



Avaliação da qualidade do ar ambiente na região de Lisboa e Vale do Tejo em 2020



Setembro 2020



Título	Avaliação da Qualidade do Ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo em 2020
Data	Setembro 2021
Autoria	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo Luisa Nogueira Sandra Mesquita Foto capa: https://www.lisboa.pt/capital-verde-2020/noticias/detalhe/dia-nacional-do-ar/
ISBN	978-972-8872-77-9

Resumo

No presente relatório apresenta-se a avaliação do estado da qualidade do ar na região de Lisboa e Vale do Tejo (RLVT) no ano de 2020 e a tendência de evolução desde 2001, com base nos resultados dos poluentes medidos nas estações da rede de monitorização da qualidade do ar (RMQA LVT) da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR LVT). A avaliação efetuada teve em consideração as regras e os objetivos ambientais estipulados para cada poluente atmosférico no Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, na sua redação atual.

Neste ano, marcado pela situação de pandemia de COVID-19, é também efetuada uma avaliação do efeito na qualidade do ar das medidas de restrição implementadas para limitar a propagação do novo coronavírus, que resultaram numa forte diminuição das emissões de poluentes atmosféricos na região de Lisboa e Vale do Tejo.

Os resultados obtidos em 2020 nas estações da RMQA LVT, para os poluentes dióxido de azoto (NO_2) e óxidos de azoto (NO_x), partículas PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$, monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), ozono (O_3) e benzeno (C_6H_6), permitem constatar que a qualidade do ar, em termos médios, e na generalidade dos locais, foi boa, tendo ocorrido uma redução nas concentrações de vários poluentes cuja principal fonte na RLVT é o tráfego rodoviário. Esta situação foi em grande parte resultante das restrições de atividade e situações de confinamento decorrentes da pandemia de COVID-19, que tiveram como consequência uma forte redução de tráfego rodoviário e também de outras atividades emissoras de poluentes atmosféricos.

No ano de 2020 não se registou, pela primeira vez desde o início da aplicação do presente quadro legal, o incumprimento do valor limite anual de NO_2 na estação da Avenida da Liberdade. Esta situação resultou fundamentalmente da grande redução do volume de tráfego rodoviário em circulação na zona central da cidade de Lisboa, associada às situações de confinamento e à grande redução da atividade turística e do setor do comércio e serviços.

É de realçar que 2019 e 2020 foram os primeiros anos em que não se verificou a ultrapassagem do valor alvo para proteção da saúde humana do O_3 , em nenhuma estação da RMQA LVT. No entanto, todas as estações de fundo da RLVT apresentaram concentrações próximas do valor alvo e acima do objetivo de longo prazo para proteção da saúde humana. Tal como em anos anteriores, a estação da Chamusca, que ultrapassou sistematicamente o valor alvo, foi o local onde se registou o valor mais elevado para este indicador. Nos meses de julho e setembro, em dias de temperaturas elevadas, verificou-se ainda a ultrapassagem do limiar de informação definido para o ozono, num número reduzido de horas, em algumas estações de fundo localizadas em áreas urbanas e rurais.

Em 2020 verificou-se uma redução generalizada das concentrações de partículas PM_{10} que, neste ano, tal como em 2018 e 2019, não registaram incumprimentos aos valores limite em nenhuma das estações da RMQA LVT. É no entanto de referir que, em alguns dias em que se verificaram eventos naturais de transporte de partículas do Norte de África e condições de dispersão mais desfavoráveis à dispersão de

poluentes, ocorreram ultrapassagens ao valor limite diário (VLD) de PM_{10} , sem que tenham sido ultrapassados os 35 dias de excedência permitidos pela legislação em vigor.

Para os poluentes partículas $PM_{2,5}$, monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), e benzeno (C_6H_6), os níveis registados em 2020, tal como em anos anteriores, foram bastante inferiores aos objectivos de qualidade do ar definidos na legislação em vigor.

Acrónimos, unidades e símbolos

AML - Área Metropolitana de Lisboa

AML Norte – Área Metropolitana de Lisboa Norte

AML Sul - Área Metropolitana de Lisboa Sul

CCDR - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CCDR LVT – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo

CE - Comissão Europeia

EMQA - Estação de Monitorização da Qualidade do Ar

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

RLVT - Região de Lisboa e Vale do Tejo

RMQA LVT - Rede de Monitorização da Qualidade do Ar de Lisboa e Vale do Tejo

UE - União Europeia

C₆H₆ - Benzeno

CO - Monóxido de Carbono

COV - Compostos Orgânicos Voláteis

NO₂ - Dióxido de Azoto

NO_x - Óxidos de Azoto

O₃ - Ozono

PM₁₀ - Partículas em Suspensão PM₁₀

PM_{2,5} - Partículas em Suspensão PM_{2,5}

SO₂ - Dióxido de Enxofre

NC - nível crítico

VL - Valor limite

VLA - Valor limite anual

VLD - Valor limite diário

VLH - Valor limite horário

VA – Valor Alvo

µg/m³ - micrograma por metro cúbico (unidade de medida de concentração, massa de poluente por volume de ar)

µm - micrómetro (unidade correspondente a 10⁻⁶ do metro)

Índice

RESUMO	1
ACRÓNIMOS, UNIDADES E SÍMBOLOS	3
ÍNDICE	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
1. INTRODUÇÃO	8
2. GENERALIDADES SOBRE QUALIDADE DO AR	9
3. REDE DE ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR	11
4. RESULTADOS DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO DE LISBOA E VALE DO TEJO .	13
4.1 ÓXIDOS DE AZOTO (NO _x).....	13
4.1.1 <i>Descrição do poluente</i>	13
4.1.2 <i>Análise da conformidade legal do NO₂ para a proteção da saúde humana</i>	16
4.1.3 <i>Análise da conformidade legal do NO_x para a proteção da vegetação</i>	21
4.2 PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO (PM ₁₀ E PM _{2,5})	22
4.2.1 <i>Descrição do poluente</i>	22
4.2.2 <i>Análise da conformidade legal das partículas PM₁₀ para a proteção da saúde humana</i> 24	
4.2.3 <i>Análise da conformidade legal das partículas PM_{2,5} para a proteção da saúde humana</i> 31	
4.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	33
4.3.1 <i>Descrição do poluente</i>	33
4.3.2 <i>Análise da conformidade legal do CO para a proteção da saúde humana</i>	35
4.4 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO ₂).....	36
4.4.1 <i>Descrição do poluente</i>	36
4.4.2 <i>Análise da conformidade legal do SO₂ para a proteção da saúde humana</i>	37
4.4.3 <i>Análise da conformidade legal do SO₂ para a proteção da vegetação</i>	39
4.5 OZONO (O ₃)	41
4.5.1 <i>Descrição do poluente</i>	41
4.5.2 <i>Análise da conformidade legal do O₃ para a proteção da saúde humana</i>	43
4.5.3 <i>Análise da conformidade legal do O₃ para a proteção da vegetação</i>	48
4.6 BENZENO (C ₆ H ₆)	50
4.6.1 <i>Descrição do poluente</i>	50
4.6.2 <i>Análise da conformidade legal do C₆H₆ para a proteção da saúde humana</i>	50
4.7 AVALIAÇÃO GLOBAL DA CONFORMIDADE LEGAL NA REGIÃO DE LISBOA E VALE DO TEJO EM 2020	52

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXO I - OBJETIVOS DE QUALIDADE DO AR (D.L. N.º 102/2010, DE 23 DE SETEMBRO)	56
ANEXO II – TAXA DE RECOLHA DE DADOS DA REDE DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR DA CCDR LVT EM 2020	59

Índice de figuras

Figura 1. Localização das estações da Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da CCDR LVT em funcionamento em 2020	12
Figura 2. Estimativa de emissões de NO_x por sector de atividade para 2014	14
Figura 3. Ciclo diário das concentrações de NO_2 nas estações da RLVT	15
Figura 4. Ciclo semanal das concentrações de NO_2 nas estações da AML Norte	15
Figura 5. Avaliação da conformidade legal do poluente NO_2 para a proteção da saúde humana em 2020	17
Figura 6. Evolução das concentrações médias semanais em 2020 e da média dos anos de 2017 a 2019 NO_2 na estação da Avenida da Liberdade	18
Figura 7. Evolução da média anual de NO_2 nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona)	19
Figura 8. Evolução do 19.º máximo horário de NO_2 nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona)	20
Figura 9. Mapa da evolução das concentrações de NO_2 nas estações da RMQA LVT, expressas em percentagem dos valores limite, nos últimos 5 anos.....	20
Figura 10. Avaliação da conformidade legal do poluente NO_x em 2020, para a proteção da vegetação, nas estações rurais de fundo da RMQA LVT	21
Figura 11. Evolução da média anual de NO_x nas estações rurais de fundo da RMQA LVT	21
Figura 12. Estimativa de emissões de PM_{10} por sector de atividade para 2014.....	23
Figura 13. Ciclo diário das concentrações de PM_{10}	23
Figura 14. Ciclo semanal das concentrações de PM_{10} em estações das aglomerações da RLVT.....	24
Figura 15. Avaliação da conformidade legal do poluente PM_{10} em 2020, para o valor limite anual, para a proteção da saúde humana.....	26
Figura 16. Avaliação da conformidade legal do poluente PM_{10} em 2020, para o valor limite diário, para a proteção da saúde humana.....	27
Figura 17. Concentrações médias diárias de PM_{10} nas várias estações da RMQA LVT durante o ano de 2020.....	28
Figura 18. Evolução do 36.º máximo diário de PM_{10} nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona) com e sem desconto da contribuição das fontes naturais	30
Figura 19. Evolução da média anual de PM_{10} nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona), com e sem desconto da contribuição das fontes naturais.....	30
Figura 20. Mapa da evolução do PM_{10} nas estações da RMQA LVT nos últimos 5 anos.....	31
Figura 21. Avaliação da conformidade legal do poluente $\text{PM}_{2,5}$ para a proteção da saúde humana em 2020.....	32

<i>Figura 22. Evolução da média anual para as partículas PM_{2,5}</i>	<i>33</i>
<i>Figura 23. Estimativa de emissões de CO por sector de atividade para 2014</i>	<i>34</i>
<i>Figura 24. Ciclo diário das concentrações de CO nas estações urbanas de fundo e estações de tráfego da RMQA LVT.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 25. Avaliação da conformidade legal do poluente CO para a proteção da saúde humana, em 2020</i>	<i>35</i>
<i>Figura 26. Evolução do máximo diário das médias de 8 horas para o CO nas aglomerações da RLVT (valor máximo das estações de cada aglomeração).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 27. Estimativa de emissões de SO₂ por sector de atividade para o ano de 2014</i>	<i>37</i>
<i>Figura 28. Avaliação da conformidade legal do poluente SO₂ em 2020, para a proteção da saúde humana</i>	<i>38</i>
<i>Figura 29. Evolução do 4º máximo diário de SO₂ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona).....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 30. Evolução do 25º máximo horário de SO₂ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona)</i>	<i>39</i>
<i>Figura 31. Média anual e de inverno para o SO₂ nas estações rurais de fundo.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 32. Evolução da média anual e de inverno para o SO₂ nas estações rurais de fundo.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 33. Ciclo diário das concentrações de O₃ nas estações rurais e urbanas de fundo da RMQA LVT ..</i>	<i>42</i>
<i>Figura 34. Ciclo diário das concentrações de NO₂ e O₃ na estação dos Olivais</i>	<i>42</i>
<i>Figura 35. Avaliação da conformidade legal do poluente O₃ em 2020 para o valor alvo (média de 2018, 2019 e 2020), para a proteção da saúde humana.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 36. Concentrações médias horárias de O₃ verificadas nas estações da RMQA LVT ao longo do ano de 2020.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 37. Evolução do 26º máximo diário das médias de 8 horas (valor alvo) para o O₃ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona).....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 38. Mapa dos resultados do valor alvo do O₃ para a proteção da saúde humana nos últimos 5 anos, nas estações da RMQA LVT.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 39. Evolução do nº de dias e horas em ultrapassagem ao limiar de informação ao público de O₃ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona)</i>	<i>48</i>
<i>Figura 40. Avaliação da conformidade legal do poluente O₃ para a proteção da vegetação, média de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020,</i>	<i>49</i>
<i>Figura 41. Evolução do AOT₄₀ de O₃, média de 5 anos</i>	<i>49</i>
<i>Figura 42. Evolução da média anual de C₆H₆.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 43. Percentagem do valor limite ou valor alvo, para o pior indicador anual de cada poluente, para proteção da saúde humana, por estação, em 2020</i>	<i>53</i>
<i>Figura 44. Percentagem do nível crítico ou valor alvo para proteção da vegetação, para o pior indicador anual de cada poluente, por estação, em 2020</i>	<i>54</i>

1. INTRODUÇÃO

O Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, relativo à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2017, de 10 de maio, atribui às Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) competências de avaliação da qualidade do ar ambiente na sua área de jurisdição.

Para efeitos de avaliação da qualidade do ar, a CCDR LVT dispõe de um conjunto de estações de monitorização distribuídas por quatro zonas homogéneas de avaliação e gestão da qualidade do ar, delimitadas no território da RLVT: as aglomerações da “Área Metropolitana de Lisboa Norte” (AML Norte), “Área Metropolitana de Lisboa Sul” (AML Sul) e “Setúbal” e a zona do “Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal”.

No presente documento apresenta-se o diagnóstico da qualidade do ar ambiente no ano de 2020 para as 4 zonas da RLVT, tendo por base a análise dos resultados dos poluentes NO₂, NO_x, SO₂, O₃, partículas PM₁₀ e PM_{2,5}, CO e C₆H₆, registados nas estações da RMQA da CCDR LVT. A análise efetuada incide fundamentalmente na avaliação da conformidade legal das concentrações dos vários poluentes medidos nas estações de monitorização, face aos valores dos objetivos de qualidade do ar fixados no Decreto-Lei n.º 102/2010, para a proteção da saúde humana e para a proteção da vegetação, detalhando-se a situação de cada uma das zonas.

Na análise dos resultados efetuada para os vários poluentes é tida em consideração a situação de pandemia declarada no ano de 2020 devido à doença COVID-19, que levou as autoridades nacionais a implementar um conjunto de medidas de restrição de atividades e de confinamento (de 16 de março a 3 de Maio), para limitar a propagação do novo coronavírus. A forte redução da atividade económica e de mobilidade da população criaram um cenário único para avaliação do efeito na qualidade do ar ambiente de políticas de redução do tráfego automóvel e também dos benefícios para a saúde humana da redução da exposição à poluição atmosférica.

Para cada um dos poluentes referidos efetua-se também a análise da tendência das concentrações no período entre 2001 e 2020, tendo por base a evolução dos indicadores que permitem a avaliação da sua conformidade legal.

2. GENERALIDADES SOBRE QUALIDADE DO AR

O ar que respiramos pode apresentar-se mais ou menos poluído por substâncias gasosas, líquidas ou sólidas, de origem natural (erupções dos vulcões, incêndios florestais, erosão eólica do solo) ou antropogénica (resultante da atividade humana). Na maior parte dos casos a degradação da qualidade do ar é devida às emissões de origem antropogénica, sendo as principais fontes de poluição os transportes rodoviários, as grandes instalações de combustão, tais como as centrais termoelétricas, e outras unidades industriais.

As concentrações dos poluentes no ar ambiente dependem das emissões dos poluentes mas estão também sujeitas à variabilidade dos fenómenos atmosféricos, os quais desempenham um papel preponderante nos processos de transporte, transformação e dispersão dos poluentes na atmosfera. Estes processos são influenciados pela topografia local e por fatores meteorológicos como o vento, a pressão atmosférica, a temperatura, a precipitação e a radiação solar.

O vento é um fator meteorológico com efeitos diretos e determinantes nas condições de dispersão dos poluentes. A velocidade do vento determina a produção de turbulência mecânica, que é responsável pela dispersão local. A ausência de vento favorece a concentração de poluentes e situações de vento moderado favorecem a sua dispersão, no entanto, o vento forte pode provocar um efeito de penacho e poluição localizada na direção dos ventos dominantes.

As situações de baixas pressões correspondem geralmente a uma grande turbulência da atmosfera que favorece a dispersão dos poluentes. Em situações de altas pressões (anticiclone), caracterizadas por vento fraco, a estabilidade do ar não permite a dispersão dos poluentes, concentrando-se a poluição junto ao solo.

A temperatura intervém na química dos poluentes e desempenha também um papel importante na sua dispersão vertical na atmosfera. No verão, temperaturas elevadas favorecem a formação de ozono, e no inverno as diferenças de temperatura entre o dia e a noite podem provocar inversões térmicas e picos de poluição.

A estabilidade atmosférica determina os processos convectivos locais, sendo caracterizada pelo gradiente vertical de temperatura que pode limitar a mistura vertical de poluentes se existir uma inversão térmica. A temperatura do ar tende a diminuir em altura, no entanto, em determinadas condições, pode ocorrer uma inversão térmica, ou seja, pode verificar-se um aumento de temperatura, criando uma camada de ar quente que impede o ar poluído junto ao solo de subir e se dispersar.

A precipitação está geralmente associada a uma atmosfera instável, favorecendo uma boa dispersão dos poluentes atmosféricos. As gotas de chuva solubilizam os poluentes gasosos e as partículas, provocando a sua deposição sobre o solo e outras superfícies, diminuindo assim as concentrações no ar ambiente.

Uma radiação solar forte, associada a temperaturas elevadas, contribui para a formação de poluentes fotoquímicos como o ozono.

O ar pode conter inúmeros poluentes mas só alguns são objeto de regulamentação, devido aos seus efeitos nocivos na saúde humana e no ambiente. Os efeitos da exposição aos poluentes atmosféricos dependem essencialmente das suas concentrações na atmosfera e do tempo de exposição podendo, por exemplo, exposições prolongadas a concentrações baixas de poluentes serem mais nocivas do que exposições de curta duração a concentrações elevadas. Por este motivo, os valores regulamentares para os vários poluentes são definidos para períodos de tempo distintos (ano, dia, hora), uma vez que os efeitos associados a cada poluente são diferentes consoante o tempo de exposição aos mesmos.

Os efeitos dependem também de fatores de sensibilidade dos indivíduos, que determinam a sua maior ou menor severidade, tais como, idade, estado de saúde ou mesmo predisposições genéticas, o que torna difícil a avaliação dos efeitos dos poluentes atmosféricos na saúde de cada um. Os poluentes atmosféricos podem ser particularmente nocivos para crianças, idosos, grávidas e indivíduos que sofrem de problemas respiratórios e cardíacos, sobretudo em situação de episódios de poluição.

3. REDE DE ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

Em 2020 a RMQA LVT integrava 23 estações de monitorização, localizadas, na sua maioria, nas 3 aglomerações da RLVT.

As estações de monitorização estão instaladas em diferentes tipos de zonas - rurais, suburbanas e urbanas – e apresentam tipologias distintas, dependentes das emissões dominantes nas zonas onde se encontram instaladas, sendo assim classificadas como estações de tráfego, de fundo e industriais, representando diferentes tipos de exposição da população à poluição atmosférica. Na Figura 1 apresenta-se a localização das estações da RMQA LVT, identificadas de acordo com a sua tipologia.

As estações urbanas e suburbanas, localizadas nas aglomerações da RLVT, apresentam as seguintes características:

- As estações de tráfego situam-se na proximidade de vias de tráfego intenso e permitem avaliar o risco máximo de exposição da população às emissões do tráfego automóvel. Esta exposição é, regra geral, de curta duração mas os níveis de poluição observados são normalmente elevados;
- As estações de fundo não se encontram sob a influência direta de vias de tráfego ou de qualquer fonte próxima de poluição. Permitem avaliar a qualidade do ar ambiente à qual a população está exposta durante mais tempo e são representativas de uma vasta área na sua envolvente;
- As estações industriais encontram-se situadas na proximidade de zonas industriais ou em zonas sob a influência das suas emissões. Permitem conhecer as concentrações máximas de certos poluentes de origem industrial às quais a população pode estar pontualmente exposta. As três estações da RMQA LVT classificadas como industriais localizam-se no território da aglomeração da Área Metropolitana de Lisboa Sul, na proximidade das zonas industriais do Barreiro e de Paio Pires (Seixal).

Na zona do Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal estão localizadas as três estações rurais de fundo da RMQA LVT. Estas estações, afastadas de qualquer atividade poluidora importante e de zonas densamente habitadas, permitem avaliar a exposição da população e dos ecossistemas à poluição atmosférica de fundo, nomeadamente a poluentes secundários como o O₃. As concentrações dos poluentes, registadas nestas estações, têm normalmente origem natural ou são devidas ao transporte a longa distância à escala regional.

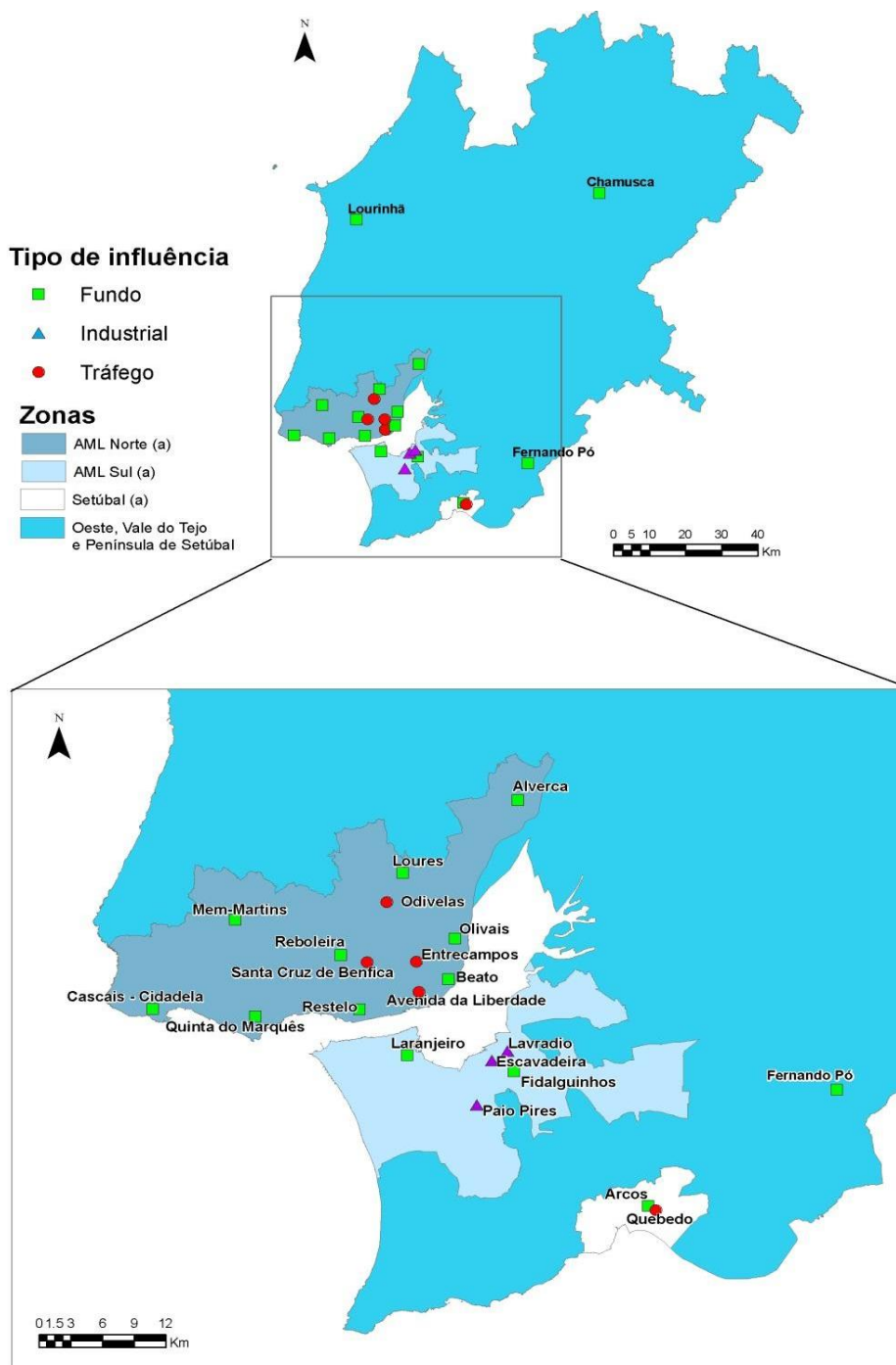
Nas estações da RMQA LVT são monitorizados os poluentes CO, NO_x (NO e NO₂), SO₂, O₃, partículas PM₁₀ e PM_{2.5} e C₆H₆, para os quais a regulamentação comunitária e nacional define níveis de concentração que não devem ser ultrapassados.

No anexo II apresenta-se a caracterização (localização, tipologia, poluentes medidos) das 23 estações em funcionamento no ano de 2020.

Em 2020 destacam-se as seguintes alterações na RMQA LVT:

- Reinício da medição de SO₂ na estação do Beato, dada a necessidade de avaliar o impacto das emissões dos navios aportados no Terminal de Cruzeiros do Porto de Lisboa (nesta estação tinha sido já efetuada a medição deste poluente entre 1992 e 2012);
- Início da medição de ozono na estação de Cascais – Escola da Cidadela;
- Início da medição de benzeno nas estações dos Olivais e Odivelas-Ramada.

Figura 1. Localização das estações da Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da CCDR LVT em funcionamento em 2020



4. RESULTADOS DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO DE LISBOA E VALE DO TEJO

Neste capítulo apresenta-se a avaliação da conformidade legal das concentrações dos poluentes NO₂ e NO_x, partículas PM₁₀ e PM_{2,5}, CO, SO₂, O₃ e C₆H₆, registadas nas estações da RMQA LVT em 2020, considerando os objetivos de qualidade do ar definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, para a proteção da saúde humana e para a proteção da vegetação (ver Anexo I). As estatísticas anuais calculadas para estes poluentes podem ser consultadas no *Site* da CCDR LVT, na folha de cálculo [Estatísticas da rede de monitorização da qualidade do ar da CCDR LVT no período 2001-2020](#).

A verificação do cumprimento dos objetivos de qualidade do ar para proteção da vegetação, definidos para os poluentes SO₂, NO_x e O₃, é efetuada apenas para as estações rurais de fundo da Chamusca, Lourinhã e Fernando Pó, uma vez que estes valores só se aplicam a áreas específicas, localizadas a mais de 20 km das aglomerações e a mais de 5 km de outras zonas urbanizadas, instalações industriais ou autoestradas ou estradas principais com um tráfego superior a 50 000 veículos por dia, sendo estas as únicas estações da RMQA LVT cujas localizações cumprem estes requisitos.

Para o período compreendido entre 2001 e 2020 é também apresentada uma análise da evolução das concentrações dos poluentes acima referidos, suportada pela representação gráfica dos indicadores que permitem a avaliação da conformidade legal destes poluentes.

Para todos os poluentes são apenas representados graficamente os valores das estações da RMQA LVT que em cada ano apresentaram uma taxa de recolha de dados de pelo menos 85% do ano, com exceção do benzeno para o qual são representadas as estações com taxa de recolha de dados de pelo menos 35% do ano. Estas percentagens são as legalmente exigidas para o cálculo de indicadores anuais estatisticamente representativos, que permitam verificar o cumprimento dos objetivos de qualidade do ar. A percentagem de recolha de dados obtida em 2020 nas estações da RMQA LVT apresenta-se no Anexo II.

4.1 ÓXIDOS DE AZOTO (NO_x)

4.1.1 Descrição do poluente

A combinação do azoto e do oxigénio do ar dá origem a compostos de fórmulas químicas diversas, agrupados sob a designação comum de NO_x. Os mais relevantes como poluentes atmosféricos são o monóxido de azoto (NO) e o NO₂, embora apenas este último seja objeto de regulamentação.

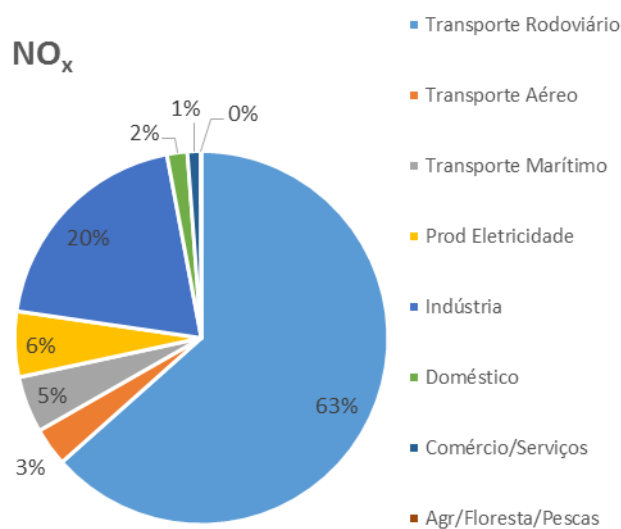
O NO₂ é um gás acastanhado, facilmente detetável pelo odor, muito corrosivo e um forte agente oxidante. O NO é um gás incolor, insípido, inodoro e pouco tóxico, não sendo considerado um poluente perigoso para as concentrações normalmente presentes na atmosfera.

Os NO_x surgem como produto secundário da combustão de combustíveis fósseis a altas temperaturas. As grandes fontes destes compostos são as centrais termoelétricas, os transportes rodoviários, os navios, e alguns processos de fabrico, como por exemplo a indústria química de produção de fertilizantes azotados. Das fontes de origem natural de NO_x destacam-se as trovoadas e os fogos florestais.

Em áreas urbanas a principal fonte de NO_x são os veículos automóveis, pelo que as concentrações deste poluente acompanham geralmente as variações do tráfego rodoviário. Nos veículos automóveis as emissões de NO_x ocorrem maioritariamente sob a forma de NO, sendo este posteriormente transformado em NO₂ por reação com o oxigénio (O₂) do ar ou com o O₃. A oxidação do NO pelo O₂ é uma reação lenta, podendo o NO manter-se na atmosfera por largos períodos de tempo. A oxidação do NO pelo O₃ é uma reação rápida, cuja taxa de transformação depende das suas concentrações na atmosfera.

Na RLVT os NO_x têm como principal origem as emissões do tráfego rodoviário, contribuindo este sector para cerca de 63% das emissões totais deste poluente. Seguem-se as contribuições dos sectores da Indústria e Construção (20%) e da Produção de Eletricidade e Vapor (6%). Na Figura 2 apresenta-se a estimativa de emissões de NO_x, por sector de atividade, para o ano de 2014.

Figura 2. Estimativa de emissões de NO_x por sector de atividade para 2014



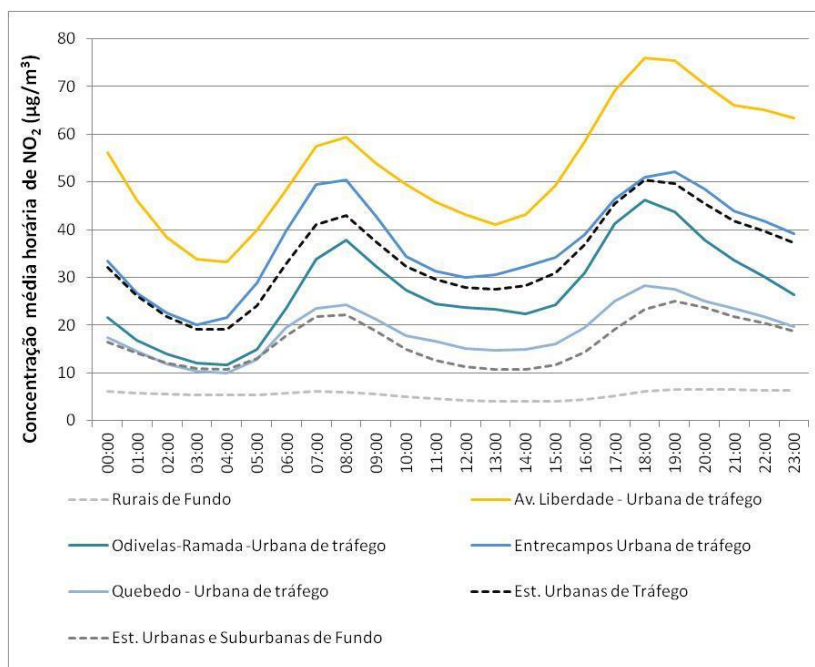
Fonte: FCT/UNL, UFP, CCDR-LVT, (2017)

As emissões mais elevadas de NO_x devem-se à contribuição de veículos a gasóleo, categoria de veículos com maior peso na frota em circulação na RLVT, representando estes, em 2014, 72% das emissões deste poluente (os veículos a gasóleo emitem diretamente para a atmosfera NO_x em maiores quantidades devido ao tipo de sistemas de pós-tratamento de gases de escape).

Em meio urbano os NO_x apresentam dois picos diários, nas horas de ponta da manhã e da tarde, coincidentes com as horas de maior tráfego rodoviário. O ciclo diário das concentrações de NO₂ nos

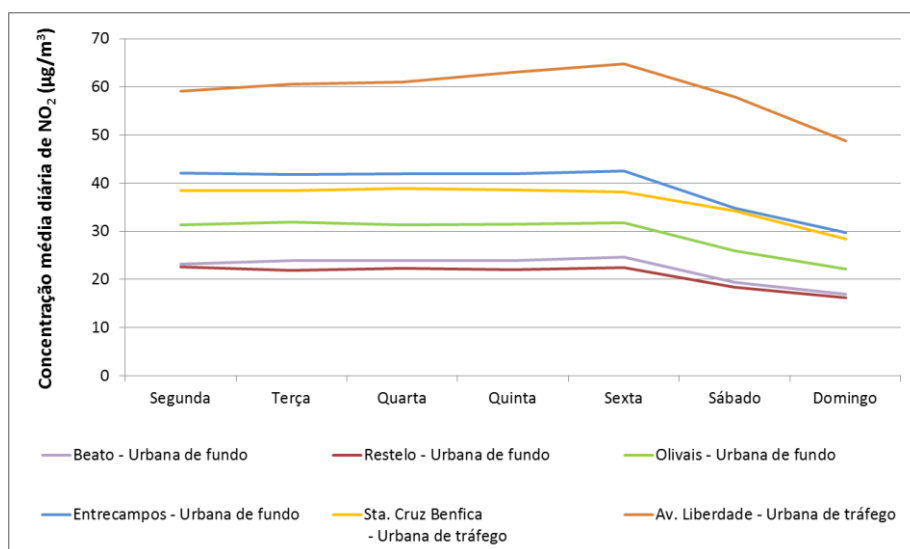
diferentes tipos de estações das aglomerações da RLVT, apresentado na Figura 3, ilustra bem a influência das emissões do tráfego rodoviário na variação deste poluente.

Figura 3. Ciclo diário das concentrações de NO₂ nas estações da RLVT



O ciclo semanal das concentrações de NO₂ na RLVT, representado na Figura 4 para as estações da cidade de Lisboa, reflete igualmente a influência do tráfego rodoviário e a variação das atividades nos dias úteis e fins de semana, dado que as menores concentrações deste poluente se observam ao fim de semana devido ao menor volume de tráfego neste período.

Figura 4. Ciclo semanal das concentrações de NO₂ nas estações da AML Norte



O NO₂ em concentrações elevadas causa efeitos que vão desde a irritação dos olhos e garganta até à afetação das vias respiratórias, provocando diminuição da capacidade respiratória, dores no peito, edema pulmonar e danos no sistema nervoso central e nos tecidos. Alguns destes efeitos são retardados, não aparecendo durante ou logo após a exposição.

Os grupos mais sensíveis como as crianças, os asmáticos e os indivíduos com bronquites crónicas são os mais afetados. Este poluente pode ainda aumentar a reatividade a alérgenos de origem natural.

Na presença de compostos orgânicos voláteis (COV) e radiação solar, os NO_x intervêm no processo de formação do ozono troposférico. O NO₂ é também a principal fonte de nitratos, que constituem uma fração importante das partículas PM_{2,5}.

Os NO_x contribuem igualmente para o fenómeno das chuvas ácidas assim como para a eutrofização dos cursos de água e dos lagos, para a destruição da camada de ozono estratosférico e para o efeito de estufa.

4.1.2 Análise da conformidade legal do NO₂ para a proteção da saúde humana

Para o NO₂ a legislação em vigor define, com o objetivo de proteção da saúde humana, um valor limite horário (VLH) de 200 µg/m³, que não deve ser excedido mais do que 18 vezes no ano, e um valor limite anual (VLA) de 40 µg/m³, ambos de cumprimento obrigatório desde 2010.

Dado que a Diretiva 2008/50/CE estipula, no seu artigo 22º, a possibilidade de os Estados membros adiarem o prazo inicial de cumprimento dos VL do NO₂ pelo período máximo de 5 anos, sob determinadas condições e mediante uma análise caso a caso pela Comissão Europeia (CE), o Estado Português submeteu em 2011 uma notificação para a prorrogação do prazo de cumprimento destes VL na aglomeração da AML Norte. Esta prorrogação foi concedida para o VLH, só sendo assim obrigatório o seu cumprimento nesta zona desde 1 de janeiro de 2015.

Para este poluente está ainda definido um limiar de alerta horário, de 400 µg/m³, medido em três horas consecutivas.

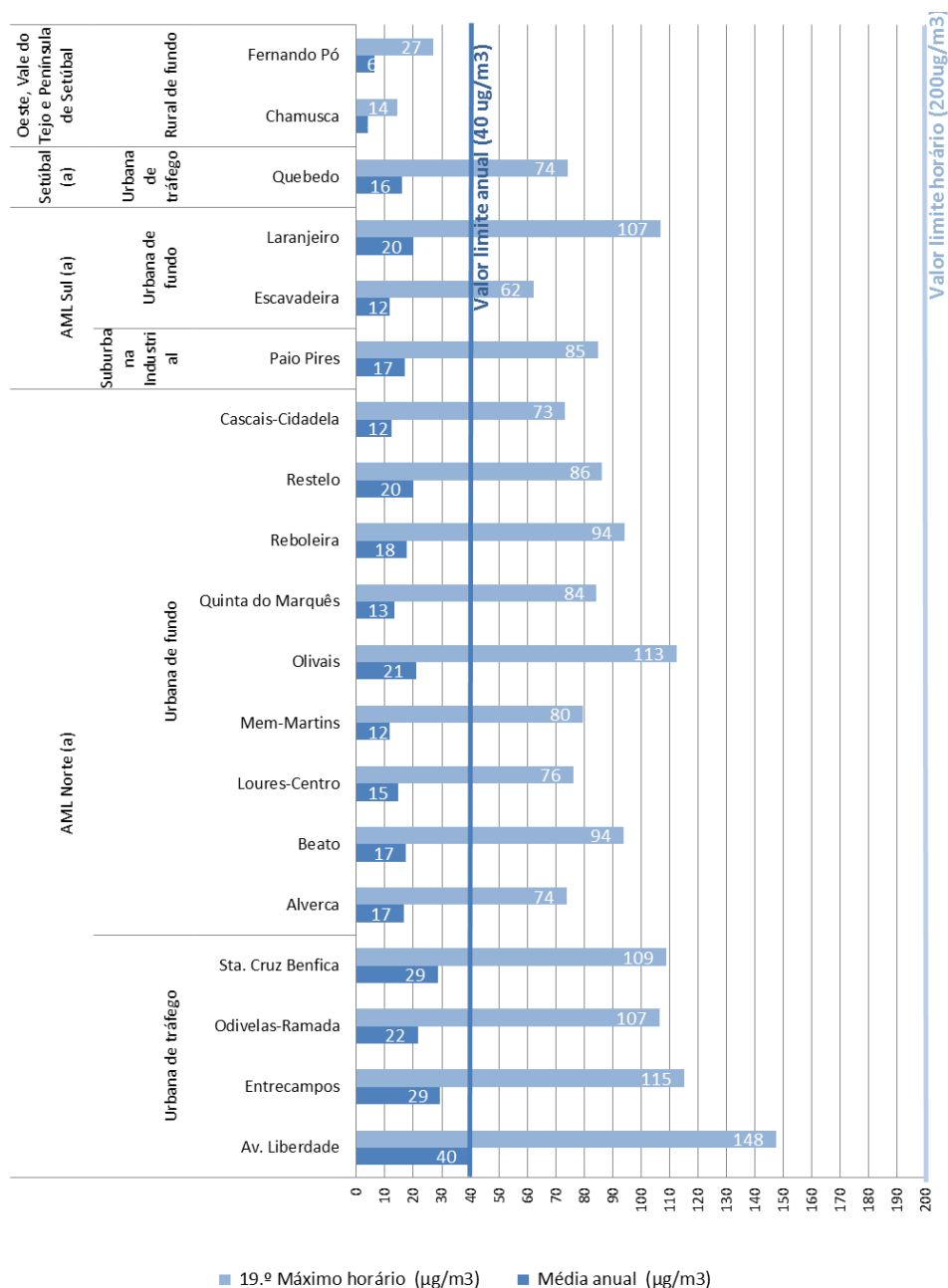
Na Figura 5 apresenta-se a média anual e o 19.º máximo horário de NO₂ para as estações da RMQA LVT, indicadores que permitem avaliar, respetivamente, o cumprimento do VLA e do VLH para proteção da saúde humana. No ano de 2020 os valores mais elevados observaram-se nas estações urbanas de tráfego da AML Norte, não se tendo registado qualquer excedência a estes valores limite.

Em 2020 os níveis de NO₂ foram mais baixos do que em anos anteriores, não se tendo verificado a ultrapassagem do VLA na estação de tráfego da Avenida da Liberdade, pela primeira vez desde a implementação do presente quadro legal. Salienta-se ainda que, neste ano, não se registou qualquer concentração média horária de NO₂ superior a 200 µg/m³ (VLH) em estações da RLVT.

O NO₂ é, dos poluentes com concentrações mais elevadas em ambiente urbano, o que tem um maior peso das emissões do tráfego rodoviário, sendo, por esta razão, o poluente em se observou a maior redução das concentrações, resultante da forte diminuição do tráfego automóvel causada pelas restrições impostas durante a pandemia de COVID-19. Esta redução foi tanto mais acentuada quanto maior o peso do tráfego rodoviário nas concentrações registadas.

Tal como em anos anteriores, não se verificaram excedências ao limiar de alerta deste poluente.

Figura 5. Avaliação da conformidade legal do poluente NO₂ para a proteção da saúde humana em 2020



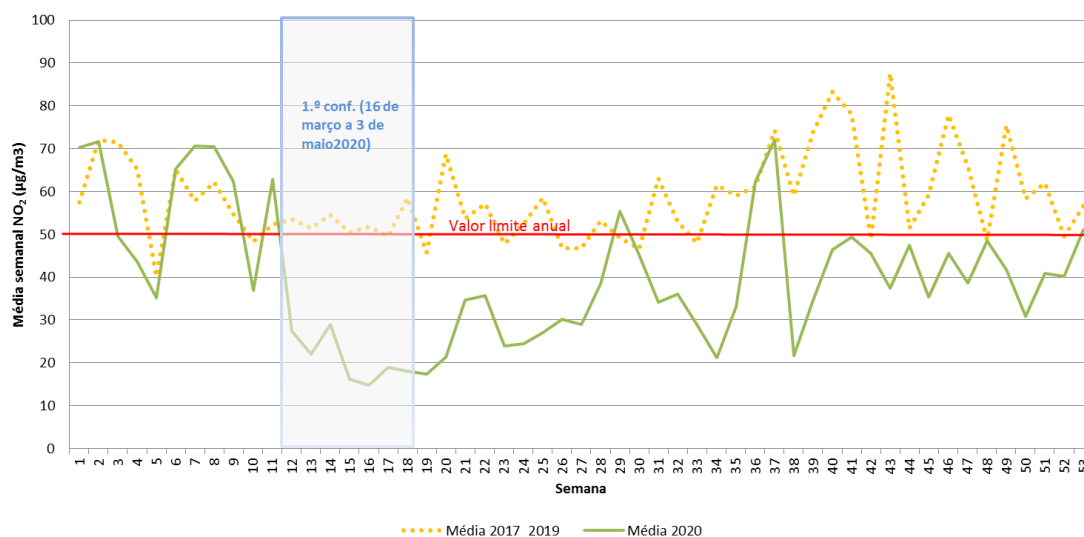
O efeito do confinamento e das restrições à atividade económica impostas no âmbito da pandemia é representado na Figura 6, para as concentrações de NO₂ na estação da Avenida da Liberdade. Neste

gráfico é apresentada a evolução das médias semanais em 2020 e efectuada a sua comparação com as médias semanais homologas para a média dos anos de 2017 a 2019, de modo a atenuar a variação inter-anual das concentrações resultante da influência da meteorologia. Na figura é ainda destacado o período de confinamento geral que decorreu entre 16 de março e 3 de maio de 2020.

A análise da Figura 6 permite verificar que a gama de concentrações até ao período de confinamento era semelhante à verificada na média dos 3 anos anteriores. Durante o confinamento a queda das concentrações foi acentuada, salientando-se uma redução de 61% na estação da Avenida da Liberdade, face à média dos 3 anos anteriores nas mesmas semanas (para as restantes estações de tráfego verificou-se uma redução média de 52% e para as estações de fundo uma redução média de 43%). Com o gradual desconfinamento e o retomar das atividades económicas, o aumento dos níveis de tráfego rodoviário resultou numa menor redução das concentrações relativamente ao verificado durante o primeiro período de confinamento, observando-se ainda assim níveis muito inferiores aos registados nos períodos homólogos dos anos de 2017 a 2019, ficando na generalidade das semanas a média abaixo de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A evolução das concentrações de NO_2 nas estações da RMQA LVT em 2020 foi também condicionada pelas condições meteorológicas observadas desde o início da pandemia, mais ou menos favoráveis à dispersão de poluentes. Neste ano são de destacar alguns períodos caracterizados por condições meteorológicas menos favoráveis à dispersão nos meses de julho (semana 29) e setembro de 2020 (semana 36 e 37), com pequenos decréscimos das concentrações ou até concentrações muito semelhantes à média de anos anteriores, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6. Evolução das concentrações médias semanais em 2020 e da média dos anos de 2017 a 2019 NO_2 na estação da Avenida da Liberdade

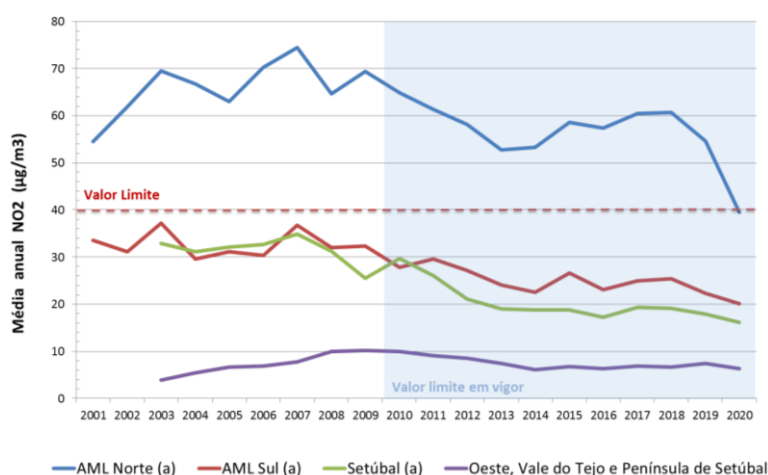


Na Figura 7 representa-se a evolução da média anual de NO_2 nas várias zonas da RLVT, permitindo verificar que no período de 2009 a 2013 se verificou uma tendência de decréscimo das concentrações em todas as zonas. Esta situação alterou-se nos anos seguintes, sendo em parte explicada pelo crescimento económico após os anos da crise, que conduziu a uma maior utilização do transporte individual nas

deslocações diárias, mas também devido ao facto dos veículos a diesel mais recentes não terem apresentado a redução esperada das emissões de NO₂.

Nos anos em análise a média anual de NO₂ tem sido o indicador mais preocupante, atendendo à ultrapassagem permanente do VLA em estações da AML Norte, em particular na estação da Avenida da Liberdade onde os valores observados têm sido muito elevados face ao VL, refletindo a existência de uma situação crónica de poluição no centro da cidade de Lisboa. O ano de 2020, marcado pelas restrições de atividade impostas pela situação de pandemia, foi o primeiro em que não ocorreu a ultrapassagem ao VLA de NO₂ nesta estação, tendo a redução, face à média dos 3 anos anteriores, sido de 32%.

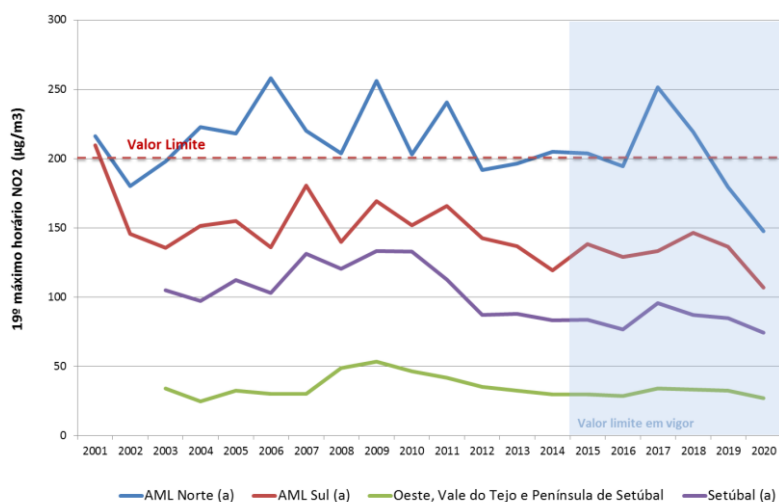
Figura 7. Evolução da média anual de NO₂ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona)



Relativamente à evolução do 19.º máximo horário anual, indicador que permite avaliar o cumprimento do VLH de NO₂, ilustrada na Figura 8, verifica-se que não tem havido uma tendência muito clara, observando-se grandes flutuações muito relacionadas com a ocorrência, em cada ano, de condições meteorológicas mais ou menos favoráveis à dispersão dos poluentes.

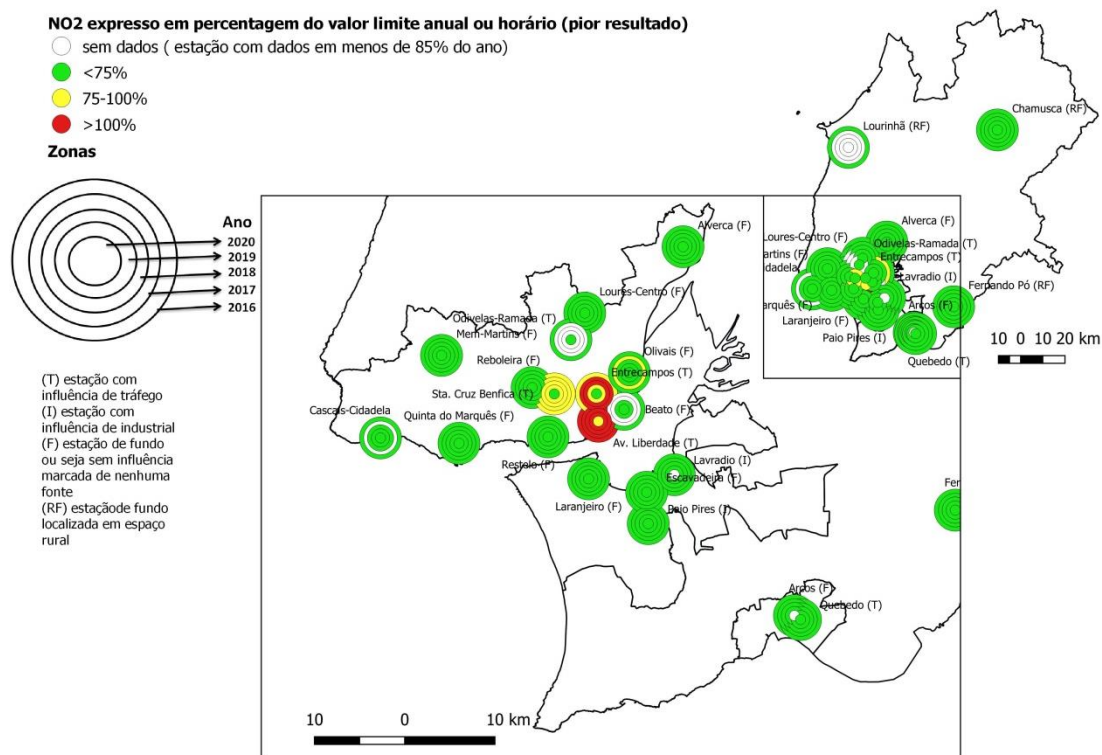
No período 2002-2020 apenas ocorreram ultrapassagens aos VL de NO₂ na aglomeração da AML Norte, sendo que para o VLA estas se verificaram em todos os anos, e para o VLH, na maioria dos anos. Para o VLA esta situação constitui um incumprimento legal desde 2010 (data de entrada em vigor dos VL deste poluente), mas para o VLH apenas se verificou o incumprimento nos anos de 2015, 2017 e 2018, dada a prorrogação concedida para o cumprimento deste VL nesta aglomeração só a partir de 1 de janeiro de 2015.

Figura 8. Evolução do 19º máximo horário de NO₂ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona)



No mapa da Figura 9 representa-se a evolução, entre 2016 e 2020, das concentrações de NO₂ em cada estação da RMQA LVT, expressas em percentagem dos VL deste poluente. Os resultados estão agregados de acordo com o pior resultado obtido para os dois VL e a cada círculo corresponde um ano de dados. Da análise desta figura constata-se mais uma vez que, neste período, as concentrações mais elevadas deste poluente foram registadas nas estações de tráfego da AML Norte, em particular na cidade de Lisboa, e que no último ano as concentrações diminuíram substancialmente face ao ano anterior.

Figura 9. Mapa da evolução das concentrações de NO₂ nas estações da RMQA LVT, expressas em percentagem dos valores limite, nos últimos 5 anos

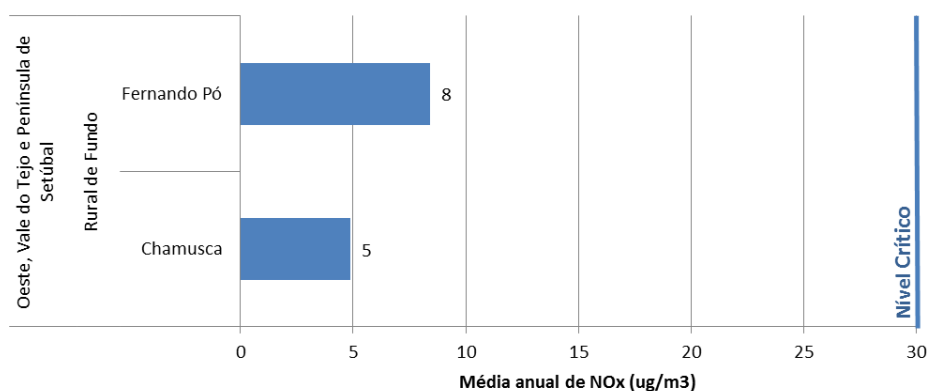


4.1.3 Análise da conformidade legal do NO_x para a proteção da vegetação

Para o NO_x a legislação em vigor fixa, com o objetivo de proteção da vegetação, um nível crítico de 30 µg/m³ (até 2010 designado na legislação em vigor por valor limite), avaliado para o valor da média anual.

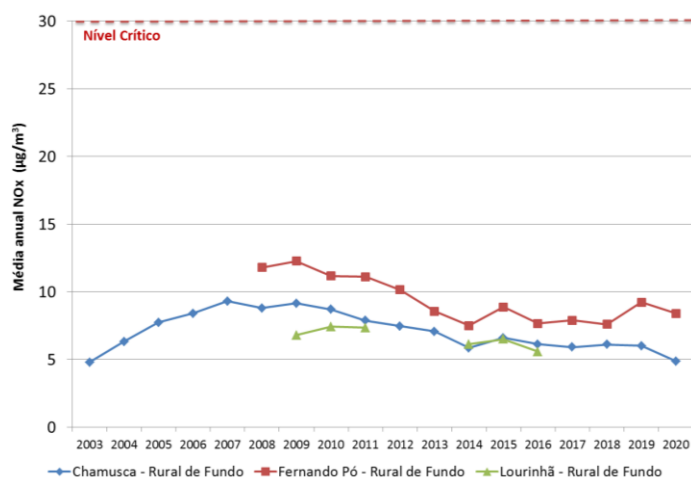
Os resultados da média anual de NO_x em 2020, para as estações rurais de fundo da Chamusca e Fernando Pó, encontram-se representados na Figura 10, verificando-se que o nível crítico definido para este poluente foi cumprido nas duas estações referidas.

Figura 10. Avaliação da conformidade legal do poluente NO_x, em 2020, para a proteção da vegetação, nas estações rurais de fundo da RMQA LVT



A análise dos valores da média anual de NO_x obtidos no período 2003-2020 para as três estações rurais de fundo da RLVT, apresentados na Figura 11, permite verificar que os níveis registados foram sempre muito baixos, não se tendo verificado incumprimentos do nível crítico para proteção da vegetação. Em termos de evolução verifica-se que a tendência de decréscimo das concentrações de NO_x, observada a partir de 2008, estabilizou em 2014. Em 2020 registou-se, tal como para o NO₂, uma redução nas concentrações deste poluente face ao ano de 2019.

Figura 11. Evolução da média anual de NO_x nas estações rurais de fundo da RMQA LVT



4.2 PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO (PM₁₀ e PM_{2,5})

4.2.1 Descrição do poluente

As partículas são um conjunto complexo de substâncias, minerais ou orgânicas, que se encontram em suspensão na atmosfera, sob a forma líquida ou sólida.

O seu tamanho pode variar entre algumas dezenas de nanómetros e uma centena de micrómetros (µm). As partículas finas, cujo diâmetro aerodinâmico é inferior a 10 µm, são designadas por “PM₁₀”, enquanto as “PM_{2,5}”, de diâmetro mais reduzido, dizem respeito às partículas com um diâmetro inferior a 2,5 µm.

As partículas são emitidas para a atmosfera a partir de uma gama variada de fontes antropogénicas sendo as mais importantes a queima de combustíveis fósseis, o tráfego rodoviário e determinados processos industriais, podendo ainda ser resultantes de atividades agrícolas. Estas substâncias podem também ser emitidas por fontes naturais como os vulcões, fogos florestais ou serem resultantes da ação do vento sobre o solo e superfícies aquáticas.

A composição das partículas em suspensão na atmosfera é muito variável, refletindo a grande variedade de fontes emissoras, e o facto de estarem continuamente em alteração como resultado da sua interação com outros constituintes da atmosfera. A fração grosseira contém elementos abundantes da crosta terrestre e sais marinhos, tais como, alumínio, cálcio, ferro, potássio e sílica, enquanto a fração fina é sobretudo constituída por sulfatos, nitratos ou amónia, carbono, compostos orgânicos e metais, provenientes essencialmente da queima de combustíveis fósseis e de numerosos processos industriais.

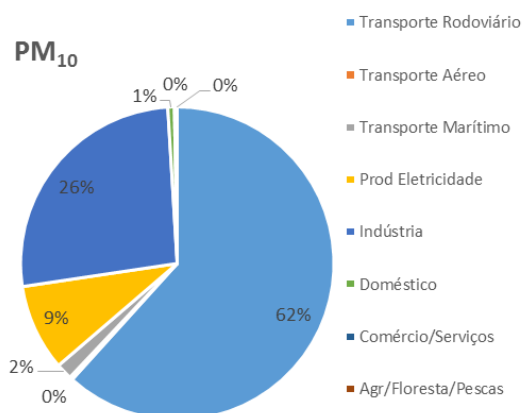
As partículas em suspensão na atmosfera podem classificar-se em primárias e secundárias. As primárias são diretamente emitidas para a atmosfera, tanto por fontes naturais como antropogénicas, enquanto as secundárias, sobretudo da fração PM_{2,5}, se formam como resultado de reações químicas envolvendo gases e outras partículas presentes na atmosfera. Os gases precursores mais frequentemente envolvidos neste tipo de reações são os NO_x, o SO₂ e os COV, que podem originar, respetivamente, nitratos, sulfatos e diversos compostos de carbono orgânico.

Em zonas urbanas os transportes rodoviários são considerados a maior fonte emissora de partículas, observando-se as maiores concentrações na proximidade de vias de tráfego intenso. Estas substâncias são não só consequência das emissões diretas do escape dos veículos, mas também provenientes dos processos de abrasão (desgaste de pneus, travões e da superfície da estrada) e da ressuspensão de poeiras nas estradas. Em geral, os veículos a gasóleo emitem uma quantidade maior de partículas finas, por veículo, do que os veículos a gasolina.

Na RLVT as partículas PM₁₀ são essencialmente emitidas pelo tráfego rodoviário, mas têm também origem em fontes industriais e naturais. De acordo com as estimativas de emissões deste poluente efetuadas para o ano de 2014, verifica-se que nesta região o sector do Transporte Rodoviário tem um peso relativo de 62% nas emissões de PM₁₀, sendo que neste sector é significativa, não só a contribuição das emissões de escape, principalmente de veículos a gasóleo, mas também a contribuição dos

processos de abrasão (de pneus, travões e da superfície da estrada). Na Figura 12 apresenta-se a estimativa de emissões antropogénicas de PM₁₀, por sector de atividade, para o ano de 2014.

Figura 12. Estimativa de emissões de PM₁₀ por sector de atividade para 2014

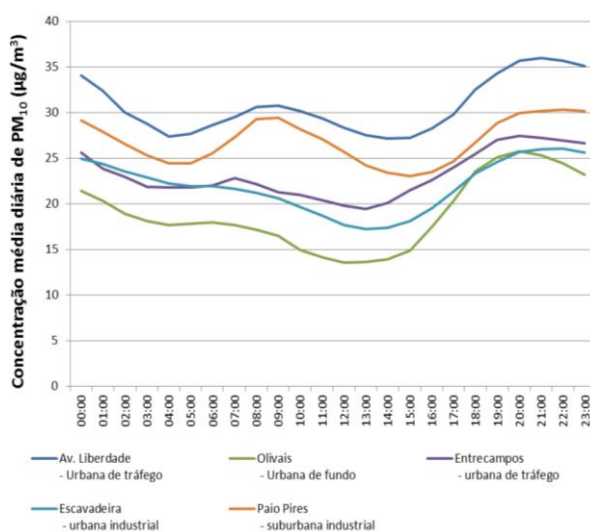


Fonte: FCT/UNL, UFP, CCDR-LVT, (2017)

Na bacia Mediterrânica e nos arquipélagos do Atlântico os eventos naturais de intrusão de massas de ar transportando partículas em suspensão, com origem nos desertos do Norte de África, são também uma fonte natural importante de partículas. Em Portugal este fenómeno ocorre com alguma frequência.

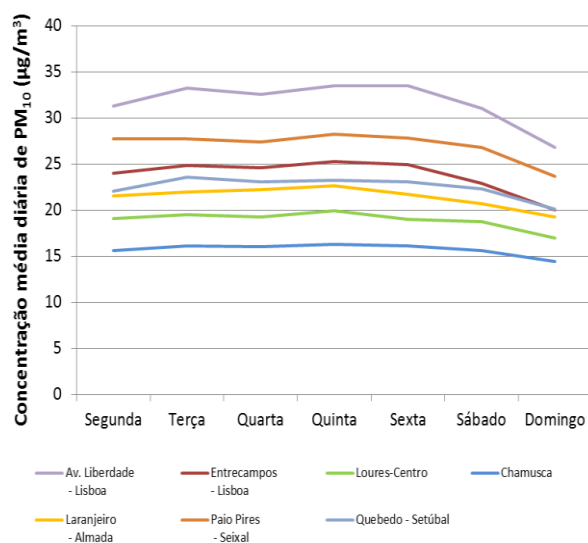
Nas estações da RMQA LVT o ciclo diário das PM₁₀ caracteriza-se pela ocorrência de dois picos, praticamente coincidentes com as horas de maior intensidade de tráfego automóvel (Figura 13). O perfil diário das PM₁₀ é semelhante ao dos outros poluentes emitidos pelo tráfego automóvel (CO e NO_x), apesar de os picos serem menos pronunciados e de se manterem níveis elevados deste poluente em períodos em que já se verificou o decréscimo das concentrações de NO_x e CO. Apesar das emissões dos veículos automóveis terem grande influência nos níveis de PM₁₀ observados, este comportamento poderá ser explicado pela ocorrência de fenómenos de ressuspensão de partículas e pela formação de partículas secundárias.

Figura 13. Ciclo diário das concentrações de PM₁₀



Ao fim de semana as concentrações de partículas são sensivelmente inferiores às registadas nos dias úteis, paralelamente à diminuição do tráfego automóvel verificada no mesmo período (Figura 14).

Figura 14. Ciclo semanal das concentrações de PM₁₀ em estações das aglomerações da RLVT



Quanto menor é a dimensão das partículas, maior é a probabilidade de penetrarem profundamente no aparelho respiratório e maior o risco de induzirem efeitos negativos. As partículas inferiores a 10 µm são as mais nocivas, pois penetram no aparelho respiratório, podendo as mais finas, partículas PM_{2,5}, atingir os alvéolos pulmonares e interferir nas trocas gasosas. A exposição crónica a partículas contribui para o risco de desenvolvimento de doenças respiratórias e cardiovasculares, assim como para o cancro de pulmão.

As partículas em suspensão são também um veículo de transporte eficaz para outros poluentes atmosféricos nocivos que se fixam à sua superfície, especialmente hidrocarbonetos e metais pesados. Estas substâncias são muitas vezes transportadas até aos pulmões onde podem depois ser absorvidas para o sangue e tecidos.

Os efeitos de sujidade nos edifícios e monumentos são os efeitos mais evidentes das partículas nos materiais. Na atmosfera intervêm no ciclo da água, em particular no que diz respeito à formação das nuvens, nevoeiros e precipitação, podendo ainda influenciar o clima ao absorverem e difundirem a radiação solar. As dimensões das partículas finas são da ordem de grandeza do comprimento de onda da luz visível podendo, por este motivo, reduzir sensivelmente a visibilidade.

4.2.2 Análise da conformidade legal das partículas PM₁₀ para a proteção da saúde humana

Para as partículas PM₁₀ a legislação em vigor define, com o objetivo de proteção da saúde humana, um valor limite diário (VLD) de 50 µg/m³, que não deve ser excedido mais do que 35 vezes no ano, e um valor limite anual (VLA) de 40 µg/m³, de cumprimento obrigatório desde 2005.

O atual quadro legal permite que, quando a contribuição de poluentes provenientes de fontes naturais é significativa, as excedências imputáveis a estas fontes não sejam consideradas para efeitos de cumprimento dos VL fixados. Por contribuições provenientes de fontes naturais entendem-se emissões de poluentes não causadas direta nem indiretamente por atividades humanas, nas quais se incluem catástrofes naturais como erupções vulcânicas, atividade sísmica, atividade geotérmica, incêndios florestais incontrolados, ventos de grande intensidade, aerossóis marinhos ou a ressuspensão ou transporte atmosférico de partículas naturais provenientes de regiões secas.

Considerando a contribuição importante das fontes naturais para os níveis de partículas em suspensão observados no território nacional, nomeadamente as provenientes do transporte de partículas dos desertos do Norte de África, foi desenvolvida uma metodologia ibérica para avaliar a contribuição destas fontes, sendo esta deduzida antes de se avaliar o cumprimento dos valores limite de PM_{10} .

Na Figura 15 e na Figura 16 são apresentados os resultados para 2020 das partículas PM_{10} relativos aos indicadores para a proteção da saúde humana, média anual e 36º máximo horário, que permitem avaliar o cumprimento do VLA e VLD, respetivamente.

Em 2020 verificou-se o cumprimento dos valores limite legislados para as PM_{10} em todas as estações da RMQA LVT, mesmo não considerando a dedução da contribuição dos eventos naturais.

Figura 15. Avaliação da conformidade legal do poluente PM₁₀ em 2020, para o valor limite anual, para a proteção da saúde humana

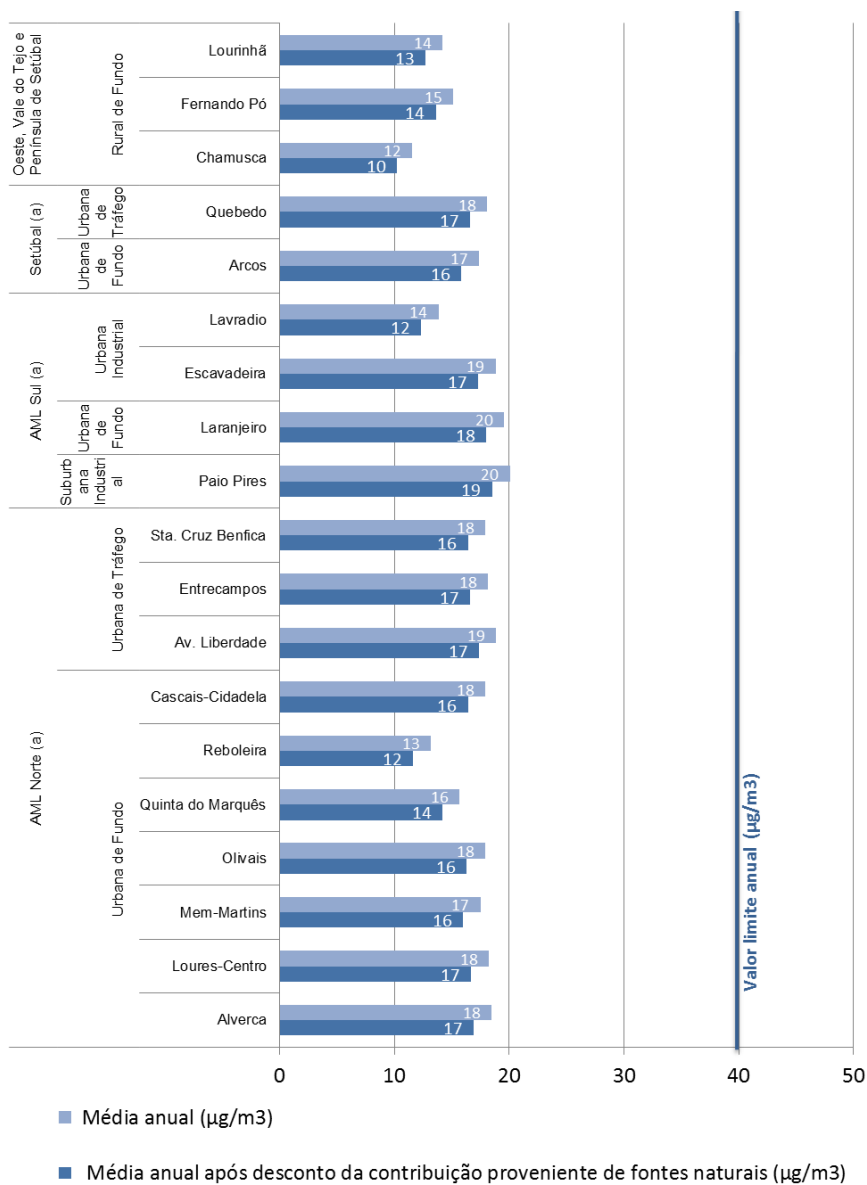
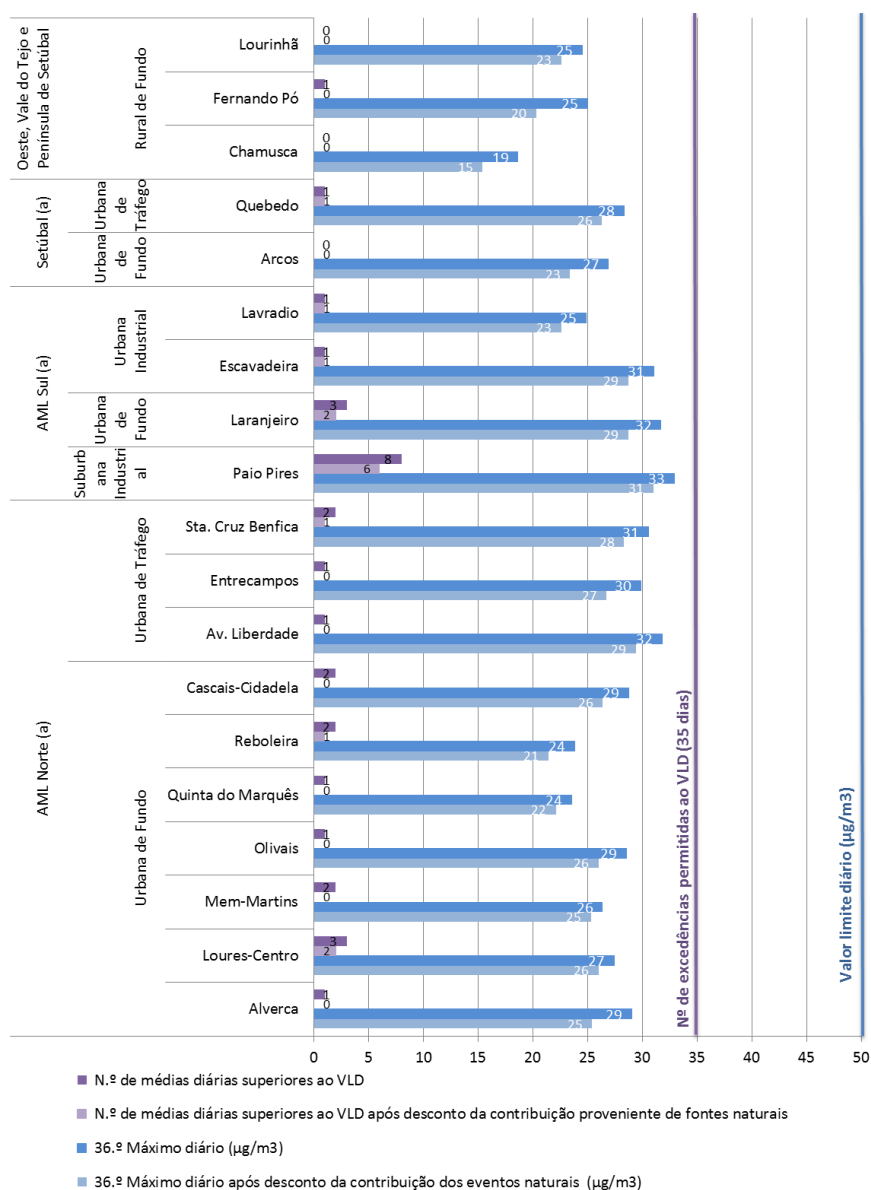


Figura 16. Avaliação da conformidade legal do poluente PM₁₀ em 2020, para o valor limite diário, para a proteção da saúde humana



Apesar de não ser tão notório como para o NO₂, o efeito das restrições de atividade impostas devido à pandemia de COVID-19 e a consequente redução de tráfego rodoviário também se fizeram sentir nas concentrações das partículas PM₁₀ no ano de 2020. A análise da figura 17 permite verificar que, à exceção dos dias em que ocorreram eventos naturais, as concentrações foram mais reduzidas a partir de meados de março como consequência desta situação.

Em termos meteorológicos, o ano foi globalmente favorável para o decréscimo das concentrações deste poluente, tendo-se observado pontualmente condições de maior estabilidade atmosférica e de fracas condições de dispersão que levaram ao aumento das concentrações deste poluente. Destaca-se a ocorrência destas situações durante alguns dias da primeira quinzena do mês de janeiro.

Neste ano ocorreram eventos naturais com influência nas concentrações de partículas registadas nas estações da RMQA LVT em 67 dias do ano, salientando-se os episódios ocorridos em 28 de fevereiro e 19 de março, nos quais se verificou a excedência do VLD em várias estações (ver Tabela 1). Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição destes eventos para as concentrações de PM₁₀ registadas, verificou-se uma redução do número de excedências em várias estações da RLVT.

Tal como observado nos últimos anos, a estação de Paio Pires foi a que registou o maior número de excedências ao VLD (8 dias, não considerando o desconto dos eventos naturais), embora em número bastante inferior ao permitido pela legislação em vigor.

Figura 17. Concentrações médias diárias de PM₁₀ nas várias estações da RMQA LVT durante o ano de 2020

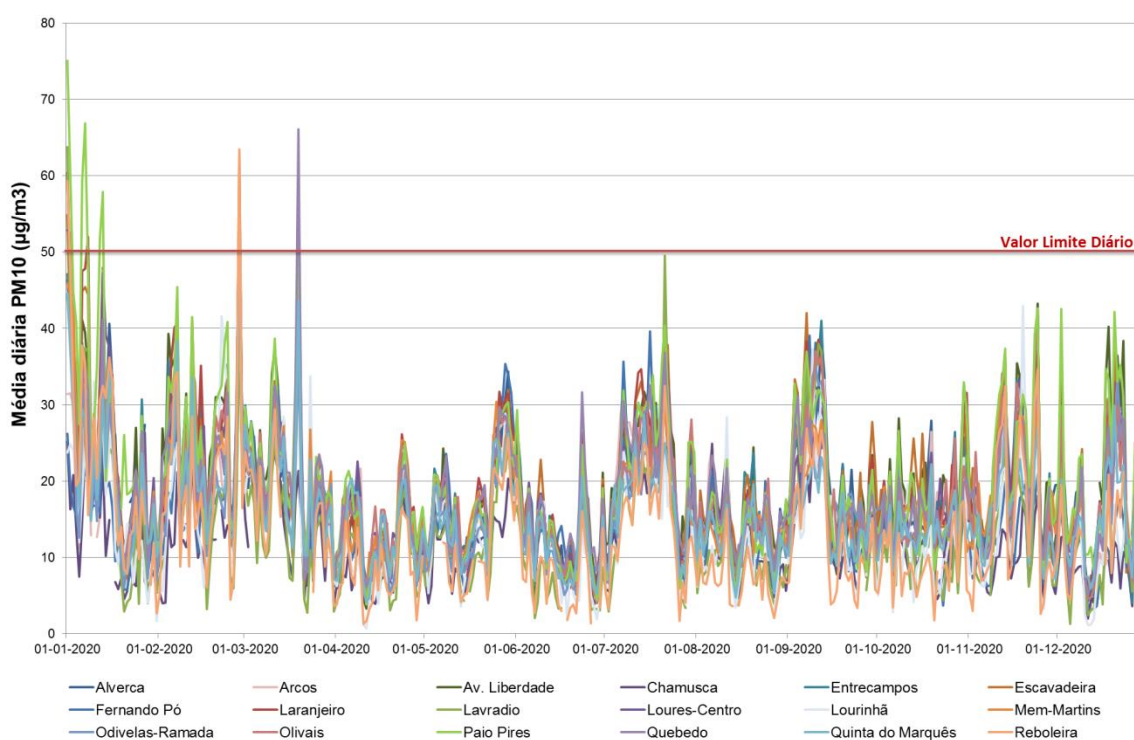


Tabela 1. Ultrapassagens ao valor limite diário de PM₁₀ nas estações da RMQA LVT durante o ano de 2020

Data	AML Norte										AML Sul				Setúbal		Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal			Número de estações em excedência
	Av. Liberdade	Entrecampos	Odivelas-Ramada	Olivalis	Loures-Centro	Alverca	Reboleira	Mem-Martins	Quinta do Marquês	Cascais-Cidadeela	Escavadeira	Laranjeiro	Lavradio	Paio Pires	Quebedo	Arcos	Fernando Pó	Chamusca	Lourinhã	
01/01/2020		47	60		53	46	59	46	45	41	55	60	64	75	44	31	26	25	24	7
02/01/2020		40			53	41	48	44	37	37	39	45	41	60	39	31	19	16	25	2
06/01/2020	41	38	29		32	29	38	36	29	27	45	48	33	59	33	22	20	15	18	1
07/01/2020	39	35	32		34	29	35	25	28	21	45	48	37	67	35	28	21	24	25	1
08/01/2020	34	20	18		24	31	16	20	18	14	44	52	37	47	32	25	29	28	17	1
12/01/2020	33	29	23		28	29	31	21	23	24	32	34	29	52	25	15	16	15	25	1
13/01/2020	45	38	37		47	44	32	31	31	33	46	48	48	58	41	32	26	23	28	1
28/02/2020	55	59	56	56	58	54	63	63	51	52	47	51	40	52	49	48	38	42	48	12
19/03/2020	40	40	37	43	40	40		53	44	56	44	46	38	51	66		51	21	36	5
Número de dias	1	1	2	1	3	1	2	2	1	2	1	3	1	8	1	0	1	0	0	9 dias

Relativamente à evolução dos níveis de PM₁₀, verifica-se pela análise das Figuras 18 e 19, onde se encontram representados, respectivamente, o 36.º máximo diário e a média anual de PM₁₀ nas zonas da RLVT (relativos ao pior resultado obtido nas estações de cada zona), que tem havido uma tendência de decréscimo das concentrações deste poluente nas quatro zonas da região. Esta tendência tornou-se menos acentuada a partir de 2008, observando-se até 2017 pequenas oscilações, muito relacionadas com a variabilidade das condições meteorológicas e com o número de dias de eventos naturais verificados em cada ano.

Relativamente à AML Sul é de referir que nos anos de 2010, 2012 e 2013 a estação de Paio Pires (estação de piores concentrações) não obteve a quantidade de dados necessária para efetuar a avaliação do cumprimento dos limites legais, o que justifica algumas das oscilações verificadas nesta aglomeração, representada nesses anos por outras estações de menores concentrações.

Até 2009 verificou-se o incumprimento sistemático do VLD nas aglomerações da AML Sul e AML Norte e nos anos seguintes, por diversas vezes, nesta última aglomeração. A partir de 2018 observou-se uma redução significativa das concentrações de PM₁₀, não se tendo verificado, desde então, a ultrapassagem do VLD em nenhuma estação da RLVT.

Na zona rural do Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal, não ocorreu, entre 2001 e 2020, a ultrapassagem dos VL de PM₁₀, mas são de registar, em alguns anos, níveis relativamente elevados resultantes da contribuição de partículas de origem natural.

No ano de 2020, com a redução das concentrações na generalidade das estações, constata-se que os níveis dos vários tipos de estações se estão a aproximar dos níveis típicos de zonas rurais.

Figura 18. Evolução do 36.º máximo diário de PM₁₀ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona) com e sem desconto da contribuição das fontes naturais

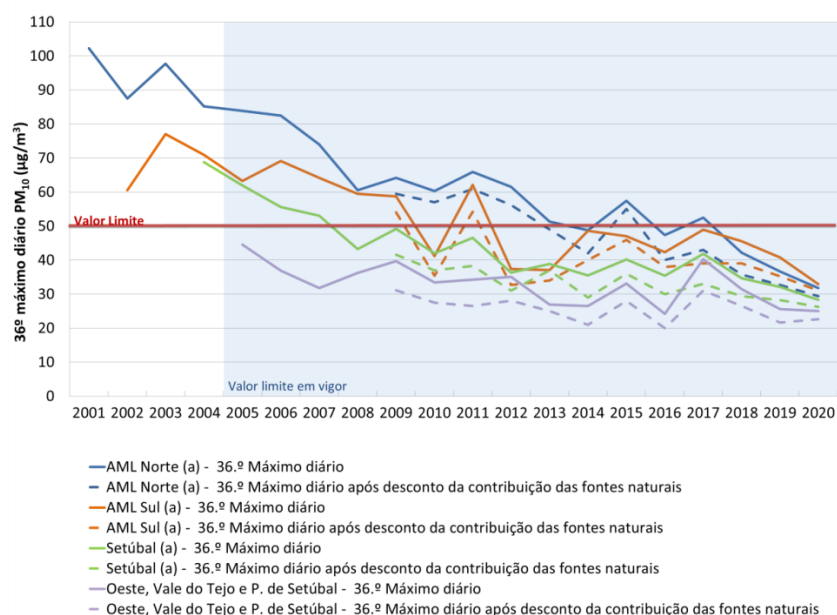
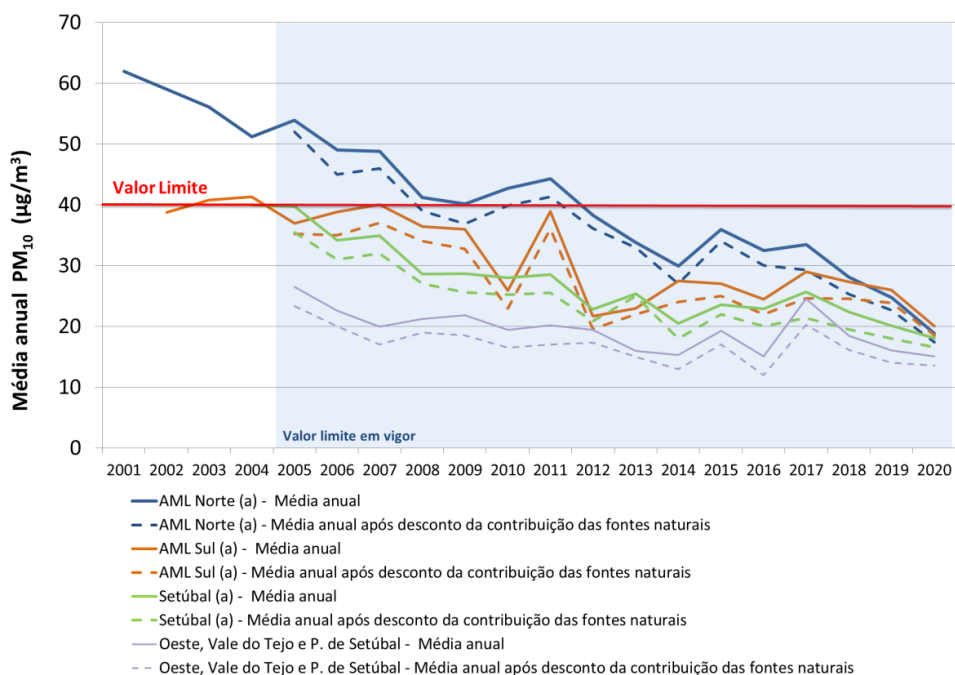


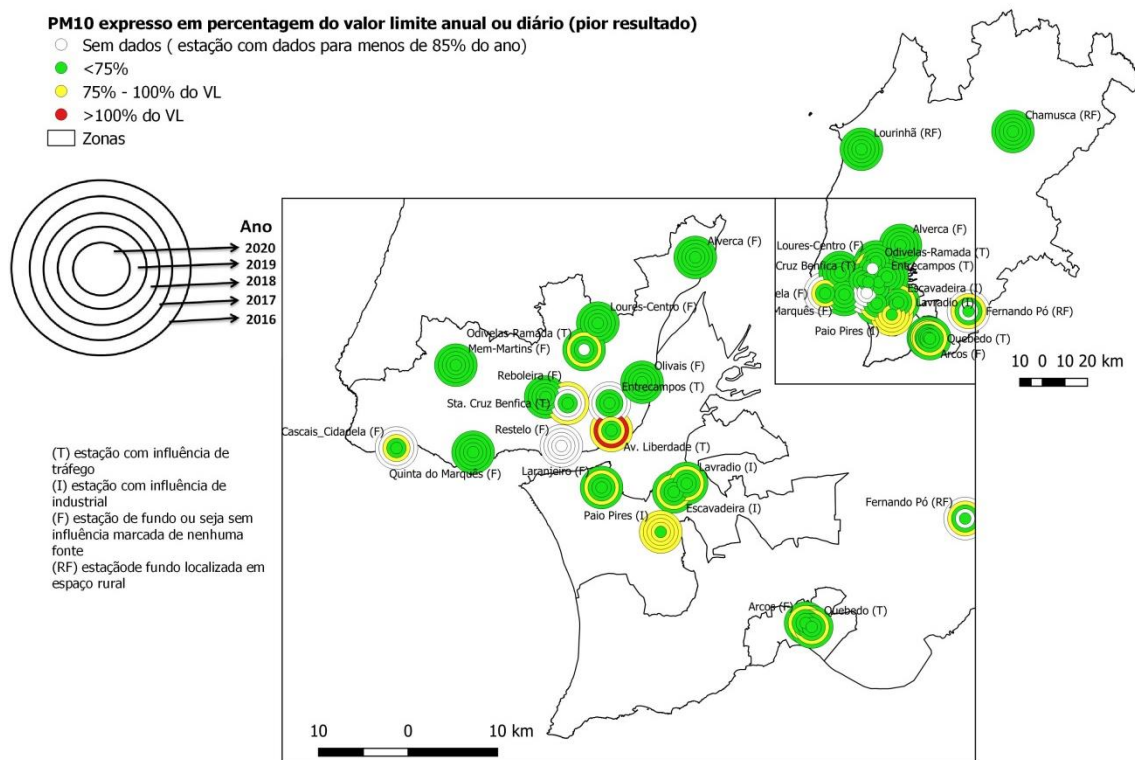
Figura 19. Evolução da média anual de PM₁₀ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona), com e sem desconto da contribuição das fontes naturais



O mapa da Figura 20 representa a evolução das concentrações de partículas PM₁₀ nas estações da RMQA LVT nos últimos 5 anos, expressas em percentagem dos VL, não considerando o desconto dos eventos naturais. Os resultados estão agregados de acordo com o pior resultado obtido para os dois VL deste poluente e a cada círculo corresponde um ano de dados. Da análise desta figura constata-se que nos últimos anos (2015-2020) as concentrações mais elevadas de partículas PM₁₀ têm sido registadas na

estação industrial de Paio Pires, localizada na AML Sul, e também nas estações de tráfego da AML Norte, e que neste período ocorreu um decréscimo generalizado das concentrações deste poluente.

Figura 20. Mapa da evolução do PM₁₀ nas estações da RMQA LVT nos últimos 5 anos



4.2.3 Análise da conformidade legal das partículas PM_{2,5} para a proteção da saúde humana

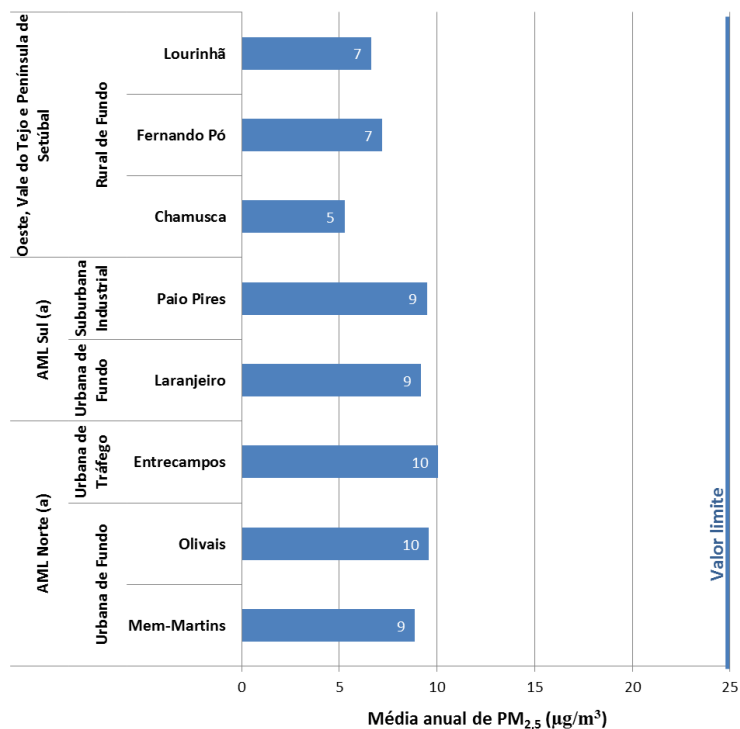
Para o poluente PM_{2,5} a legislação em vigor define um valor alvo e um valor limite, ambos de 25 µg/m³, avaliados através do indicador, média anual. Esta concentração está definida como valor alvo para 2010 e como valor limite de cumprimento obrigatório a partir de 1 janeiro de 2015.

Uma vez que não foi possível definir um limiar abaixo do qual as PM_{2,5} não constituem um problema para a saúde humana, na legislação em vigor está também definido o objetivo de alcançar a redução contínua das concentrações urbanas de fundo deste poluente, tendo sido estabelecidos objetivos adicionais de exposição da população, baseados no cálculo de um indicador de exposição média (IEM). O IEM corresponde à concentração média anual de três anos consecutivos, determinada em relação a todas as estações urbanas de fundo numa rede de monitorização nacional, estabelecida para esse efeito. Na RLVT integram esta rede as estações de Mem Martins, Olivais e Laranjeiro.

Os resultados da média anual de PM_{2,5} para as estações da RMQA LVT em 2020, apresentados na Figura 21, permitem constatar que todas as estações estiveram abaixo do valor limite. Tal como verificado para

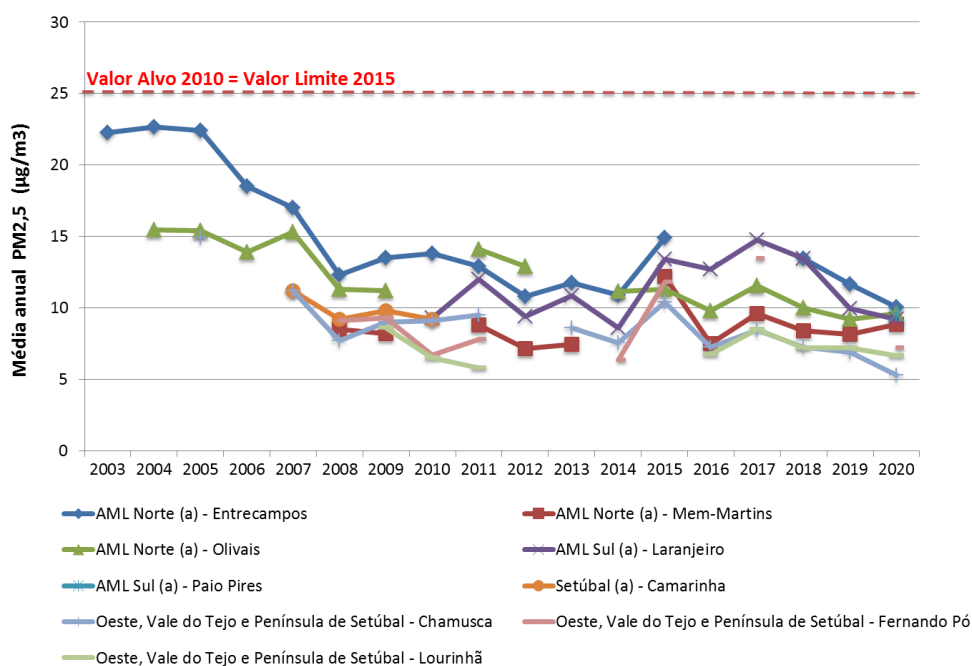
as partículas PM_{10} , no decorrer deste ano as concentrações médias diárias mais elevadas de partículas $PM_{2,5}$ observaram-se durante a primeira quinzena de janeiro.

Figura 21. Avaliação da conformidade legal do poluente $PM_{2,5}$ para a proteção da saúde humana em 2020



Entre 2003 e 2020 as médias anuais registadas nas várias estações que medem este poluente nunca ultrapassaram o valor alvo, como se pode verificar pela análise da Figura 22, observando-se entre 2005 e 2008 uma redução das concentrações. Após 2008 a tendência de evolução das $PM_{2,5}$ não é muito clara mantendo-se, no entanto, os níveis bastante abaixo do valor limite. Em 2020, tal como verificado para as PM_{10} , ocorreu um decréscimo das concentrações médias anuais em várias estações, face aos anos anteriores.

Figura 22. Evolução da média anual para as partículas PM_{2,5}



4.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

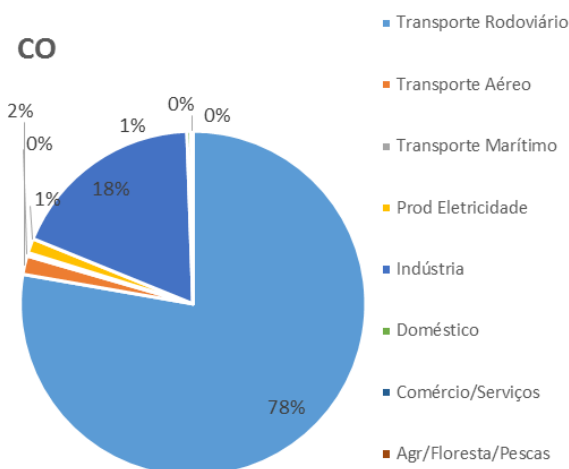
4.3.1 Descrição do poluente

O monóxido de carbono (CO) de origem antropogénica provém essencialmente da combustão incompleta de combustíveis fósseis ou de outras matérias orgânicas. As principais fontes naturais deste poluente são as erupções vulcânicas, os fogos florestais e a decomposição da clorofila. O CO de origem secundária presente na atmosfera resulta, sobretudo, da oxidação de poluentes orgânicos, tais como o metano.

Em meio urbano os gases de escape dos veículos automóveis são a principal fonte de CO sendo as zonas de tráfego intenso as que apresentam concentrações mais elevadas deste poluente. As condições de circulação - tráfego mais ou menos fluido - também influenciam as concentrações, dado que as emissões de CO são inversamente proporcionais à velocidade de circulação.

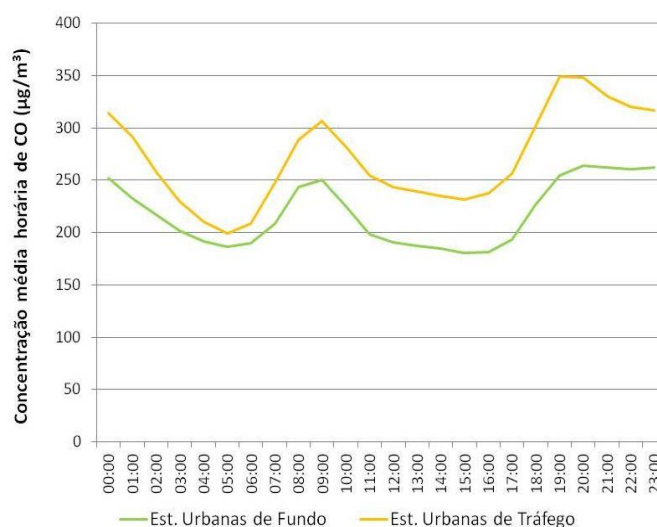
Na RLVT o CO tem a sua principal origem nas emissões do tráfego rodoviário, tendo este sector um peso significativo (78% das emissões) relativamente aos restantes sectores que contribuem para as emissões deste poluente (ver Figura 23). Por este motivo, a variação diária das concentrações deste poluente acompanha a variação diária do tráfego automóvel, observando-se um perfil semelhante nas estações de tráfego e de fundo da RMQA LVT (Figura 24).

Figura 23. Estimativa de emissões de CO por sector de atividade para 2014



Fonte: FCT/UNL, UFP, CCDR-LVT, (2017)

Figura 24. Ciclo diário das concentrações de CO nas estações urbanas de fundo e estações de tráfego da RMQA LVT



Os efeitos do CO na saúde humana são consequência da sua capacidade de se combinar irreversivelmente com a hemoglobina do sangue em lugar do oxigénio, provocando uma falta de oxigenação. A exposição a este poluente pode assim constituir um risco significativo, sobretudo para indivíduos com problemas cardiovasculares. Indivíduos saudáveis podem também ser afetados mas apenas após exposição a concentrações elevadas.

A inalação de CO provoca dores de cabeça e vertigens que se agravam com o aumento das concentrações deste poluente, podendo depois observar-se náuseas e vómitos, e no caso de uma exposição prolongada o coma ou a morte.

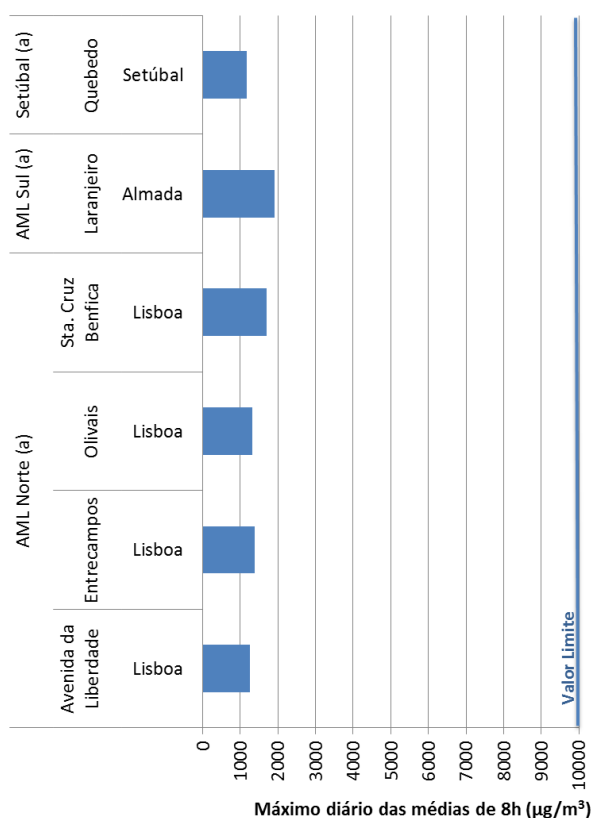
O CO intervém também nos mecanismos de formação do ozono troposférico. Na atmosfera, transforma-se em dióxido de carbono, contribuindo assim para o efeito de estufa.

4.3.2 Análise da conformidade legal do CO para a proteção da saúde humana

Para o CO a legislação em vigor define um valor limite de 10 mg/m^3 ($10\,000 \text{ }\mu\text{g/m}^3$), avaliado para o valor máximo diário das médias de 8 horas.

Da análise da Figura 25 verifica-se que em 2020 todas as estações da RMQA LVT registaram um máximo diário das médias de 8 horas muito inferior ao VL definido para este poluente.

Figura 25. Avaliação da conformidade legal do poluente CO para a proteção da saúde humana, em 2020

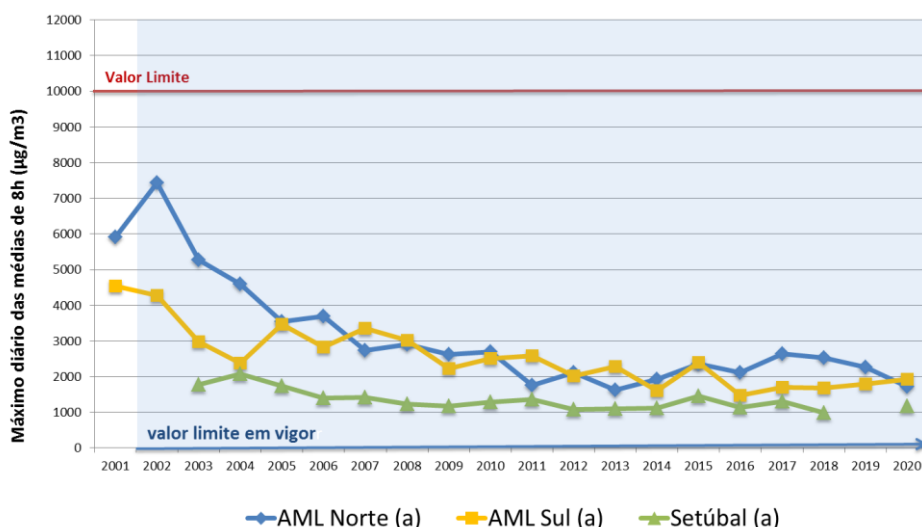


No período entre 2001 e 2020 nunca foi ultrapassado o valor limite legislado para o CO (Figura 26). Nos primeiros dez anos verificou-se uma clara tendência de redução das concentrações deste poluente nas estações da RMQA LVT, sobretudo relacionada com o melhor desempenho dos motores de combustão

interna dos veículos automóveis. Na última década têm-se verificado pequenas variações nos níveis deste poluente, sem grande significado para a qualidade do ar, uma vez que os valores registados são muito baixos.

Até 2011 o CO foi monitorizado em todas as estações da RMQA LVT, com exceção das estações rurais de fundo. Atendendo ao valor reduzido das concentrações deste poluente, a partir de 2012, após um processo de reestruturação da RMQA LVT, este poluente passou a ser medido num conjunto mais reduzido de estações.

Figura 26. Evolução do máximo diário das médias de 8 horas para o CO nas aglomerações da RLVT (valor máximo das estações de cada aglomeração)



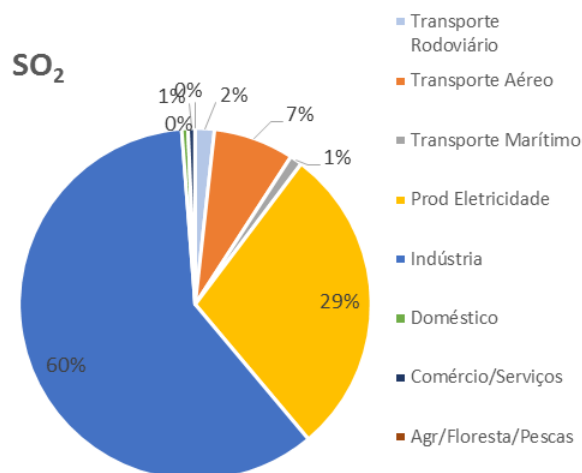
4.4 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO₂)

4.4.1 Descrição do poluente

O SO₂ é essencialmente formado no momento da queima de combustíveis fósseis, tais como o carvão e o fuelóleo. As principais fontes antropogénicas são as centrais térmicas e as grandes instalações de combustão industrial. Além das fontes antropogénicas, o SO₂ tem origem natural, sobretudo como resultado da atividade dos vulcões.

Na RLVT as emissões de SO₂ provêm principalmente de fontes pontuais do sector da indústria e produção de eletricidade, nomeadamente as associadas à queima de combustíveis com alto teor em enxofre (Figura 27). Nos anos mais recentes este último sector tem assumido um peso relativo menor, em consequência de alterações na tecnologia de queima que passou de equipamentos a fuelóleo e carvão (com teores de enxofre na ordem dos 1%-3%) para a combustão de gás natural (com um teor de enxofre residual).

Figura 27. Estimativa de emissões de SO₂ por sector de atividade para o ano de 2014



Fonte: FCT/UNL, UFP, CCDR-LVT, (2017)

O SO₂ é um gás irritante para as mucosas e vias respiratórias, podendo ter, em concentrações elevadas, efeitos agudos e crónicos na saúde humana, essencialmente ao nível do aparelho respiratório. O SO₂ pode igualmente agravar problemas cardiovasculares devido ao seu impacto na função respiratória. A presença simultânea na atmosfera de dióxido de enxofre e partículas pode potenciar ou agravar os efeitos de doenças respiratórias crónicas ou aumentar o risco de doenças respiratórias agudas.

O SO₂ transforma-se em ácido sulfúrico em contacto com a humidade do ar e participa no fenómeno de formação das chuvas ácidas. Contribui igualmente para a degradação da pedra e dos materiais de numerosos monumentos.

A deposição de SO₂ afeta também a vegetação, podendo causar diminuição das taxas de crescimento e fotossintética, devido à degradação da clorofila, e aumentar a sensibilidade a outros fatores como o gelo e/ou parasitas. Os líquenes são as espécies mais sensíveis, sendo por isso bons indicadores da presença deste tipo de poluição.

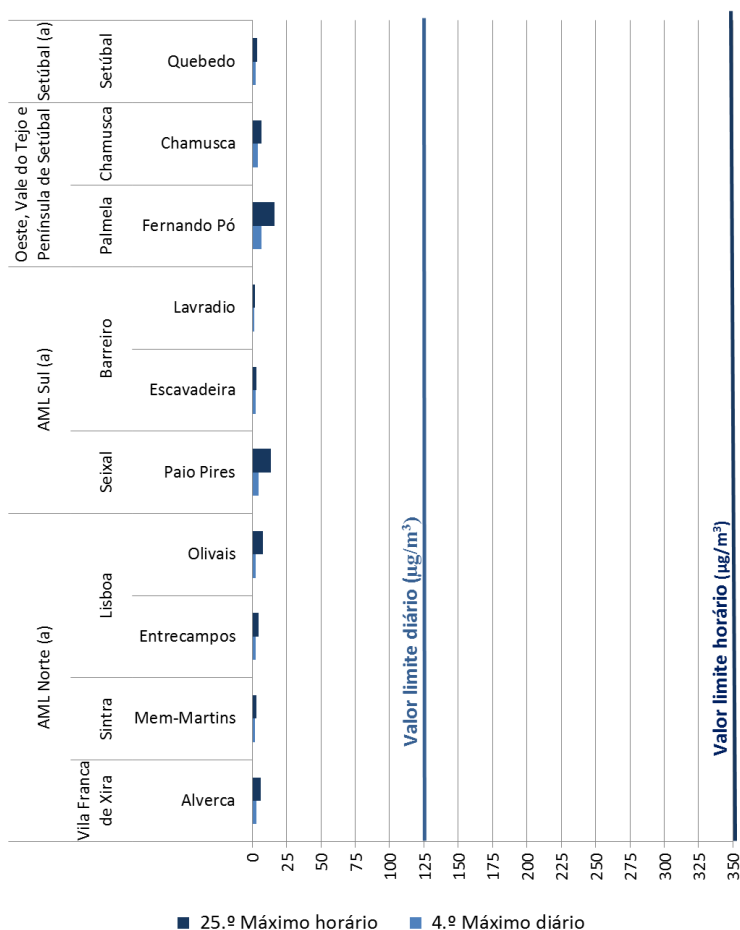
4.4.2 Análise da conformidade legal do SO₂ para a proteção da saúde humana

Para o SO₂ a legislação em vigor define, com o objetivo de proteção da saúde humana, um valor limite horário (VLH) de 350 µg/m³, que não deve ser excedido mais do que 24 vezes no ano, e um valor limite diário (VLD) de 125 µg/m³, que não deve ser excedido mais do que três vezes no ano, ambos de cumprimento obrigatório desde 2005. A avaliação da conformidade legal para o SO₂ é feita através dos indicadores, 4º máximo diário e 25º máximo horário, que permitem verificar, respetivamente, o cumprimento do VLD e do VLH.

Para este poluente está ainda definido um limiar de alerta horário, de 500 µg/m³, a medir durante três horas consecutivas.

Conforme se pode comprovar pela análise da Figura 28, no ano de 2020 não se verificou nenhuma situação de incumprimento dos VL definidos para o SO₂. Em todas as estações da RMQA LVT que avaliam este poluente registaram-se ao longo do ano concentrações médias horárias e diárias muito baixas.

Figura 28. Avaliação da conformidade legal do poluente SO₂ em 2020, para a proteção da saúde humana



No período entre 2001 e 2020 a zona da AML Sul foi a que apresentou os níveis mais elevados de SO₂, (Figura 29 e Figura 30) tendo-se verificado nesta aglomeração o incumprimento do VLH e do VLD na estação industrial do Lavradio, localizada no concelho do Barreiro, nos anos de 2005, 2007 e 2008. Nesta estação o limiar de alerta foi também ultrapassado nos anos de 2001, 2003 e 2007.

Para este poluente tem-se verificado uma tendência de decréscimo das concentrações em todas as estações da RMQA LVT, correspondente a uma redução da atividade industrial na região e também a uma redução do teor de enxofre nos combustíveis. Na AML Sul é notória a redução significativa das concentrações a partir de 2009, coincidente com o encerramento de alguma indústria importante na zona industrial do Barreiro, observando-se que a partir de 2013 os níveis registados nesta aglomeração já não se destacam dos níveis das restantes zonas da região.

Atendendo às baixas concentrações deste poluente registadas na RMQA LVT, em 2012 foi reduzido o número de estações que medem este poluente, tendo-se mantido em funcionamento os analisadores de

um conjunto de estações que permitem avaliar e acompanhar os níveis de fundo deste poluente e de estações instaladas na proximidade de zonas industriais.

Figura 29. Evolução do 4º máximo diário de SO₂ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona)

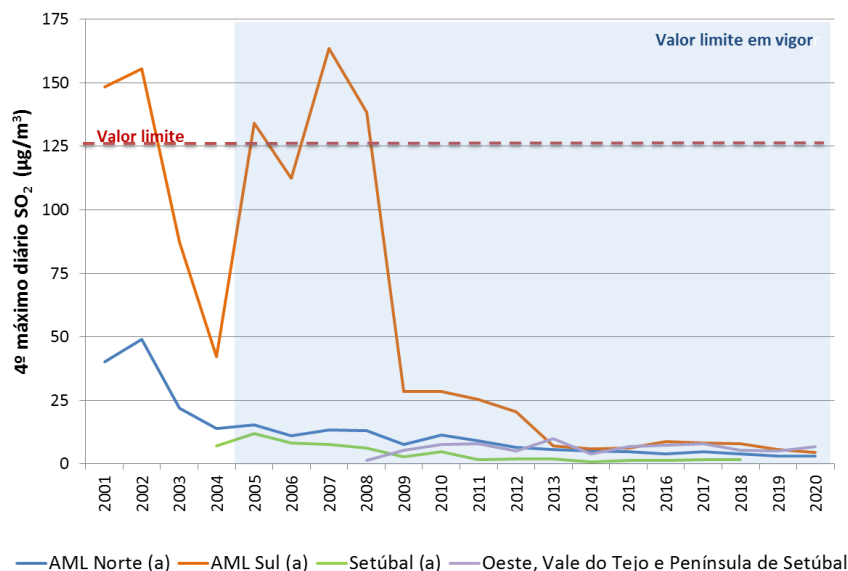
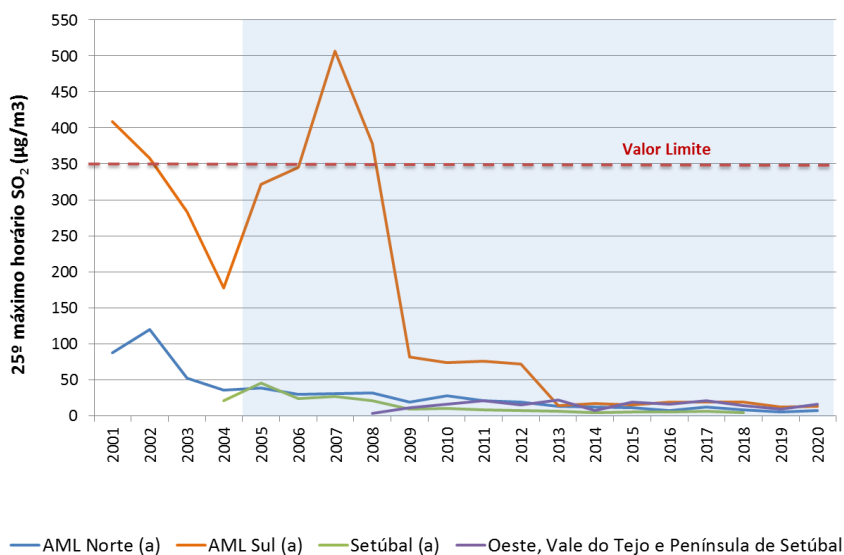


Figura 30. Evolução do 25º máximo horário de SO₂ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona)



4.4.3 Análise da conformidade legal do SO₂ para a proteção da vegetação

Para o SO₂ a legislação em vigor define, com o objetivo de proteção da vegetação, um nível crítico de 20 µg/m³, avaliado para um valor médio anual e para um valor médio de inverno (1 de outubro do ano x-1 a 31 de março do ano x).

Em 2020, nas estações rurais de fundo da Chamusca e de Fernando Pó, o valor médio anual e valor médio para o período de inverno foram muito inferiores ao valor definido para o nível crítico (Figura 31).

A avaliação dos resultados obtidos para a média anual e de inverno de SO₂ no período compreendido entre 2008 e 2020 mostra que os níveis foram sempre muito baixos nas estações da Chamusca e de Fernando Pó (a partir de 2012 este poluente deixou ser medido na estação da Lourinhã), não se tendo registado incumprimentos do nível crítico para proteção da vegetação (Figura 32).

Figura 31. Média anual e de inverno para o SO₂ nas estações rurais de fundo

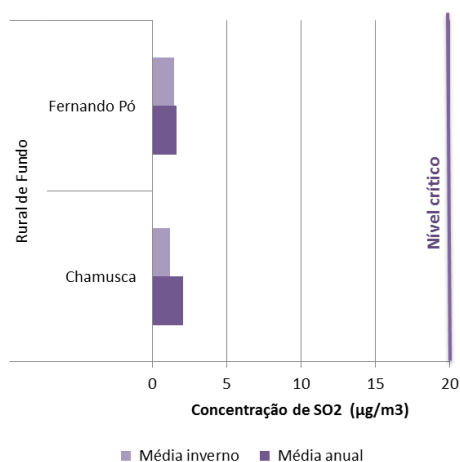
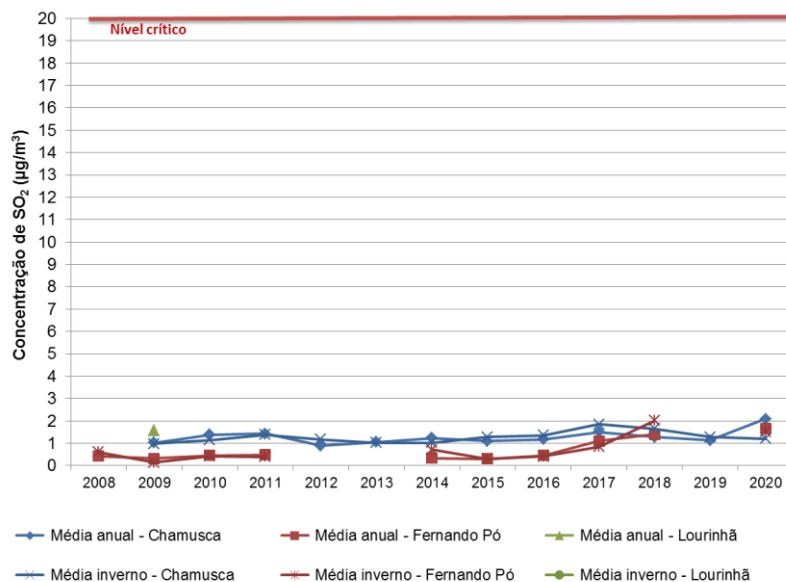


Figura 32. Evolução da média anual e de inverno para o SO₂ nas estações rurais de fundo



4.5 OZONO (O₃)

4.5.1 Descrição do poluente

O ozono (O₃) é uma molécula formada por três átomos de oxigénio, muito reativa e com um forte poder oxidante. Nas camadas altas da atmosfera, ao nível da estratosfera, o O₃ desempenha um papel vital ao filtrar a radiação solar ultravioleta, protegendo assim a vida sobre a Terra. Na troposfera, camada atmosférica em contacto com a superfície terrestre, o O₃, designado como ozono troposférico, é um poluente secundário que afeta negativamente a saúde humana.

O O₃ não é diretamente emitido para a atmosfera, formando-se através de um conjunto de reações químicas entre óxidos de azoto, compostos orgânicos voláteis (COV) e monóxido de carbono, por ação da radiação solar. Os poluentes primários que dão origem à formação do O₃ são essencialmente resultantes das emissões dos veículos automóveis e de determinadas atividades industriais.

As reações de formação do O₃ são complexas e os episódios de concentrações elevadas deste poluente ocorrem especialmente nos dias de verão, na presença de condições meteorológicas particulares - forte radiação solar, temperaturas elevadas, vento fraco e estabilidade atmosférica - frequentemente associadas à persistência de um anticiclone.

As concentrações mais elevadas de O₃ observam-se normalmente na periferia das zonas onde são emitidos os poluentes precursores, já que estes podem ser transportados pelas massas de ar a grandes distâncias. Em áreas urbanas, na proximidade das fontes emissoras, o NO emitido pelos veículos automóveis pode reagir com o O₃, reduzindo-se assim localmente as concentrações deste poluente.

Em ambiente urbano, a produção de ozono é forte durante o dia e a sua destruição rápida durante a noite. Os picos são normalmente bem marcados, enquanto em meio rural, na ausência de NO, a sua destruição é mais fraca e as variações menores e, portanto, as concentrações em termos médios mais elevadas. A variação média diária das concentrações de O₃ nas estações da RMQA LVT, apresentada na Figura 33, mostra que as concentrações deste poluente começam a aumentar logo após o período de maior intensidade de tráfego e à medida que a radiação solar aumenta, atingindo-se os valores máximos nas primeiras horas da tarde, quando a radiação solar é mais intensa e as condições de mistura mais eficientes. O aumento das concentrações de O₃ durante este período do dia é normalmente acompanhado por um decréscimo das concentrações de NO₂, conforme se ilustra na Figura 34.

Figura 33. Ciclo diário das concentrações de O₃ nas estações rurais e urbanas de fundo da RMQA LVT

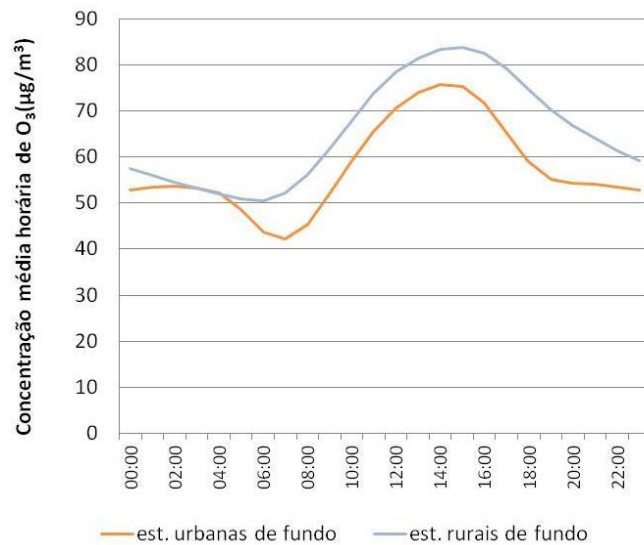
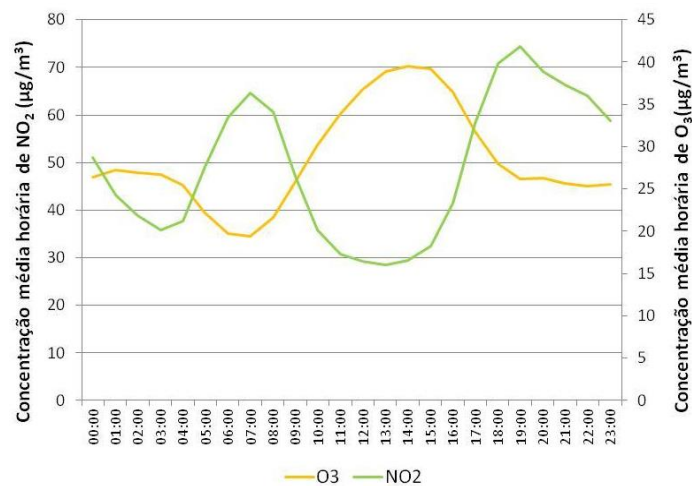


Figura 34. Ciclo diário das concentrações de NO₂ e O₃ na estação dos Olivais



O O₃ é um gás agressivo para as mucosas oculares e respiratórias e, tal como outros oxidantes fotoquímicos, penetra nas vias respiratórias profundas, afetando essencialmente os brônquios e os alvéolos pulmonares. A sua ação pode manifestar-se por irritações nos olhos, nariz e garganta, dores de cabeça e por problemas respiratórios, tais como dificuldade em respirar, dores no peito e tosse. A sua presença pode também provocar o agravamento de patologias respiratórias já existentes e reduzir a resistência a infeções respiratórias.

Tem um efeito nocivo sobre a vegetação, perturbando a atividade fotossintética e o seu crescimento e reprodução. Afeta também certos materiais como a borracha, têxteis e pinturas.

O O₃ é também um gás com efeito de estufa que contribui para o aquecimento da atmosfera.

4.5.2 Análise da conformidade legal do O₃ para a proteção da saúde humana

Para o O₃ o Decreto-Lei n.º 102/2010 estabelece um valor alvo para proteção da saúde humana, de 120 µg/m³, que não deve ser excedido mais do que 25 dias no ano, num período médio de três anos, avaliado através da concentração máxima diária das médias de períodos de oito horas. Este valor alvo é avaliado pelo indicador 26º máximo diário das médias de 8 horas. De acordo com o disposto no referido diploma, 2010 é o primeiro ano que deve ser considerado para o cálculo desta média de três anos, a qual deve incluir, no mínimo, um ano de dados completo, sendo assim 2012 o primeiro ano para o qual se efetua a avaliação do cumprimento do valor alvo.

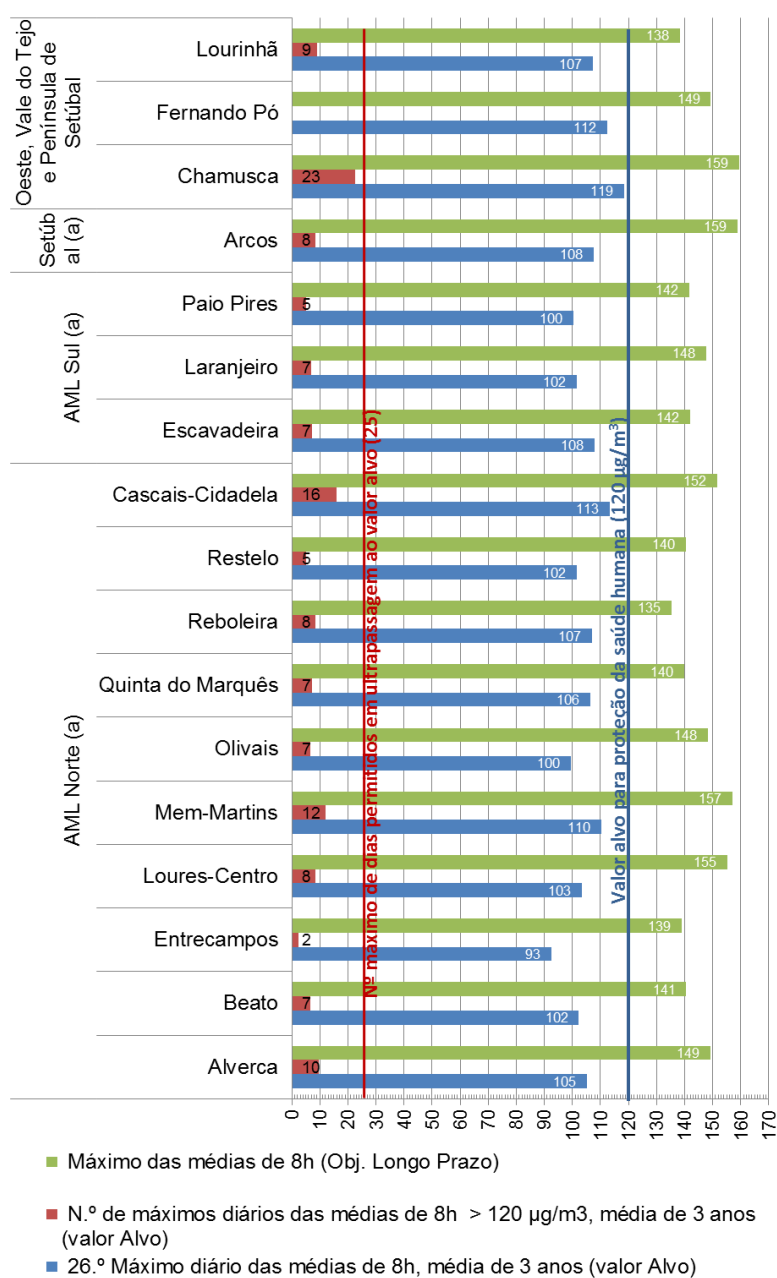
Para este poluente é também definido um objetivo de longo prazo para proteção da saúde humana, igualmente avaliado através da concentração máxima diária das médias de períodos de oito horas, que tem por meta o cumprimento de 120 µg/m³ em todos os dias do ano.

Está ainda definido para o O₃ um limiar de informação de 180 µg/m³ e um limiar de alerta de 240 µg/m³, ambos avaliados para valores médios horários.

Na Figura 35 apresenta-se a avaliação da conformidade legal deste poluente em 2020 para as estações da RMQA LVT, relativamente ao valor alvo para a proteção da saúde humana (média de 2018, 2019 e 2020). Da análise desta figura verifica-se que este valor foi respeitado em todas as estações da RMQA LVT, constatando-se no entanto que a estação da Chamusca, localizada na zona do Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal, onde este valor alvo tem sido sistematicamente ultrapassado, continua a ser a que regista o número de médias de 8 horas superiores a 120 µg/m³ mais próximo do limite definido.

O objetivo de longo prazo para proteção da saúde humana foi ultrapassado em todas as estações da RMQA LVT.

Figura 35. Avaliação da conformidade legal do poluente O₃ em 2020 para o valor alvo (média de 2018, 2019 e 2020), para a proteção da saúde humana



No mês de julho de 2020, o mais quente desde 1931, em que o estado do tempo em Portugal foi essencialmente caracterizado pela influência de um anticiclone, observaram-se condições propícias à formação de ozono, tendo-se verificado, por diversas vezes, a ultrapassagem do limiar de informação deste poluente em algumas estações da RMQA LVT. Situação semelhante verificou-se no início do mês de setembro, tendo-se registado também excedências ao limiar de informação nos dias 6 e 7 (ver Figura 36 e Tabela 2). Estas excedências foram objeto de um procedimento de informação ao público, divulgando Informações sobre as concentrações observadas, a zona e tipo de população afetada, os possíveis efeitos na saúde e o comportamento recomendado.

Figura 36. Concentrações médias horárias de O₃ verificadas nas estações da RMQA LVT ao longo do ano de 2020

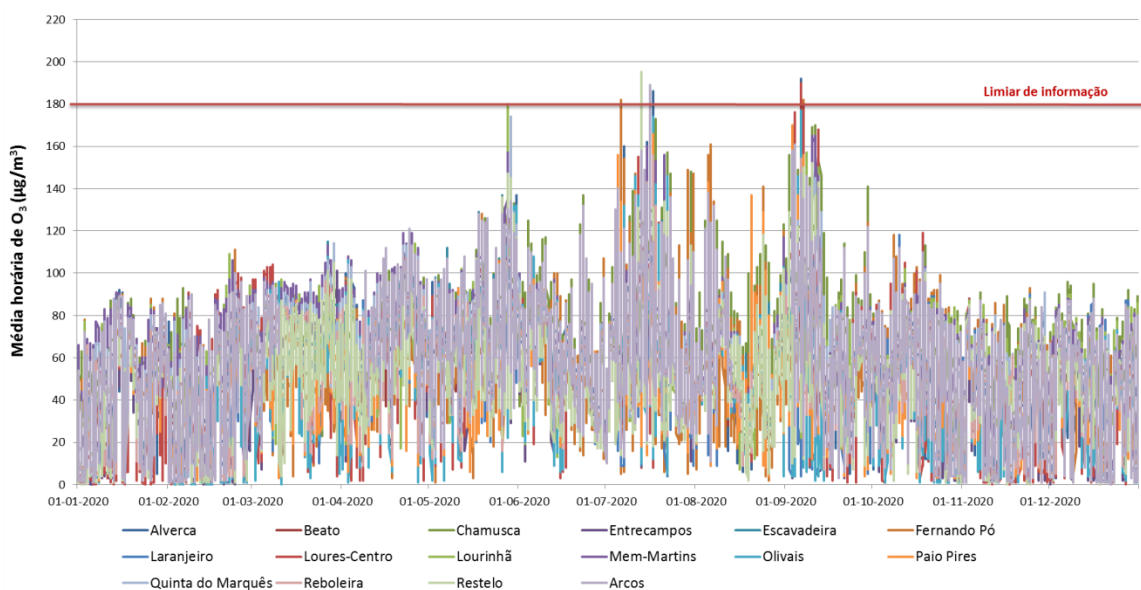


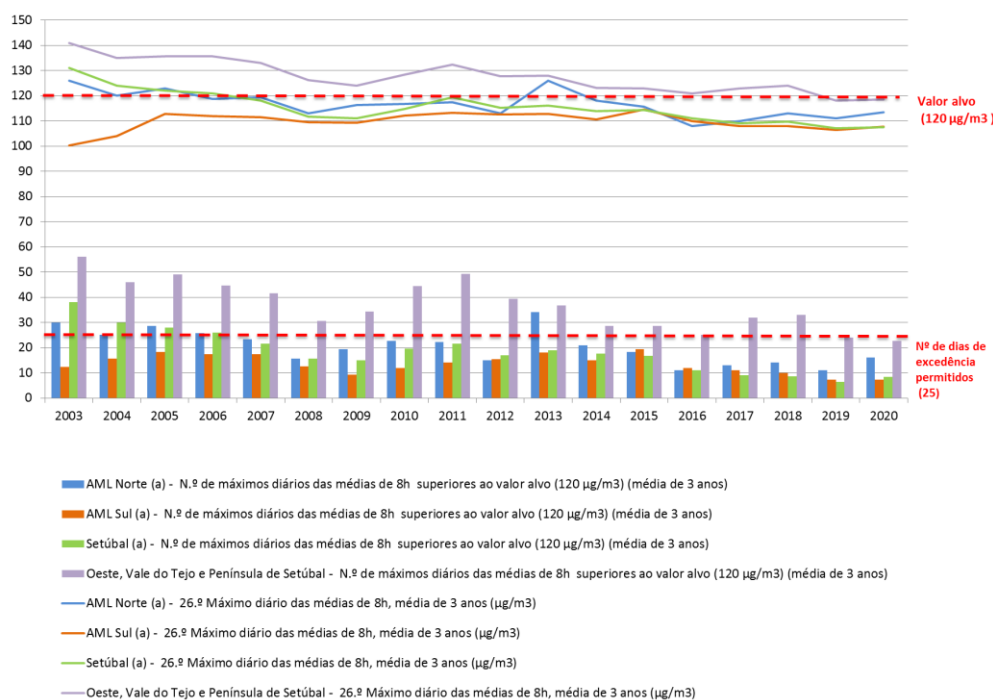
Tabela 2. Ultrapassagens ao Limiar de Informação do O₃ nas estações da RMQA LVT em 2020

Data/hora	Estação	Valor (µg/m ³)
06-07-2020 15:00:00	Fernando Pó	182
13-07-2020 13:00:00	Olivais	190
13-07-2020 13:00:00	Paio Pires	191
13-07-2020 13:00:00	Restelo	195
16-07-2020 15:00:00	Escavadeira	182
16-07-2020 16:00:00	Arcos	189
17-07-2020 14:00:00	Alverca	186
06-09-2020 13:00:00	Loures-Centro	183
06-09-2020 14:00:00	Loures-Centro	190
06-09-2020 15:00:00	Alverca	192
07-09-2020 15:00:00	Fernando Pó	182

Relativamente à evolução do 26º máximo diário das médias de 8 horas, expressa na Figura 37, é de registar que, desde 2003, os níveis máximos de O₃ de cada zona não variaram significativamente de ano para ano, apesar de se notar uma ligeira tendência de decréscimo. Entre 2012 (primeiro ano de avaliação do cumprimento deste indicador) e 2018, o valor alvo foi sistematicamente ultrapassado na zona do Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal (todos os anos, na estação da Chamusca, e em 2012 e 2013, na estação de Fernando Pó), e também em 2013 na aglomeração da AML Norte (na estação urbana de fundo da Quinta do Marquês), sendo ainda de salientar que, na maioria dos anos, os níveis máximos de cada zona estiveram próximos do valor alvo.

Quanto ao objetivo de longo prazo, verificou-se a sua ultrapassagem em todos os anos avaliados, em todas as zonas, e na generalidade das estações de fundo.

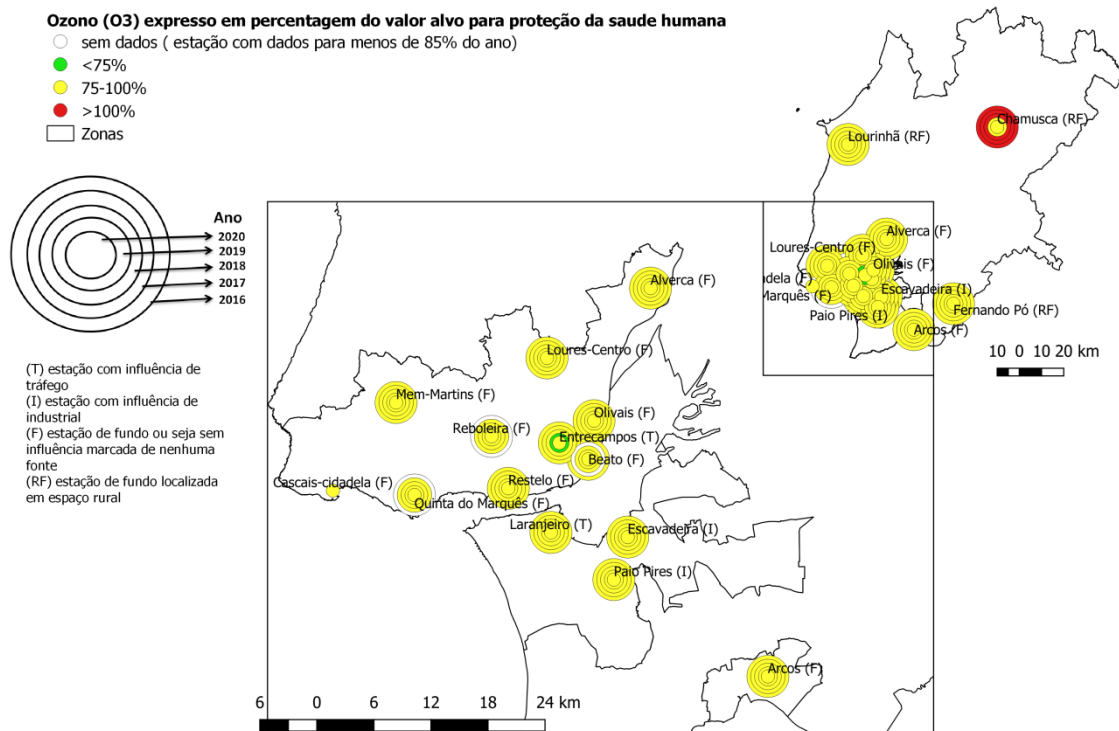
Figura 37. Evolução do 26.º máximo diário das médias de 8 horas (valor alvo) para o O₃ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona)



Nota: É apresentada a evolução das concentrações apenas a partir do ano de 2003, devido ao número reduzido de estações com medições deste poluente nos anos de 2001 e 2002

O mapa da Figura 38, que representa a evolução das concentrações de O₃, expressas em percentagem do valor alvo, correspondendo cada círculo a um ano de dados para cada estação, ilustra os resultados acima descritos para os últimos 5 anos, permitindo localizar as estações com ultrapassagens e salientar que, em todos os anos, o 26.º máximo diário de todas as estações (com exceção da estação de tráfego de Entrecampos em 2019), foi superior a 90 µg/m³ (75% do valor alvo), ou seja, mesmo onde não ocorreram incumprimentos os níveis estiveram próximos do valor alvo.

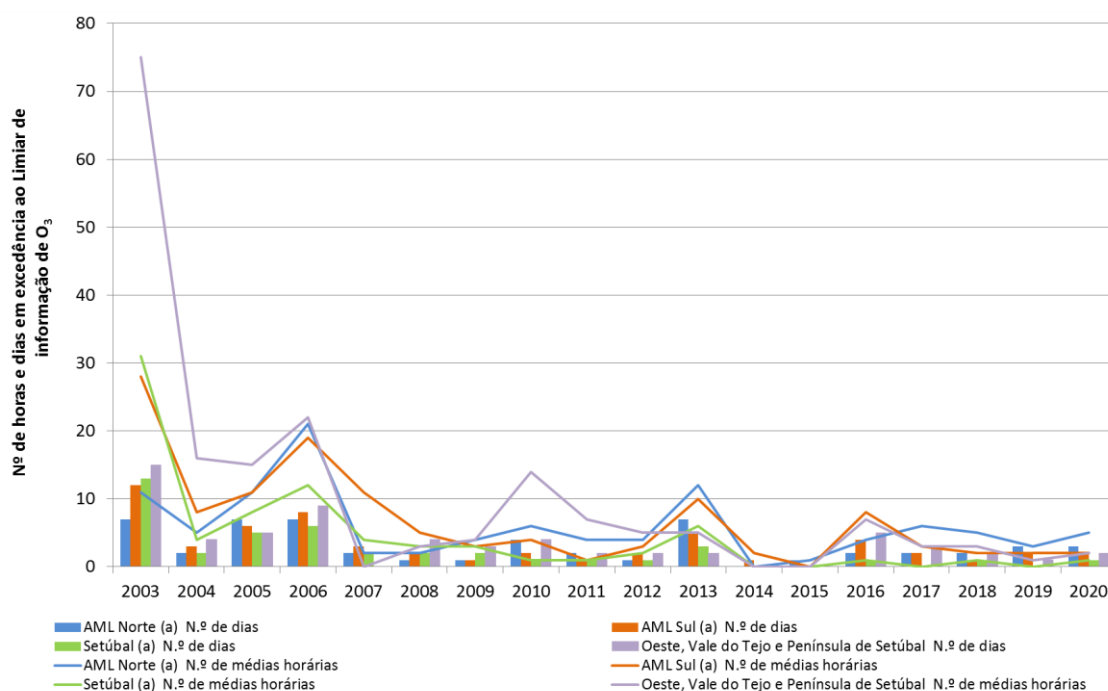
Figura 38. Mapa dos resultados do valor alvo do O₃ para a proteção da saúde humana nos últimos 5 anos, nas estações da RMQA LVT



Na Figura 39 apresentam-se as excedências ao limiar de informação nas estações da RMQA LVT, não sendo possível detetar uma tendência de evolução muito clara destes eventos, parecendo ainda assim haver uma ligeira tendência de decréscimo destas situações episódicas. Verifica-se que as ultrapassagens ao limiar de informação de O₃ ocorreram em maior número no período 2003-2006 e no ano de 2013.

Sendo as concentrações deste poluente bastante influenciadas pelas condições meteorológicas observadas em cada ano (temperaturas elevadas, forte radiação solar e vento fraco potenciam a formação de ozono troposférico), verifica-se que em anos em que o verão foi mais quente (com ocorrência de ondas de calor) se registou um maior número de ultrapassagens do limiar de informação e do valor alvo.

Figura 39. Evolução do nº de dias e horas em ultrapassagem ao limiar de informação ao público de O₃ nas zonas da RLVT (valor máximo das estações de cada zona)



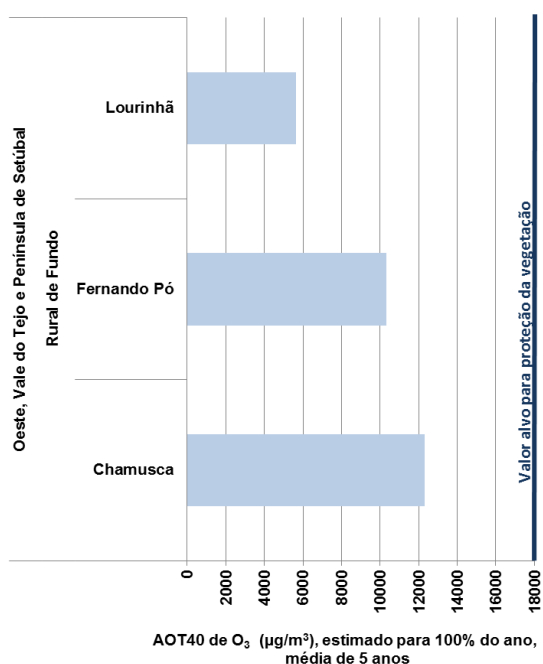
Nota: É apresentada a evolução das concentrações apenas a partir do ano de 2003, devido ao número reduzido de estações com medições deste poluente nos anos de 2001 e 2002

4.5.3 Análise da conformidade legal do O₃ para a proteção da vegetação

Para o O₃ o Decreto-Lei n.º 102/2010 define, para a proteção da vegetação, um objetivo de longo prazo, de 6000 µg/m³, avaliado pelo indicador AOT₄₀, e um valor alvo, de 18000 µg/m³, avaliado também pelo indicador AOT₄₀, calculado com base na média dos 5 anos anteriores, e que deve incluir no mínimo três anos de dados completos. De acordo com o disposto na legislação em vigor, 2010 é o primeiro ano que deve ser considerado para o cálculo desta média, sendo assim 2014 o primeiro ano para o qual se efetua a avaliação do cumprimento deste valor alvo.

Na Figura 40 apresenta-se a avaliação da conformidade legal das concentrações deste poluente em 2020 relativamente aos objetivos de proteção da vegetação (AOT₄₀), verificando-se o cumprimento do valor alvo e a ultrapassagem do valor definido na legislação como objetivo de longo prazo nas três estações localizadas na zona do Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal.

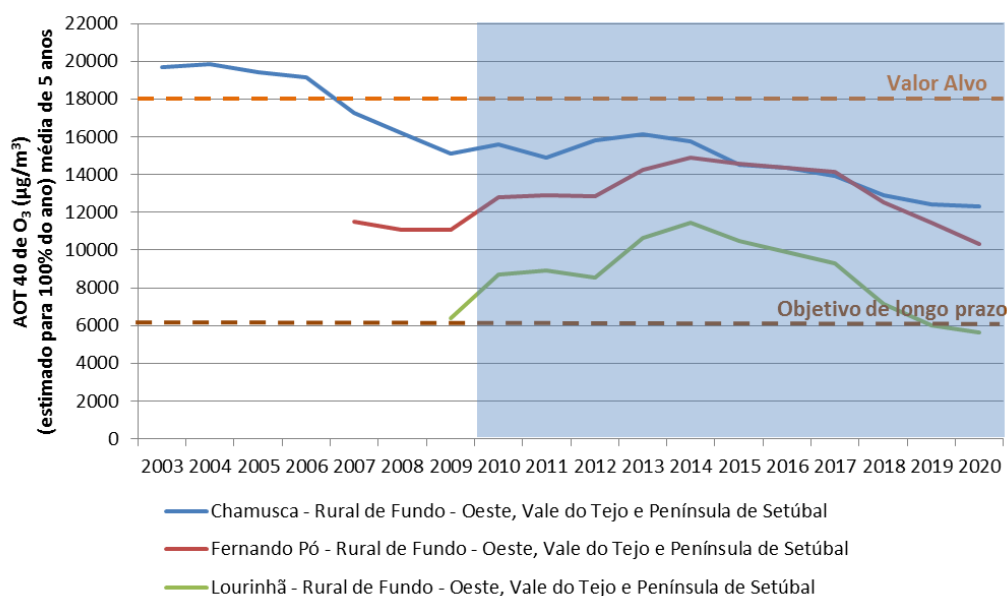
Figura 40. Avaliação da conformidade legal do poluente O₃ para a proteção da vegetação, média de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020,



Na Figura 41 apresenta-se a evolução do AOT₄₀ de O₃, calculado com base na média dos 5 anos anteriores, para as estações rurais de fundo, verificando-se que desde 2014 este indicador tem apresentado uma tendência de decréscimo. Apesar de nos anos entre 2003 e 2006 terem ocorrido ultrapassagens ao valor alvo na estação da Chamusca, estas situações não corresponderam a inconformidades legais, uma vez que a avaliação do cumprimento deste objetivo só se iniciou em 2014.

Quanto ao objetivo de longo prazo, todas as estações rurais, em todos os anos avaliados, estiveram acima do valor legislado.

Figura 41. Evolução do AOT₄₀ de O₃, média de 5 anos



4.6 BENZENO (C₆H₆)

4.6.1 Descrição do poluente

O benzeno, juntamente com o tolueno, o etilbenzeno e o xileno, fazem parte da família dos compostos orgânicos voláteis (COV) correntemente designados por BTX. O benzeno é um dos compostos mais nocivos desta família, sendo o único objeto de regulamentação.

Os BTX entram na composição dos combustíveis fósseis, mas também na de diversos produtos de utilização corrente como as tintas, colas, cosméticos, solventes e detergentes de limpeza, de uso doméstico, profissional ou industrial. Estes compostos são emitidos durante a sua combustão ou por evaporação no momento da sua produção, armazenamento e utilização. O tráfego rodoviário é a principal fonte antropogénica de BTX, pelo que são normalmente observados valores mais elevados em meio urbano do que em zonas rurais.

Os COV podem ter ainda uma origem natural, já que são também emitidos pela vegetação e por outras fontes naturais como os incêndios florestais.

Os efeitos dos COV são muito variáveis, dependendo da natureza do composto, podendo variar de uma simples incomodidade olfativa até efeitos mutagénicos e carcinogénicos (provocados por compostos como o benzeno), passando por irritações diversas e por uma diminuição da capacidade respiratória.

Os COV desempenham um papel muito importante nos mecanismos de formação do ozono na baixa atmosfera (troposfera). Intervêm igualmente nos processos conducentes à formação de gases com efeito de estufa e na destruição da camada de ozono ao nível da estratosfera.

4.6.2 Análise da conformidade legal do C₆H₆ para a proteção da saúde humana

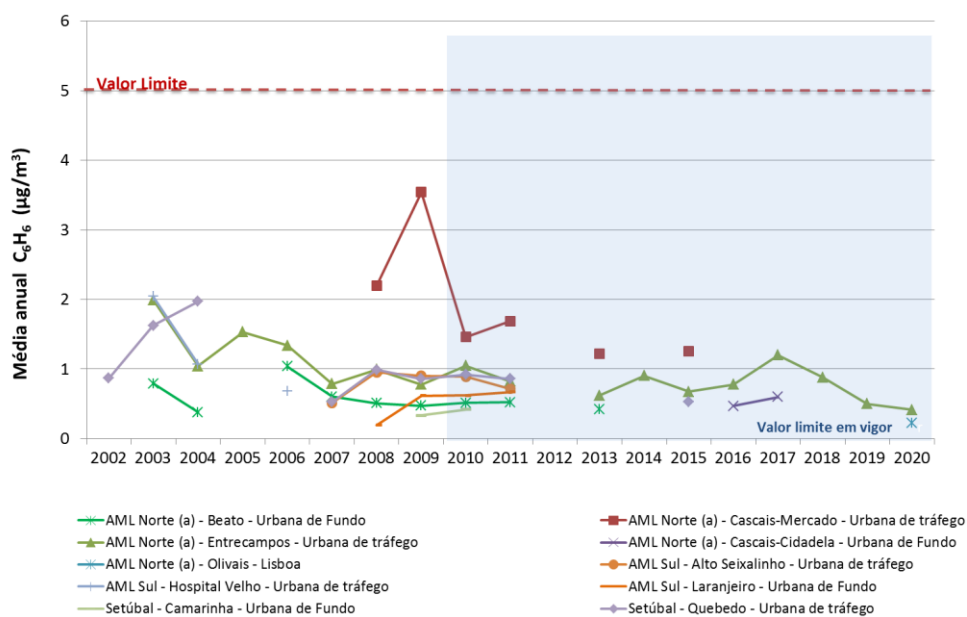
Para o C₆H₆ a legislação em vigor define um valor limite anual de 5 µg/m³, de cumprimento obrigatório desde 2010, cujo indicador é a média anual.

As duas estações com dados de C₆H₆ em 2020 (taxa de recolha superior a 35%) apresentaram uma média anual muito inferior ao limite legislado, tendo a estação urbana de tráfego de Entrecampos apresentado uma média anual de 0,4 µg/m³ e a estação urbana de fundo dos Olivais uma média anual de 0,2 µg/m³.

Na Figura 42 apresentam-se os resultados da média anual de C₆H₆, no período de 2002 a 2020, para as várias estações que obtiveram a percentagem de dados anual exigida pela legislação em vigor, sendo de referir que neste período os valores obtidos foram sempre muito inferiores ao VL. Até 2011 o C₆H₆ foi monitorizado em oito estações da RMQA LVT, mas a partir de 2012, após um processo de reestruturação da rede, este poluente passou a ser medido apenas em 4 estações.

A indisponibilidade de dados deste poluente, em vários anos, em algumas estações da RMQA, não permite ter uma ideia muito clara da tendência evolutiva das concentrações deste poluente. No entanto, analisando os resultados da estação de Entrecampos, que apresenta o histórico de dados mais consistente, parece haver alguma tendência de redução das concentrações médias anuais de C_6H_6 . No ano de 2020, marcado pela pandemia de COVID-19, à semelhança de outros poluentes emitidos pelo tráfego rodoviário, verificou-se um decréscimo das concentrações face a 2019.

Figura 42. Evolução da média anual de C_6H_6



4.7 AVALIAÇÃO GLOBAL DA CONFORMIDADE LEGAL NA REGIÃO DE LISBOA E VALE DO TEJO EM 2020

Para avaliar globalmente a qualidade do ar na RLVT em 2020, os resultados anuais de cada poluente e de cada estação foram convertidos numa percentagem dos respetivos objetivos de qualidade do ar fixados na legislação em vigor: valor limite (VL), valor alvo (VA) ou nível crítico (NC). Os resultados de cada estação, para os vários poluentes, expressos desta forma, apresentam-se na Figura 43, para a proteção da saúde humana, e na Figura 44, para a proteção da vegetação. Para os poluentes com mais do que um objetivo anual estipulado considerou-se o que obteve pior resultado.

A representação gráfica destes resultados permite destacar que no ano de 2020, marcado pela pandemia de COVID-19, não ocorreram inconformidades legais. Salienta-se que este foi o primeiro ano, desde a entrada em vigor do presente quadro legal, em que não se verificou o incumprimento do valor limite anual de NO₂ na estação urbana de tráfego da Avenida da Liberdade, o que só foi possível devido a redução drástica do tráfego automóvel ocorrida durante o confinamento de 16 de março a 3 de maio de 2020, que se manteve, apesar de menos marcada, nas várias fases que se sucederam.

Desta análise verifica-se também que os poluentes atmosféricos SO₂, C₆H₆, CO, PM_{2,5} e NO_x apresentaram concentrações baixas no ar ambiente, face aos valores dos objetivos de qualidade do ar legislados.

Os poluentes com as concentrações mais elevadas foram os seguintes:

- O O₃, cujos valores nas várias estações variaram entre 77 e 98% do VA para proteção da saúde humana e entre 31 e 68% do VA para proteção da vegetação;
- As partículas PM₁₀, que nas várias estações apresentaram valores entre 37 e 65% do VL mais desfavorável;
- O NO₂, que nas várias estações variou entre 16 e 98% do VL mais desfavorável.

No ano de 2020 os valores dos poluentes atmosféricos registados nas estações da RMQA LVT permitem constatar que a qualidade do ar em termos médios, e na generalidade dos locais, foi boa.

A redução acentuada das concentrações de vários poluentes, cuja principal fonte emissora é o tráfego rodoviário, foi particularmente sentida na área central da cidade de Lisboa, por ser esta a zona de maior intensidade de tráfego, mas também porque foi nesta área, com grande peso dos setores do turismo, comércio e serviços, que as restrições impostas devido à Pandemia de COVID-19 trouxeram maiores alterações à atividade normal, conduzindo a uma redução substancial das deslocações e consequentemente ao tráfego rodoviário.

Figura 43. Percentagem do valor limite ou valor alvo, para o pior indicador anual de cada poluente, para proteção da saúde humana, por estação, em 2020

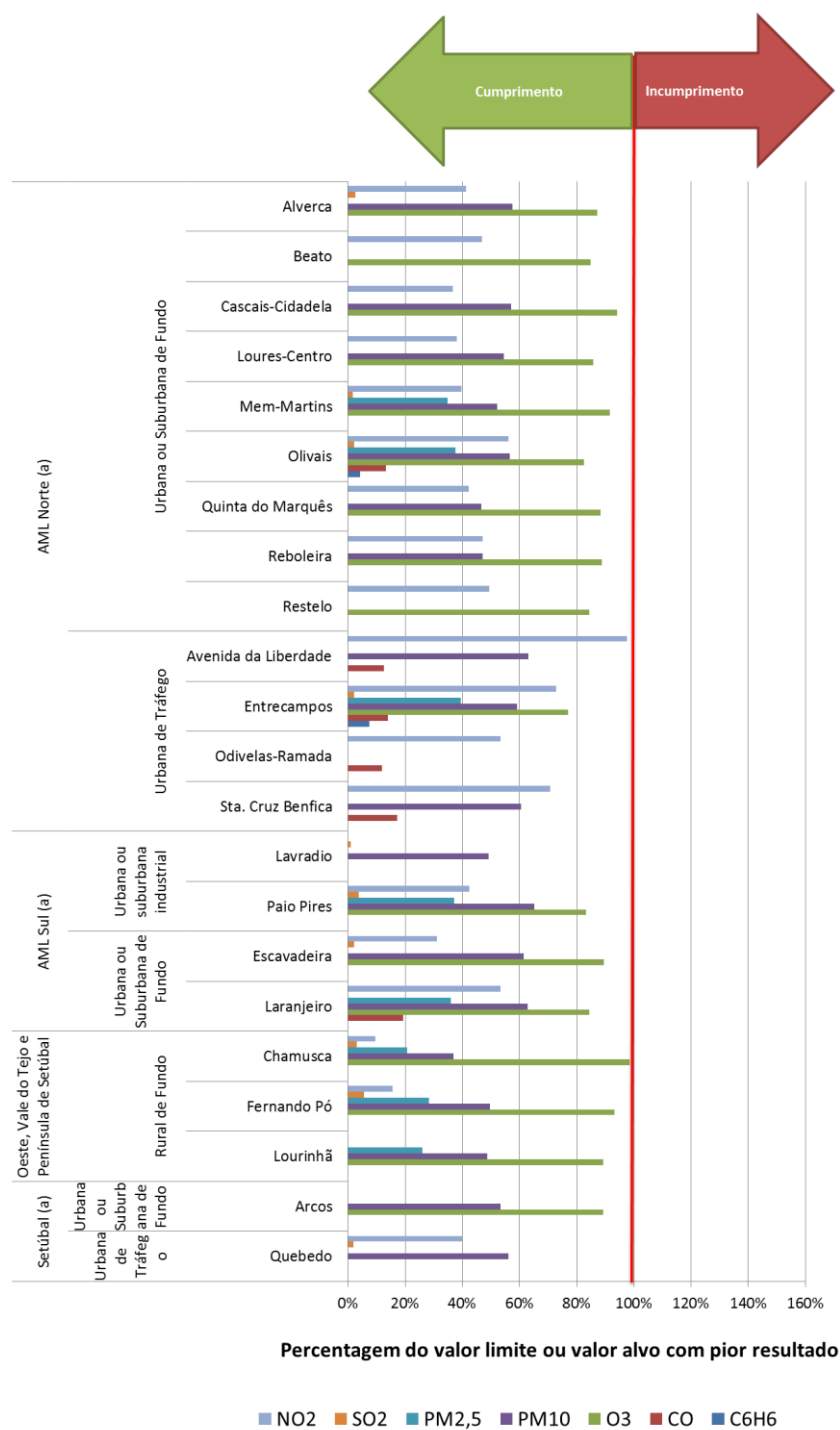
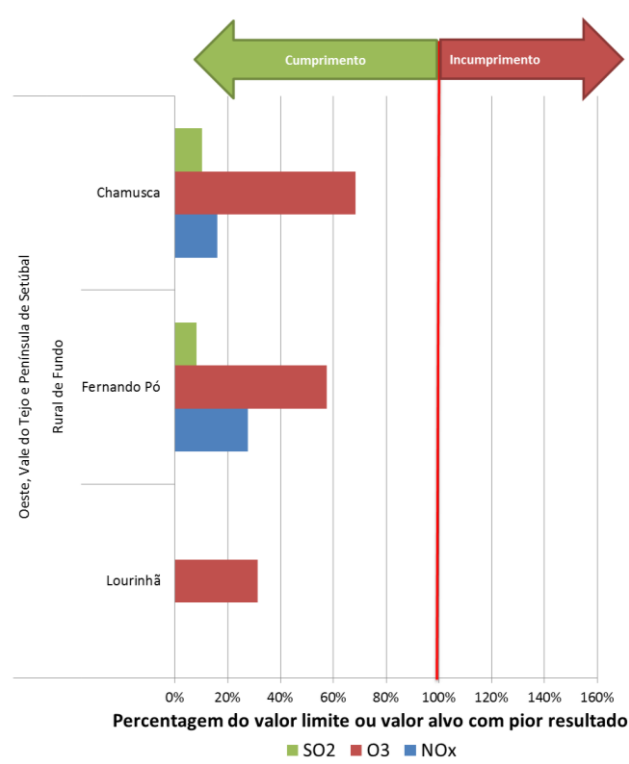


Figura 44. Percentagem do nível crítico ou valor alvo para proteção da vegetação, para o pior indicador anual de cada poluente, por estação, em 2020



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FCT/UNL, UFP, CCDR LVT, (2017). Inventário de Emissões Atmosféricas da Região de Lisboa e Vale do Tejo 2011- 2014, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Fernando Pessoa (UFP) Maio 2017, Documento elaborado no âmbito da aquisição de serviços, para a CCDR LVT. Disponível em <http://www.ccdr-lvt.pt/files/f6a975f1d2a0ba5974fded0bbac285b30f0fb53f.pdf>

APA, FCT/UNL, (2020). Identificação e avaliação da ocorrência de eventos naturais em Portugal em 2019 - Relatório Anual. Documento elaborado no âmbito da aquisição de serviços, para a Agência Portuguesa do Ambiente, relativa à aplicação da metodologia de desconto das contribuições de origem natural às concentrações de PM_{10} em 2020. Disponível em https://apambiente.pt/_zdata/DAR/Ar/EN2020_RELATORIO.pdf

IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) (2020) Boletim Climatológico Sazonal - Verão 2020 Portugal Continental 2020. Disponível em https://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20200911/xkorPQYewLPgwFOIncAJ/cli_20200801_20200831_pcl_sz_co_pt.pdf

IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) (2020) Boletim Climatológico Mensal - Janeiro 2020, Portugal Continental. Disponível em https://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20200214/BEGzqweyksCizjUAIARQ/cli_20200101_20200131_pcl_mm_co_pt.pdf

IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) (2020) Boletim Climatológico Mensal - Julho 2020, Portugal Continental. Disponível em https://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20200806/QjVTABosEPrZtOOiteHA/cli_20200701_20200731_pcl_mm_co_pt.pdf

IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) (2020) Boletim Climatológico Mensal - Setembro 2020 Portugal Continental. Disponível em https://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20201007/HMKBOLtTSGDcATYMcRNg/cli_20200901_20200930_pcl_mm_co_pt.pdf

Anexo I - Objetivos de qualidade do ar (D.L. n.º 102/2010, de 23 de setembro)

Definições

AOT40	Indicador de exposição cumulativa e a longo prazo da vegetação ao ozono, expresso em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por hora. AOT40 é a soma da diferença entre as concentrações horárias superiores a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 partes por bilião) e o valor $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ num determinado período, utilizando apenas os valores horários medidos diariamente entre as 8 e as 20 horas, (hora da Europa Central), no período de maio a julho.
Limiar de alerta	Um nível acima do qual uma exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana da população em geral e a partir do qual devem ser adotadas medidas imediatas, segundo as condições constantes na legislação em vigor.
Limiar de informação	Um nível acima do qual uma exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana de grupos particularmente sensíveis da população, a partir do qual é necessária a divulgação imediata de informações adequadas.
Média de 8 horas consecutivas	Valor médio calculado com base em oito valores horários, a partir de dados horários e atualizado hora a hora; cada média de oito horas deve ser atribuída ao dia que termina, ou seja, o primeiro período de cálculo para um dado dia será o período decorrido entre as 17 horas do dia anterior e a 1 hora desse dia; o último período de cada dia será o período entre as 16 e as 24 horas desse dia.
Nível crítico	Um nível fixado com base em conhecimentos científicos, acima do qual podem verificar-se efeitos nocivos diretos em recetores como árvores, outras plantas ou ecossistemas naturais, mas não em seres humanos.
Objetivo de longo prazo	Um nível a atingir a longo prazo, exceto quando tal não seja exequível através de medidas proporcionadas, com o intuito de assegurar uma proteção efetiva da saúde humana e do ambiente.
Taxa de eficiência	Relação entre o número de médias validadas num determinado período e o número total de médias possíveis nesse período.
Valor alvo	Um nível fixado com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no ambiente, a atingir, na medida do possível, durante um determinado período de tempo.
Valor limite	Um nível fixado com base em conhecimentos científicos, com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no ambiente, a atingir num prazo determinado e que, quando atingido, não deve ser excedido.
Valor médio diário	Média de pelo menos 18 valores médios horários (75% das médias horárias do dia)
Valor médio horário	Média calculada com base nas concentrações de 15 minutos, sendo requerida uma taxa mínima de recolha de dados de 75%.

Valores Regulamentares

Poluente	Tipo de valor e objetivo de proteção	Data entrada em vigor	Valor (nº de excedências permitidas)	Período de referência da avaliação	Indicador e Modo de cálculo
Dióxido de azoto (NO ₂)	Limiar de alerta para proteção da saúde humana	16 de abril de 2002	400 µg/m ³	Uma hora	Três horas consecutivas em excedência, em localizações representativas de uma área mínima de 100 km ² ou na totalidade de uma zona ou aglomeração, consoante a que for menor.
	Valor limite horário para proteção da saúde humana	1 de janeiro de 2010	200 µg/m ³ (18 excedências permitidas)	Uma hora	N.º de horas em excedência num ano civil e 19º Máximo horário, calculados a partir das médias horárias num ano civil
	Valor limite anual para proteção da saúde humana	1 de janeiro de 2010	40 µg/m ³	Um ano civil	Média anual, calculada a partir das médias horárias
Óxidos de azoto (NO _x)	Nível crítico para proteção da vegetação	16 de abril de 2002	30 µg/m ³	Um ano civil	Média anual, calculada a partir das médias horárias
Partículas (PM ₁₀)	Valor limite anual para proteção da saúde humana	1 de janeiro de 2005	40 µg/m ³	Um ano civil	Média anual, calculada a partir das médias diárias
	Valor limite diário para proteção da saúde humana	1 de janeiro de 2005	50 µg/m ³ (35 excedências permitidas)	Um dia	N.º de dias em excedência num ano civil e 36º Máximo diário, calculados a partir das médias diárias num ano civil
Partículas (PM _{2,5})	Valor alvo para proteção da saúde humana	1 de janeiro de 2010	25 µg/m ³	Um ano civil	Média anual, calculada a partir das médias diárias
	Valor limite anual para proteção da saúde humana	1 de janeiro de 2015	25 µg/m ³		
		1 de janeiro de 2020	20 µg/m ³		
Monóxido de Carbono (Co)	Valor limite para proteção da saúde humana	16 de abril de 2002	10 mg/m ³	Média máxima por períodos de 8 horas	N.º dias em que a média diária máxima de 8 horas excedeu o valor-limite
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Limiar de alerta para proteção da saúde humana	16 de abril de 2002	500 µg/m ³	Uma hora	Três horas consecutivas em excedência, em localizações representativas de uma área mínima de 100 km ² ou na totalidade de uma zona ou aglomeração, consoante a que

Poluente	Tipo de valor e objetivo de proteção	Data entrada em vigor	Valor (nº de excedências permitidas)	Período de referência da avaliação	Indicador e Modo de cálculo
					for menor.
	Valor limite diário para proteção da saúde humana	1 de janeiro de 2005	125 µg/m ³ (3 excedências permitidas)	Um dia	N.º de dias em excedência num ano civil e 4º Máximo diário, calculados a partir das médias diárias num ano civil
	Valor limite horário para proteção da saúde humana	1 de janeiro de 2005	350 µg/m ³ (24 excedências permitidas)	Uma hora	N.º de horas em excedência num ano civil e 25º Máximo horário, calculados a partir das médias horárias num ano civil
	Nível crítico para proteção da vegetação	16 de abril de 2002	20 µg/m ³	Ano civil e Inverno (1 de outubro a 31 de março do ano seguinte)	Média anual, calculada a partir das médias horárias
Ozono (O₃)	Limiar de alerta para proteção da saúde humana	2004	240 µg/m ³	Uma hora	N.º de horas em excedência num ano civil
	Limiar de informação para proteção da saúde humana	2004	180 µg/m ³		
	Objetivo de longo prazo para proteção da saúde humana	Não definido	120 µg/m ³ (0 excedências permitidas)	Média máxima por períodos de 8 horas	N.º dias em que a média diária máxima de 8 horas ultrapassou o objetivo de longo prazo num ano civil
	Valor alvo para proteção da saúde humana	1 de janeiro de 2010	120 µg/m ³ (25 excedências permitidas em média, por ano civil, num período de três anos)		N.º de dias em excedência e 26º Máximo diário das médias octo-horárias, calculadas por períodos consecutivos de oito horas
	Objetivo de longo prazo para proteção da vegetação	Não definido	6000 µg/m ³ .h	1 de maio a 31 julho	AOT40, calculado com base nos valores horários
	Valor Alvo para proteção da vegetação	1 de janeiro de 2010	18 000 µg/m ³ .h em média, num período de cinco anos		
Benzeno (C₆H₆)	Valor limite para proteção da saúde humana	1 de janeiro de 2010	5 µg/m ³	Um ano civil	Média anual, calculada a partir das médias horárias

Anexo II – Taxa de recolha de dados da Rede de monitorização da qualidade do ar da CCDR LVT em 2020

Zona	Designação	Tipo de Estação	Concelho	Taxa de recolha de dados						
				NO ₂	CO	O ₃	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	C ₆ H ₆
Área Metropolitana de Lisboa Norte (a)	Alverca	Urbana/fundo	V. F. Xira	91		97	86	97		
	Av. Liberdade	Urbana/tráfego	Lisboa	99	94			98		
	Beato	Urbana/fundo		92		96				
	Entrecampos	Urbana/tráfego		96	99	92	95	99	98	86
	Sta. Cruz Benfica	Urbana/tráfego		100	100			94		
	Olivais	Urbana/fundo		92	89	86	90	91	90	74
	Restelo	Urbana/fundo		91		100		0		
	Loures-Centro	Urbana/fundo	Loures	92		100		100		
	Odivelas-Ramada	Urbana/tráfego	Odivelas	89	77			79		17
	Reboleira	Urbana/fundo	Amadora	89		100		90		
	Mem-Martins	Urbana/fundo	Sintra	100		99	98	97	95	
	Cascais-Escola da Cidadela	Urbana/fundo	Cascais	100				100		
Quinta do Marquês	Urbana/fundo	Oeiras	97		96		100			
Área Metropolitana de Lisboa Sul (a)	Laranjeiro	Urbana/fundo	Almada	100	88	99		96	95	
	Paio Pires	Suburbana/industrial	Seixal	98		99	100	100	93	
	Lavradio	Urbana/industrial	Barreiro	84			100	93		
	Escavadeira	Urbana/industrial		98		98	99	98		
	Fidalguinhos	Urbana/fundo		0			0	0		
Setúbal (a)	Quebedo	Urbana/tráfego	Setúbal	100	87		100	98		0
	Arcos	Urbana/fundo		80	45	85		85		
Oeste, Vale do Tejo e Península Setúbal	Chamusca	Rural/fundo	Chamusca	98		93	93	91	95	
	Lourinhã	Rural/fundo	Lourinhã	51		99		100	91	
	Fernando Pó	Rural/fundo	Palmela	99		95	95	98	94	

Nota: (a) aglomeração