

RELATÓRIO ANUAL



INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DA REDE DE QUALIDADE DO AR DA SECIL-OUTÃO

ANO 2020

REL.040.RM_QUALAR_202104_MA_PR.14.2020_SECIL_OUTÃO



SECIL - COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO, S.A.

ABRIL 2021

SondarLab – Laboratório de Qualidade do Ar, 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

SECIL - COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO, S.A.

Outão

2901 - 864 Setúbal

Identificação do Relatório

Título: INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DA REDE DE QUALIDADE DO AR DA SECIL-OUTÃO – Ano 2020

N.º Relatório: REL.040.RM_QUALAR_202104_MA_PR.14.2020_SECIL_OUTÃO

Âmbito do Relatório: Relatório Final 2020

Identificação do Projeto

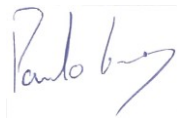
N.º Projeto: PR.014/2020

N.º Proposta: PP.019.20

Data de Adjudicação: 21/02/2020

Data de Conclusão: 15/04/2021

Elaboração e Validação do Relatório



(Paulo Vieira Gomes)

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	6
2	GLOSSÁRIO	7
3	REDE DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DO AR	8
3.1	Locais de Medição	8
3.1.1	HOSO.....	8
3.1.2	Murteira	8
3.1.3	Tróia	9
3.1.4	São Luís	9
3.2	Equipamento de Medição.....	9
4	LEGISLAÇÃO NACIONAL	11
5	METODOLOGIA DE INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RESULTADOS	12
6	EFICIÊNCIA DAS ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO.....	13
7	RESUMO DOS RESULTADOS E COMPARAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO PORTUGUESA	14
7.1	Dióxido e Óxidos de Azoto.....	14
7.2	Monóxido de Carbono.....	15
7.3	Dióxido de Enxofre	15
7.4	Ozono	16
7.5	Partículas PM ₁₀	17
7.6	Dados Meteorológicos	21
8	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	22
8.1	Variabilidade Espacial	22
8.2	Ciclo de variação média diária	23
8.2.1	Óxidos de Azoto.....	24
8.2.2	Monóxido de Carbono.....	25
8.2.3	Dióxido de Enxofre.....	26
8.2.4	Ozono.....	27
8.2.5	Partículas PM ₁₀	28
8.3	Rosas de Poluição	29
8.3.1	Rede da Secil-Outão.....	31
8.4	Aplicação de Índice de Qualidade do Ar	39
9	CONCLUSÕES.....	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS E TABELAS

Índice de Gráficos

Figura 1 – Perspetiva aérea da Rede de Vigilância da Qualidade do Ar da Secil face à localização da unidade de produção do Outão.....	8
Figura 2 – Evolução média da variação horária da velocidade do vento (km/h) no Outão durante o ano de 2020.....	23
Figura 3 – Evolução média da variação horária das concentrações de NO ₂ verificadas nas medições realizadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.....	24
Figura 4 – Evolução média da variação horária das concentrações de NO _x verificadas nas medições realizadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.....	24
Figura 5 – Evolução média da variação horária das concentrações de CO verificadas nas medições realizadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.....	25
Figura 6 – Evolução média da variação horária das concentrações de SO ₂ verificadas nas medições realizadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.....	26
Figura 7 – Evolução média da variação horária das concentrações de O ₃ verificadas nas medições realizadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.....	27
Figura 8 – Evolução média da variação horária das concentrações de PM ₁₀ verificadas nas medições realizadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.....	28
Figura 9 – Rosa de Ventos obtida a partir dos dados de direção e velocidade do vento na Secil-Outão do ano de 2020.....	30
Figura 10 – Rosa de Poluição das concentrações de NO ₂ relativas à monitorização de 2020 nos quatro locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.....	31
Figura 11 – Rosa de Poluição das concentrações de NO _x relativas à monitorização de 2020 nos quatro locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.....	32
Figura 12 – Rosa de Poluição das concentrações de SO ₂ relativas à monitorização de 2020 nos quatro locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.....	33
Figura 13 – Rosa de Poluição das concentrações de O ₃ relativas à monitorização de 2020 nos três locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.....	34
Figura 14 – Rosa de Poluição das concentrações de CO relativas à monitorização de 2020 nos três locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.....	35
Figura 15 – Rosa de Poluição das concentrações de partículas PM ₁₀ relativas à monitorização de 2020 nos quatro locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.....	36
Figura 16 – Gráfico com as percentagens das diferentes classificações observadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.....	39

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Equipamentos existentes na rede de qualidade do ar.....	9
Tabela 2 – Resumo da legislação em vigor Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2020 de 10 de maio para os diversos parâmetros em estudo e comparação com os respetivos valores medidos.....	11
Tabela 3 – Resumo da eficiência de recolha de dados nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020.....	13
Tabela 4 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de NO ₂ (µg/m ³) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020.....	14
Tabela 5 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de NO _x (µg/m ³) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020.....	14
Tabela 6 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de CO (µg/m ³) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020.....	15
Tabela 7 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de SO ₂ (µg/m ³) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020.....	15
Tabela 8 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de O ₃ (µg/m ³) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020.....	16
Tabela 9 – Informação dos dias cujos valores de concentração máximos octo-horários de ozono excederam o valor de valor limite de proteção da saúde humana de 120 µg/m ³	16
Tabela 10 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de PM ₁₀ (µg/m ³) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020.....	17

Tabela 11 – Avaliação das excedências de PM_{10} observadas na estação de HOSO face à localização da Unidade de Produção da Secil-Outão (Oeste-Noroeste, Noroeste, Norte-Noroeste e Norte)	18
Tabela 12 – Avaliação das excedências de PM_{10} observadas na estação de Troia face à localização da Unidade de Produção da Secil-Outão (Oeste-Noroeste e Noroeste)	19
Tabela 13 – Avaliação das excedências de PM_{10} observadas na estação de São Luís face à localização da Unidade de Produção da Secil-Outão (Sul-Sudoeste)	20
Tabela 14 – Resumo das condições meteorológicas registadas na estação da Secil-Outão	21
Tabela 15 – Percentagem de ocorrência de ventos na estação do Outão	29

1 INTRODUÇÃO

A SondarLab foi contratada pela Secil - Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A. para a gestão da rede de qualidade do ar na envolvente da Secil-Outão, através da realização da recolha de dados, acompanhamento do bom estado de funcionamento, calibrações trimestrais e interpretação anual dos dados obtidos. A rede é constituída por quatro estações e o presente relatório tem como objetivo principal a apresentação e interpretação dos dados obtidos durante o ano de 2020 (janeiro a dezembro).

2 GLOSSÁRIO

Concentração Média: soma de todas as observações, depois de arredondadas ao micrograma por metro cúbico mais próximo, dividida pelo número de observações.

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

Valor Limite de Qualidade do Ar: concentração máxima no meio recetor para um determinado poluente atmosférico, cujo valor não pode ser excedido durante períodos previamente determinados e nas condições que são especificadas no respetivo diploma, com vista à proteção da saúde humana e preservação do ambiente.

3 REDE DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DO AR

3.1 Locais de Medição

Na Figura 1 é apresentada uma fotografia aérea com a localização das quatro estações da rede de vigilância de Secil-Outão.



Figura 1 – Perspetiva aérea da Rede de Vigilância da Qualidade do Ar da Secil face à localização da unidade de produção do Outão.

3.1.1 HOSO

Esta estação de qualidade do ar é a que está mais próxima da Unidade de Produção do Outão, estando localizada dentro do edifício do Hospital Ortopédico do Outão, que fica na linha de costa. Relativamente ao local de medição do HOSO, a fábrica fica localizada a 1,3 quilómetros a Norte. A zona de extração de matéria prima fica a Este-Noroeste e Noroeste a um quilómetro. Assim, as atividades relacionadas com a unidade de produção da Secil vão desde Oeste-Noroeste a Norte do local de medição.

3.1.2 Murteira

Esta estação de qualidade do ar tenta representar as concentrações de fundo, nomeadamente quando os ventos dominantes são provenientes do quadrante Norte e Oeste. Está situada numa herdade na vertente Norte da Serra da Arrábida, sem fontes emissoras nas imediações.

Relativamente ao local de medição da Murteira, a Unidade de Produção fica localizada a quatro quilómetros a Este. A zona de extração de matéria prima e a fábrica ficam na mesma direção.

3.1.3 Tróia

Esta estação de qualidade do ar está situada na península de Troia, junto ao campo de Golf. Relativamente ao local de medição de Troia, a Unidade de Produção fica localizada a cinco quilómetros a Noroeste e Oeste-Noroeste.

3.1.4 São Luís

Esta estação de qualidade do ar está situada numa quinta localizada a leste da área metropolitana de Setúbal, tendo a 200 metros a Sul a EN10. Relativamente ao local de medição de São Luís, a Unidade de Produção fica localizada a quatro quilómetros a Sul-Sudoeste.

3.2 Equipamento de Medição

As Estações de Monitorização da Qualidade do Ar são constituídas por abrigos totalmente fechados, dispondo o seu interior de instrumentação capaz de proceder à medição dos poluentes atmosféricos em curso, e de garantir as condições de correto funcionamento dos equipamentos.

Na Tabela 1 estão resumidas as informações dos equipamentos existentes em cada uma das estações.

Tabela 1 – Equipamentos existentes na rede de qualidade do ar

Secil – Outão	HOSO	Murteira	Tróia	São Luís
Analizador de NO _x	X	X	X	X
Analizador de CO	X	X	X	—
Analizador de SO ₂	X	X	X	X
Analizador de O ₃	X	X	X	X
Monitor de PM ₁₀	X	X	X	X

Os equipamentos de medição estão ligados a uma toma de amostragem de gases através de tubos de Teflon. De forma a manter estável o fornecimento de tensão aos equipamentos, estes estão ligados a uma UPS. A temperatura dos abrigos é controlada por um sistema de ar condicionado programado para manter a temperatura do ar a um valor médio de 20°C.

Os equipamentos de medição estão programados para armazenar os dados em médias de 30 minutos. Os equipamentos estão ligados a um modem telefónico que permite a recolha à distância dos resultados obtidos em cada uma das estações de monitorização. Os dados são adquiridos através do Software Atmis 7.0 (ISA, Coimbra).

No Outão, existe uma estação de medição de parâmetros meteorológicos: temperatura do ar, humidade relativa, direcção e velocidade do vento e precipitação.

4 LEGISLAÇÃO NACIONAL

Na Tabela 2 está resumida a legislação vigente para as concentrações atmosféricas dos poluentes objeto de estudo, sendo apresentados os respetivos parâmetros estatísticos obtidos nas medições realizadas nos seis locais de medição.

Tabela 2 – Resumo da legislação em vigor Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2020 de 10 de maio para os diversos parâmetros em estudo e comparação com os respetivos valores medidos

Parâmetro	Designação	Período	Valor Limite
O ₃	Limiar de Informação	Horário	180 µg/m ³
	Limiar de alerta	Horário	240 µg/m ³
	Valor Alvo de 8 Horas para Proteção da Saúde Humana	Máximo diário das médias de 8 horas	120 µg/m ³
SO ₂	Valor limite horário para proteção da saúde humana	Horário	350 µg/m ³ que não pode ser excedido mais de 24 vezes durante um ano
	Valor limite diário para proteção da saúde humana	Diário	125 µg/m ³ , que não pode ser excedido mais de 3 vezes durante um ano
	Valor limite para proteção dos ecossistemas	Anual	20 µg/m ³ ⁽¹⁾
	Limiar de alerta	Três horas consecutivas	500 µg/m ³
NO ₂	Valor limite horário para proteção da saúde humana	Horário	200 µg/m ³ NO ₂ , que não pode ser excedido mais de 18 vezes durante um ano
	Valor limite anual para proteção da saúde humana	Anual	40 µg/m ³
	Limiar de alerta	Três horas consecutivas	400 µg/m ³
NO _x	Valor limite para proteção da vegetação	Anual	30 µg/ m ³ ⁽¹⁾
CO	Valor limite para proteção da saúde humana	Máximo diário das médias de 8 horas	10000 µg /m ³
PM ₁₀	Valor limite diário para proteção da saúde humana	Diário	50 µg/m ³ , que não pode ser excedido mais de 35 dias num ano civil
	Valor limite anual para proteção da saúde humana	Anual	40 µg/m ³

Nota:

- ⁽¹⁾ Não aplicável neste estudo. Os pontos de amostragem que visam a proteção dos ecossistemas e da vegetação devem ser instalados a uma distância de, pelo menos, 20 km das aglomerações ou de 5 km de outra área construída ou instalação industrial ou auto-estrada.

5 METODOLOGIA DE INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

Os resultados das concentrações dos poluentes obtidos durante o período em estudo do ano de 2020 são resumidos em quadros por poluentes, apresentando diversos parâmetros estatísticos para cada um dos locais de medição e que favoreçam a comparação direta com os valores limite da legislação. É ainda apresentado o número de ocorrências (diárias ou horárias) em que o valor limite presente na legislação foi excedido. O principal critério de avaliação dos dados de concentração dos diversos poluentes obtidos no local de medição em contínuo é a legislação portuguesa relativa à Qualidade do Ar. Desta forma são utilizados os valores limite definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2020 de 10 de maio, para o NO₂, NO_x, SO₂, O₃, CO e PM₁₀. Durante esta avaliação é realizada a comparação do valor médio obtido durante todo o período em estudo com o valor limite anual (quando aplicável).

À exceção do ozono (poluente secundário), serão avaliadas as causas para a ultrapassagem dos valores limites nos períodos em que se tenham registados valores de concentração acima da legislação. Para tal serão considerados as concentrações de fundo observadas na estação de Qualidade do Ar de Palmela, pertencente à rede de vigilância do Ministério do Ambiente, localizada a 26 km a Nordeste do Outão. São ainda avaliados, em caso de excedências do valor limite diário de PM₁₀ a ocorrência nesse mesmo dia de episódios de Transporte de partículas e poeiras naturais com origem em regiões áridas dos desertos do Norte de África, através das previsões apresentadas no sítio de internet da APA (https://qualar.apambiente.pt/node/eventos_naturais).

São utilizadas diversas técnicas interpretativas dos dados obtidos, nomeadamente:

- Estudo da evolução diária das concentrações observadas para cada poluente, de forma a verificar a existência ou não de um ciclo diário médio de concentrações ao longo das medições realizadas.
- Avaliação da relação entre as concentrações atmosféricas e a origem das massas de ar, através da realização de Rosas de Poluição.
- Os dados de concentração obtidos nos quatro locais são avaliados face ao Índice de Qualidade do Ar (IQar) definido pelo Instituto do Ambiente para 2020, e que pretende dar uma avaliação qualitativa da Qualidade do Ar (de Muito Bom a Mau).

6 EFICIÊNCIA DAS ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO

Na Tabela 3 são apresentados os valores de eficiência de recolha de dados válidos horários obtidos em cada uma das estações de monitorização da Qualidade do Ar.

Tabela 3 – Resumo da eficiência de recolha de dados nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020

Eficiência (%)	Rede do Outão			
	HOSO	Murteira	Troia	São Luís
Analizador de NO _x	82	16	96	87
Analizador de CO	91	15	91	-
Analizador de SO ₂	59	16	91	90
Analizador de O ₃	0	0	93	78
Monitor de PM ₁₀	77	16	87	88

7 RESUMO DOS RESULTADOS E COMPARAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO PORTUGUESA

Os resultados dos poluentes gasosos estão apresentados para as condições normais de pressão e temperatura previstos pelo Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2020 de 10 de maio. São elas:

- Pressão normal: 760 mm Hg (101.3 KPa).
- Temperatura normal: 20 °C (293.15 K).

Os parâmetros estatísticos apresentados estão de acordo com os previstos no Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2020 de 10 de maio.

Os resultados apresentados na estação da Murteira são apenas relativos aos primeiros dois meses do ano, visto que foi desativada no final de fevereiro de 2020.

7.1 Dióxido e Óxidos de Azoto

Nas tabelas seguintes são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos para os óxidos de azoto e respetiva comparação com os valores limites da legislação portuguesa.

Tabela 4 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de NO₂ (µg/m³) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020

Parâmetros Estatísticos	Média Anual	Máximo Horário	Excedências ao Valor Limite Horário (horas)	Máximo Diário
Valores Limite (µg/m ³)	40	200		-
HOSO	9,8	134	0	47
Murteira	5,5	42	0	14
Troia	8,2	77	0	24
São Luís	5,1	51	0	23

Tabela 5 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de NO_x (µg/m³) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020

Parâmetros Estatísticos	Média Anual	Máximo Horário	Máximo Diário
Valores Limite (µg/m ³)	30	-	-
HOSO	11	185	56
Murteira	7,0	85	21
Troia	11	186	33
São Luís	7,3	87	29

7.2 Monóxido de Carbono

Na tabela seguinte são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos para o monóxido de carbono e respetiva comparação com os valores limites da legislação portuguesa.

Tabela 6 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020

Parâmetros Estatísticos	Média Anual	Máximo Horário	Máximo diário de 8-horas	Excedências ao Valor Alvo de 8 Horas (dias)
Valores Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	10000	
HOSO	453	2494	1325	0
Murteira	388	904	832	0
Troia	293	2792	766	0

7.3 Dióxido de Enxofre

Na tabela seguinte são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos para o dióxido de enxofre e respetiva comparação com os valores limites da legislação portuguesa.

Tabela 7 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020

Parâmetros Estatísticos	Média Anual	Máximo Horário	Excedências ao Valor Limite Horário (horas)	Máximo Diário	Excedências ao Valor Limite Diário (dias)
Valores Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20	350		125	
HOSO	1,4	38	0	3,7	0
Murteira	1,7	22	0	3,2	0
Troia	3,0	55	0	8,4	0
São Luís	2,0	7,3	0	5,9	0

7.4 Ozono

Na tabela seguinte são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos para o ozono e respectiva comparação com os valores limites da legislação portuguesa.

Tabela 8 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de O₃ (µg/m³) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020

Parâmetros Estatísticos	Média Anual	Máximo Horário	Excedências ao Limiar de Informação (horas)	Excedências ao Limiar de Alerta (horas)	Máximo diário de 8-horas	Excedências ao Valor Alvo de 8 Horas (dias)
Valores Limite (µg/m ³)	-	180 - L. Informação 240 – L. Alerta			120	
HOSO	-	-	-	-	-	-
Murteira	-	-	-	-	-	-
Troia	54	159	0	0	143	3
São Luís	56	176	0	0	147	13

Tabela 9 – Informação dos dias cujos valores de concentração máximos octo-horários de ozono excederam o valor de valor limite de proteção da saúde humana de 120 µg/m³

Data	Estação	Valor Máximo Octo-Horário(µg/m ³)
16/07/2020	Troia	159
03/09/2020	Troia	146
04/09/2020	Troia	147
13/07/2020	São Luís	151
16/07/2020	São Luís	150
03/09/2020	São Luís	165
04/09/2020	São Luís	166
05/09/2020	São Luís	144
06/09/2020	São Luís	174
07/09/2020	São Luís	176
08/09/2020	São Luís	142
09/09/2020	São Luís	155
10/09/2020	São Luís	139
12/09/2020	São Luís	145
13/09/2020	São Luís	127
18/10/2020	São Luís	131

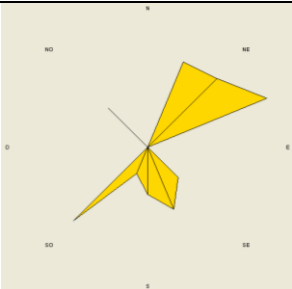
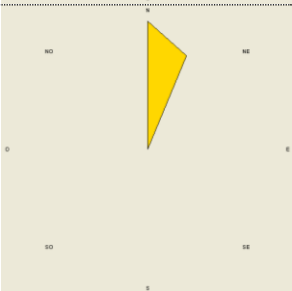
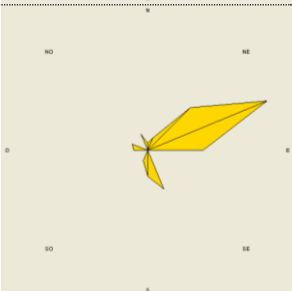
7.5 Partículas PM₁₀

Na tabela seguinte são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos para as partículas PM₁₀ e respetiva comparação com os valores limites da legislação portuguesa.

Tabela 10 – Resumo dos parâmetros estatísticos das concentrações de PM₁₀ (µg/m³) obtidos nas estações de monitorização da Qualidade do Ar de Janeiro a Dezembro de 2020

Parâmetros Estatísticos	Média Anual	Máximo Diário	Total de dias com valor médio superior ao Valor Limite Diário	Total de dias com valor médio superior ao Valor Limite Diário por interferência da Secil-Outão
Valores Limite (µg/m ³)	40	50		
HOSO	20	82	6	0
Murteira	9,4	48	0	0
Troia	15	65	1	0
São Luís	11	65	1	0

Tabela 11 – Avaliação das excedências de PM₁₀ observadas na estação de HOSO face à localização da Unidade de Produção da Secil-Outão (Oeste-Noroeste, Noroeste, Norte-Noroeste e Norte)

Data	Concentração de PM ₁₀ (µg/m³)	Evento Natural?	Concentração de Fundo PM ₁₀ da região ⁽¹⁾ (µg/m³)	Rosa de Poluição	N.º de Horas de Ventos (N) e concentrações provenientes da Unidade de Produção acima do Valor Limite	Influência da Unidade de Produção da Secil-Outão	Observações
14 de janeiro de 2020	66	Não	20		NO: 56 µg/m³ (N=1)	Não	Apenas um período horário sofreu influência da Unidade de Produção da Secil-Outão, com valores horários acima do valor limite de 50 µg/m³. A maioria do período diário foi sujeita a ventos provenientes de outras direções com concentrações normalmente acima de 50 µg/m³.
21 de janeiro de 2020	54	Não	8		NO: 67 µg/m³ (N=1)	Não	Apenas um período horário sofreu influência da Unidade de Produção da Secil-Outão, com valores horários acima do valor limite de 50 µg/m³. A maioria do período diário foi sujeita a ventos provenientes de outras direções com concentrações normalmente acima de 50 µg/m³.
26 de janeiro de 2020	66	Não	19		O-NO: 38 µg/m³ (N=1) N-NO: 40 µg/m³ (N=1) N: 17 µg/m³ (N=1)	Não	Não foram registados ventos nas direções da pedreira e da unidade fabril da Secil-Outão com concentrações superiores ao valor limite 50 µg/m³.

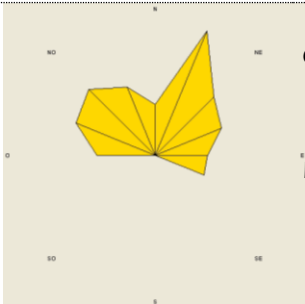
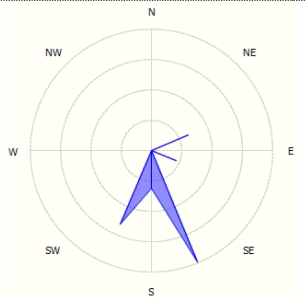
4 de fevereiro de 2020	52	Não	26		O-NO: 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (N=5) NO: 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (N=4) N-NO: 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (N=5) N: 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (N=2)	Sim	Mais de metade do dia sofreu influência da Unidade de Produção da Secil-Outão, com valores horários acima do valor limite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Apesar de haver outras direções que registaram valores igualmente acima do Valor Limite Diário, apenas foi durante 3 horas.
28 de fevereiro de 2020	80	Não	48	-	-	Não	Valores de fundo na zona do valor limite diário.
8 de novembro de 2020	82	Não	8			Não	Neste dia não se registaram ventos provenientes da Unidade de Produção da Secil-Outão.

 Tabela 12 – Avaliação das excedências de PM₁₀ observadas na estação de Troia face à localização da Unidade de Produção da Secil-Outão (Oeste-Noroeste e Noroeste)

Data	Concentração de PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Evento Natural?	Concentração de Fundo PM ₁₀ da região ⁽¹⁾ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Rosa de Poluição	N.º de Horas de Ventos (N) e concentrações provenientes da Unidade de Produção acima do Valor Limite	Influência da Unidade de Produção da Secil-Outão	Observações
28 de fevereiro de 2020	80	Não	48	-	-	Não	Valores de fundo na zona do valor limite diário.

⁽¹⁾ - Estação dos Arcos da rede de vigilância do Ministério do Ambiente, da zona de Setúbal, caracterizada como sendo estação urbana de fundo. (*)

– Valor não disponível no QUALAR.

Tabela 13 – Avaliação das excedências de PM₁₀ observadas na estação de São Luís face à localização da Unidade de Produção da Secil-Outão (Sul-Sudoeste)

Data	Concentração de PM ₁₀ (µg/m³)	Previsão Evento Natural?	Concentração de Fundo PM ₁₀ da região ⁽¹⁾ (µg/m³)	Rosa de Poluição	N.º de Horas de Ventos (N) e concentrações provenientes da Unidade de Produção acima do Valor Limite	Influência da Unidade de Produção da Secil-Outão	Observações
19 de março de 2020	65	Não	46	-	-	Não	Valores de fundo ao nível do valor limite.

⁽¹⁾ - Estação do Laranjeiro da rede de vigilância do Ministério do Ambiente, da zona de AML Sul, caracterizada como sendo estação urbana de fundo.

(*) – Informação não disponível no QUALAR.

7.6 Dados Meteorológicos

Na tabela seguinte são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos para os dados meteorológicos medidos no Outão.

Tabela 14 – Resumo das condições meteorológicas registadas na estação da Secil-Outão

PARÂMETROS	ESTAÇÃO DA SECIL-OUTÃO
Temperatura Horária Mínima (°C)	2,9
Temperatura Média Anual(°C)	17,2
Temperatura Horária Máxima (°C)	37,8
Humidade Relativa Horária Mínima (%)	13,9
Humidade Relativa Média Anual(%)	70,2
Humidade Relativa Horária Máxima (%)	96,8
Velocidade do Vento Média Anual (km/h)	3,3
Velocidade do Vento Horária Máxima (km/h)	17,4
Direções de Vento Dominante (sectores)	Oeste-Noroeste (12,8%)
Percentagem de Ventos Calmos (%)	21,5

Face às condições meteorológicas prevalentes registadas ao longo de 2020, e à localização de cada um dos locais à Secil, verifica-se que a estação do HOSO esteve exposto a 31% dos ventos influenciados pelas emissões da unidade de produção do Outão, seguido de Troia com 20%, São Luís com 8,7% e finalmente Murteira com 0,2%.

8 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

8.1 Variabilidade Espacial

A análise às tabelas apresentadas no capítulo sete permite evidenciar os seguintes pontos:

- Os níveis médios mais elevados de NO_2 e NO_x foram observados nas estações do HOSO e de Troia, podendo este facto ser consequência da maior exposição deste local a ventos provenientes da direção da Unidade de Produção do Outão. Os valores mais baixos foram observados em São Luís e na Murteira. Os valores médios e máximos de NO_2 situaram-se nitidamente abaixo dos respetivos valores limite.
- As concentrações de CO foram baixas em termos médios, com ligeira maior incidência no HOSO em termos de valores médios e máximos. Em todas as três estações onde são medidas as concentrações de CO, os valores máximos octo-horários ficaram a grande distância do respetivo valor limite.
- As concentrações de SO_2 foram baixas em termos médios, com maior incidência em Troia no que diz respeito aos valores médios e máximos. As restantes estações evidenciaram valores mais baixos e equivalentes entre si. Os valores horários e diários obtidos nos diferentes locais de medição, situaram-se bastante distantes dos respetivos valores limites da legislação, e quase sempre na zona do limite de deteção dos equipamentos.
- Devido ao facto do ozono ser um poluente secundário cujas concentrações atmosféricas têm um carácter mais regional, as concentrações atmosféricas apresentaram valores semelhantes nas duas estações onde ele foi medido em 2020 (Tróia e São Luís), sendo contudo ligeiramente superiores na estação de São Luís em termos de valores médios e máximos. Os valores horários obtidos foram sempre inferiores ao valor de limiar de informação. Em termos de valor limite octo-horário, as estações onde foi medido ozono registaram valores acima do respetivo valor limite, sendo mais frequente também em São Luís, com 13 dias.
- O valor médio de partículas PM_{10} observado na estação de HOSO apresentou a concentração mais elevada, acima do valor registado em Troia que foi a estação com o segundo valor médio mais elevado. Tal como foi observado para os óxidos de azoto, a maior proximidade desta estação à Unidade de Produção do Outão, nomeadamente à zona da pedreira, poderá ter contribuído para este facto. Em termos médios, todas as estações exibiram valores médios inferiores ao respetivo valor limite anual. Contudo em termos de valores diários, todos os locais, à exceção da estação da Murteira, registaram valores acima do valor limite diário de proteção

da saúde humana: 6 dias no HOSO, 1 dias em Troia e 1 dia em São Luís. Contudo, de todas estas ocorrências, nenhuma foi causa direta das fontes emissoras relacionadas com as unidade de produção do Outão. As ocorrências diárias acima da legislação estiveram relacionados com episódios de concentrações de fundo de PM₁₀ elevadas, e por concentrações elevadas provenientes de outras direções que não da unidade fabril.

8.2 Ciclo de variação média diária

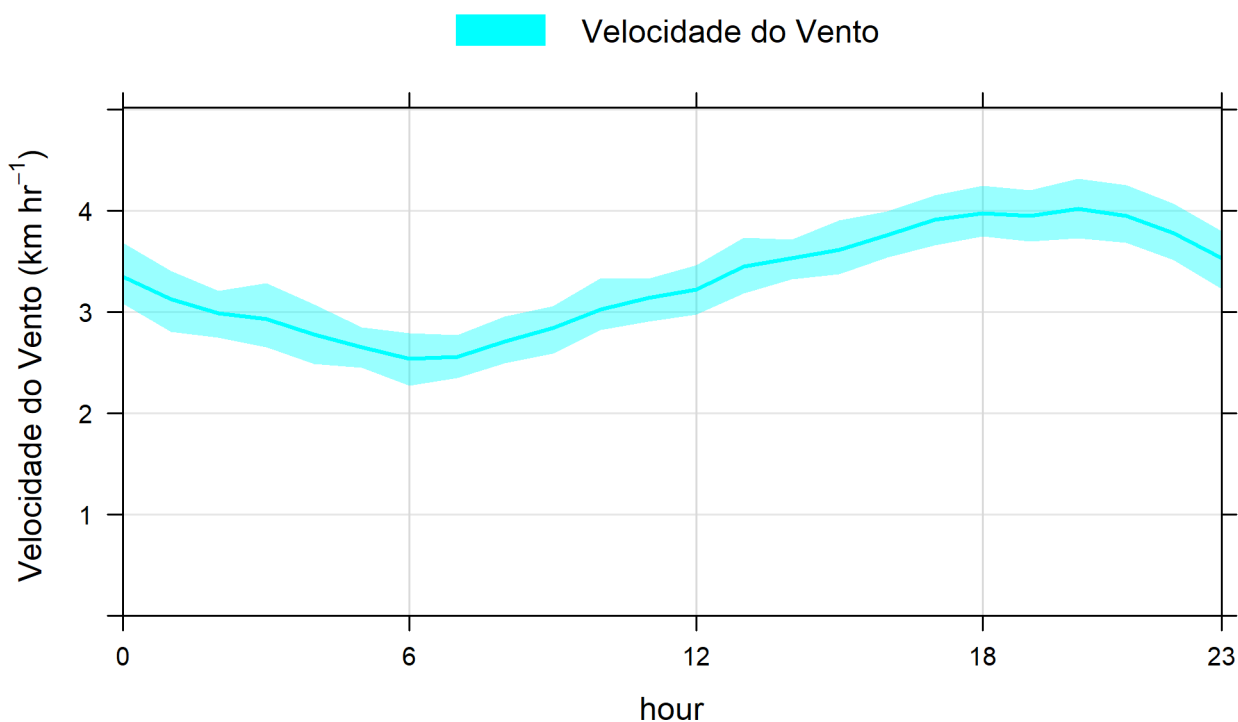


Figura 2 – Evolução média da variação horária da velocidade do vento (km/h) no Outão durante o ano de 2020.

O perfil de variação diário da velocidade do vento apresenta valores mínimos durante o período de madrugada, apresentando as velocidades mais elevadas ao final da tarde, entre as 18h00-20h00. As condições de dispersão da atmosfera foram assim influenciadas por este padrão de variação, promovendo assim maiores condições de dispersão no período vespertino, e condições de menor dispersão dos poluentes durante a madrugada.

8.2.1 Óxidos de Azoto

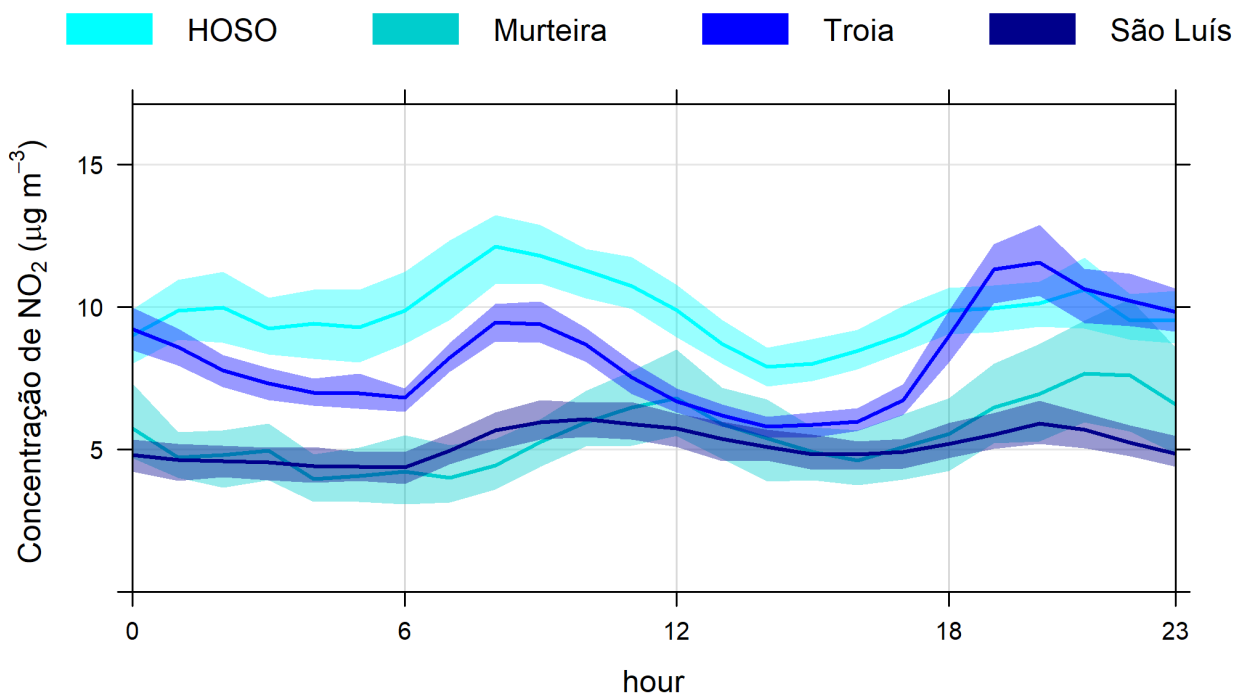


Figura 3 – Evolução média da variação horária das concentrações de NO₂ verificadas nas medições realizadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.

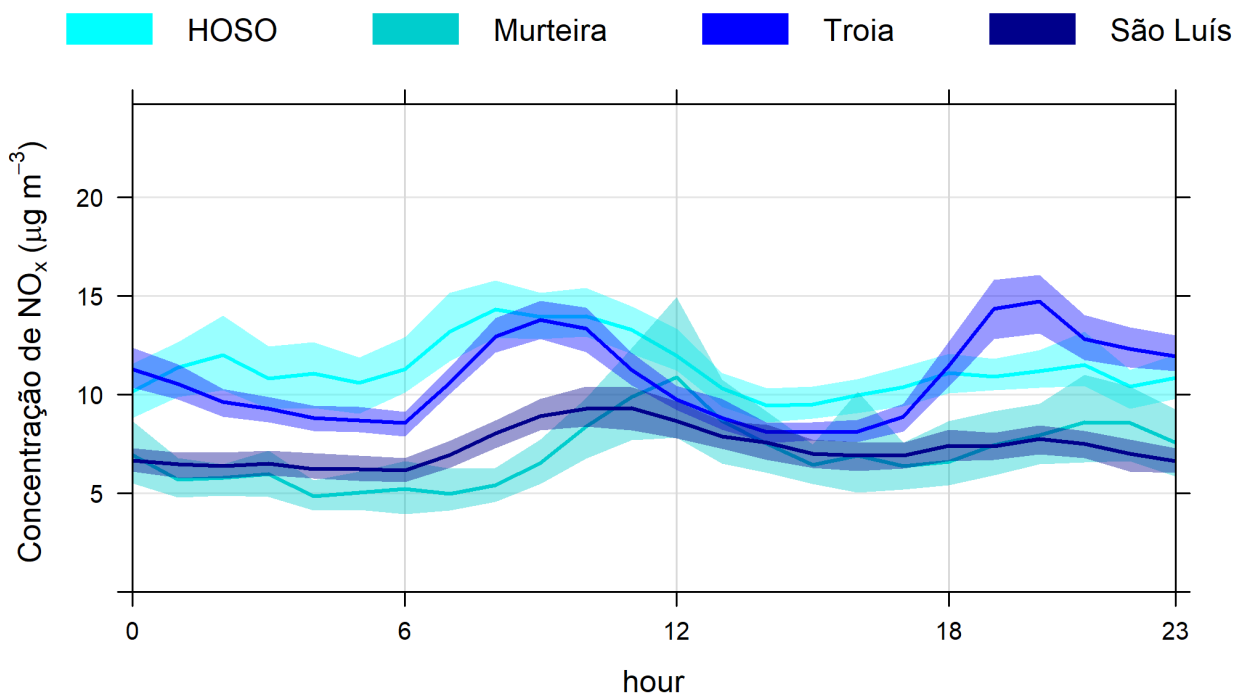


Figura 4 – Evolução média da variação horária das concentrações de NO_x verificadas nas medições realizadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.

O perfil de variação dos óxidos de azoto observados nas quatro estações de qualidade do ar apresenta um padrão de variação semelhante, caracterizado por um aumento das concentrações ao início da manhã e um pico de concentração ao início da noite, com amplitude semelhante, coincidente com os períodos típicos de maior tráfego automóvel.

8.2.2 Monóxido de Carbono

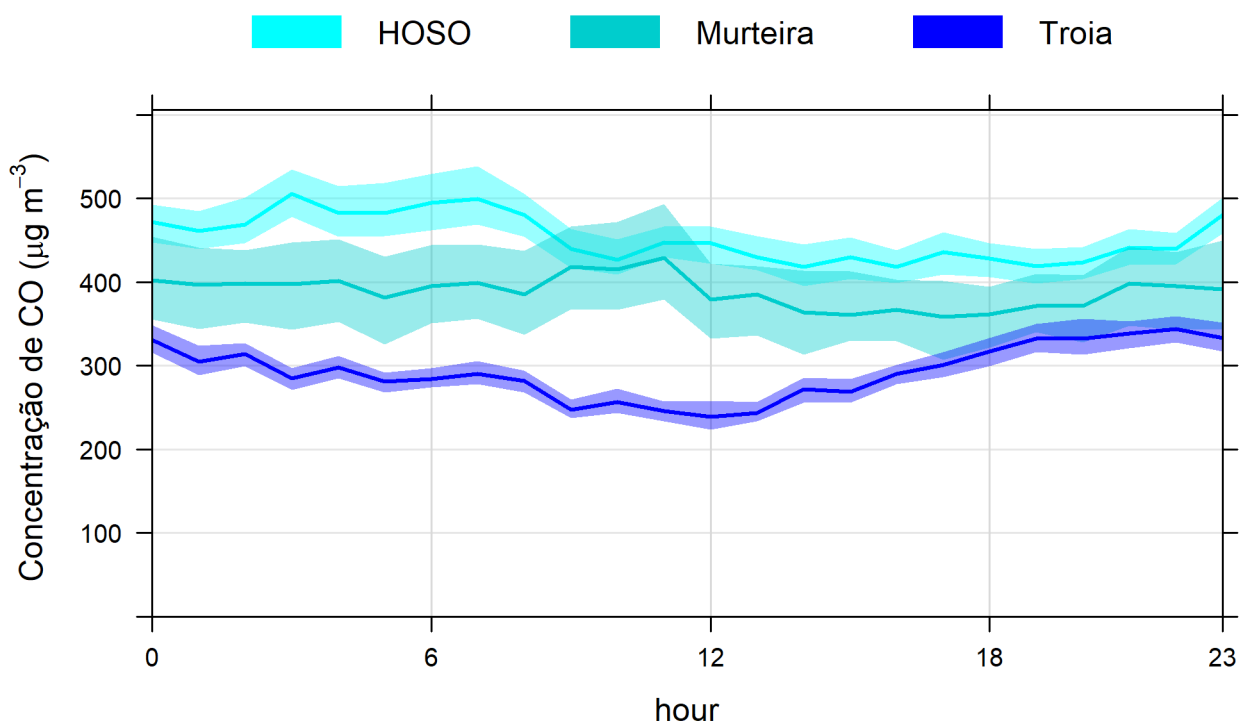


Figura 5 – Evolução média da variação horária das concentrações de CO verificadas nas medições realizadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.

De uma forma muito geral, verifica-se que os níveis de concentração de CO não apresentam um padrão médio de variação das concentrações horárias ao longo do dia, mantendo-se as concentrações constantes para além de muito baixas, quando comparado com os valores da ordem do valor limite.

8.2.3 Dióxido de Enxofre

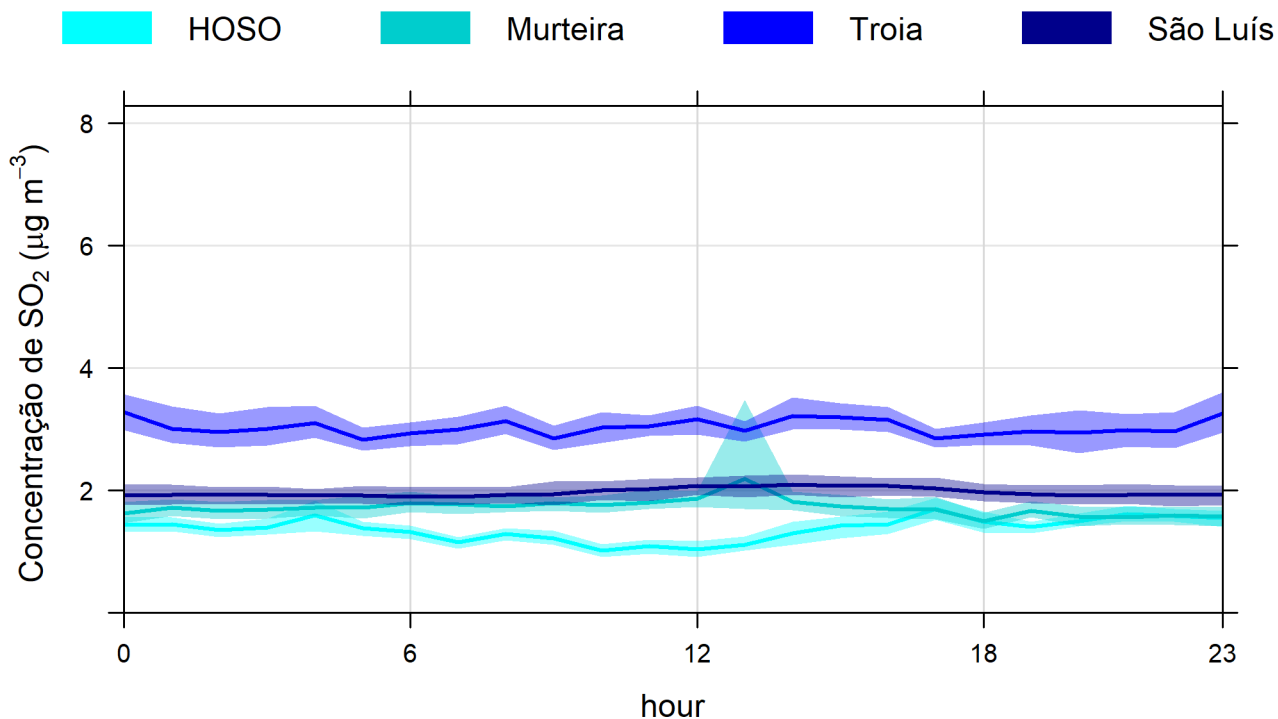


Figura 6 – Evolução média da variação horária das concentrações de SO₂ verificadas nas medições realizadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.

Tal como foi referido anteriormente para o monóxido de carbono, os níveis de concentração de SO₂ foram normalmente baixos. As concentrações de dióxido de enxofre não apresentaram um ciclo de variação, mantendo-se as concentrações normalmente constantes durante o período diário.

8.2.4 Ozono

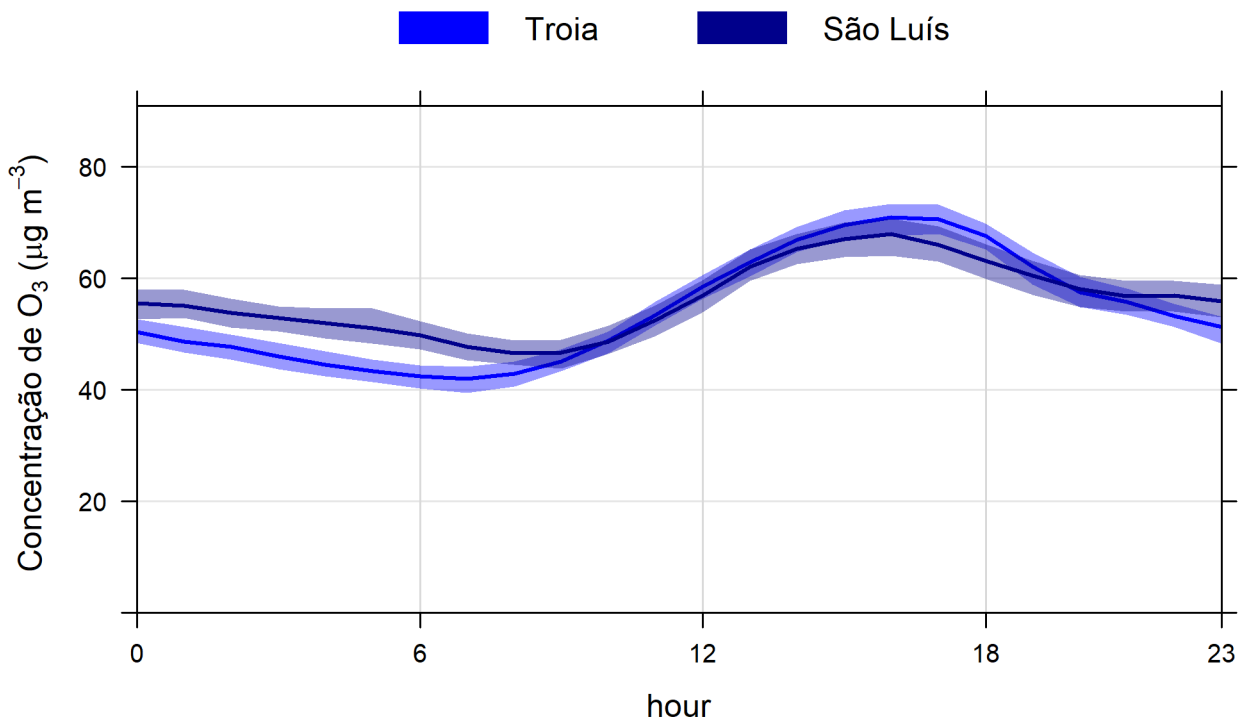


Figura 7 – Evolução média da variação horária das concentrações de O₃ verificadas nas medições realizadas durante ano de 2020 na rede da Secil-Outão.

Relativamente ao ozono, o ciclo de variação apresentado segue o perfil de variação típico para este poluente, com os valores a aumentarem a partir do início da manhã, em consequência do aumento da atividade fotoquímica, cujo valor máximo de concentração ocorre entre as 15h00-17h00, período em que se atingem os valores máximos de temperatura do ar. Durante o período noturno as concentrações mantêm-se estáveis nos valores mínimos.

8.2.5 Partículas PM₁₀

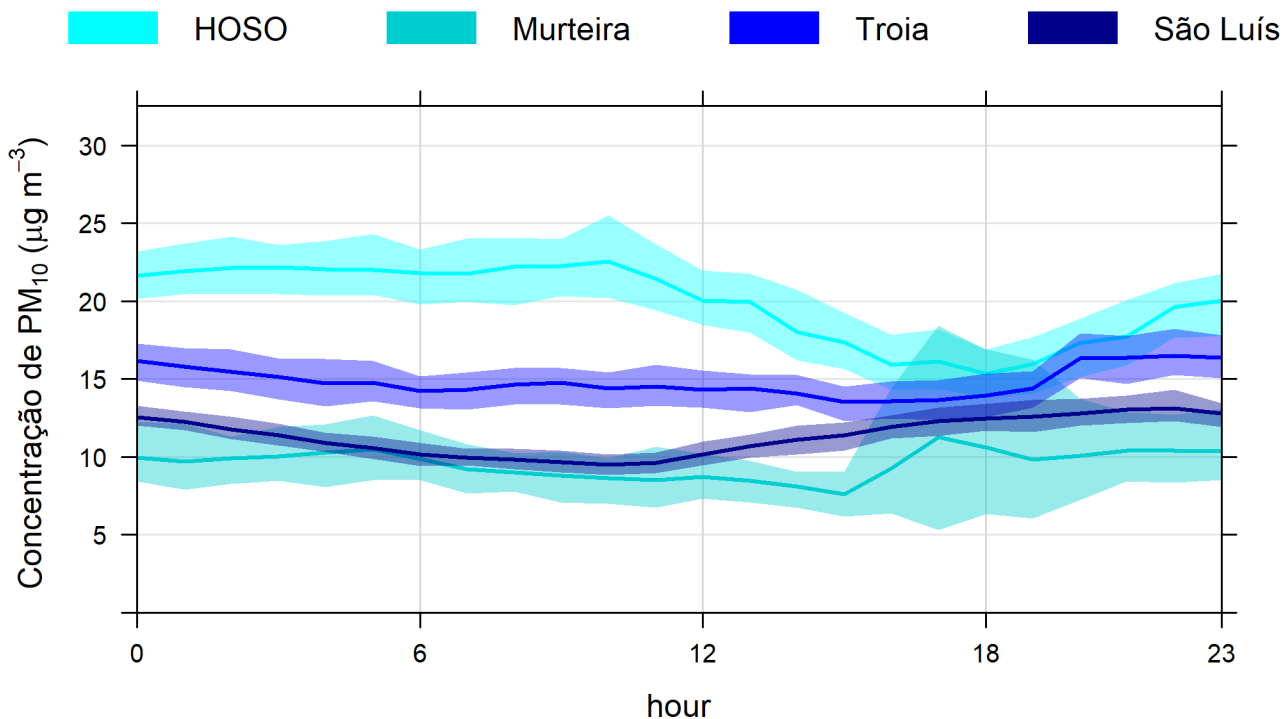


Figura 8 – Evolução média da variação horária das concentrações de PM₁₀ verificadas nas medições realizadas durante ano de 2020 na rede da Secil-Outão.

À exceção do HOSO em que os valores de PM₁₀ apresentam um padrão de variação definido, os restantes três locais não apresentam variabilidade significativa das concentrações horárias ao longo do dia. No caso do HOSO, as concentrações mantêm-se mais elevadas durante o período noturno em que a velocidade do vento diminui, sofrendo a diminuição das concentrações coincidente com o aumento da velocidade média do ar e por consequência dos aumento das condições de dispersão.

8.3 Rosas de Poluição

Neste capítulo serão apresentadas as rosas de poluição para os diversos poluentes monitorizados. Na tabela seguinte são apresentadas as percentagens de ocorrência de ventos registados na estação meteorológica da Secil-Outão. Na figura seguinte é apresentada a Rosa de Ventos deste local.

Tabela 15 – Percentagem de ocorrência de ventos na estação do Outão

Sectores de Direcção do Vento	Percentagem de Valores(%)	Sectores de Direcção do Vento	Percentagem de Valores(%)
Norte	5,2	Sul-Sudoeste	8,7
Norte-Nordeste	6,8	Sudoeste	5,1
Nordeste	2,9	Oeste-Sudoeste	3,9
Este-Nordeste	0,6	Oeste	9,6
Este	0,2	Oeste-Noroeste	12,8
Este-Sudeste	0,3	Noroeste	7,2
Sudeste	0,7	Norte-Noroeste	6,0
Sul-Sudeste	1,8	Calmos	21,5
Sul	6,7	Inválidos	0,0

Os dados meteorológicos apresentados anteriormente permitem verificar que durante o período em estudo, a condição de ventos dominante foram os ventos de Oeste-Noroeste com 13% das ocorrências. As restantes direções com maior frequência de ventos foram os setores de Sul a Norte-Nordeste (no sentido dos ponteiros do relógio), com percentagens não inferiores a 4%. Os ventos com menor incidência foram provenientes dos setores de Este- Nordeste a Sul-Sudeste, todos com frequências normalmente iguais ou inferiores a 2%. O cenário de ventos calmos ocorreu 21,5% do período anual.

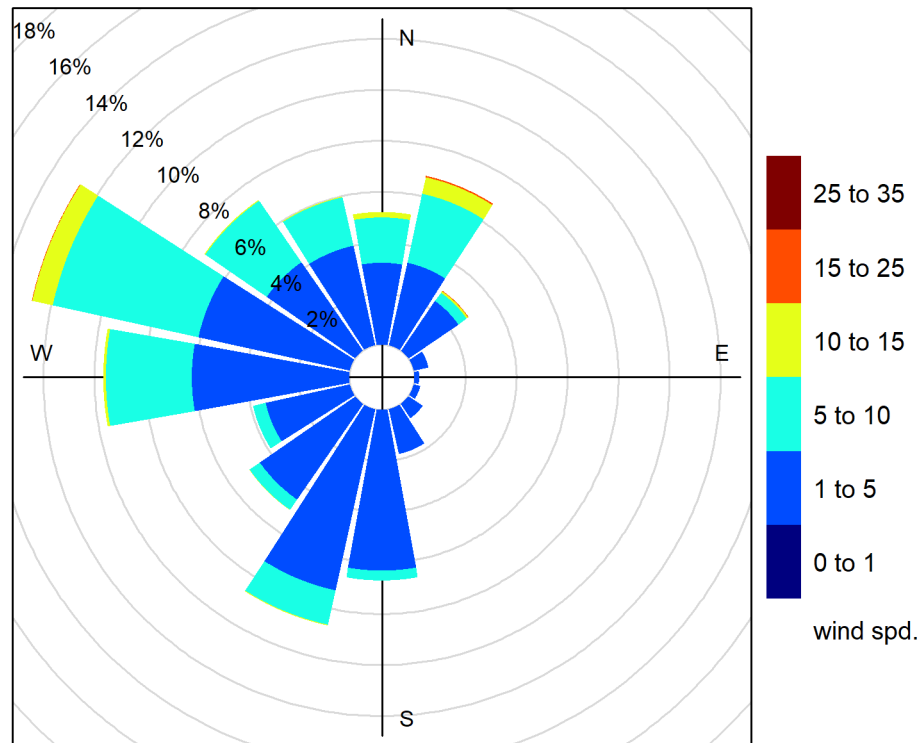


Figura 9 – Rosa de Ventos obtida a partir dos dados de direção e velocidade do vento (km/h) na Secil-Outão do ano de 2020.

8.3.1 Rede da Secil-Outão

8.3.1.1 Dióxido de Azoto

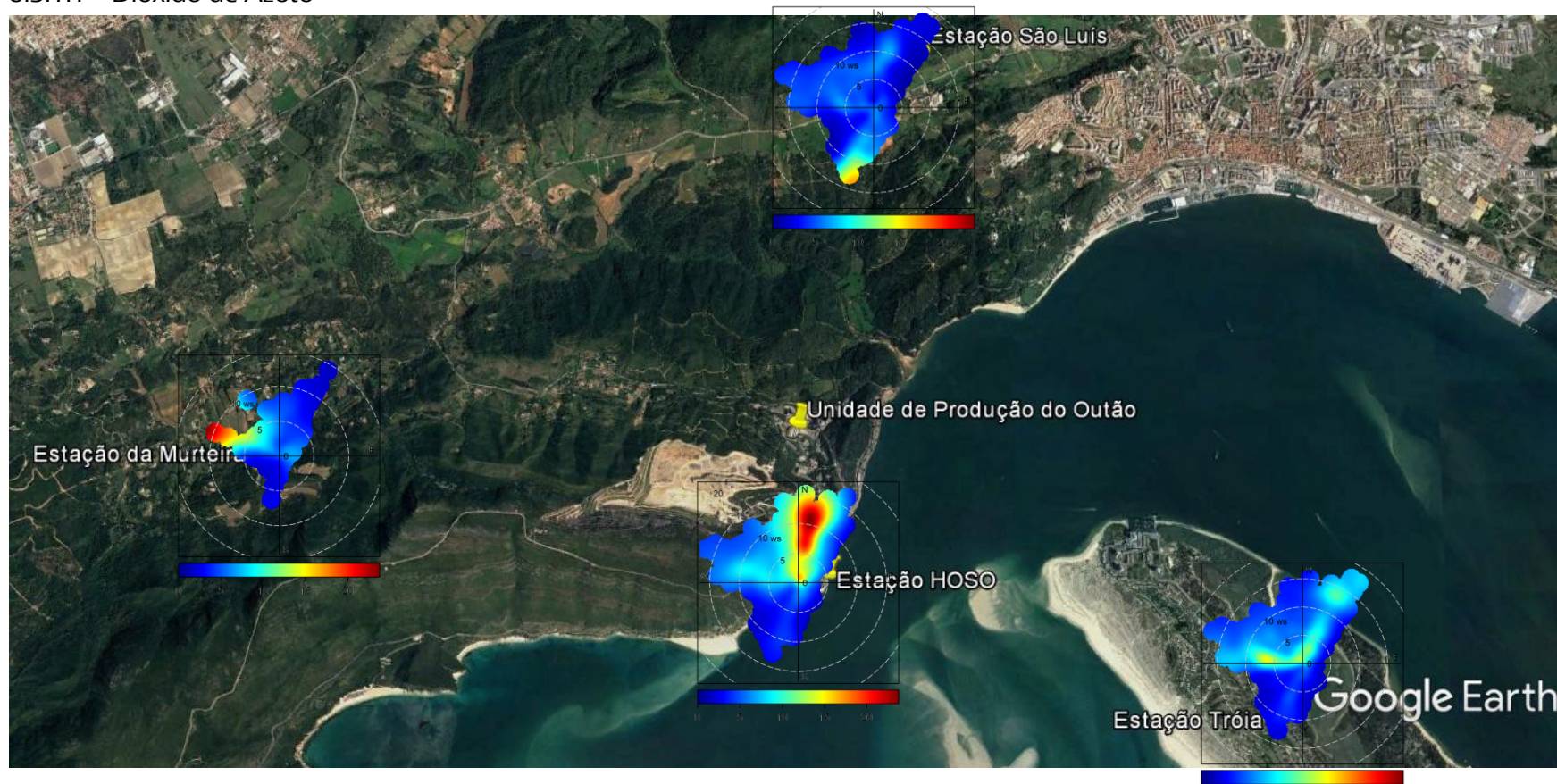


Figura 10 – Rosa de Poluição das concentrações de NO₂ relativas à monitorização de 2020 nos quatro locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.

8.3.1.2 Óxidos de Azoto

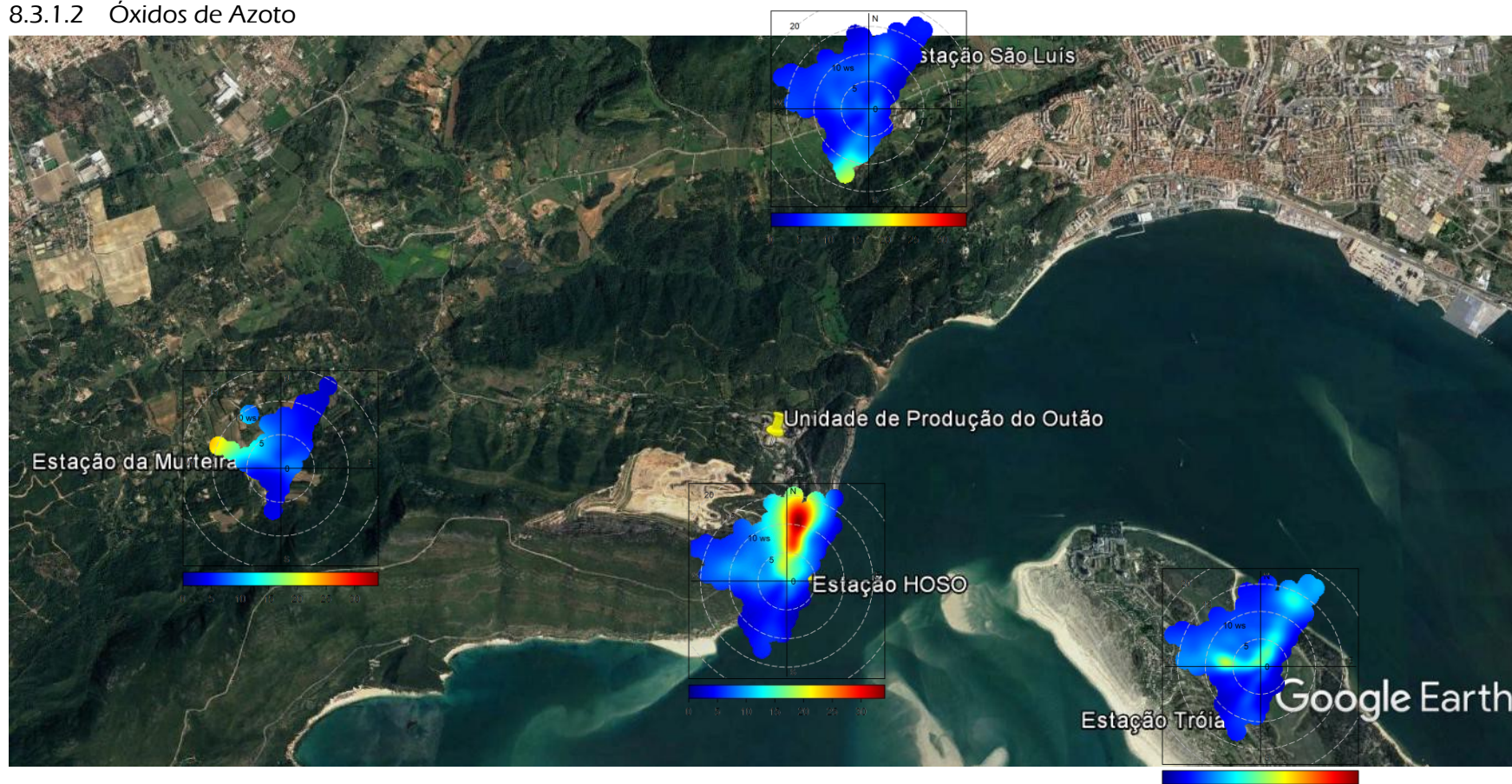


Figura 11 – Rosa de Poluição das concentrações de NO_x relativas à monitorização de 2020 nos quatro locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.

8.3.1.3 Dióxido de Enxofre

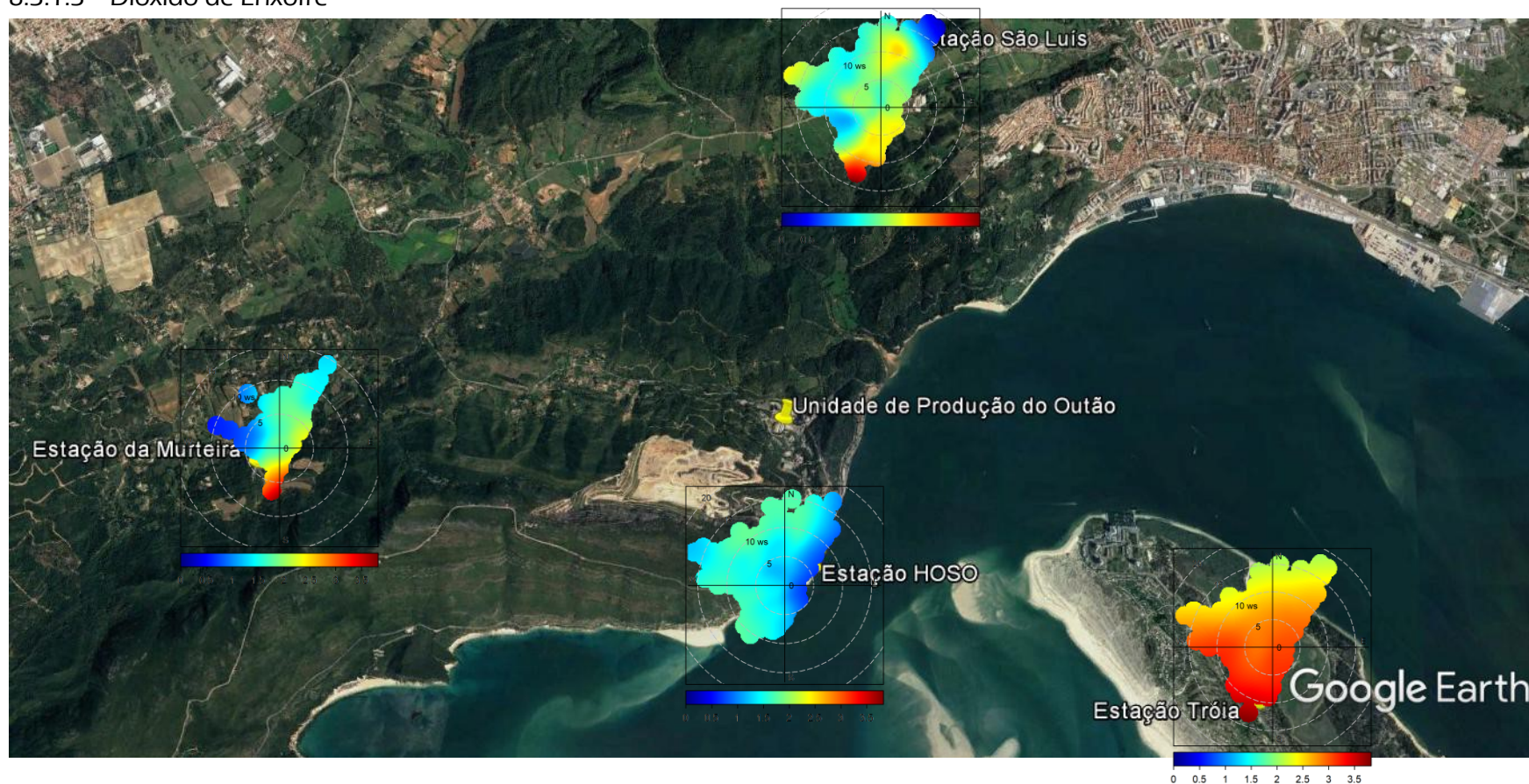


Figura 12 – Rosa de Poluição das concentrações de SO₂ relativas à monitorização de 2020 nos quatro locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.

8.3.1.4 Ozono

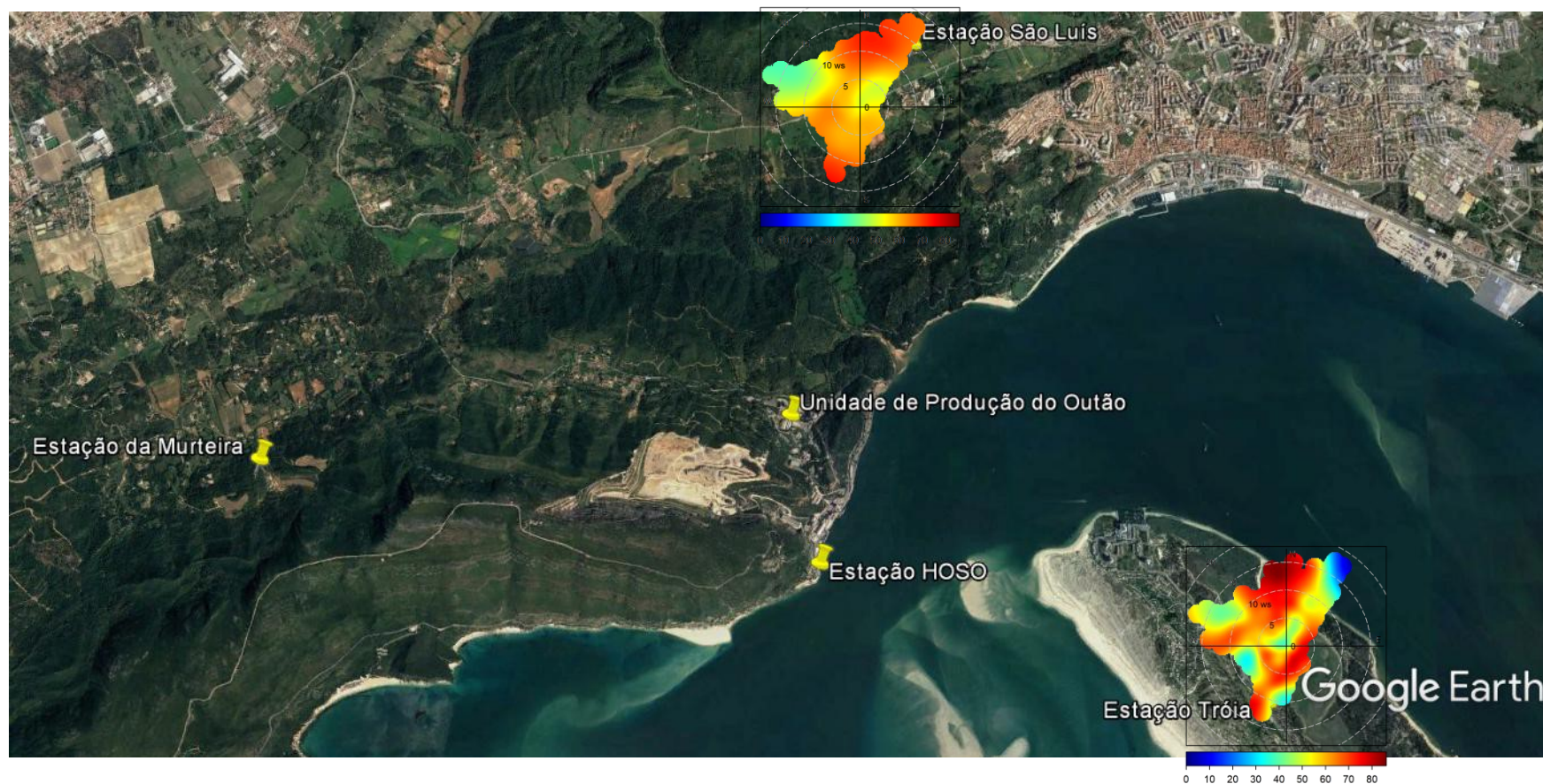


Figura 13 – Rosa de Poluição das concentrações de O_3 relativas à monitorização de 2020 nos três locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.

8.3.1.5 Monóxido de Carbono

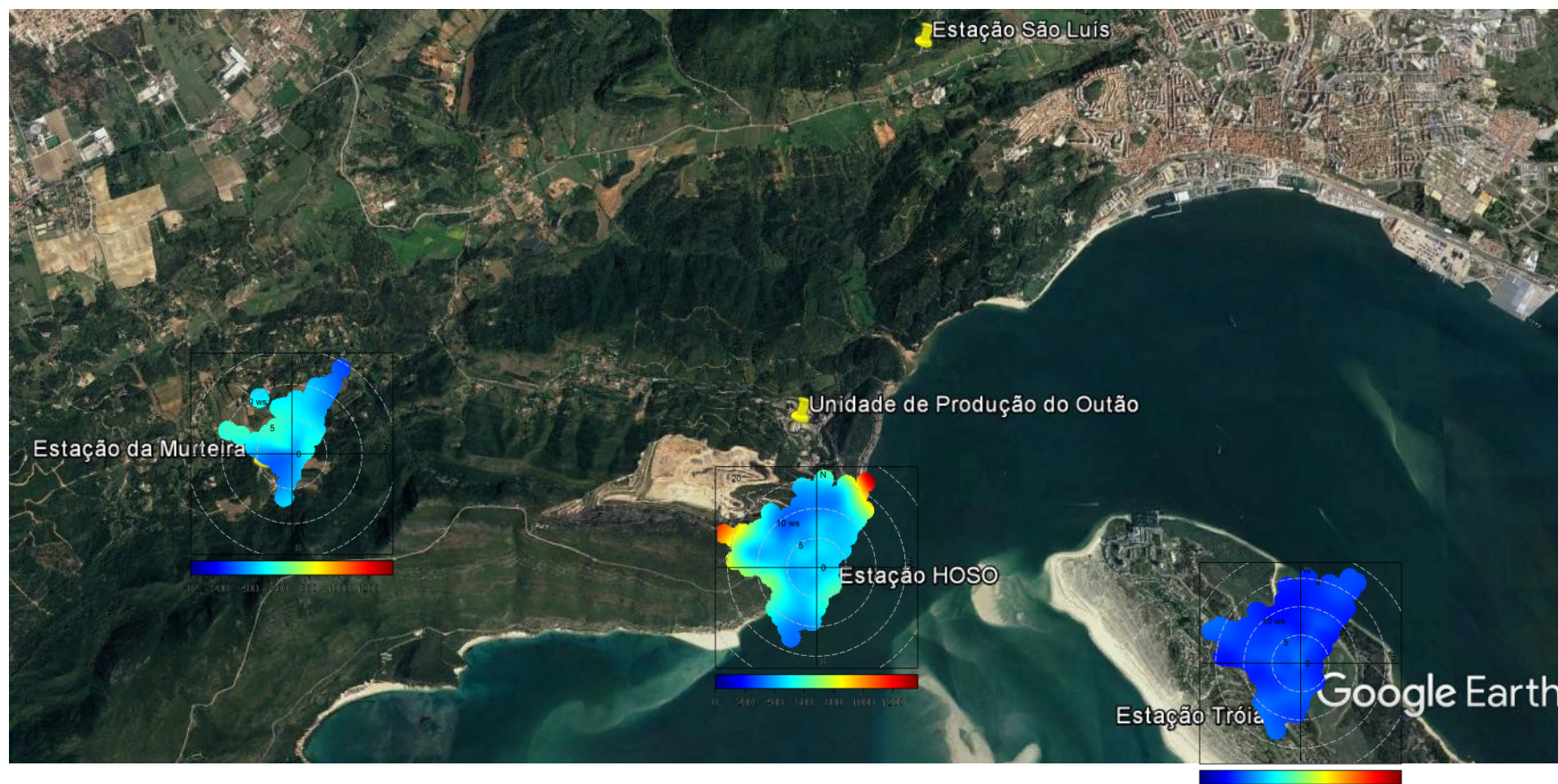


Figura 14 – Rosa de Poluição das concentrações de CO relativas à monitorização de 2020 nos três locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.

8.3.1.6 Partículas PM₁₀

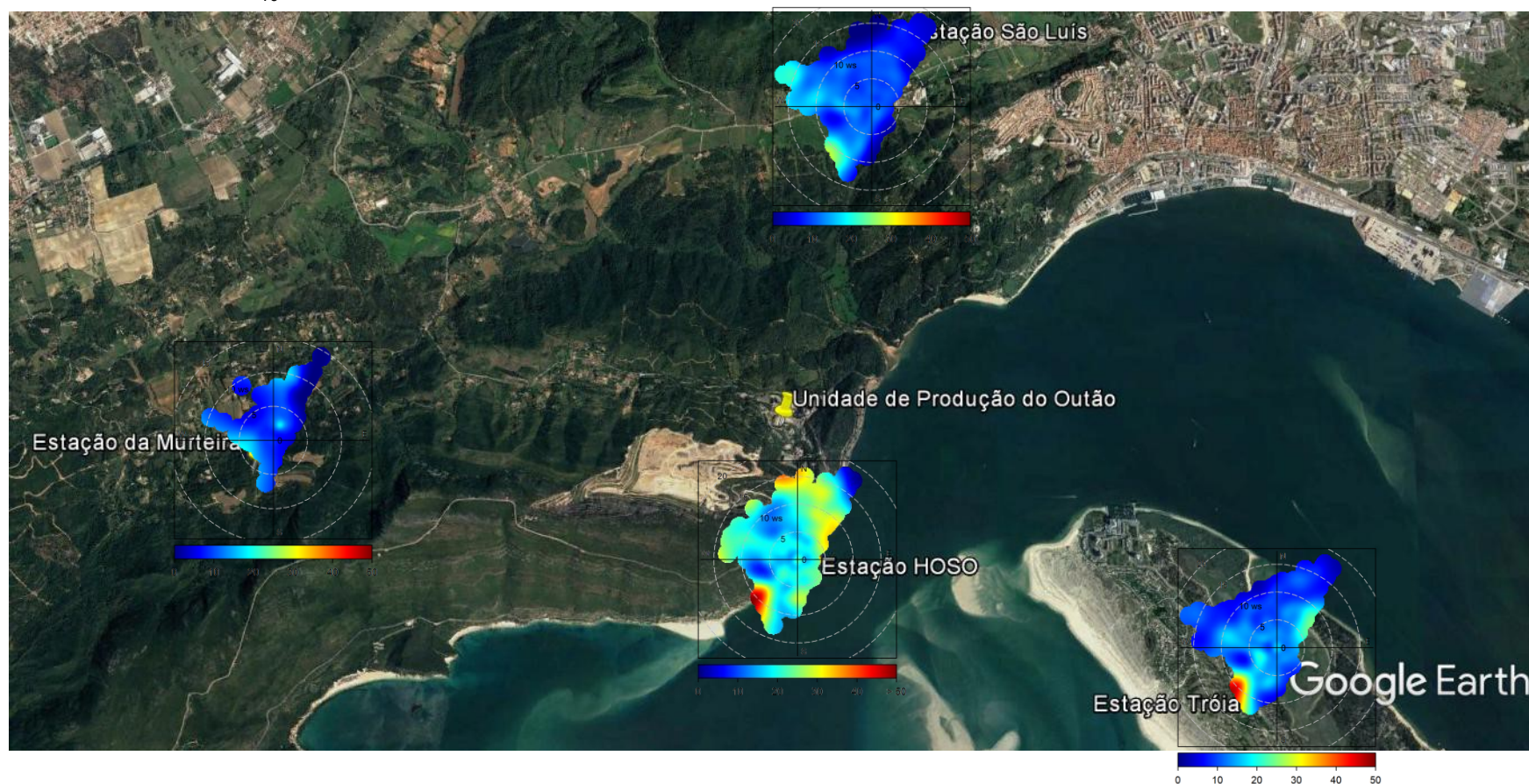


Figura 15 – Rosa de Poluição das concentrações de partículas PM₁₀ relativas à monitorização de 2020 nos quatro locais de medição da rede de monitorização da Secil-Outão.

8.3.1.7 Síntese Interpretativa

- As rosas de poluição de NO₂ e NO_x observadas nas quatro estações, à exceção da Murteira, evidenciam a influência preponderante das emissões da unidade de produção da Secil. Dependendo da distância dos locais à fábrica da Secil-Outão, verifica-se a maior ou menor influência das referidas emissões. Devido à maior proximidade da estação de HOSO à unidade de produção da Secil, verifica-se que as concentrações são nitidamente mais elevadas quando o vento (independentemente da velocidade) é proveniente da unidade industrial da Secil (setor de Norte). A estação de Troia também evidencia concentrações mais elevadas coincidentes com os ventos de Oeste potencialmente influenciados pelas emissões fixas da unidade da Secil-Outão, da mesma ordem de grandeza da influência proveniente da zona industrial de Setúbal a Nordeste do local de medição. O maior distanciamento da estação de São Luís faz com que as concentrações de óxidos de azoto coincidentes com a direção da Secil, se distingam menos relativamente aos valores observados em outras direções, apesar de se notar uma ligeira influência nessa direção para ventos mais elevados. Na estação da Murteira, não se regista qualquer influência das emissões da unidade de produção da Secil, verificando-se valores mais elevados oriundos de direções contrárias à Secil-Outão. De uma forma geral, verifica-se que as emissões de óxidos de azoto provenientes da Secil constituem a fonte emissora predominante no HOSO, verificando-se que as emissões provenientes do tráfego automóvel da área urbana de Setúbal não contribui para o aumento localizado das concentrações na área em estudo. Em Troia a influência das emissões da unidade de produção da Secil são equivalentes às emissões provenientes da zona industrial de Setúbal.
- Relativamente ao dióxido de enxofre, e contrariamente aos óxidos de azoto, não se verifica que as emissões da unidade de produção da Secil influenciem as concentrações das diferentes estações. Apenas em São Luís parece haver um fenómeno de valores mais elevados na direção da Unidade de Produção, sendo contudo pouco expressiva em termos de grandeza absoluta.
- As rosas de poluição do ozono apresentam uma configuração semelhante nos dois locais, em resultado de ser um poluente mais de carácter regional em função de ser formado na atmosfera, e não resultado da emissão direta de fontes emissoras.
- As rosas de poluição obtidas em cada um dos locais para o monóxido de carbono apresentam pouca variabilidade espacial. A única exceção é a estação da HOSO, cujos valores são ligeiramente mais elevados nos ventos de Oeste e Nordeste, em direções distintas à localização da Unidade de Produção da Secil.

- No caso das partículas PM_{10} , nas estações de Troia, Murteira, São Luís onde as concentrações foram mais baixas, as Rosas de Poluição não evidenciaram significativa variabilidade espacial, e por isso não evidenciaram que as concentrações fossem mais elevadas provenientes das direções da Unidade de Produção da Secil. Na estação de HOSO onde foram observadas concentrações mais elevadas, verifica-se que a rosa de poluição não evidenciou um comportamento exclusivo com valores mais elevados na direção da Unidade de Produção. Os valores elevados são observados em várias direções, com ou sem influência da Unidade de Produção.

8.4 Aplicação de Índice de Qualidade do Ar

Com base nos critérios de avaliação previstos pela Agência Portuguesa do Ambiente para 2020, calcularam-se os índices de qualidade do ar diários referentes às medições em contínuo realizadas nas quatro estações de monitorização. O Índice de Qualidade do Ar apresentado para cada dia é relativo à pior classificação obtida em cada uma das redes de monitorização.

Na figuras seguintes são apresentadas as percentagens de ocorrência de cada uma das cinco classificações referentes ao ano de 2020, relativas às estações da rede da Secil-Outão.

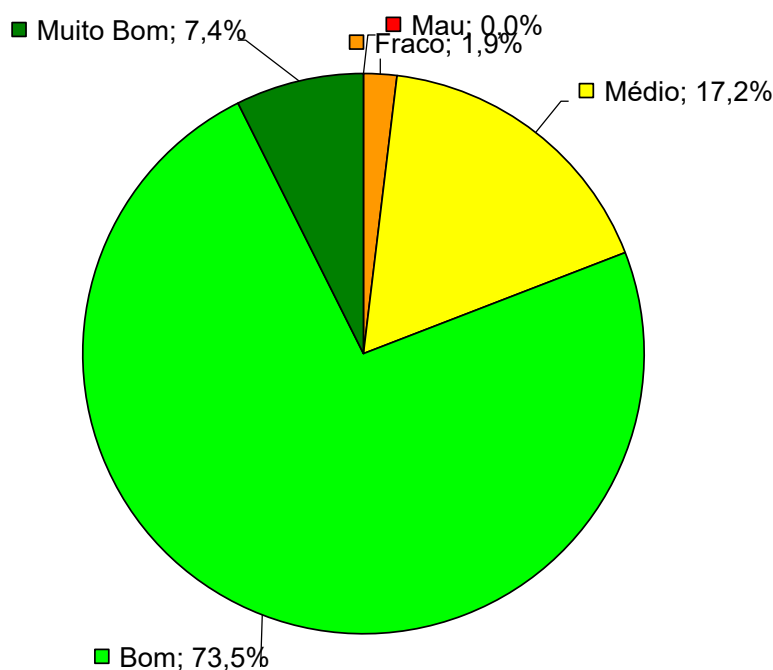


Figura 16 – Gráfico com as percentagens das diferentes classificações observadas durante o ano de 2020 na rede da Secil-Outão.

Analisando o gráfico anterior, verifica-se que a qualidade do ar teve maioritariamente a classificação de Bom, 74% dos dias, seguido da classificação de Médio com cerca de 17%, e de Muito Bom com 7%. A classificação de Fraco foi obtida em 2% dos dias, enquanto que a classificação de Mau não foi observada no ano de 2020.

9 CONCLUSÕES

A análise efetuada aos dados obtidos na rede da Secil-Outão durante o período de Janeiro a Dezembro de 2020, permitiu chegar às seguintes conclusões:

- A taxa de cobertura de dados no ano de 2020 foi maioritariamente superior a 85%, evidenciando assim uma cobertura normalmente superior a este valor definido no *Commission Implementing Decision laying down rules for Directives 2004/107/EC and 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council as regards the reciprocal exchange of information and reporting on ambient air* de 15 de março de 2020. Contudo, houve vários analisadores em diferentes estações que, derivado de alguns problemas de operação apresentaram valores inferiores a 85%. A estação da Murteira por ter sido desativada no final de fevereiro de 2020 não cumpriu os critérios de medição da qualidade do ar para o ano de 2020.
- As condições meteorológicas foram caracterizadas por ventos dominantes dos sectores de Sul a Norte-Nordeste (no sentido do ponteiro do relógio), totalizando estes dez sectores uma percentagem de 72% das ocorrências. Segundo o regime de ventos observado em 2020, observa-se que os pontos de medição mais expostos a emissões provenientes da unidade fabril foram o HOSO com 31%, seguido de Troia com 20%, São Luís com 8,7%.e Murteira com 0,2%.
- A qualidade do ar observada em toda a rede da Secil-Outão teve a classificação maioritária de Bom em cerca de 72% do período de medição, seguindo de Médio com 17%. De todos os poluentes monitorizados, o ozono e as partículas PM₁₀ evidenciaram serem os parâmetros de qualidade do ar que mais influenciaram negativamente o índice de qualidade do ar.
- Os poluentes medidos com os valores de concentração mais elevados foram as partículas PM₁₀ e ozono. No caso do ozono, sendo um poluente secundário, não está diretamente relacionado com as emissões da Secil. As concentrações de PM₁₀ exibiram um número total de 8 dias com valores superiores ao respetivo valor limite diário (6 no HOSO, 1 em Troia e 1 em São Luís). Contudo, a análise de causas realizada evidenciou que, dos 8 dias com valores acima da legislação, nenhum foi em resultado das emissões da fábrica e unidade de extração da Secil-Outão.
- Verificou-se que as excedências de PM₁₀ são maioritariamente devido a fenómenos externos à unidade fabril em estudo, principalmente devido a valores de concentração de fundo elevados. Em qualquer das estações, o número de excedências do valor limite diário foi inferior ao número de dias limite referenciado na legislação (35 dias). O valor médio anual de cada uma das quatro estações também ficou abaixo do respetivo valor limite.

- Para os poluentes gasosos, à exceção do ozono, os valores obtidos nas quatro estações de qualidade do ar foram baixos, distantes dos valores limite presente na legislação. Para o ozono, cujas concentrações atmosféricas não dependem da atividade da unidade da Secil, foram observados três dias em Troia e 13 dias em São Luís em que o valor máximo octo-horário diário excedeu o respetivo valor limite.
- Para além do ozono, que apresenta o típico ciclo fotoquímico de variação diária, de todos os poluentes monitorizados, os óxidos de azoto são aqueles que apresentam um ciclo de variação diário mais bem definido, refletindo a maior expressão das emissões ao início da manhã e no final do dia, em conjugação com as condições de dispersão existentes. Os restantes poluentes apresentam fraca variabilidade diária, sendo, que no caso das partículas PM₁₀, na estação de HOSO em que as concentrações horárias apresentaram maior variabilidade, estas dependeram das condições de dispersão, com os valores a serem mais elevados a partir do início da noite até ao início da tarde, diminuindo com o aumento da velocidade do vento durante a tarde.
- De todos os parâmetros medidos, os óxidos de azoto, foram aqueles cujas concentrações atmosféricas demonstraram uma maior relação com as emissões da unidade de produção, nomeadamente em HOSO e Troia. Contudo, apesar de ser nítido a influência desta fonte de emissão, os valores registados para os óxidos de azoto não atingiram valores elevados, mantendo-se distante dos respetivos valores limite. Para os restantes poluentes, não se verificou que as emissões da Unidade de Produção da Secil tivesse influenciado de forma preponderante e de forma exclusiva as concentrações nos diferentes quatro locais. No caso das PM₁₀, em HOSO, verifica-se que as concentrações associadas a ventos provenientes da Unidade de Produção da Secil são da mesma ordem de grandeza de concentrações associadas a outras direções. As concentrações de PM₁₀ apresentam outros fatores que contribuem também para as concentrações no ar ambiente.

Em suma, para a área envolvente à unidade de produção em estudo através dos dados obtidos em 2020, verifica-se que a qualidade do ar não foi influenciada negativamente pela laboração da unidade fabril da Secil-Outão.