitidas no ano civil (35 dias no ano civil).

A escala de concentrações aplicada abrange o valor limite diário e anual estipulado no Decreto-Lei nº 102/2010, na sua atual redação, para este poluente, $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ e $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, respetivamente. Os valores apresentados incluem o valor de fundo de $18,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

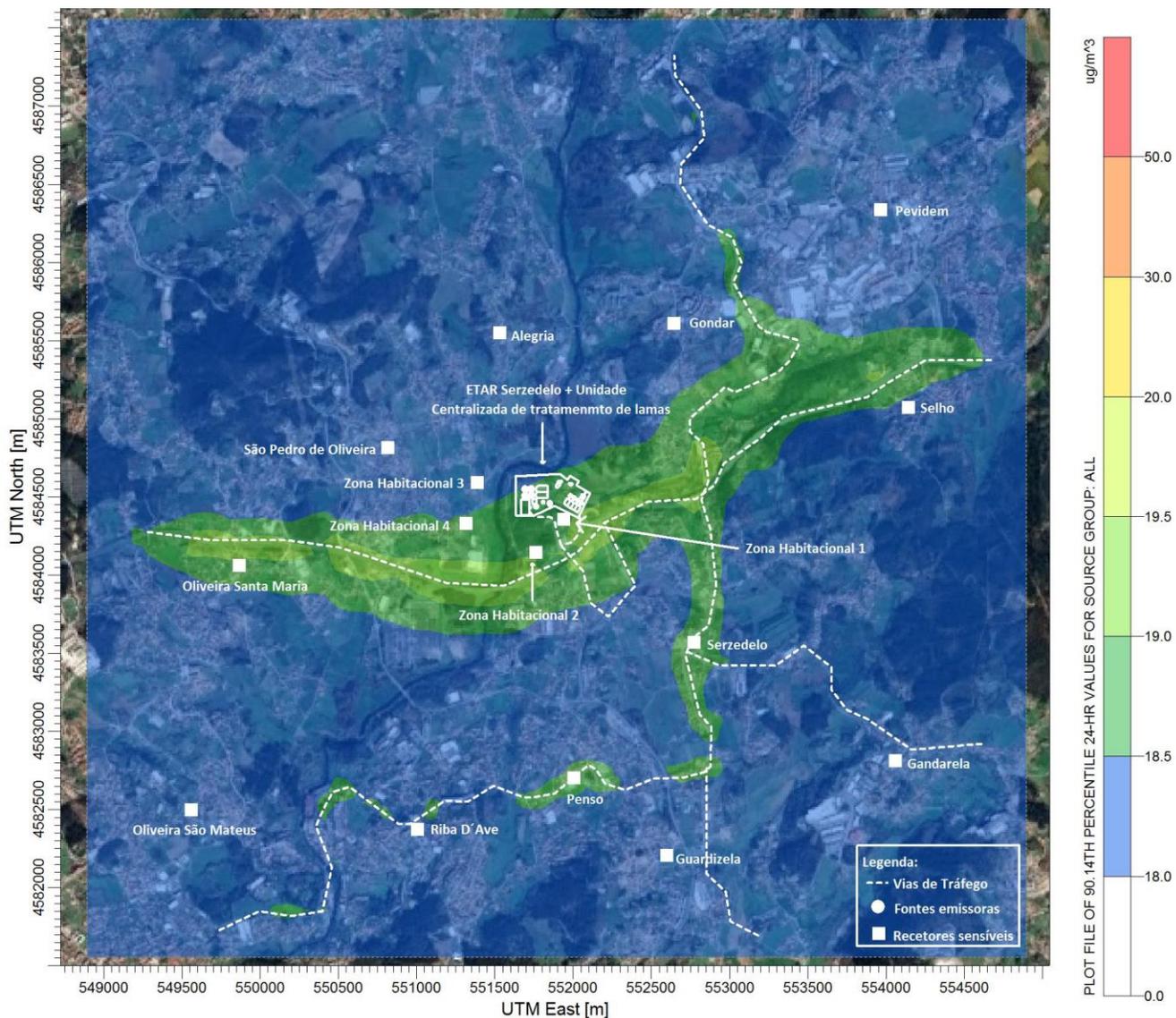


Figura V-15 – Campo estimado das concentrações do percentil 90,14 das médias diárias de PM10 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) verificadas no domínio em análise.

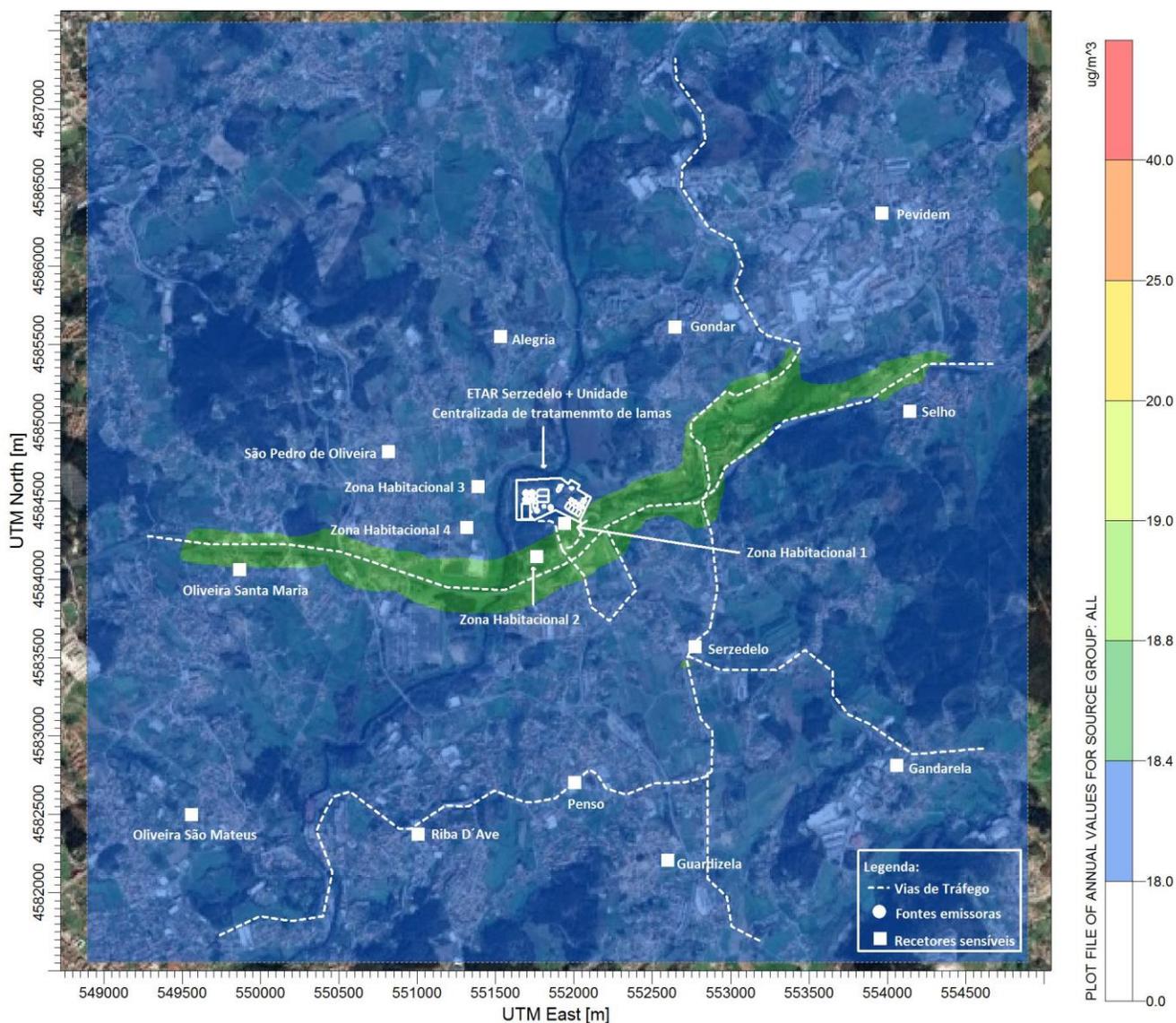


Figura V-16 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM10 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) verificadas no domínio em análise.

Síntese Interpretativa

- O mapa de distribuição das concentrações do percentil 90,14 das máximas das médias diárias de PM10, apresenta concentrações abaixo do respetivo valor limite ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) em todo o domínio em estudo.
- Em termos anuais, o mapa de distribuição de concentrações também evidencia o cumprimento do valor limite anual ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), em todo o domínio em estudo.
- Tal como para os poluentes NO_2 e CO , o grupo emissor com maior influência nas concentrações estimadas

corresponde ao tráfego rodoviário das vias externas. Observa-se, ainda, a forte influência do valor de fundo para os valores estimados ($18,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

A Tabela V-5 resume os valores máximos estimados para as PM10, na situação futura, e estabelece a sua comparação com os respetivos valores limite legislados (Decreto-Lei nº 102/2010, na sua atual redação). Os resultados são expressos no 36º máximo diário e na média anual. Os valores apresentados incluem o valor de fundo de $18,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Tabela V-5 – Resumo dos valores estimados de PM10 e comparação com os respetivos valores limite legislados

Período	VL ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Área do domínio (km^2) com excedência	
		Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾	Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾
36º Máximo diário	50	19,6	18,8	0	0
			21,3		0
Anual	40	18,8	18,4	0	0
			19,6		0

Legenda

VE – Valor Máximo Obtido na Simulação

VL – Valor Limite

⁽¹⁾ Sem aplicação do Fator F2 implica considerar que os valores são estatisticamente representativos das condições reais.

⁽²⁾ Com a aplicação do Fator F2 considera-se que os valores reais podem ser o dobro ou metade dos valores estimados.

Síntese Interpretativa

- Relativamente ao 36º valor máximo diário, os valores estimados para a situação futura são inferiores ao respetivo valor limite legal ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), sem e com a aplicação do fator F2, verificando-se, assim, o cumprimento da legislação.
- Os valores médios anuais de PM10 são, igualmente, inferiores ao respetivo valor limite, sem e com a aplicação do fator F2 aos valores estimados, em todo o domínio em estudo.
- Os valores mais elevados são resultantes das emissões provenientes do tráfego rodoviário das vias externas, com destaque para a A7. Observa-se, ainda, a influência do respetivo valor de fundo ($18,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) aplicado a este poluente.

V.6.5 PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO (PM_{2,5})

A Figura V-17 apresenta o mapa de distribuição de valores médios anuais de PM_{2,5}, respetivamente, para a situação futura.

A escala de concentrações aplicada abrange o valor alvo anual estipulado no Decreto-Lei nº 102/2010, na sua atual redação, para este poluente, 25 µg·m⁻³. Para este poluente, não foi possível determinar o respetivo valor de fundo.

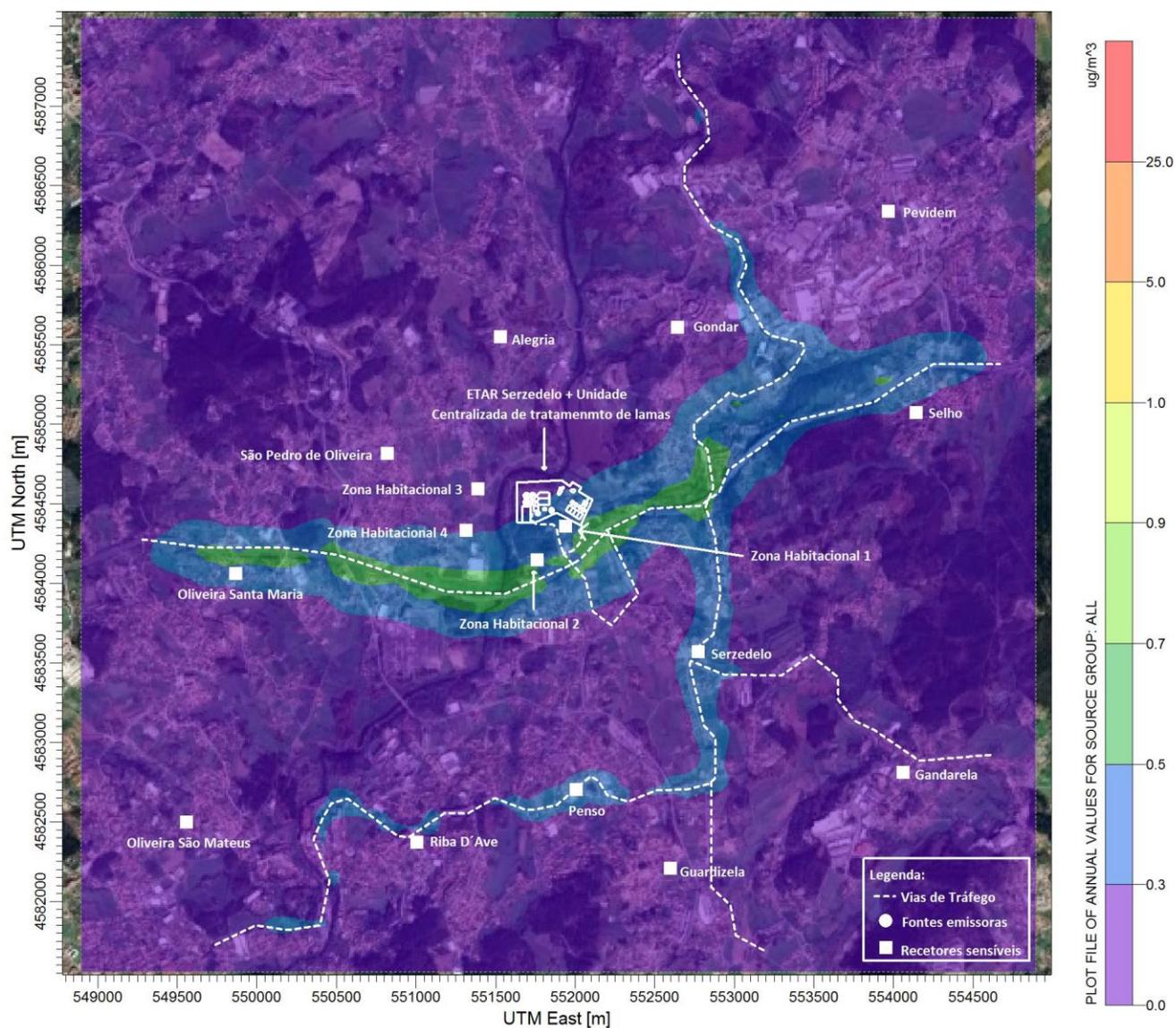


Figura V-17 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM_{2,5} (µg·m⁻³) verificadas no domínio em análise.

Síntese Interpretativa

- O mapa de distribuição das concentrações médias anuais de PM_{2,5}, regista concentrações bastante abaixo do respetivo valor limite (25 µg·m⁻³), em todo o domínio de simulação.
- Os valores anuais mais elevados são obtidos ao longo das vias de tráfego rodoviárias externas, acompanhando a mesma tendência que a verificada para os poluentes NO₂, CO e PM₁₀.

A Tabela V-6 resume os valores máximos estimados para as PM_{2,5}, na situação futura, e estabelece a sua comparação com o respetivo valor alvo legislado (Decreto-Lei nº 102/2010, na sua atual redação). Para este poluente, não foi possível determinar o respetivo valor de fundo.

Tabela V-6 – Resumo dos valores estimados de PM_{2,5} e comparação com o respetivo valor alvo legislado

Período	VA (µg·m ⁻³)	VE (µg·m ⁻³)		Área do domínio (km ²) com excedências	
		Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾	Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾
Anual	25	0,8	0,4	0	0
			1,6		0

Legenda VE – Valor Máximo Obtido na Simulação VA – Valor Alvo

⁽¹⁾ Sem aplicação do Fator F2 implica considerar que os valores são estatisticamente representativos das condições reais.

⁽²⁾ Com a aplicação do Fator F2 considera-se que os valores reais podem ser o dobro ou metade dos valores estimados.

Síntese Interpretativa

- Apresentam-se níveis médios anuais de PM_{2,5} significativamente abaixo dos 25 µg·m⁻³, sem e com a aplicação do fator F2, em todo o domínio em estudo.
- Os valores mais elevados são resultantes das emissões provenientes do tráfego rodoviário das vias externas, com destaque para a A7.

V.6.6 ODORES

A Figura V-18 apresenta o mapa de distribuição do percentil 98 (P98) concentrações horárias de odores estimadas para a situação futura.

A escala de concentrações aplicada abrange o valor de referência aplicado para odores ofensivos (onde se enquadra a instalação em estudo), 3 UO·m⁻³.

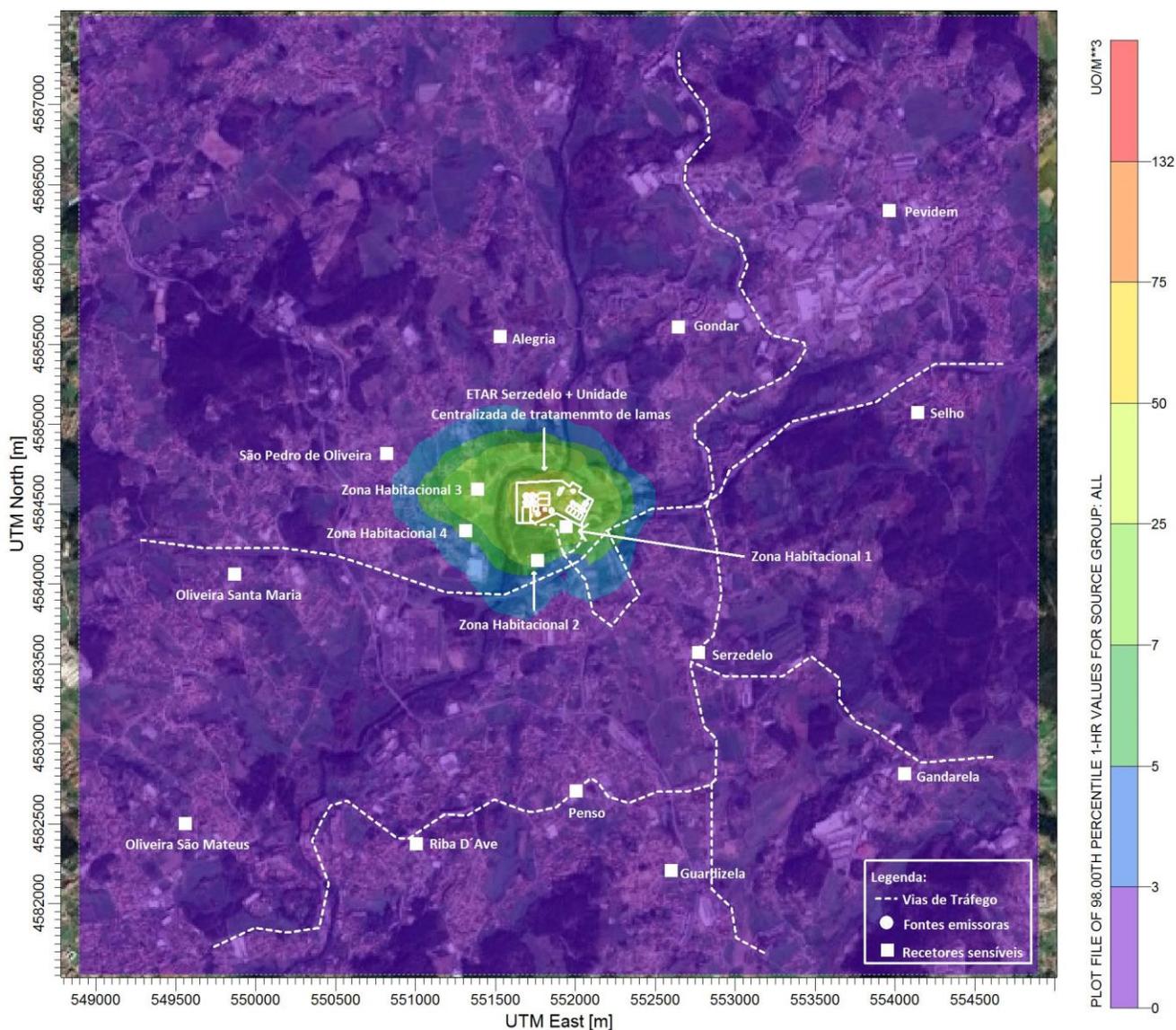


Figura V-18 – Campo estimado das concentrações do percentil 98 das médias horárias de odores ($UO \cdot m^{-3}$) verificadas no domínio em análise.

Síntese Interpretativa

- O mapa de distribuição do Percentil 98 das concentrações médias horárias de odores, mostra que os valores mais elevados são registados dentro do perímetro do local de implantação da nova unidade centralizada de tratamento de lamas e envolvente próxima.
- As habitações existentes na área envolvente próxima encontram-se acima do valor recomendado, em termos de incomodidade de odores, para odores ofensivos – $3 UO_E \cdot m^{-3}$. Os valores acima do valor

recomendado são verificados até uma extensão máxima de 1 km a oeste da zona de implantação do projeto. No entanto, importa salientar que, as fontes emissoras da ETAR de Serzedelo I e II promovem uma maior área de afetação com valores acima do recomendado, promovendo a afetação de recetores sensíveis (zonas habitacionais na envolvente). Considerando só as fontes do projeto em estudo, o valor acima do recomendado é registado apenas no interior da unidade centralizada de tratamento de lamas e envolvente próxima, sem afetação de recetores sensíveis..

A Tabela V-6 resume os valores estimados do Percentil 98 das concentrações médias horárias de Odores, e estabelece a sua comparação com o respetivo valor recomendado para odor ofensivo ($3 \text{ UO}_E \cdot \text{m}^{-3}$).

Tabela V-7 – Resumo dos valores estimados de odores e comparação com o respetivo valor recomendado

Período	VR ($\text{UO}_E \cdot \text{m}^{-3}$)	VE ($\text{UO}_E \cdot \text{m}^{-3}$)		Área do domínio (km^2) com excedências	
		Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾	Sem F2 ⁽¹⁾	Com F2 ⁽²⁾
Percentil 98 (horário)	3	131,9	66,0 263,9	1,4	0,6 2,7

Legenda VE – Valor Máximo Obtido na Simulação VR – Valor Recomendado

⁽¹⁾ Sem aplicação do Fator F2 implica considerar que os valores são estatisticamente representativos das condições reais.

⁽²⁾ Com a aplicação do Fator F2 considera-se que os valores reais podem ser o dobro ou metade dos valores estimados.

Síntese Interpretativa

- O valor máximo do Percentil 98 das concentrações médias horárias de Odores ultrapassa o valor recomendado, com e sem aplicação do fator F2, estando, no entanto, confinado à zona de implementação do projeto em estudo e envolvente próxima (até uma extensão máxima de 1 km a oeste da instalação).
- Sem a aplicação do fator F2, obtém-se valores superiores a $3 \text{ UO}_E \cdot \text{m}^{-3}$ em $1,4 \text{ km}^2$ da área do domínio (confinada ao interior da instalação e envolvente próxima), o que corresponde a 3,8% do domínio de estudo. Com aplicação do fator F2 mais conservativo, obtém-se valores superiores a $3 \text{ UO}_E \cdot \text{m}^{-3}$ em $2,7 \text{ km}^2$ da área do domínio, o que corresponde a 7,5% do domínio de estudo.
- Importa salientar que, as fontes emissoras da ETAR de Serzedelo I e II promovem uma maior área de afetação com valores acima do recomendado, promovendo a afetação de recetores sensíveis (zonas habitacionais na envolvente). Considerando só as fontes do projeto em estudo, o valor acima do recomendado é registado no interior da unidade centralizada de tratamento de lamas e envolvente próxima, sem afetação de recetores sensíveis.

V.7 SÍNTESE RESULTADOS MODELAÇÃO DOMÍNIO ESTUDO

De acordo com os valores estimados observa-se o cumprimento dos valores limites/alvo legislados para todos os poluentes em estudo (NO₂, SO₂, CO, PM10 e PM2,5), em todo o domínio em estudo. Verifica-se, desta forma, a proteção da saúde humana, uma vez que não ocorre a afetação de recetores sensíveis com níveis superiores ao permitido na legislação.

Os valores de concentração mais elevados, para os poluentes NO₂, CO, PM10 e PM2,5, estão associados às emissões das vias de tráfego rodoviário externas, com destaque para a A7. Para o poluente SO₂, os valores de concentração mais elevados estão associados às emissões das caldeiras a biogás das unidades de cogeração previstas para a nova unidade centralizada de tratamento de lamas.

Considera-se, assim, que o impacto da unidade centralizada de tratamento de lamas na qualidade do ar local, tenderá a ser negativo, direto, local, provável, permanente, reversível, imediato, de magnitude reduzida e pouco significativo.

Do estudo efetuado para o Percentil 98 dos valores médios horários de odores é possível observar que os valores mais elevados ocorrem nos recetores localizados no interior da ETAR/unidade centralizada de tratamento de lamas e na sua envolvente próxima. O valor máximo do Percentil 98 das concentrações médias horárias de odores ultrapassa o valor recomendado, sem e com a aplicação do fator F2, implicando a afetação das habitações existentes na área envolvente próxima com valores acima do valor recomendado em termos de incomodidade de odores, para odores ofensivos. No entanto, ressalva-se que as fontes emissoras da ETAR de Serzedelo I e II promovem uma maior área de afetação com valores acima do recomendado, promovendo a afetação de recetores sensíveis (zonas habitacionais na envolvente). Aliás, considerando apenas as fontes do projeto em estudo, o valor acima do recomendado é registado apenas no interior da unidade centralizada de tratamento de lamas, sem afetação de recetores sensíveis.

Apesar de se obterem valores acima do recomendado e de ocorrer a afetação de recetores sensíveis, estes são, maioritariamente, promovidos pelas fontes de Serzedelo I e II, externas ao projeto em estudo, estando as ultrapassagens da unidade centralizada de tratamento de lamas confinadas ao interior da instalação. Desta forma, considera-se que o próprio projeto tenderá a ter um impacto na qualidade do ar negativo, direto, local, provável, permanente, reversível, imediato, de magnitude reduzida e pouco significativo.

V.8 FASE DE DESATIVAÇÃO

A desativação da unidade centralizada de tratamento de odores, caso ocorram acções de desmantelamento, terão um impacte análogo ao da fase de construção (item IV AVALIAÇÃO DE IMPACTES NA FASE DE CONSTRUÇÃO).

Assim, o impacte associado à fase de desativação tenderá a ser negativo, direto, local, provável, temporário, reversível, imediato, de magnitude reduzida e pouco significativo.

VI MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO DE IMPACTES

Durante a fase de construção e desativação (no caso de ocorrerem ações de desmantelamento) do projeto recomenda-se que sejam tidas em consideração as seguintes medidas de minimização dos impactes na qualidade do ar:

- Seleção dos locais para estaleiros o mais afastados possíveis das zonas habitadas. Devem ser privilegiados locais de declive reduzido e com acesso próximo, para evitar ou minimizar movimentações de terras e aberturas de acessos e assim manter o controlo e minimização das emissões associadas a este tipo de infraestrutura;
- Devem ser estudados e escolhidos os percursos mais adequados para proceder ao transporte de equipamentos e materiais de/para o estaleiro, minimizando a passagem no interior dos aglomerados populacionais e junto a recetores sensíveis;
- Assegurar o transporte de materiais de natureza pulverulenta ou do tipo particulado em veículos adequados, com a carga coberta, de forma a impedir a dispersão de poeiras;
- Proceder à manutenção e revisão periódica de todas as máquinas e veículos afetos à obra, de forma a manter as normais condições de funcionamento e assegurar a minimização das emissões gasosas;
- Humedecimento periódico das vias de circulação de maquinaria pesada, da instalação das áreas de desaterro/terraplanagem junto a barreiras naturais e a montante dos ventos dominantes face a potenciais recetores;
- Antes de saírem para as vias públicas, as rodas dos veículos devem ser devidamente lavados de modo a evitar o arrastamento de terras e lamas para o exterior da zona de obras.

Em relação à fase de exploração do projeto, nas condições de funcionamento previstas da unidade centralizada de tratamento de lamas, tendo em conta os resultados obtidos no presente estudo, não se identificam medidas de minimização de relevo a serem aplicadas para redução das emissões de poluentes atmosféricos e de odores.

No entanto, reforça-se a necessidade de se garantir o correto funcionamento do sistema de desodorização, para tratamento das emissões de odores. Na eventualidade de existirem queixas da vizinhança por causa dos odores, poderá haver a necessidade de se avaliar a integração de outras etapas de tratamento no sistema de desodorização.

VII PLANO DE MONITORIZAÇÃO

VII.1 Fontes Pontuais

Para as fontes pontuais previstas para a nova unidade centralizada de tratamento de lamas, de acordo com o nº1 do Artigo 15º do Decreto-Lei nº 39/2018, a monitorização das emissões deve ser realizada duas vezes por ano civil, com um intervalo mínimo de dois meses entre medições, devendo respeitar os requisitos estabelecidos no nº 2 da parte 2 do Anexo II, do referido Decreto-Lei. De acordo com os resultados obtidos, a periodicidade de monitorização pode ser revista. Caso os caudais mássicos dos poluentes sejam, consistentemente, inferiores aos seus limiares mássicos médios e superiores ou iguais aos seus limiares mássicos mínimos, a monitorização das emissões pode ser realizada, no mínimo, uma vez de três em três anos (nº4 do Artigo 15º). Caso os caudais mássicos dos poluentes sejam, consistentemente, inferiores aos seus limiares mássicos mínimos, a monitorização das emissões pode ser realizada, no mínimo, uma vez de cinco em cinco anos (nº5 do Artigo 15º).

Face à tipologia das fontes pontuais previstas, caldeiras a biogás, a monitorização a efetuar deve contemplar os poluentes NO_x, SO₂ e COV, que correspondem aos poluentes com valor limite de emissão na legislação em vigor.

Embora o poluente CO não apresente valor limite de emissão definido na legislação, este tem de ser incluído no plano de monitorização a efetuar, de acordo com o Artigo 13º do Decreto-Lei nº 39/2018.

A empresa acreditada, responsável pelas monitorizações, deve respeitar as respetivas normais aplicáveis.

Os resultados da monitorização devem ser remetidos à CCDR territorialmente competente, existindo um prazo de 45 dias corridos contados da data de realização da monitorização pontual (Artigo 16º).

VII.2 Sistema de desodorização

Ao nível do sistema de desodorização previsto para a nova unidade centralizada de tratamento de lamas considera-se relevante a medição anual de odores à entrada e à saída do biofiltro para avaliação da eficiência de redução das emissões de odores (que deve ser superior a 95%) e o cumprimento do valor à saída de 1000 UO_E m⁻³³¹, através de amostragem em saco de tedlar e análise segundo a EN 13725: *Air quality – determination of odour concentration by dynamic olfactometry*.

VII.3 Qualidade Ar Ambiente

Dado o efeito pouco significativo e o carácter temporário dos impactes durante a fase de construção, sobre a qualidade do ar local, não se considera relevante a apresentação de um programa de monitorização na qualidade do ar para esta fase.

Para a fase de exploração considera-se que o projeto terá um efeito pouco significativo, face aos resultados obtidos, não se considerando, assim, relevante a apresentação de um programa de monitorização na qualidade do ar.

³¹ Waste Treatment | Eippcb. (2018). <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/waste-treatment-0>

VIII SÍNTESE CONCLUSIVA

O estudo de avaliação da qualidade do ar, na envolvente da ETAR de Serzedelo apresenta, na sua generalidade, uma boa qualidade do ar local, de acordo com os valores registados na estação de qualidade do ar de Burgães-Santo Tirso (período entre 2018 e 2022). Relativamente à análise do inventário de emissões de 2019, para o concelho de Guimarães, verifica-se grande influência do tráfego rodoviário, das fontes estacionárias e do setor de solventes.

Em termos das fontes emissoras identificadas na ETAR, nas condições atuais, foram consideradas para as emissões de odores, presentes na Avaliação do impacto da ETAR de Serzedelo II nos níveis de odores da envolvente, realizada em 2010³², associadas aos diversos órgãos de tratamento presentes na ETAR como, a obra de entrada, tanque de homogeneização, tanque de arejamento, decantador secundário, espessamento/desidratação de lamas, desarenador/desengordurador e o tratamento biológico. Em termos globais, a emissão anual de odores gerada pelo funcionamento da ETAR, nas condições atuais, ronda as $1,8 \times 10^{12}$ UO_E, promovendo concentrações estimadas, em termos de Percentil 98 dos valores médios horários, acima do valor recomendado, mas confinadas ao interior da ETAR (Serzedelo I e II) e na sua envolvente próxima, sem promover a afetação significativa de recetores sensíveis, tal como evidenciado no estudo de 2010³³.

A implementação do projeto (fase de construção) promove emissões de poluentes atmosféricos, derivadas, essencialmente, de movimentação de terras, construção de aterros e escavações, da circulação de veículos pesados e máquinas não rodoviárias, da erosão do vento, da aplicação de betão, com impacto na qualidade do ar local, no entanto, dado o carácter temporário considera-se que os impactes serão negativos, diretos, locais, prováveis, temporários, reversíveis, imediatos, de magnitude reduzida e pouco significativo.

Para a avaliação de impactes durante a fase de exploração, que foi realizada através da aplicação do modelo de dispersão atmosférica, foram consideradas as emissões associadas às fontes da unidade centralizada de tratamento de lamas cumulativamente com as fontes de Serzedelo I e II e as principais vias de tráfego presentes no domínio em estudo. A influência das restantes fontes emissoras, para as quais não foi possível aceder às características estruturais e operacionais, foi contemplada através dos valores de fundo, para os poluentes NO₂, e PM10 (para os restantes poluentes não foi possível determinar os respetivos valores de fundo) determinados a partir das medições efetuadas nas estações de monitorização de qualidade do ar de Burgães-Santo Tirso.

Os resultados obtidos demonstraram o cumprimento dos valores limite estipulados, para proteção da saúde humana, para os poluentes avaliados (NO₂, SO₂, CO, PM10 e PM2,5), não ocorrendo assim a afetação de recetores sensíveis. Os valores de concentração mais elevados, para os poluentes NO₂, CO, PM10 e PM2,5, estão associados às emissões das vias

³² REL.011A.20100917 UVW.06.2023 ETAR Serzedelo (2010). Avaliação do impacto da ETAR de Serzedelo II nos níveis de odores da envolvente.

³³ REL.011A.20100917 UVW.06.2023 ETAR Serzedelo (2010). Avaliação do impacto da ETAR de Serzedelo II nos níveis de odores da envolvente.

de tráfego rodoviário externas. Enquanto para o poluente SO₂, os valores de concentração mais elevados estão associados às emissões das caldeiras a biogás das unidades de cogeração.

Ao nível dos odores, apesar de se obterem valores acima do recomendado (3 UO_E m⁻³) e de ocorrer a afetação de recetores sensíveis, estes são, maioritariamente, promovidos pelas fontes de Serzedelo I e II, externas ao projeto em estudo, estando as ultrapassagens da unidade centralizada de tratamento de lamas confinadas ao interior da instalação. Desta forma, considera-se que o próprio projeto tenderá a ter um impacto na qualidade do ar negativo, direto, local, provável, permanente, reversível, imediato, de magnitude reduzida e pouco significativo.

IX SÍNTESE IMPACTES

Os impactes identificados no descritor de qualidade do ar do Estudo de Impacte Ambiental do projeto de implementação da Unidade Centralizada de tratamento de lamas, face às conclusões do estudo, encontram-se resumidos na Tabela IX-1.

Tabela IX-1 – Síntese de impactes na qualidade do ar

Descrição do impacte	Natureza	Tipo	Área de influência	Probabilidade	Duração	Reversibilidade	Desfasamento temporal	Magnitude	Significância	Caráter	Possibilidade de mitigação	
Fase de construção	Emissão de poluentes atmosféricos (material particulado e gases de combustão) derivada das ações previstas para esta fase	Negativo	Direto	Local	Provável	Temporário	Reversível	Imediato	Reduzida	Pouco significativo	Cumulativo	Mitigável
Fase de exploração	Emissão de poluentes atmosféricos associados à operação das caldeiras, tráfego rodoviário e armazém de lamas desidratadas	Negativo	Direto	Local	Provável	Permanente	Reversível	Imediato	Reduzida	Pouco significativo	Cumulativo	Mitigável
	Emissão de odores do sistema de desodorização e do armazém de lamas desidratadas											
Fase de desativação	Emissão de poluentes atmosféricos (material	Negativo	Direto	Local	Provável	Temporário	Reversível	Imediato	Reduzida	Pouco significativo	Cumulativo	Mitigável

Descrição do impacte	Natureza	Tipo	Área de influência	Probabilidade	Duração	Reversibilidade	Desfasamento temporal	Magnitude	Significância	Caráter	Possibilidade de mitigação
particulado e gases de combustão) a ocorrer durante as ações de desmantelaento											

Nota: os impactes residuais manter-se-ão inalterados, em termos de magnitude e significância face ao já apresentado na tabela.

X LACUNAS DE CONHECIMENTO / INFORMAÇÃO

No estudo de qualidade do ar foram detetadas as seguintes lacunas de informação:

- Não foram contempladas as emissões inerentes às principais unidades industriais existentes no domínio em estudo, por não ser possível aceder às características estruturais e operacionais específicas de cada uma das fontes emissoras. No entanto, a contribuição destas fontes emissoras foi contemplada no estudo, através do valor de fundo determinado com base nas medições efetuadas nas estações de qualidade do ar de fundo existentes no domínio em estudo, para os poluentes NO₂ e PM₁₀.
- Não foi possível estabelecer o valor de fundo para os poluentes SO₂, CO e PM_{2,5}, uma vez que não são medidos na estação de qualidade do ar representativa do local em estudo.
- Não foram considerados os dados de tráfego das vias municipais mais recentes, devido à falta de informações mais atualizadas. No entanto, não se considera que o volume de tráfego tenha sofrido alterações significativas, face ao registado em 2017, que condicionem os resultados do presente estudo.

XI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAP. Estatísticas do setor automóvel.

AP-42 (Compilation of Air Pollutant Emission Factors), USEPA (1995). Chapter 11.6: Mineral products industry: Concrete Batching.

AP-42/USEPA Compilation of Air Pollutant Emission Factors, (2006). Chapter 13.2.4 – Aggregate Handling and Storage Piles; Chapter 13.2.5 Industrial Wind Erosion.

AP-42 (Compilation of Air Pollutant Emission Factors), USEPA (1995). Chapter 13.2.4: Aggregate Handling And Storage Piles

ASF. Parque Automóvel Seguro, Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (antigo ISP - Instituto de Seguros de Portugal).

Câmara Municipal de Guimarães. (2017). Mapa de Ruído do Território de Guimarães.

Cong, X.C. et al. (2012). Effect of aggregate stockpile configuration and layout on dust emissions in an open yard. Applied Mathematical Modelling. 36 (2012) 5482-5491

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2017, de 10 de maio.

Distribuição Espacial de Emissões Nacionais (2015, 2017 e 2019) – Emissões totais por concelho em 2019. Elaborado pela Agência Portuguesa do Ambiente.

EMEP/CORINAIR, 2016 – Update Jul. 2018. Group1A3b (i-iv). Road Transport, Agência Europeia do Ambiente. Disponível em <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view>.

EMEP/EEA Air Pollution Emission Inventory Guidebook, (2019). 2.A.5.a Quarrying and mining of minerals other than coal.

Han, Z., Qi, F., Li, R., Wang, H., & Sun, D. (2020). Health impact of odor from on-situ sewage sludge aerobic composting throughout different seasons and during anaerobic digestion with hydrolysis pretreatment. Chemosphere, 249, 126077. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126077> ;

Instituto da mobilidade e dos transportes (2023). Relatório de tráfego na rede nacional de autoestradas – 3º trimestre de 2023.

Odour & Environmental Engineering Consultants (2005). Odour impact assessment of current and proposed courtown wwtp, Courtown, co. Wexford

Pinto, A. (2019). Avaliação do desempenho da desidratação mecânica por centrifugação de lamas anaerobiamente digeridas: Caso de estudo de seis ETAR em Portugal (Tese de mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa) <http://hdl.handle.net/10362/152444>

REL.008_2007_02_07 PR.67_2007 ECOVISÃO (2007). Relatório de Avaliação da Incomodidade Gerada por Emissão de Odores da Futura ETAR de Serzedelo II.

REL.011A.20100917 UVW.06.2023 ETAR Serzedelo (2010). Avaliação do impacte da ETAR de Serzedelo II nos níveis de odores da envolvente.

Waste Treatment | Eippcb. (2018). [https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/waste-treatment-0](https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/waste-treatment-045130_EIA_MD_AMB_0004_A)

45130_EIA_MD_AMB_0004_A (2004). Estudo de Impacte Ambiental da Ampliação da Estação de Tratamento de Águas Residuais de Serzedelo.

Sítios de Internet consultados

APA (2023). SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos da Agência Portuguesa do Ambiente. Disponível em: <http://snirh.apambiente.pt/>.

Programa estimativa emissões tráfego rodoviário, desenvolvido por Alexandre Caseiro (CV em https://github.com/AlexCaseiro1979/CV_AlexCaseiro/blob/master/CVAlexCaseiro_EN.pdf), em parceria com a UVW, disponível em <https://github.com/AlexCaseiro1979/EFcalculatoR>.

QUALAR (2024). Qualidade ao Ar. Disponível em: <https://qualar.apambiente.pt/> [consultado em janeiro de 2024].

ANEXO I – CONCENTRAÇÕES MEDIDAS NAS EMQAR

 Tabela A.I.1 – Concentrações medidas de NO₂ na estação de monitorização de qualidade do ar

Poluente	Estação Qualidade do Ar	Ano	19º Máximo Horário (µg·m ⁻³)	Horas em Excedência ao Valor Limite Horário	Valor Médio Anual (Horário)(µg·m ⁻³)
NO ₂	Burgães-Santo Tirso	2018	67	0	15
		2019	59	0	17
		2020	52	0	14
		2021	49	0	14
		2022	43	0	12

⁽¹⁾ Valores a cinzento – sem eficiência mínima.

Tabela A.I.2– Concentrações medidas de PM10 na estação de monitorização de qualidade do ar

Poluente	Estação Qualidade do Ar	Ano	36º Máximo Diário (µg·m ⁻³)	Dias em Excedência ao Valor Limite Diário	Valor Médio Anual (Horário)(µg·m ⁻³)
PM10	Burgães-Santo Tirso	2018	27	1	18
		2019	27	4	24
		2020	0	0	23
		2021	0	0	0
		2022	28	1	17

⁽¹⁾ Valores a cinzento – sem eficiência mínima.

 Tabela A.I.3 – Concentrações medidas de O₃ na estação de monitorização de qualidade do ar

Poluente	Estação Qualidade do Ar	Ano	26º Máximo Octohorário	Valor Máximo Octohorário > VA (Média 3 Anos)	Valor Médio Anual (Horário)(µg·m ⁻³)	Excedências	
						Limiar Informação	Limiar Alerta
O ₃	Burgães-Santo Tirso	2018	97	7	41	0	0
		2019	69	6	30	0	0

Poluente	Estação Qualidade do Ar	Ano	26º Máximo Octohorário	Valor Máximo Octohorário > VA (Média 3 Anos)	Valor Médio Anual (Horário)($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Excedências	
						Limiar Informação	Limiar Alerta
		2020	93	2	37	0	0
		2021	72	0	34	0	0
		2022	91	2	40	1	0

⁽¹⁾ Valores a cinzento – sem eficiência mínima.

ANEXO II – CARACTERIZAÇÃO DOS RECETORES SENSÍVEIS

Tabela A.II 1 – Características dos recetores sensíveis

Recetor sensível	Coordenadas (x;y) (Datum WGS84 – Fuso 29)	Distância ao projeto (m)	Orientação (rosa dos ventos)
1 - Serzedelo	552773,9; 4583568,5	1314,5	Sudeste
2 - Penso	552006,7; 4582701,9	1884,4	Sul
3 - São Pedro de Oliveira	550819,2; 4584814,1	1081,0	Noroeste
4 - Oliveira Santa Maria	549868,9; 4584059,7	2086,6	Sudoeste
5 - Gondar	552645,6; 4585607,0	1290,3	Nordeste
6 - Gandarela	554062,7; 4582810,8	2759,1	Sudeste
7 - Guardizela	552601,2; 4582206,6	2431,4	Sudeste
8 - Selho (São Cristóvão)	554144,2; 4585070,3	2316,3	Nordeste
9 - Oliveira São Mateus	549559,9; 4582497,5	3102,2	Sudoeste
10 - Alegria	551532,4; 4585548,0	1083,5	Noroeste
11 - Riba D´Ave	551008,6; 4582372,4	2334,1	Sudoeste
12 - Pevidem	553967,0; 4586335,7	2739,0	Nordeste
13 - Conjunto Habitacional 1	551941,6; 4584357,2	203,6	Sudeste
14 - Conjunto Habitacional 2	551763,2; 4584145,8	431,3	Sudoeste
15 - Conjunto Habitacional 3	551389,2; 4584590,6	507,7	Oeste
16 - Conjunto Habitacional 4	551316,6; 4584330,3	622,7	Sudoeste

ANEXO III – COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS ESTIMADOS E A INFORMAÇÃO DA NORMAL CLIMATOLÓGICA

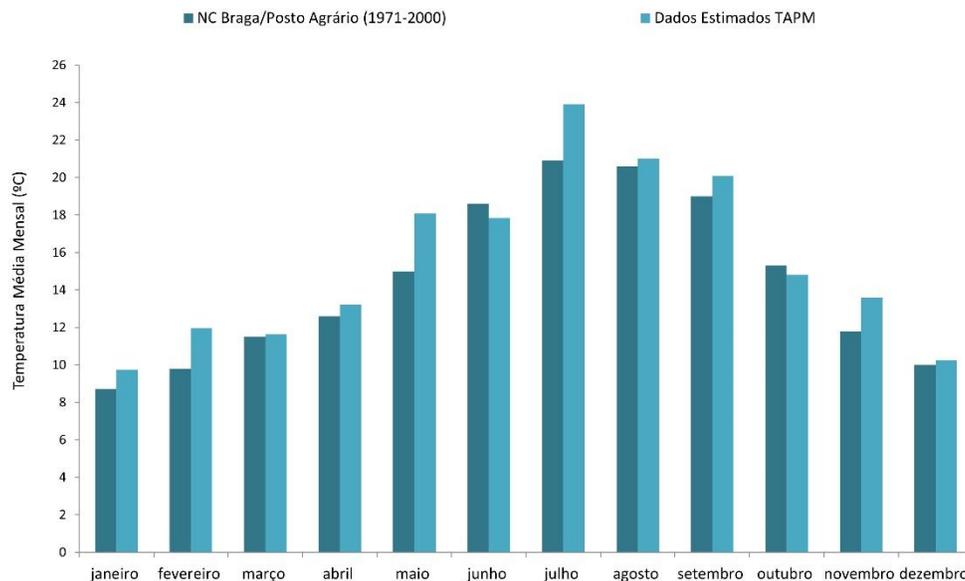


Figura A.III 1 - Comparação das médias mensais de temperatura do ar (°C) registada entre 1971-2000 na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário.

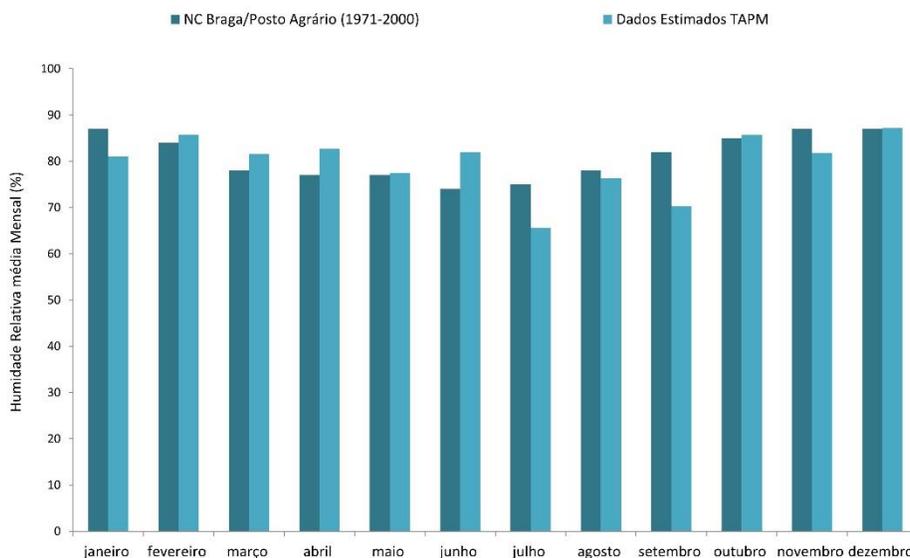


Figura A.III 2 - Comparação das médias mensais de humidade relativa (%) registada entre 1971-2000 na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário.

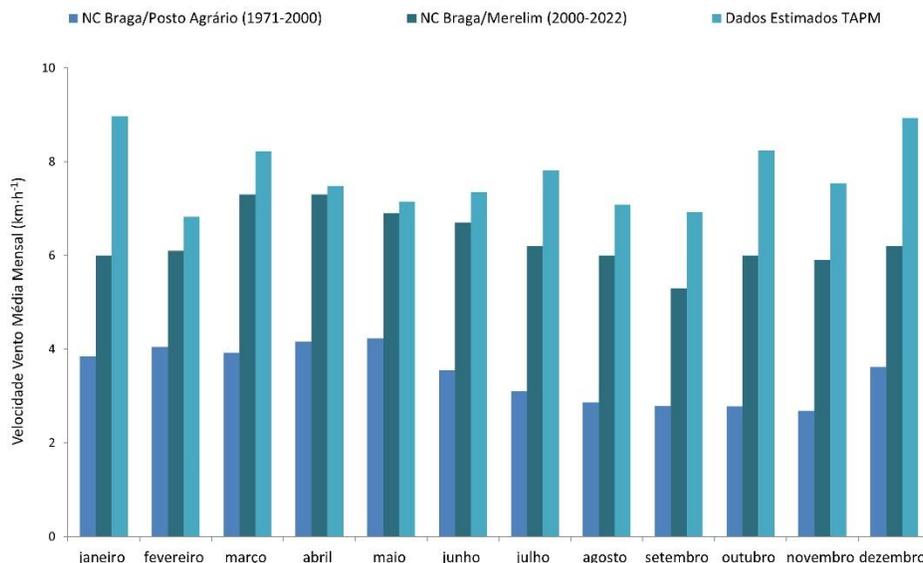


Figura A.III 3– Comparação da variação média mensal da velocidade do vento ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) registada entre 1971-2000 na Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário.

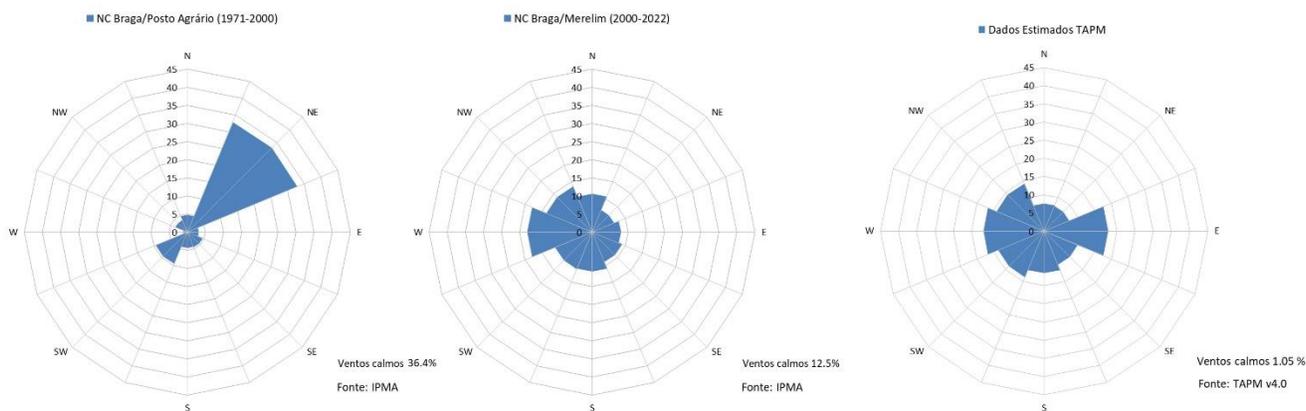


Figura A.III 4– Rosa de ventos da Normal Climatológica de Braga-Posto Agrário, para o período de 1971-2000 e da Normal Climatológica de Braga-Merelim.

ANEXO IV – EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICOS E ODORES

Tabela A.IV 1 – Características estruturais e emissões determinadas para as caldeiras

Unidade	Nº fontes	Altura (m)	Diâmetro (m)	Temperatura (K)	Caudal volumétrico (m³.h⁻¹)	Caudal seco normalizado nominal (Nm³.h⁻¹)	VLE (mg.Nm⁻³)		Caudal Mássico (ton.ano⁻¹)	
							SO₂	NO₂	SO₂	NO₂
Caldeira a biogás do edifício hidrólise térmica	1	5,00	0,13	463,15	1517,0	894,70	100	200	0,54	1,08
Caldeiras a biogás das unidades de cogeração	2	10,00	0,25	708,15	7816,5	3015,00			1,82	3,64

Tabela A.IV 2 – Volumes de tráfego médio diário mensal (TMDM) para os troços da A7

Via tráfego	TMDM (2023)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1 Seide – Ave (A7)	21111	22025	22433	23472	24182	24238	26563	28956	23625	21409	21105	20872
2 Ave – Selho (A7)	20267	21007	21486	22252	23174	23112	24875	27014	22639	20604	20383	20359

Tabela A.IV 3 – Volumes de tráfego médio horário (TMH) para as vias municipais

Via tráfego	TMH					
	Ligeiros			Pesados		
	Diurno (07h00-20h00)	Entardecer (20h00-23h00)	Noturno (23h00-07h00)	Diurno (07h00-20h00)	Entardecer (20h00-23h00)	Noturno (23h00-07h00)
3 EN 310	694	359	62	51	8	4
4 Rua de Vila Meã	303	214	35	17	2	1
5 Rua da Escola	113	80	13	11	1	1

Tabela A.IV 4 – Volumes de tráfego médio horário (TMH) para as vias de acesso à ETAR de Serzedelo I e II e à unidade centralizada de tratamento de lamas

Via tráfego	TMD				
	Ligeiros		Pesados		
	Dia útil	Fim-de-semana	Dia útil	Fim-de-semana	
6	Via de Acesso Serzedelo I e II (Atual)	29	7	17	5
7	Via de Acesso unidade centralizada de tratamento de lamas (Futuro)	0	0	12	0
8	Via de Acesso Atual + Futuro	29	7	29	5

Nota: Período de circulação das 9h às 18h.

 Tabela A.IV 5 – Emissões poluentes atmosféricos (NO₂, CO, PM10 e PM2,5) das vias existentes no domínio em estudo

Via tráfego	Emissões atmosféricas totais (ton·ano ⁻¹)			
	NO ₂	CO	PM10/PM2,5	
1	Seide – Ave (A7)	17,30	26,86	1,16
2	Ave – Selho (A7)	15,07	23,14	1,00
3	EN 310	24,73	28,33	1,60
4	Rua de Vila Meã	2,64	2,27	1,84x10 ⁻¹
5	Rua da Escola	6,93x10 ⁻¹	5,00x10 ⁻¹	4,35x10 ⁻²
6	Via de Acesso Atual	8,07x10 ⁻³	2,66x10 ⁻³	3,22x10 ⁻⁴
7	Via de Acesso Futuro	6,52x10 ⁻³	1,47x10 ⁻³	2,24x10 ⁻⁴
8	Via de Acesso Atual + Futuro	6,33x10 ⁻²	1,85x10 ⁻²	2,40x10 ⁻³
	TOTAL	60,51	81,12	4,00

Tabela A.IV 6 – Emissões difusas de PM10 e PM2,5 geradas com o manuseamento e armazenamento de lamas desidratadas no edifício de armazenamento

Atividade	Emissão (kg/ano)		Emissão (ton/ano)	
	PM10	PM2,5	PM10	PM2,5
Descarga	16,99	2,57	1,70x10 ⁻²	2,57x10 ⁻³
Carga	16,99	2,57	1,70x10 ⁻²	2,57x10 ⁻³
Armazenamento	8,74x10 ⁻²	3,50x10 ⁻²	8,74x10 ⁻⁵	3,50x10 ⁻⁵
Total	34,08	5,18	3,41x10⁻²	5,18x10⁻³

Tabela A.IV 7 – Características estruturais e operacionais e emissão de odor da unidade centralizada de lamas.

Fonte Emissora Odor	Nº fontes	Caudal volúmico (m ³ .h ⁻¹)	Altura Média Emissão Odor (m)	Emissão odor (UO _E .ano ⁻¹)
Edifício de Armazenamento de lamas	1	-	8,6	5,6x10 ¹⁰ (1)
Sistema de Desodorização	2	22260	1,5	9,1x10 ¹⁰ (2)

(1) Odour & Environmental Engineering Consultants (2005). Odour impact assessment of current and proposed courtown wwtp, Courtown, co. Wexford

(2) Waste Treatment | Eippcb. (2018). <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/waste-treatment-0>

ANEXO V – METODOLOGIA ESTIMATIVA EMISSÕES DIFUSAS

MANUSEAMENTO MATERIAL (CARGA E DESCARGA)

Ao nível do processo de manuseamento de material foram contabilizadas as etapas de carga e descarga que irão ocorrer no edifício de tratamento de lamas.

Para a determinação das emissões geradas durante os processos de carga e descarga foi aplicada a Equação 1³⁴.

$$E_{MP} = k_{MP} \times k_{Mat.Manuseado} \times \frac{\left(\frac{U}{k_U}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{k_M}\right)^{1.4}} \times Q_{Mat.Manuseado} \text{ (Equação 1)}$$

Sendo:

E_{MP} – Emissão de PM10 ou PM2,5 (kg/ano);

U – Velocidade do vento média do local (m/s).

M – Teor de humidade do material manuseado (%);

$Q_{Mat.Manuseado}$ – Quantidade de material manuseado (ton/ano);

k_{MP} – Fator de multiplicação dependente do tamanho da partícula: 0,35 para as PM10 e 0,053 para as PM2,5 (adimensional);

$k_{Mat.Manuseado}$ – 0,0016 (kg/t). Valor de referência definido pela própria metodologia de cálculo;

k_U – 2,2 (s/m). Valor de referência definido pela própria metodologia de cálculo;

k_M – 2 (adimensional). Valor de referência definido pela própria metodologia de cálculo.

ARMAZENAMENTO MATERIAL

Para a determinação das emissões difusas geradas durante o armazenamento de material em pilhas não cobertas, suscetíveis da erosão por ação do vento, foi aplicada a Equação 2³⁵.

$$E_{MP} = k_{açãovento} \times AD_{MP} \times \left(\frac{s}{k_s}\right) \times \left(\frac{(1-p)}{k_{dias}}\right) \times \left(\frac{I}{k_I}\right) \times A \text{ (Equação 2)}$$

Sendo:

E_{MP} – Emissão de PM10 ou PM2,5 (kg/ano);

³⁴ EMEP/EEA Air Pollution Emission Inventory Guidebook, (2019). 2.A.5.a Quarrying and mining of minerals other than coal.

³⁵ EMEP/EEA Air Pollution Emission Inventory Guidebook, (2019). 2.A.5.a Quarrying and mining of minerals other than coal.

- s – Percentagem de material particulado representativo da fração fina (%);
- p – Percentagem de dias no ano com pelo menos 0,254 mm de precipitação (%);
- l – Percentagem de tempo com velocidades de vento superiores a 5,36 m/s (%);
- A – Área de exposição da pilha (m²);
- AD_{MP} – Fator aerodinâmico dependente do tamanho da partícula: 0,5 para as PM10 e 0,2 para as PM2,5 (adimensional);
- K_{açãovento} – 1,12 x 10⁻⁴ x 1,7 x 365 (kg/m²). Valores de referência definidos pela própria metodologia de cálculo;
- k_S – 1,5 (adimensional). Valor de referência definido pela própria metodologia de cálculo;
- k_{dias} – percentagem de dias de trabalho (%). Foram considerados 365 dias no ano;
- k_I – 15 (adimensional). Valor de referência definido pela própria metodologia de cálculo.

A área de exposição da pilha foi determinada segundo a aplicação da Equação 3 e da Equação 4³⁶. No presente estudo considerou-se 1 pilha de armazenamento, com formato cónico.

$$A = n_{pilhas} \times r \times \sqrt{(r^2 + h^2)} \text{ (Equação 3)}$$

$$r = \sqrt[3]{\left(\frac{\frac{w}{\rho} \times 3}{\pi \times \tan(\theta)}\right)} \text{ (Equação 4)}$$

Sendo:

- A – Área de exposição da pilha (m²);
- n_{pilhas} – Número de pilhas de armazenamento;
- r – Raio da pilha de armazenamento (m);
- h – Altura da pilha de armazenamento (m);
- w – Quantidade de material armazenado (ton);
- ρ – Densidade do material armazenado (ton/m³);
- θ – Ângulo de inclinação da pilha de armazenamento (°).

³⁶ EMEP/EEA Air Pollution Emission Inventory Guidebook, (2019). 2.A.5.a Quarrying and mining of minerals other than coal.

ANEXO VI – DESCRIÇÃO DOS MODELOS UTILIZADOS

MODELO DE DISPERSÃO – AERMOD

O AERMOD é um modelo de dispersão avançado que incorpora tratamentos atuais da teoria da camada limite planetária, conhecimentos de turbulência, dispersão e interações com a superfície. Este modelo foi formalmente proposto pela USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) em Abril de 2000 como substituto do modelo ISCST3. A última versão do modelo (que será utilizada neste estudo) inclui os algoritmos de *downwash* do penacho do modelo PRIME. Esta versão foi sujeita a avaliações por parte da USEPA (Documentos n.º EPA-454/R-03-002 e n.º EPA-454/R-03-003 de Junho de 2003), com resultados bastante positivos, sendo recomendada a sua utilização como modelo autorizado. O AERMOD substitui desde Novembro de 2005 o anterior modelo “regulatório” Americano ISC3 – *Industrial Sourcing Complex*.

O AERMOD é um modelo de dispersão de estado estacionário. Na camada limite estável, assume-se que a distribuição das concentrações é gaussiana, quer na vertical quer na horizontal. Na camada de limite convectiva, assume-se que a distribuição horizontal é gaussiana, mas a distribuição vertical é descrita com uma função de probabilidade de densidade bi-gaussiana.

O AERMOD foi concebido para tratar fontes à superfície e elevadas, em topografia simples e complexa. Tal como o modelo ISCST3, o AERMOD tem possibilidade de tratamento de fontes múltiplas (pontuais, em área ou em volume), apresentando relativamente a este último modelo as seguintes vantagens, entre outras:

- Entra em linha de conta com a temperatura e vento acima da fonte emissora, em condições estáveis, e com *updrafts* e *downdrafts* convectivos em condições instáveis;
- Relativamente aos dados de entrada meteorológicos, pode adaptar níveis múltiplos de dados a várias altitudes da fonte emissora e do penacho, para além de criar perfis verticais de vento, temperatura e turbulência;
- Utiliza tratamentos gaussianos na dispersão vertical e horizontal do penacho em condições estáveis e uma função não gaussiana de probabilidade de densidade na dispersão vertical em condições instáveis;
- Na formulação da altura da camada de mistura inclui uma componente mecânica e, ao utilizar dados de entrada horários, fornece uma sequência mais realista das alterações diurnas da camada de mistura;
- O AERMOD fornece flexibilidade na seleção das características da superfície do domínio em estudo;
- Nos efeitos de *downwash* de estruturas próximas, o AERMOD beneficia da tecnologia avançada fornecida pelos algoritmos do modelo PRIME.

O AERMOD é um sistema de modelos constituído por três módulos: (i) AERMOD (*air dispersion model*), (ii) AERMET (*meteorological data preprocessor*) e (iii) AERMAP (*terrain preprocessor*).

O AERMET é o sistema de pré processamento de dados meteorológicos do AERMOD, cujo objetivo consiste na utilização de parâmetros meteorológicos, representativos do domínio em estudo, para calcular parâmetros da camada limite utilizados para estimar perfis verticais de vento, turbulência e temperatura. O AERMET baseia-se num modelo de pré processamento já regulado pela USEPA, o MPRM (*Meteorological Processor for Regulatory Models*) e processa os dados meteorológicos de entrada no modelo em três fases. Numa primeira fase o programa efetua várias verificações de qualidade dos dados.

Numa segunda fase os dados disponíveis são agrupados em períodos de 24 horas e armazenados num único ficheiro. Numa terceira fase o programa lê os dados provenientes da segunda fase e estima os parâmetros necessários como dados de entrada no AERMOD. Nesta fase são criados dois ficheiros para o AERMOD: 1) um ficheiro para as estimativas horárias da camada limite; 2) um ficheiro de perfis verticais de velocidade e direção do vento, temperatura e desvio padrão das componentes, horizontal e vertical do vento.

O AERMAP é um pré processador da superfície concebido para simplificar e estandardizar os dados de entrada no AERMOD. Os dados de entrada incluem dados de elevação dos recetores. Os outputs incluem, para cada recetor, localização e escalas de altitude, utilizados para o cálculo dos fluxos de ar.

Este modelo tem sido utilizado pela USEPA como modelo regulatório (recomendado), estando largamente testado e validado.

MODELO MESOMETEOROLÓGICO - TAPM

Para a modelação da dispersão da pluma, tendo em conta os obstáculos próximos, e para a determinação da estrutura vertical da atmosfera propõe-se a utilização do modelo TAPM – *The Air Pollution Model*: Trata-se de um modelo desenvolvido pela Csiro, *Atmospheric Research*, que inclui um módulo meteorológico e um módulo de dispersão de poluentes, incluindo a formação de poluentes secundários e produção de ozono. Este modelo possui a vantagem de ser aplicável a situações complexas de topografia e campo de ventos, bem como apresentar a possibilidade de simulações de longo termo – um ano – com as vantagens da possibilidade de comparação dos resultados com a legislação aplicável.

O TAPM consiste no acoplamento de um modelo de prognóstico meteorológico e de um modelo de dispersão da concentração de poluentes atmosféricos. O modelo integra fluxos importantes para a escala local de poluição de ar, tal como brisas do mar e fluxos induzidos pelo terreno, tendo em conta um fundo de grande escala de meteorologia fornecida por análises sinópticas.

O módulo meteorológico de mesoscala utiliza como dados de entrada o forçamento sinóptico fornecido pelo “*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*”, e dados de topografia e uso do solo. A componente meteorológica do TAPM é um modelo tridimensional, não-hidrostático. O modelo resolve a equação da conservação

da quantidade de movimento para as componentes horizontais do vento, a equação da continuidade de um fluido incompressível para a componente vertical e equações escalares para a temperatura potencial e humidade específica.

A componente de dispersão de poluentes do TAPM utiliza a formulação Euleriana tridimensional desenvolvida para a simulação dos processos físico-químicos associados à produção, transporte, dispersão e deposição de poluentes atmosféricos reativos e não reativos. O modelo considera reações para várias espécies, entre as quais se salientam os óxidos de azoto (NO e NO₂) e ozono (O₃).

ANEXO VII – CONDIÇÕES PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE DISPERSÃO

Da aplicação do AERMOD resultam ficheiros de valores de concentração dos diferentes poluentes em análise, estimados tendo em conta as emissões inseridas das fontes pontuais consideradas no estudo e as condições meteorológicas e topográficas locais. As concentrações são apresentadas para a malha de recetores considerada no estudo. Por “recetores” entendem-se pontos representativos de áreas unitárias, que constituem a grelha que cobre o domínio de estudo.

A partir dos valores estimados são efetuados mapas de distribuição de valores de concentração.

Os mapas de distribuição de longo termo (média anual) referem-se aos valores médios estimados para cada área, para o ano em análise.

Os mapas de distribuição de curto termo (médias horárias, octohorárias e diárias) referem-se ao valor máximo estimado no ano em estudo para o recetor (área) em análise. O mapa apresentado neste caso é representativo de uma compilação de vários períodos temporais nos quais se registaram valores elevados em determinado local. Trata-se, desta forma, de um cenário máximo criado apenas para avaliação dos máximos registados em cada área.

A distribuição dos valores nestes mapas pode ser referente a períodos temporais distintos, durante os quais, em determinadas áreas (ou recetores), e com determinadas condições meteorológicas, ocorreram os valores máximos (horários, octohorários e diários). A análise efetuada nesta base de trabalho tem sempre de ter este facto em consideração, não podendo esta forma de apresentação ser diretamente comparável a valores limite ou de referência. Apesar disso, sempre que possível, nas escalas gráficas dos mapas de distribuição dos valores máximos são inseridos os valores limite da legislação de forma a integrar os valores estimados face aos valores de referência.

Os mapas exprimem, para cada um dos recetores (pontos considerados representativos de áreas), a concentração máxima estimada pelo modelo independentemente do dia ou da hora do ano em estudo. No fundo, esta é uma perspetiva virtual onde se condensam todas as piores situações, recetor a recetor, numa imagem única, resultando numa espécie de “fotografia” dos piores casos, ponto a ponto, como se tivessem ocorrido todos em simultâneo.

No caso de poluição atmosférica, o pior cenário poderá ser a conjugação de um período (horário, octohorário ou diário) ou vários períodos onde simultaneamente teriam ocorridos valores elevados de vários poluentes. Esta análise é de elevada complexidade, dada a infinidade de variáveis em jogo, pelo que está convencionada a apresentação gráfica dos valores máximos, em períodos temporais distintos, tal como é efetuado neste estudo.

A comparação entre as concentrações máximas estimadas pelo modelo de simulação e os valores de referência ou legalmente aplicáveis é efetuada em forma de tabela a seguir aos mapas de distribuição de valores. Chama-se a atenção

para o facto de os valores presentes nestas tabelas corresponderem aos valores máximos estimados (VE) para cada poluente em análise, dentro do universo de todos os recetores (áreas) e para as 8760 horas simuladas (ano completo).

A comparação é efetuada também através da aplicação de um fator de segurança (designado por F2) atribuído aos resultados dos modelos Gaussianos, como o utilizado neste estudo. Por aplicação deste fator entende-se que os valores reais, estatisticamente, poderão ser metade ou o dobro dos valores estimados numericamente pelo modelo.

Ao comparar os resultados das simulações com a legislação portuguesa é possível verificar se, em algum recetor (área), se prevê que haja ultrapassagem do limite legal para a qualidade do ar.