



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Diogo José da Luz Santos

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE POLUIÇÃO NA
CIDADE DE COIMBRA:
AS ALTERAÇÕES EM FUNÇÃO DA COVID-19 EM
DIFERENTES ESPAÇOS URBANOS**

**Dissertação no âmbito do Mestrado em Geografia Física,
Ambiente e Ordenamento do Território, orientada pelo Professor
Doutor António Manuel Rochette Cordeiro e apresentada ao
Departamento de Geografia e Turismo da Faculdade de Letras da
Universidade de Coimbra**

Janeiro de 2022



FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Diogo José da Luz Santos

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE POLUIÇÃO NA
CIDADE DE COIMBRA EM MOMENTO DE
PANDEMIA:
VARIAÇÕES OBSERVADAS EM FUNÇÃO DA COVID-
19 EM DIFERENTES ESPAÇOS URBANOS**

**Dissertação no âmbito do Mestrado em Geografia Física,
Ambiente e Ordenamento do Território, orientada pelo Professor
Doutor António Manuel Rochette Cordeiro e apresentado à
Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra para obtenção
do grau de Mestre.**

Janeiro de 2022

FACULDADE DE LETRAS

ANÁLISE DOS NÍVEIS DE POLUIÇÃO NA CIDADE DE COIMBRA EM MOMENTO DE PANDEMIA: VARIAÇÕES OBSERVADAS EM FUNÇÃO DA COVID- 19 EM DIFERENTES ESPAÇOS URBANOS

Ficha Técnica

| | |
|-------------------------------|--|
| Tipo de trabalho | Dissertação |
| Título | Análise dos Níveis de Poluição na Cidade de Coimbra: |
| Subtítulo | As Alterações em Função da COVID-19 em Diferentes Espaços Urbanos |
| Autor | Diogo José da Luz Santos |
| Orientador | <i>Professor Doutor António Manuel Rochette Cordeiro</i> |
| Júri | Presidente: Doutora Adélia Nunes Jesus Nobre Nunes |
| | Vogais: |
| | 1. Doutora Isabel Azevedo Almeida Fernandes |
| | 2. Doutor António Manuel Rochette Cordeiro |
| Identificação do Curso | 2º Ciclo em Mestrado em <i>Geografia Física, Ambiente e Ordenamento do Território</i> |
| Área científica | Geografia Física |
| Especialidade/Ramo | Ambiente e Ordenamento do Território |
| Data da Defesa | 14-02-2022 |
| Classificação | 15 valores |



*Em memória da minha avó Emília,
que certamente estará orgulhosa do meu percurso.*

Agradecimentos

À CCDRC nas pessoas da Eng. Helena Lameiras e do Dr. António Júlio Veiga Simão, pela disponibilização dos dados da poluição.

Ao IGUC na pessoa do Eng. Paulo Ribeiro, pela disponibilização dos dados meteorológicos.

Ao meu orientador Professor Doutor António Rochette Cordeiro, expresso o meu sincero e profundo agradecimento por toda a compreensão e disponibilidade desde o primeiro dia, e por todos os ensinamentos que me transmitiu ao longo destes anos.

Aos docentes da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, agradeço todo o auxílio e disponibilidade durante todo o meu percurso académico.

À Associação Académica de Coimbra, pelo desafio que me confiou e pela experiência enriquecedora que me proporcionou.

A Coimbra, a cidade mais bela que me podia ter acolhido, certamente serás sempre lembrada como a cidade dos estudantes. Levo-te comigo para a vida.

Aos meus amigos de Coimbra, agradeço por todo o apoio e orientação que me deram ao longo destes anos. Por sabermos partilhar os bons e os maus momentos. A vocês levo-vos comigo para a vida e posso afirmar que vos considero família.

Aos meus amigos do Riachos, um obrigado por todo o companheirismo e apoio ao longo de todos os anos. Obrigado por toda a compreensão e ajuda nesta etapa que passou. A todos vós um grande obrigado! Sabem que para mim são como família.

À minha mãe e ao meu pai, o meu obrigado por toda a bondade e compreensão e também pelo apoio quer nos bons quer nos maus momentos por todo o apoio nos momentos maus e nos momentos. Sem o vosso continuado exemplo de vida consubstanciado na força, compaixão e companheirismo, este objetivo teria sido mais difícil. Obrigado por toda a dedicação e por todos os conselhos dados. Obrigado. Por tudo meus pais Amigos.

Resumo

A poluição ambiental é um tema que ultimamente tem sido falado com frequência, devido às alterações climáticas que o Mundo tem vindo a presenciar. Muito se fala e se questiona de qual a forma de podemos tornar o Mundo sustentável para se conseguir combater este grave problema, dado que não existe planeta B. Neste caso de estudo, fala-se dos gases poluentes que com muita frequência são emitidos para a atmosfera. A pandemia “covid-19” que nos assola praticamente há dois anos, trouxe graves problemas quer para a saúde, quer para a economia, causando grande mortalidade ao longo deste período. Associado a ela, fruto das restrições impostas, arrastou também uma crise económica a nível mundial. No caso de Portugal, numa fase em que a economia tomava um rumo crescente, a pandemia gerou mais problemas económicos, fruto do encerramento periódico de quase todo o tipo de indústria, como de comércio e serviços, tudo isso associado a fortes restrições à mobilidade. Porém, a pandemia trouxe também um aspeto positivo: o decréscimo significativo da poluição. Com base em imagens satélite – Ásia, Europa e muito em particular Portugal – constatou-se a diminuição de poluição quer em muitas cidades quer em territórios bem definidos.

Este trabalho, foca-se nesta temática – alterações nos valores de poluição em diferentes momentos da evolução da pandemia, com a tentativa de se perceber se na realidade os confinamentos que foram decretados tiveram efeito nessa redução da poluição. Através dos dados recolhidos em duas estações da rede nacional de controle da poluição na cidade de Coimbra (centro litoral de Portugal), - Avenida Fernão de Magalhães e outro no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra –, em dois setores da cidade com características bastante diferentes. Ao definirem-se cinco momentos que abrangeram meses e semanas anteriores, durante e no pós confinamentos, onde foram analisadas as evoluções ao longo da pandemia de diferentes poluentes (PM10, CO, NO, NO2 e O3), assim como a comparação da evolução dos PM10 entre as duas estações.

Tem assim como objetivo analisar em vários períodos temporais (cinco), a evolução dos valores de diferentes poluentes, tendo em consideração o modo como os confinamentos tiveram efeito positivo ou negativo nos dados recolhidos, bem como mostra o peso dos diferentes estados de tempo e dos diferentes elementos climáticos na correlação dos valores registados.

Palavras-Chave: COVID-19; Pandemia; Poluição; Saúde; Coimbra (Portugal)

Abstract

Nowadays, environmental pollution is a topic of discussion, due the climate changes that the world has been witnessing. One of them is how we can make the world sustainable in order to combat this problem - there is no planet B. In this study case, there are conversations about polluting gases emitted into the atmosphere with some frequency. The COVID-19 pandemic, which has been plaguing us for almost two years, has introduced serious health and economic problems, causing high mortality over this period, also an economic crisis worldwide due to all the restrictions imposed. In the case of Portugal, at a time when the economy was taking a growing course, the pandemic generated more economic problems with the closure of practically all types of industry and commerce, as well as strong restrictions on mobility. However, the pandemic also brought a positive aspect: the significant decrease in pollution. Based on satellite images – Asia, Europe or even in the portuguese case – a decrease in pollution was observed in many territories and cities.

This work focuses on this theme - changes in pollution values at different times in the evolution of the pandemic - with an attempt to understand if in reality the confinements that were enacted had an effect on reducing pollution. Through data collected at two stations of the national pollution control network in the city of Coimbra (Portugal coastal center), - Avenida Fernão de Magalhães and another at the Geophysical Institute of the University of Coimbra -, in two sectors of the city with very different characteristics. By defining five moments that covered months and weeks, before, during and after confinement, where the evolutions of different pollutants (PM10, CO, NO, NO2 and O3) were analyzed throughout the pandemic, as well as the comparison of the evolution of the PM10 between the two stations.

It thus aims to analyze the evolution of the values of different pollutants in several time periods (five), taking into account the way in which the confinements had a positive or negative effect on the data collected, as well as showing the weight of the different weather conditions and the different climatic elements in the correlation of the recorded values.

Keywords: COVID-19; Pandemic; Pollution; Health; Climate change; Coimbra (Portugal)

Índice

| | |
|---|------|
| Agradecimentos | vii |
| Resumo | viii |
| Abstract..... | ix |
| Índice | x |
| Índice de Figuras | xi |
| Índice de Gráficos..... | xii |
| Índice de Tabelas | xiv |
| Índice de Fotografias | xv |
| Capítulo I - Introdução | 16 |
| Capítulo II – Metodologia e Objetivos | 38 |
| Capítulo III – Enquadramento da Área de Estudo..... | 41 |
| Capítulo IV – Análise de Dados | 51 |
| 4.1. Contextualização sobre a problemática | 51 |
| 4.2. Características climáticas dos períodos em análise | 52 |
| 4.3. Análise comparativa dos poluentes dos períodos em análise..... | 57 |
| Capítulo V – Discussão de Resultados | 87 |
| Capítulo VI – Conclusão | 94 |
| Referências | 96 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1-Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (Fonte: ONU, 2015)..... | 21 |
| Figura 2-Eventos em cadeia da poluição. Fonte:(Ferreira, 2007) | 26 |
| Figura 3- Pirâmide dos efeitos da poluição na saúde (Fonte: J.C Ferreira, adaptado de OMS 2001) | 27 |
| Figura 4- Ciclo dos poluentes atmosféricos no meio urbano (Oke <i>et al.</i> , 2017, pg.298) | 29 |
| Figura 5- Representação do decréscimo da poluição do dióxido de nitrogénio na China (Fonte: Adaptado de ESA, 2021, crf Duarte <i>et al.</i> , 2021). | 31 |
| Figura 6- Concentrações de NO ₂ nos meses de março a abril em 2019 e 2020.Fonte: («ESA - Air pollution returning to pre-COVID levels», 202, crf Duarte <i>et al.</i> , 2021). . | 32 |
| Figura 7-Redução da poluição por NO ₂ na Península Ibérica(11/3/2020;28/3/2020).Fonte: Adaptado AIR centre | 33 |
| Figura 8- Redução da poluição em Portugal. 10-03-2020/28-03-2020 (Fonte: Montagem RR/AIR Centre)..... | 34 |
| Figura 9- Efeito das medidas contra o Covid-19. Fonte: (EEAa, 2020) | 36 |
| Figura 10- Efeitos das medidas Covid-19, em relação ao PM ₁₀ . Fonte: (EEAa, 2020) | 36 |
| Figura 11- Enquadramento da Área de Estudo. Fonte própria. | 41 |
| Figura 12- Hipsometria da área de estudo. Fonte própria. | 43 |
| Figura 13- Influência das zonas verdes em relação as zonas urbanas. Fonte: Cátia Leal, 2008 | 48 |
| Figura 14- Condições meteorológicas dia 7 e 9 de fevereiro de 2020 | 52 |
| Figura 15-Condições meteorológicas dia 24 e 28 de abril de 2020 | 54 |
| Figura 16-Condições meteorológicas dia 14 e 15 de julho de 2020..... | 55 |
| Figura 17-Condições meteorológicas dia 20 e 21 de fevereiro de 2021 | 56 |
| Figura 18-Condições meteorológicas dia 2 e 6 de abril de 2021..... | 57 |

Índice de Gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1- Comparação do PM10 nos vários meses em análise..... | 59 |
| Gráfico 2- Comparação das semanas do PM10 em análise..... | 60 |
| Gráfico 3- Dados diários do PM10 na semana de fevereiro de 2020 | 61 |
| Gráfico 4-Dados diários do PM10 na semana de abril de 2020 | 61 |
| Gráfico 5-Dados diários do PM10 na semana de julho de 2020 | 62 |
| Gráfico 6-Dados diários do PM10 na semana de fevereiro de 2021 | 63 |
| Gráfico 7- Dados diários do PM10 na semana de abril de 2021 | 63 |
| Gráfico 8- Comparação dos vários meses em análise do PM10..... | 64 |
| Gráfico 9- Comparação das várias semanas em análise do PM10 | 65 |
| Gráfico 10- Dados diários do PM10 na semana de fevereiro de 2020 | 66 |
| Gráfico 11- Dados diários do PM10 na semana de abril de 2020 | 66 |
| Gráfico 12-Dados diários do PM10 na semana de julho de 2020 | 67 |
| Gráfico 13-Dados diários do PM10 na semana de fevereiro de 2021 | 67 |
| Gráfico 14-Dados diários do PM10 na semana de abril de 2021 | 68 |
| Gráfico 15-Comparação dos vários meses em análise do CO..... | 69 |
| Gráfico 16-Comparação das várias semanas em análise do CO | 70 |
| Gráfico 17-Dados diários do CO na semana de fevereiro de 2020 | 70 |
| Gráfico 18-Dados diários do CO na semana de abril de 2020 | 71 |
| Gráfico 19-Dados diários do CO na semana de julho de 2020 | 72 |
| Gráfico 20-Dados diários do CO na semana de fevereiro de 2021 | 72 |
| Gráfico 21-Dados diários do CO na semana de abril de 2021 | 73 |
| Gráfico 22- Comparação dos meses em análise do NO | 74 |
| Gráfico 23- Comparação das semanas em análise do NO..... | 75 |
| Gráfico 24-Dados diários do NO na semana de fevereiro de 2020..... | 75 |
| Gráfico 25-Dados diários do NO na semana de abril de 2020 | 76 |
| Gráfico 26-Dados diários do NO na semana de julho de 2020 | 76 |
| Gráfico 27-Dados diários do NO na semana de fevereiro de 2021 | 77 |
| Gráfico 28-Dados diários do NO na semana de abril de 2021 | 77 |
| Gráfico 29- Comparação do mês em análise do NO2 | 78 |
| Gráfico 30- Comparação das semanas em análise do NO2..... | 79 |

| | |
|--|----|
| Gráfico 31-Dados diários do NO2 na semana de fevereiro de 2020 | 80 |
| Gráfico 32-Dados diários do NO2 na semana de abril de 2020 | 80 |
| Gráfico 33-Dados diários do NO2 na semana de julho de 2020 | 81 |
| Gráfico 34-Dados diários do NO2 na semana de fevereiro de 2021 | 81 |
| Gráfico 35-Dados diários do NO2 na semana de abril de 2021 | 82 |
| Gráfico 36- Comparação dos meses em análise do O3 | 83 |
| Gráfico 37- Comparação das semanas em análise do O3..... | 84 |
| Gráfico 38-Dados diários do O3 na semana de fevereiro de 2020 | 84 |
| Gráfico 39-Dados diários do NO2 na semana de abril de 2020 | 85 |
| Gráfico 40-Dados diários do NO2 na semana de julho de 2020 | 85 |
| Gráfico 41-Dados diários do NO2 na semana de fevereiro de 2021 | 86 |
| Gráfico 42-Dados diários do NO2 na semana de abril de 2021 | 86 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Indicação dos principais poluentes e as suas fontes | 25 |
| Tabela 2- Índice da emissão de cada poluente e respetivo efeito na saúde | 28 |
| Tabela 3- Estado do tempo na semana de 7 a 13 de fevereiro de 2020..... | 53 |
| Tabela 4- Estado do tempo na semana de 24 a 28 de abril de 2020..... | 54 |
| Tabela 5- Estado do tempo na semana de 10 a 16 de julho de 2020..... | 55 |
| Tabela 6- Estado do tempo na semana de 17 a 23 de fevereiro de 2021..... | 56 |
| Tabela 7- Estado do tempo na semana de 2 a 8 de abril de 2021..... | 57 |

Índice de Fotografias

| | |
|--|----|
| Fotografia 1- Medidor Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra..... | 44 |
| Fotografia 2-Medidor da Avenida Fernão de Magalhães | 44 |
| Fotografia 3- A- Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra; B- Avenida Fernão de Magalhães; C- Área envolvente dos medidores de poluição..... | 45 |

Capítulo I - Introdução

O século XIX é marcado pela Revolução Industrial, que produz modificações profundas na fisionomia das cidades. O número de centros urbanos multiplica e nas cidades preexistentes dá-se um aumento da área edificada. Contudo, a instalação de fábricas altamente poluidoras em locais privilegiados, a explosão demográfica, as más condições habitacionais, a inexistência de infraestruturas, como redes de esgotos, leva a uma degradação da qualidade de vida nas cidades.

(História das Cidades Portuguesas, 2018).

Segundo Gabryelly Godois Ganzala, a Revolução Industrial alterou definitivamente a relação existente entre o Homem e o ambiente, tornando-se os recursos naturais numa forma de obtenção de capital. Com a Revolução Industrial a poluição da água, do solo e do ar agravou-se bastante (Ganzala, 2018). Para este mesmo período, Gois, Farias & Araújo (2008), referem que com a revolução industrial, a qual se desenvolveu inicialmente em Inglaterra, observou-se uma consolidação do capitalismo industrial, e criando-se posteriormente novas formas de produção que tiveram como utilização principal as máquinas, na produção em massa e também formas de as pessoas se tornarem mais consumistas. Ao mesmo tempo que eram introduzidas as máquinas na produção, surge também uma atitude negligente do homem perante o meio ambiente motivada pela falta de conhecimento sobre os efeitos nefastos dos elevados níveis de poluição.

Para Andrade (2000), os benefícios e mudanças trazidas pela revolução industrial tornaram secundárias as preocupações com o meio ambiente. Só mais tarde é que as repercussões viriam a ser sentidas e encaradas como um problema e ameaça concreta à vida humana. Com o desenvolvimento das cidades, e a implementação do desenvolvimento urbano nos tempos mais recentes, alguns problemas agregados, tal como a poluição, viram a intensificar os problemas que hoje em dia ganham outros contornos.

“A cidade atual apresenta problemas relacionados com a sua grande extensão e o uso massivo do automóvel. Há, portanto, um conflito entre peões e veículos. As vias rápidas, circulares externas e internas e IP`s são verdadeiros cortes na paisagem, constituindo-se como limites e obstáculos da cidade”

(História das Cidades Portuguesas, 2018).

A grande questão que se levanta neste momento é o facto de se tentar perceber em que formato veremos as cidades que estamos habituados a ver no nosso dia a dia, onde se pode constatar que segundo alguns, cerca de 55% da população mundial vive em cidades, mas que segundo a previsão da ONU, em 2050 aponta-se para que as mesmas venham a albergar 70% dos indivíduos do total da população mundial. Este crescimento localizar-se-á simultaneamente no momento em que muitos países implementam políticas e processos de descentralização populacional, procurando-se a sua distribuição pelos territórios nacionais, ao invés da sua alocação às grandes cidades (ONU, 2019).

A problemática da poluição apresenta-se assim como um dos temas mais referidos na atualidade, muito por força da sua relação não só com as alterações climáticas, mas fundamentalmente com a sua influência nas questões da saúde e da qualidade de vida da população mundial. No presente, por exemplo no continente europeu, a poluição atmosférica e os seus problemas têm vindo a ser um dos maiores desafios, com foco principal nas zonas urbanas onde tem um grande impacto na saúde das pessoas (Borrego, 2013). Com o crescer do desenvolvimento económico, da tecnologia e da população, a par da expansão urbana, do elevado consumo de bens, a utilização de automóveis como meio de transporte por excelência e a fraca gestão ambiental, vemos tornar precária a qualidade do ar que, por consequência, afeta a qualidade de vida e a saúde humana (Maia, 2014). Com as alterações climáticas a serem um dos maiores problemas com que a sociedade mundial se debate, várias são as tentativas de “combate”, destinadas a contrariar os seus impactos.

Ao nível Europeu, a Comissão Europeia definiu estratégias e políticas com intuito de proteger a saúde da população contra as diversas fontes de poluição, nomeadamente de automóveis, indústria e as atividades agrícolas (Comissão Europeia, sem data). As primeiras medidas políticas adotadas pela União Europeia e os seus estados membros, no que diz respeito a qualidade do ar, na década de 1970, é notório uma significativa melhoria na qualidade do ar. Estas políticas começaram por uma regulamentação mais

apertada dos poluentes atmosféricos vindo dos transportes e indústria (Agência Europeia do Ambiente, 2018). Mais recentemente, a 18 de dezembro de 2013, a Comissão Europeia publicou uma estratégia intitulada de “Pacote Ar Limpo” com o objetivo de reduzir consideravelmente a poluição atmosférica em toda a União Europeia, até 2030 (Conselho Europeu, 2020). Esta estratégia política visa reduzir o impacto da poluição atmosférica na saúde aplicando normas mais rigorosas no que diz respeito as emissões e respetiva poluição (Conselho Europeu, 2020). Ao analisarmos este programa de ar limpo para a Europa percebemos que é constituído por várias partes. Podemos salientar que, primeiramente uma estratégia com medidas delineadas de forma a garantir a fixação de novos objetivos de qualidade do ar até 2030, e posteriormente uma revisão das diretrizes relativas aos valores limites dos estados membros da União Europeia sobre a emissão dos principais poluentes (Conselho Europeu, 2020).

A nível nacional, em Portugal, a matéria da qualidade do ar é da responsabilidade da Agência Portuguesa do Ambiente em articulação com as comissões de coordenação e desenvolvimento regional (CCDR) e direções regionais das Regiões Autónomas (DRA) (Agência Portuguesa do Ambiente, 2021a). Estes agentes atuam em conjunto de forma a garantir que os níveis de concentração dos poluentes atmosféricos estão dentro dos limites estabelecidos para a qualidade do ar (Agência Portuguesa do Ambiente, 2021b). “*Decreto n.º 20/2004, de 20 de Agosto de 2004, aprova o Protocolo à Convenção de 1979 sobre a Poluição Atmosférica Transfronteiriça a Longa Distância Relativo à Redução da Acidificação, Eutrofização e Ozono Troposférico, assinado em Gotemburgo em 1 de Dezembro de 1999.*” (Agência Portuguesa do Ambiente, 2021b). A 14 de Dezembro de 2016 foi publicado a diretiva 2016/2284, sobre a redução das emissões nacionais dos poluentes atmosféricos, estabelecendo também os compromissos para a redução das emissões atmosféricas de vários poluentes nos estados membros (Agência Portuguesa do Ambiente, 2021b). Esta diretiva visa também a elaboração, adoção e execução de programas nacionais para o controlo, monitorização e comunicação das emissões dos poluentes (Agência Portuguesa do Ambiente, 2021b). A 23 de Outubro de 2018 no Decreto-Lei n.º 84/2018 foram fixados os compromissos nacionais da redução das emissões dos poluentes para 2020 e 2030, assim como a obrigatoriedade de elaboração, adoção e execução do Programa Nacional de Controlo da Poluição Atmosférica (Agência Portuguesa do Ambiente, 2021b). Este plano estabeleceu como objetivo reduzir os efeitos das emissões antropogénicas dos poluentes, até 2030 em Portugal, estabelecendo medidas

de redução em vários setores, particularmente na agricultura, energia, indústria, transportes e o aquecimento doméstico (Agência Portuguesa do Ambiente, 2021c).

Perante uma situação pandémica sem precedentes, os agentes políticos implementaram a medidas de isolamento da população, decretando um confinamento generalizado, o que fez com as pessoas passassem a maior parte do seu tempo em locais fechados. *“Como consequência, as emissões de PM e compostos orgânicos voláteis (COVs) de atividades diárias, como cozinhar, limpar e fumar em ambientes fechados, podem expor os ocupantes de ambientes internos a níveis nocivos de poluentes do ar”*. ((Adam, Tran, & Balasubramanian, 2021); cfr. (Morawska *et al.*, 2020; Saha and Chouhan, 2020; Stabile *et al.*, 2020)).

A análise agora desenvolvida foca-se em alguns descritores da poluição atmosférica urbana, os quais se caracterizam pela sua presença diária e que depende de diferentes fatores relacionados com a vida cotidiana das populações das cidades. Todos os dias estes se encontram em exposição com os gases que estão no ar, exposição humana esta que se define como o tempo em que a pessoa se encontra em contacto com uma definida concentração de um certo poluente (Maia, 2014). Os valores exagerados de poluentes na atmosfera, que hoje em dia em alguns locais se consegue constatar, começa a fazer com que o ser humano reduza a sua qualidade de vida devido aos efeitos que os mesmos têm para a saúde, que depois dependendo do tempo de exposição, da quantidade e também do poluente faz com que os problemas de saúde se tornem ainda mais graves.

Esta dissertação tem o objetivo de perceber qual o papel que a pandemia teve nos níveis de poluição numa cidade média portuguesa, neste caso na cidade de Coimbra, isto tendo como referências o antes, o durante e o pós confinamentos (dois momentos) e cujo primeiro teve o seu início em 17 de março de 2020. O foco é tentar perceber e analisar como se refletiram os confinamentos observados em Portugal e nos valores das emissões, ou seja, como o decréscimo dos valores dos poluentes associados à redução de veículos em circulação se verificou (ou não). Embora deva ser salientado que em termos comparativos, e mesmo ao nível dos diferentes espaços urbanos em Portugal, Coimbra não é das cidades que mais se faz sentir a poluição, existindo momentos esporádicos onde os limiares são ultrapassados, esta análise pode oferecer indicações de como a redução de determinadas fontes poluentes pode ajudar na melhoria da qualidade de vida da poluição muito na sequência dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que foram

definidos pela Organização das Nações Unidas, no ano de 2015 (ONU, 2015).

Resultado do grupo de trabalho saído da Conferência do Rio+20, as ODS colocaram como meta a atingir um plano para o desenvolvimento sustentável, onde foram integrados 17 objetivos, desdobrados em 169 metas (e 231 indicadores), traçando um plano global para alcançar um futuro melhor. Ao se assumirem como o acordo mais ambicioso em termos de desenvolvimento sustentável até hoje delineado, os diferentes países deveriam enquadrar as suas diferentes políticas de modo a que os possam atingir até 2030. Alguns destes objetivos vão de encontro com o tema do nosso trabalho: se os objetivos 11, o referente a “*Cidades e Comunidades Sustentáveis*”, e o 3 sobre “*Saúde de Qualidade*”, se associam diretamente ao nosso trabalho, também os objetivos 9 o relativo ao da “*Indústria, Inovação e Infraestruturas*” assim como o objetivo 13, aquele que diz respeito “*Ação climática*”, podem e devem ser equacionadas nas nossas preocupações (Figura 1). No que diz respeito ao objetivo 11, tem como objetivo a redução do impacto ambiental nas cidades, tendo em especial atenção a qualidade do ar, a gestão de resíduos, questões que se colocam na sua associação direta à saúde de qualidade das populações. Em relação ao objetivo 9 tem como objetivo reabilitar e modernizar as infraestruturas e a indústria, de modo que se tornem mais sustentáveis, para que haja uma maior eficiência no uso dos recursos, assim como existia um uso de tecnologia mais limpa e ambientalmente correta. Por último a ação climática que tem como objetivo integrar medidas que estejam relacionadas com as alterações climáticas, no que diz respeito as políticas, estratégias e planeamentos nacionais.



Figura 1-Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (Fonte: ONU, 2015)

Relativamente às questões sobre poluição, e muito no sentido do que foi assumido na anterior análise do papel da Revolução Industrial, deve ser referido que existem também fontes poluidoras que não as antropogénicas. Assim, e no que diz respeito as atividades naturais capazes de introduzir na atmosfera todo um conjunto de fontes poluidoras, algumas delas que têm sido bem visíveis e atuantes nos últimos anos, como o são os casos das erupções vulcânicas (Islândia, Sicília e Canárias), incêndios florestais (Europa do Sul, Califórnia, ou mesmo Sibéria), ou mesmo as tempestades de areia que se observam, por exemplo a partir do deserto do Saara, fontes naturais que libertam partículas para a atmosfera, os quais podem ser transportados a longas distâncias, dependendo das condições atmosféricas (Zero, 2009).

Relativamente aos poluentes atmosféricos, algo deve de imediato ser clarificado, ou seja, o que são e como se caracterizam? Estes subdividem-se em dois tipos: poluentes primários e poluentes secundários. Os primários são aqueles que são enviados de forma direta para a atmosfera por uma fonte emissora tanto natural como por parte de mão humana, ou seja, de génese antropogénica. Já os poluentes secundários, são aqueles que derivam dos poluentes primários através de reações químicas que dependem ou da radiação solar ou das condições atmosféricas, embora podem também acontecer os dois tipos em simultâneo (Alley *et al.*, 1998), trazendo efeitos negativos tanto à saúde como ao bem-estar das pessoas, afetando ainda plantas e animais.

Atualmente, e ao longo dos últimos anos, pode verificar-se que houve um aumento destas concentrações na atmosfera, de génese humana, seja como resultado da indústria ou de outras fontes antropogénicas – p.e. veículos automóveis, aquecimento residencial. Estes poluentes causam problemas graves sobretudo, em zonas onde existe grandes aglomerados de habitações juntamente com zonas industriais. “*Dentre os poluentes que apresentam maior importância na química da baixa troposfera encontram-se o monóxido de carbono (CO), os óxidos de azoto (NOx), o dióxido de enxofre (SO2), o ozono (O3), o “smog”¹ e os materiais particulados e representados pelas partículas inaláveis (PM10 e PM2,5)*” (Fernandes, 2017).

No contexto dos problemas de saúde² para os humanos, são as partículas de 10 µm e 2,5 µm, - habitualmente designadas PM 10 e PM 2,5³, em particular o primeiro já que esse particulado de medida mais pequena consegue ultrapassar a zona alveolar dos pulmões. Pode então afirmar-se que as propriedades físicas que se encontram associadas a características químicas indicam-nos a perigosidade do PM 2,5 quanto à saúde humana (Traversi *et al.*, 2009). “*As partículas em suspensão (PM) são compostas por partículas sólidas e líquidas em suspensão no ar. Estas incluem um vasto leque de substâncias, desde sal marinho e pólenes a carcinogéneos humanos como o benzo pireno e o carbono negro. As PM são classificadas como PM10 (partículas grosseiras) e PM 2,5 (partículas finas), consoante o seu tamanho*” (Kubat *et al.*, 2018: 12).

O mesmo autor refere que em muitas regiões onde o aquecimento das habitações se efetue através da queima de combustíveis fósseis, as emissões de poluentes atmosféricos (em especial, as PM) tendem a aumentar quando os invernos são mais rigorosos (Kubat *et al.*, 2018), mas este incremento de particulados também se podem observar em períodos após os grandes incêndios florestais, em particular com o aparecimento dos ventos

¹ O efeito smog é formado quando há a condensação de vapor d’água, *porém*, em associação com a poeira, fumaça e outros poluentes, o que dá um aspeto acinzentado ao ar. É muito comum a ocorrência desse fenómeno nas grandes cidades e metrópoles, sobretudo nos dias frios de inverno, quando ocorrem associados à presença de uma inversão térmica (Drumm *et al.*, 2014)

² Nos primórdios dos estudos a cerca da poluição e da saúde, considerava-se que só as partículas suspensas, que só tem tamanho menor que 50 µm. Contudo uma investigação recente veio demonstrar que as partículas finas são as grandes causas de problemas ligados à saúde, devido a sua capacidade de entrar no aparelho respiratório humano (Fernandes, 2017, 3).

³ Os materiais particulados encontram-se representado pelos materiais totais em suspensão (PTS), não só os referidos materiais de diâmetros iguais ou inferiores a 10 µm e 2,5 µm (PM10 e PM2,5), mas também as partículas com diâmetro igual ou superior 100 µm (Fernandes, 2017).

(Pinto *et al.*, 2009).

Outros poluentes importantes no ambiente urbano têm sido referidos como prejudiciais à saúde humana, como são os casos do dióxido de azoto (NO₂) que é um gás tóxico de cor castanho-avermelhada, que é um dos óxidos de azoto (NO_x). Já o dióxido de enxofre (SO₂) apresenta-se como um gás tóxico incolor com um odor forte, sendo um dos óxidos de enxofre (SO_x). Por seu turno, o ozono troposférico (O₃), o qual ao se apresentar como um gás incolor que se forma numa camada próxima do solo, através de uma reação química dos poluentes na presença da luz solar (Kubat *et al.*, 2018).

O ozono tem um papel importante na estratosfera, fazendo o bloqueio das radiações ultravioletas. No entanto, e relativamente à saúde pública o mais importante prende-se com o que se verifica na camada da atmosfera mais próxima do solo. Na sua génese o ozono é concebido por reações atmosféricas, rodeado de compostos orgânicos aéreos, radiação solar e óxidos de nitrogénio. No que diz respeito aos efeitos, pode causar para a saúde humana efeitos respiratórios e também quando se está exposto a grandes níveis de ozono poderão ocorrer irritações oculares e cefaleias (Granahan & Murray, 2003).

Grande parte dos óxidos de azoto são produzidos pela combustão industrial, pelos automóveis e pela oxidação dos fertilizantes que provem de nitrogénio (Godish, 2003). O NO_x pode afetar a saúde da população, observando-se predominantemente em setores mais urbanos (Fernandes, 2017). De acordo com a Organização Mundial de Saúde, “*o (dióxido de azoto) NO₂ é o mais tóxico dos dois gases. O NO₂ é um gás incolor com um odor característico tendo origem antropogénica em processos de combustão, seja para aquecimento, produção energética, funcionamento de motores de avião e navios*” ((WHO, 2002); cfr. Fernandes, 2017:8). É de destacar que o óxido de azoto tem características oxidantes, ao contrário dos outros poluentes apresenta cor castanha (D’Amato *et al.*, 2001).

Relativamente ao monóxido de carbono (CO) este é um poluente de combustão incompleto (Godish, 2003). Este tipo de combustão ocorre quando não existe oxigénio suficiente ou então quando existem muitos átomos de carbono, o que faz com que haja um grande consumo de oxigénio. O monóxido de carbono no que diz respeito a sua emissão, tem como origem o processo de combustão por parte dos veículos, os aquecimentos, a produção de energia a carvão e a queima de biomassa. No caso do

monóxido de carbono, se a sua combustão não for eficaz e se as temperaturas forem baixas e em zonas de grande altitude, ele é produzido em maior quantidade (Brook *et al.*, 2004). Em relação à saúde, são os doentes com patologias cardiovasculares que são aqueles que se apresentam mais vulneráveis ao CO (De Paula Santos *et al.*, 2005).

Parece ser assim inquestionável, que cada vez mais, o ar que respiramos detém partículas que são prejudiciais à nossa saúde. Ainda assim, o nosso país, não se encontra nos lugares cimeiros a nível mundial entre os países com maiores níveis de poluição. Estamos muito longe da situação observada por exemplo na China, onde, bem antes da pandemia, já se utilizavam máscaras de proteção individual. De facto, o ar denso e contaminado que se podia observar nas ruas daquele país, era e é resultado dos poluentes atmosféricos provenientes, em particular das emissões industriais, mas também das domésticas, do comércio e, como é expectável, do trânsito motorizado. A boa ou má qualidade do ar, resultante das diferentes fontes poluentes, assim como a severidade destes poluentes os quais constituem grave ameaça para a saúde humana, mais em concreto ao sistema respiratório e cardiovascular (Ferreira, 2007).

Tabela 1 Indicação dos principais poluentes e as suas fontes. (adapt. de McGranahan e Murray:cfr Fernandes,2017:-24.)

| Principais poluentes | Fontes |
|---|--|
| | Predominantes na poluição do ar exterior |
| Dióxido de enxofre e partículas | Queima de combustíveis, fundição |
| Ozono | Reações fotoquímicas |
| Chumbo, cádmio | Tráfego automóvel e emissões industriais |
| Compostos orgânicos voláteis, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos | Solventes petroquímicos, volatilização dos combustíveis |
| | Ar exterior e ar interior |
| Óxidos de azoto, monóxido de carbono | Queima de combustíveis |
| Dióxido de carbono | Queima de combustíveis, atividade metabólica |
| Partículas | Fumo de tabaco ambiental, ressuspensão e condensação de vapores e dos produtos de combustão |
| Compostos orgânicos voláteis | Volatilização, queima de combustíveis, tintas, pesticidas, inseticidas, fungicidas, atividade metabólica |
| | Predominantes na poluição do ar interior |
| Radão | Solo, materiais de construção, água |
| Formaldeído | Materiais de isolamento, mobiliário, fumo de tabaco ambiental |
| Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, arsénio, nicotina | Fumo de tabaco ambiental |
| Compostos orgânicos voláteis | Adesivos, solventes, cozinhar, cosméticos |
| Asbesto | Materiais de isolamento |
| Mercurio | Fungicidas, tintas, quebras de produtos com mercúrio e consequente derramamento |
| Amoníaco | Produtos de limpeza, atividade metabólica |

Nesse contexto, existe uma sequência de eventos relacionados com os efeitos que a poluição do ar tem na nossa saúde (Ferreira, 2007), a emissão, a concentração, a exposição, a dose e efeitos na saúde (Figura 1). No início da cadeia está, evidentemente, a emissão de poluentes que são lançados no ar e posteriormente se espalham e se transformam através da atmosfera. Sequencialmente temos a considerar ainda a exposição em que o ser humano se encontra e também a dose que o atinge. Por fim, os efeitos na saúde que este contato tem na qual se faz a sua avaliação onde se tenta perceber a origem, que tipo de características tem e que efeitos podem ter esses poluentes atmosféricos.

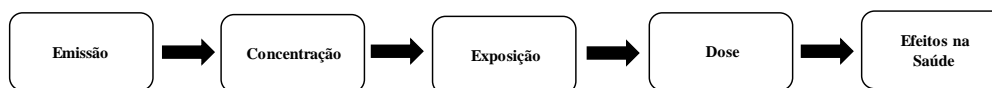


Figura 2-Eventos em cadeia da poluição. Fonte:(Ferreira, 2007)

De acordo com o referido por Ken Sexton e P. Barry Ryan (1988), é de grande importância que exista uma distinção entre concentração e exposição, até porque a concentração é um atributo físico do ambiente num preciso local e tempo. Por outro lado, a exposição só ocorre quando num dado local a sua concentração seja nula, e que ao mesmo tempo nesse local o ser humano se encontre lá (Sexton e Ryan, 1988; cfr. Ferreira, 2007)⁴. É certo que a exposição das pessoas⁵ no que diz respeito à poluição atmosférica poderá trazer complicações em relação à saúde, cada vez mais estes problemas surgem nas pessoas que vivem em zona urbanas, onde se está diariamente em contacto com níveis elevados de poluição devido a dispersão que em grandes áreas urbanas, com o aglomerado do edificado faz com que exista uma maior acumulação de poluentes. O comité da Sociedade Torácica Americana reconheceu vários efeitos agudos e crónicos, que estão ligados a poluição do ar, sendo eles no sistema respiratório, sendo que vai da morte devido a uma doença respiratória até à redução do que entende por qualidade de vida, podendo verificar-se que a proporção da população afetada é inversa ao nível de severidade de cada uma delas (American Thoracic Society, 2000) (Figura 3).

⁴ De acordo com J. C. Ferreira (2007), a explicação de definição que é citada antes refere-se a uma situação instantânea, que ocorre entre um indivíduo e um poluente, mas, quando temos em consideração o tempo em que a pessoa está exposta, obtém-se uma exposição integrada.

⁵ Muitas coisas influenciam a saúde humana, e o simples facto de existir cuidado numa avaliação no que diz respeito a exposição que o ser humano tem em relação aos poluentes, isto porque posteriormente levamos a que consigamos ver a ligação que existe entre a qualidade do ar e os efeitos que advêm dela para a saúde humana (Ferreira 2007).



Figura 3- Pirâmide dos efeitos da poluição na saúde (Fonte: J.C Ferreira, adaptado de OMS 2001)

Os efeitos que a qualidade do ar tem na saúde, e mesmo tendo em consideração os efeitos anteriormente referidos, a tabela 2 mostra-nos os limiares relativamente à qualidade do ar, sendo ela classificada como boa, moderada, má, muito má ou péssima. Estes parâmetros são definidos consoante o seu índice. Se for boa encontra-se entre zero e quarenta $\mu\text{g}/\text{m}^3$; se for moderado entre quarenta e um e oitenta; no mau entre oitenta e um e cento e vinte e, no muito mau, entre cento e vinte e um e duzentos; nos péssimos valores superiores a duzentos. Posteriormente conforme for o nível do índice encontramos as doenças que são associadas assim como a faixa etária que mais é afetada.

Tabela 2- Índice da emissão de cada poluente e respetivo efeito na saúde (Fonte: CETESB, 2020)

| Qualidade | Índice | MP ₁₀ (µg/m ³) 24h | MP _{2,5} (µg/m ³) 24h | O ₃ (µg/m ³) 8h | CO (ppm) 8h | NO ₂ (µg/m ³) 1h | SO ₂ (µg/m ³) 24h |
|-----------------|----------|---|---|--|---|--|--|
| N1 - BOA | 0 - 40 | 0 - 50 | 0 - 25 | 0 - 100 | 0 - 9 | 0 - 200 | 0 - 20 |
| N2 - MODERADA | 41 - 80 | >50 - 100 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço. | >25 - 50 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço. | >100 - 130 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço. | >9 - 11 Pessoas com doenças cardíacas podem apresentar sintomas, como cansaço e dor no peito. | >200 - 240 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço. | >20 - 40 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas, como tosse seca e cansaço. |
| N3 - RUIM | 81 - 120 | >100 - 150 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados. População em geral pode apresentar sintomas, como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço. | >50 - 75 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados. População em geral pode apresentar sintomas, como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço. | >130 - 160 Pessoas com doenças respiratórias, como asma, e crianças têm os sintomas agravados. População em geral pode apresentar sintomas, como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço. | >11 - 13 População em geral pode apresentar sintomas, como cansaço. Pessoas com doenças cardíacas têm os sintomas como cansaço e dor no peito agravados. | >240 - 320 População em geral pode apresentar sintomas, como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço. Pessoas com doenças respiratórias e crianças têm os sintomas agravados. | >40 - 365 População em geral pode apresentar sintomas, como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço. Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados. |
| N4 - MUITO RUIM | 121-200 | >150 - 250 Aumento dos sintomas em crianças e pessoas com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral. | >75 - 125 Aumento dos sintomas em crianças e pessoas com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral. | >160 - 200 Aumento dos sintomas respiratórios em crianças e pessoas com doenças pulmonares, como asma. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral. | >13 - 15 Aumento de sintomas em pessoas cardíacas. Aumento de sintomas cardiovasculares na população em geral. | >320 - 1130 Aumento dos sintomas respiratórios em crianças e pessoas com doenças pulmonares, como asma. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral. | >365 - 800 Aumento dos sintomas em crianças e pessoas com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral. |
| N5 - PÉSSIMA | >200 | >250 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e cardiovasculares, como infarto do miocárdio. | >125 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e cardiovasculares, como infarto do miocárdio. | >200 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e doença pulmonar obstrutiva crónica. | >15 Agravamento das doenças cardiovasculares, como infarto do miocárdio e insuficiência cardíaca congestiva. | >1130 Agravamento de sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e doença pulmonar obstrutiva crónica. | >800 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e cardiovasculares, como infarto do miocárdio. |

“A boa qualidade do ar é um ativo muito valioso, mas mantê-la é um desafio para as cidades onde as pessoas estão próximas de múltiplas fontes de emissões de poluentes atmosféricos, muitas vezes em espaços confinados como edifícios ou desfiladeiros de rua. Em termos gerais, a qualidade do ar é controlada pela força e densidade das fontes de emissão, a capacidade da atmosfera de misturar poluentes do ar e a transformação química e física e a remoção de poluentes atmosféricos. Esses controles são específicas para cada cidade e os climas que ocupam.”(Oke et al., 2017: 298).

Assim, e segundo estes autores, a quantidade de poluição e o conjunto de poluentes atmosféricos na atmosfera, dependem na sua maioria da economia local, da energia que a sustenta e também da tecnologia que é utilizada (Figura 4). “A primeira determina as contribuições relativas e a intensidade das emissões dos setores residencial, comercial, industrial e de transporte, enquanto o tipo de combustível (carvão, petróleo, gás etc.) controla o caráter das emissões. A tecnologia de controle de emissões, se presente, pode ajudar a prevenir ou remover produtos de combustão indesejados.” (Oke et al., 2017:330).

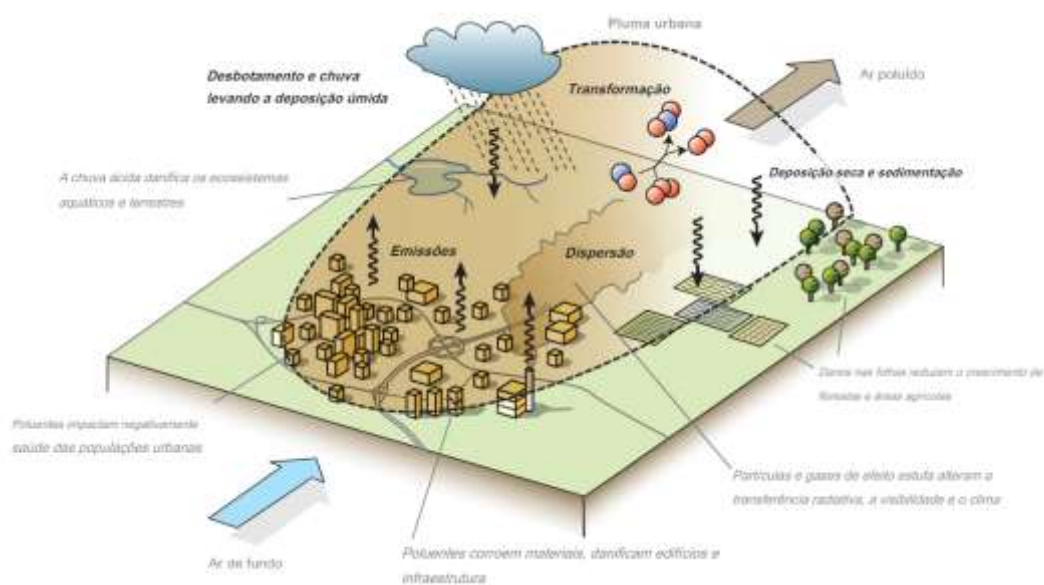


Figura 4- Ciclo dos poluentes atmosféricos no meio urbano (Oke et al., 2017, pg.298)

Muito do que se discutia e equacionava na última década em torno da poluição observada nos espaços urbanos (e não só), ganhou contornos bastante estimulantes no questionar como um evento pandémico (ou um qualquer outro evento extraordinário) pode introduzir dinâmicas muito diferenciadas no decorrer da mesma.

O tema central que é objeto deste trabalho é na sua essência descortinar a relação entre o efeito das consequências do covid e o impacto positivo ou negativo que teve nos fatores poluentes. Este vírus surge, teoricamente, em primeira instância, na cidade chinesa de Wuhan, onde se começaram a observar os primeiros casos de contágio. O vírus a partir desse momento foi disseminado para todo o globo, tendo chegado à Europa nos últimos dias do ano 2019, com o primeiro paciente português a ser detetado no início

do ano de 2020. Segundo os estudos, a variante que primeiro entrou em Portugal foi oriunda de Itália e espalhou-se de forma significativa pelo norte e centro do país não atingindo nesse primeiro momento o sul e a região de Lisboa e Vale do Tejo, devido às restrições que rapidamente se adotaram. Posto isto foi necessária uma atuação rápida de forma a reduzir os níveis de transmissão e infeção por doença COVID-19. Contudo, em Portugal, o aumento dos contágios e das mortes associadas à doença, levou a que no dia 18 de março de 2020, o Presidente da República tenha decretado o “Estado de Emergência” para todo o país, de forma a controlar a propagação do vírus. Com o confinamento total da população durante seis semana, daí resultando a diminuição da atividade industrial e dos transportes terem sido proibidos, observou-se uma significativa diminuição de fontes poluentes.

Em termos de poluição, e por força deste confinamento obrigatório que se observou a nível global, para controle da propagação do vírus, tal oferece a possibilidade de análises comparativas de momentos e de cenários. A título de exemplo, podem analisar-se os valores registados no período pré-pandémico (2019), ano onde as concentrações se apresentavam bastante elevadas, chegando mesmo a aproximar-se dos $250 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ nos arredores de centros urbanos chineses como Beijing, Wuhan e Shanghai (Duarte *et al.*, 2021). Quando na China se observa o período de confinamento (fevereiro de 2020), constata-se que as concentrações de NO_2 apresentam uma queda acentuada (Figura 5), observando-se que os tons de vermelho se mostram bem menos intensos. Num momento mais recente – fevereiro de 2021 -, torna-se possível reconhecer que os níveis de poluição atmosférica retomam valores próximos do momento pré-pandémicos (fevereiro de 2019), aqui merecendo realce o vermelho muito escuro do setor próximo de Beijing” (Duarte *et al.*, 2021).

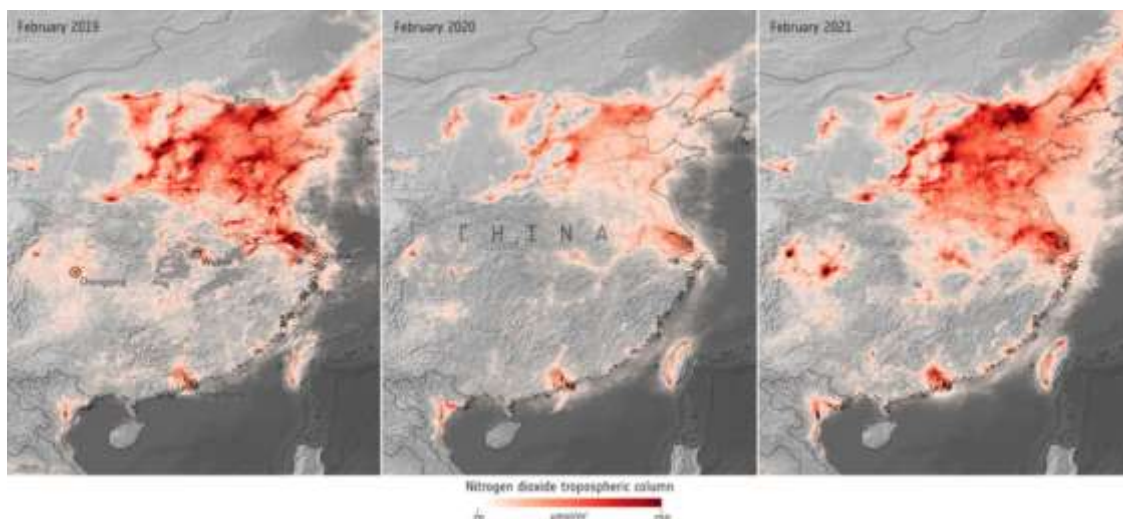


Figura 5- Representação do decréscimo da poluição do dióxido de nitrogénio na China (Fonte: Adaptado de ESA, 2021, *cf* Duarte *et al.*, 2021).

Com a obrigatoriedade de confinamento praticamente a nível global, observou-se uma redução dos poluentes libertados para o ar. Também a nível Europeu e Asiático, consegue-se verificar que, com a realização dos confinamentos, se observa uma drástica redução dos poluentes emitidos para a atmosfera (Figura 6). Nesse sentido, e comparativamente, os meses de março e abril entre o ano de 2019 e 2020, períodos estes que são referentes aos valores, antes e durante o confinamento devido à pandemia COVID-19, em relação às concentrações de NO₂ na Europa ocidental e sul as oscilações enquadram-se no referido para o extremo oriente. Ao observar estas imagens satélite pode constatar-se que a baixa do dióxido de nitrogénio se faz sentir no preciso momento em que a Europa entra, maioritariamente, em pleno confinamento, aliás como é referenciado pela ESA: “*As imagens de satélite mostram que, em alguns locais, as concentrações caíram cerca de 45 a 50%, quando comparadas ao mesmo período do ano anterior*” («ESA - Air pollution returning to pre-COVID levels», 2021).

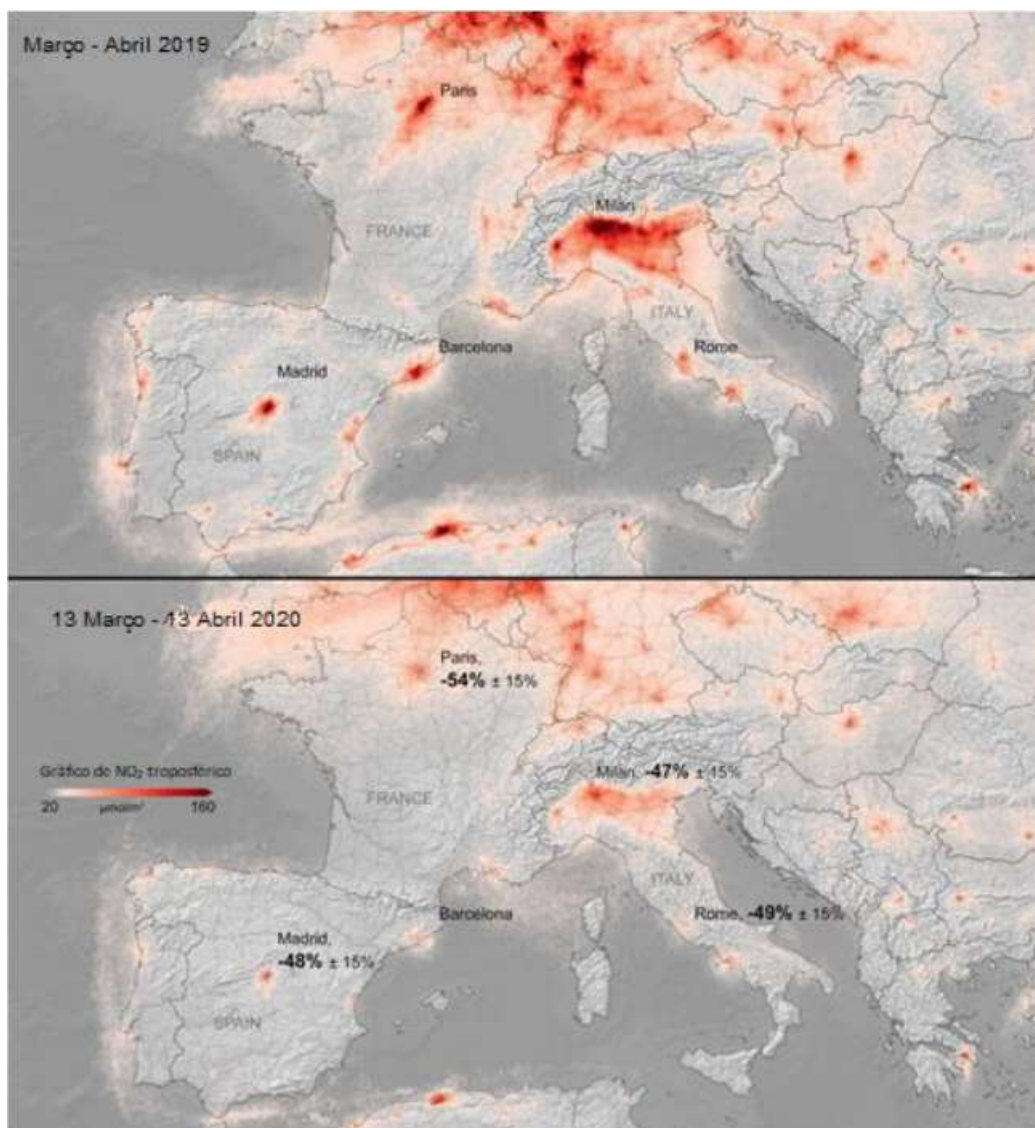


Figura 6- Concentrações de NO₂ nos meses de março a abril em 2019 e 2020. Fonte: («ESA - Air pollution returning to pre-COVID levels», 202, cfr Duarte et al., 2021).

Numa análise à escala ibérica (Figura 7) utilizando a linha do tempo das emissões de NO₂, no decorrer do surto COVID-19 nas principais cidades de Portugal e de Espanha, e com base nas imagens do satélite europeu *Copernicus Sentinel 5P*, utilizando TROPOMI (Instrumento de Monitorização Troposférica), pode constatar-se através destas imagens a redução muito significativa dos níveis de poluição de NO₂, o que mostra a importante redução da atividade industrial (mas também do trânsito automóvel e aéreo), facto que ajuda a compreender a importância do impacto do surto de COVID-19 na redução da libertação de poluentes, e neste caso particular do dióxido de azoto (Centre, 2020).

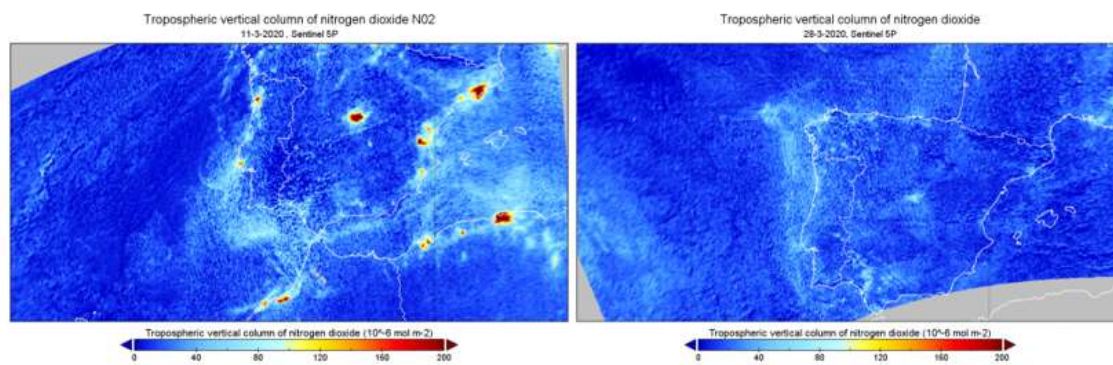


Figura 7-Redução da poluição por NO₂ na Península Ibérica(11/3/2020;28/3/2020).Fonte: Adaptado AIR centre

No que respeita ao caso português, e por força do confinamento decretado a partir do dia 18 de março de 2020, começou a observar-se uma redução da poluição na atmosfera, devido a quebra abrupta do funcionamento da indústria e da redução do tráfego automóvel e aéreo (Figura 8). Podemos ver na figura que a “paragem” no tráfego e nas atividades económicas, fizeram com que se observasse uma grande redução de aproximadamente emissões de dióxido de nitrogénio (NO₂) no caso de Lisboa e do Porto. Como se pode constatar, a imagem à esquerda remete ao dia 10 de março momento pré confinamento (viviam-se “normalmente”) em Portugal, momento em que a indústria se encontrava a laborar a 100% e sem qualquer tipo de limitação e o tráfego rodoviário decorria na normalidade do quotidiano. A imagem mais à direita remete já para o dia 28 de março, 10 dias após ter sido decretado o estado de emergência que colocou o país em confinamento obrigatório, com a indústria a ficar praticamente paralisada e o tráfego automóvel a reduzir-se substancialmente. Sendo que o movimento que se via nas ruas em Portugal era aquele em que as pessoas tinham obrigatoriamente que sair de casa devido as suas profissões, tais como profissionais de saúde, agentes da autoridade e também aquelas que pessoas que o seu trabalho era de primeira necessidade para a sociedade e que o mesmo não era possível ser feito em teletrabalho. Com estas imposições por parte do confinamento, pode verificar-se que a emissões de poluentes na atmosfera, como era de esperar, tiveram uma grande queda em todo o país. Atrevemo-nos a dizer que com o aparecimento deste vírus existiu um lado “positivo” de um grande problema que nesta altura ainda não se sabia que tempo iria perdurar. Na imagem, podemos verificar, que existem duas manchas, uma na Área Metropolitana de Lisboa e outra na Área Metropolitana do Porto, manchas essas de cor vermelha, as únicas em Portugal

Continental, mas na imagem ao lado podemos verificar que essas zonas Metropolitanas passam para um ténue azul-claro. No caso de Coimbra encontramos uma ligeira mancha azul-clara (daí que possa dizer que a poluição em Coimbra não parece ser problemática) no dia 10 de março, já no dia 28 de março podemos ver um quase desaparecimento de contraste com a região envolvente.

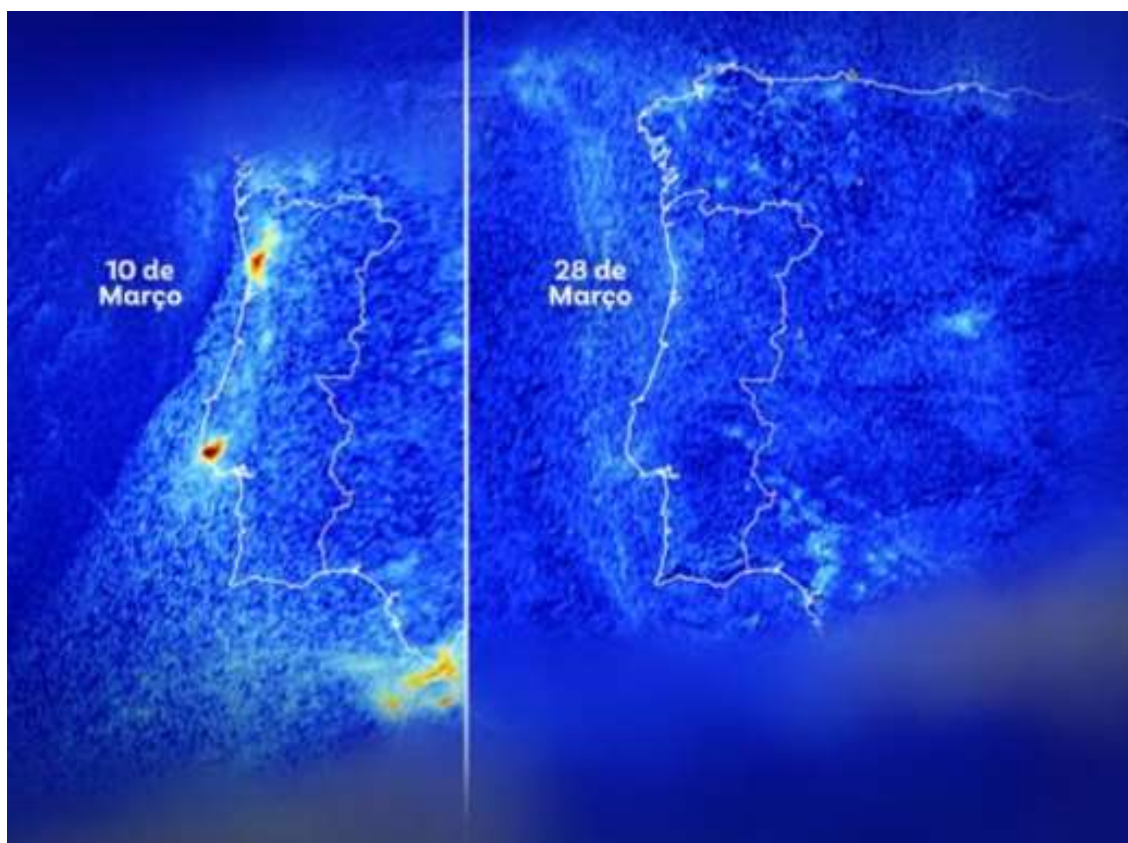


Figura 8- Redução da poluição em Portugal. 10-03-2020/28-03-2020 (Fonte: Montagem RR/AIR Centre)

Neste contexto, pode constatar-se que o confinamento derivado das medidas de combate à pandemia de COVID-19 levou a que os níveis de poluição nos setores mais industrializados e mais desenvolvidos do globo, baixassem drasticamente, aliás como se pode observar nas figuras anteriores. Este pode ser considerado com um aspeto “positivo” desta pandemia (se é que se pode afirmar como positiva qualquer reflexo de uma pandemia) a qual levou a que os valores da poluição atingiram níveis que há muito não eram registados. Se do ponto de vista da saúde a pandemia traduziu-se em milhares de mortos -4 890 424 - e de infetados - 240 260 449- (World Health Organization, 2021) ao nível económico e ao nível social os resultados ainda estão para se constatar em toda a

sua plenitude. No final do ano de 2019, após recuperação de uma grande crise económica que abalou os portugueses (2009/2010), da qual após este declínio económico o PIB real teve uma expansão, a taxa de desemprego observávamos a subida do emprego total em cada trimestre desde 2013, a taxa de desemprego encontrava-se no nível mais baixo desde 2002, os salários reais cresceram, após uma época onde se verificou uma estagnação. Nos últimos 50 anos foi a primeira vez que Portugal tinha um saldo orçamental positivo, no mesmo período que tinha a dívida pública que ainda era elevada, mas claramente demonstrava que seguia uma linha decrescente (Mamede *et al.*, 2020).

No mesmo sentido, e analisado de uma outra forma, constata-se que, comparativamente, as reduções dos valores que se fizeram sentir em alguns países da União Europeia, no que diz respeito ao NO₂, estas refletem muito do que foram as diferentes perspetivas de combate à crise pandémica que os governos de diferentes países assumiram. Como se pode observar os decréscimos ocorrem no intervalo entre 20% e 61%. No topo dos países que maior redução teve, encontram-se a Espanha, França, Itália e Portugal, com um decréscimo respetivo de 71%, 52%, 48% e 46%. Ao contrário destes a Alemanha, a Polónia, a Hungria e a República Checa foram os países que tiveram menos decréscimo, sendo que respetivamente foram de 31%, 25%, 21% e de 20% (EEAa, 2020). É de salientar que existiu países onde os governos foram negacionistas, e que se recusaram a aceitar que para um controlo pandémico, era necessário o confinamento e o fecho de algumas atividades económicas, daí podermos ver que países como a Polónia, República Checa e Hungria tiveram as reduções mais pequenas (Figura 8).

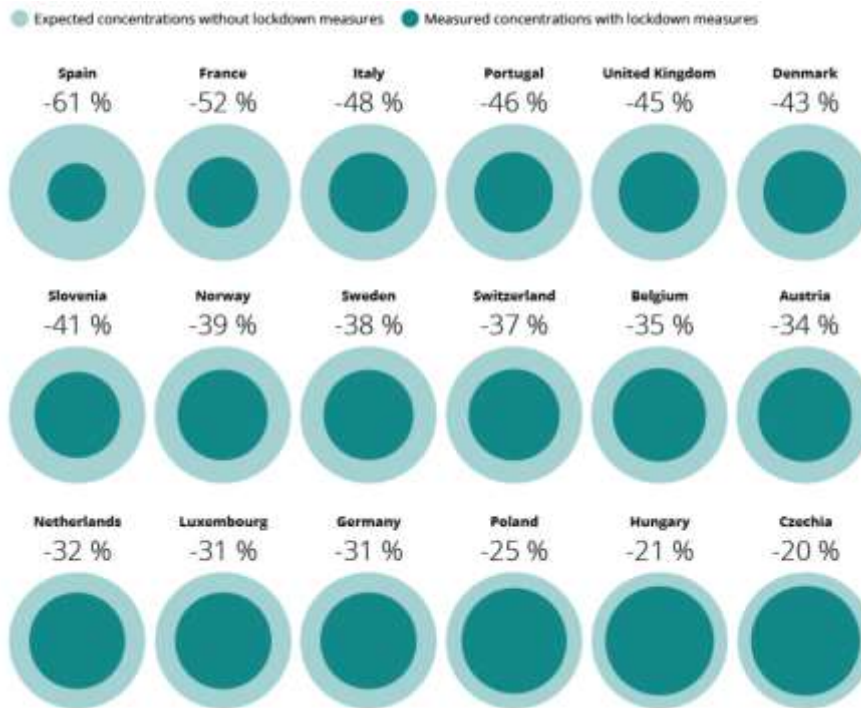


Figura 9- Efeito das medidas contra o Covid-19. Fonte: (EEAa, 2020)

Tal e qual como aconteceu com o NO₂, também os PM₁₀ (Figura 9), apresentaram grandes decréscimos na Europa, podendo existir uma variação entre 9% e os 30%. Verifica-se uma vez mais que a Espanha se encontra no topo dos países com maior decréscimo observando-se o valor de 30%. O país onde o valor da queda foi menor foi a República Checa que teve um valor de 9%, aqui muito por força das medidas de confinamento menos intenso que o governo implementou.

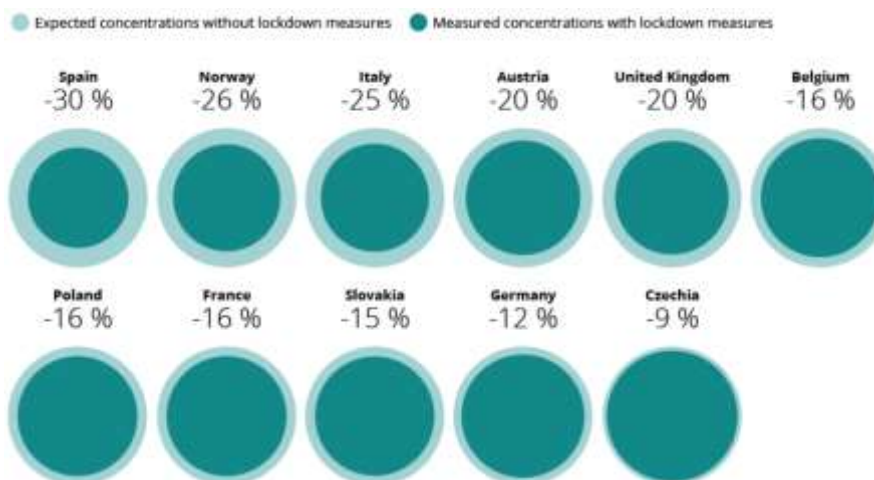


Figura 10- Efeitos das medidas Covid-19, em relação ao PM10. Fonte: (EEAa, 2020)

Podemos ver anteriormente que ao longo do mundo vários foram os países que reduziram a sua poluição. No caso da China, observou-se que no período de confinamento em fevereiro de 2020, o valor do NO₂ a reduzir bastante podendo ver a cor vermelha rapidamente a passar praticamente a branco. Vimos ainda que nos pós confinamento os valores voltam à normalidade encontrada num antes pandemia. Na Europa podemos ver a olho nu a redução que ocorreu entre os meses de março e abril de 2019 e 2020. Na imagem vimos ainda que de 2019 para 2020, em Madrid a poluição reduziu em 48%, em Roma 49%, em Milão 47% e por fim o valor mais alto na Europa foi em Paris com uma redução de 54%. No caso da Península Ibérica podemos ver que os grandes focos que encontramos na poluição de NO₂, desaparecem praticamente na totalidade, mostrando uma Península uma poluição muito pouco significativa. Em Portugal, o decretar de um confinamento obrigatório, a 10 de março de 2020 obrigou a população portuguesa a ficar em casa, bem como obrigou ao fecho temporário de grande parte da Indústria e serviços não essenciais. Com isto podemos observar, num espaço de 18 dias, que desapareceram todos os focos de poluição que se encontravam em Portugal.

Capítulo II – Metodologia e Objetivos

O impacto que a pandemia COVID-19 causou nas vidas das comunidades, nomeadamente na de uma cidade média – Coimbra -, e em particular nas transformações observadas no âmbito da poluição urbana e na sua evolução ao longo dos diferentes momentos associados à evolução da crise pandémica foi o objetivo primordial deste trabalho. Um outro objetivo é verificar como esse impacto se traduz em setores com maior propensão para níveis mais elevados de poluentes, comparativamente a sectores em que, teoricamente, seria expectável valores mais baixos de poluição. Por tudo isto, avançar com a elaboração de um trabalho que se pretende coerente é, simultaneamente, algo diferenciador no contexto do Mestrado em que se integra.

A monografia tem assim como objetivo analisar as emissões de gases na atmosfera na cidade de Coimbra e, de certa forma, responder à questão que é colocada na parte inicial do trabalho: de que forma é que a pandemia e o confinamento levaram a uma redução da poluição na cidade de Coimbra? Esta é a questão que se pretende responder com a presente dissertação de mestrado.

Metodologicamente este trabalho compreendeu componentes desenvolvidos em momentos simultâneos, ou mesmo desfasados: uma inicial onde se concretiza a consulta e recolha bibliográfica e documental sobre os objetivos procurados, bem como a definição dos dados a trabalhar; uma outra, e fundamental, na qual foi realizada a recolha e tratamento dos dados das duas estações de controlo de poluição que se localizam no contexto territorial da cidade de Coimbra – uma localizada na avenida Fernão de Magalhães (uma das artérias com maior volume de tráfego da cidade), enquanto que a instalada no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (esta encontra-se rodeada por espaço verde e numa zona residencial). Estas duas estações encontram-se sob o supervisionamento da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDRC) e que integram a rede nacional de estações de controlo de poluição associadas ao Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). Estes dados, tornaram-se fulcrais para a análise e constatação das alterações observadas na poluição nos meses de abril de 2020, abril de 2021, fevereiro de 2020, fevereiro de 2021 e julho de 2020 e por último a análise dos dados cujo o

objetivo pretendia. Estes dados para o trabalho foram recolhidos nas estações que são supervisionadas pela CCDRC, e de onde foram disponibilizados dados, apresentaram, contudo, alguns condicionalismos associados ao estado dos diferentes sensores já que em relação ao ozono, materiais particulados com dimensão inferior a 10 micrómetros (PM10), monóxido de carbono (CO) e de diferentes óxidos de nitrogénio (NOX) ⁶.

Para uma melhor compreensão do significado dos dados, recorreu-se ao Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra para se ter acesso aos dados meteorológicos, através dos quais se tornou possível verificar os estados do tempo nos diferentes momentos de análise anteriormente estipulados, recolhendo e analisando as temperaturas (máximas e mínimas), o vento (velocidade e direção), bem como a própria humidade.

O tratamento dos dados teve inicialmente, um processo de seleção onde se verificaram os valores que se apresentavam como mais dispare e onde realmente se verificava que haviam valores anómalos. Neste tratamento de dados usou-se o programa Excel onde os mesmos foram tratados e analisados, possibilitando assim a elaboração dos respetivos gráficos. Em cada poluente em análise, foi realizada uma divisão em cinco datas marcantes na pandemia e onde realmente foi possível detetar dados interessantes para comparar e para verificar o que, e com o desenvolvimento da pandemia, se alterou em termos de dados de poluição na cidade de Coimbra. A análise de dados nos referidos momentos (cinco), diz respeito, numa primeira fase, com o momento anterior ao primeiro confinamento e que se remete ao mês de fevereiro de 2020; um segundo período corresponde ao momento do primeiro confinamento e, que no caso em análise corresponde ao mês de abril de 2020; o momento seguinte de análise corresponde ao pós primeiro confinamento, quando Portugal volta a abrir dentro da normalidade possível, e no caso em análise observaram-se os dados do mês de julho de 2020; já no decorrer do mês de fevereiro de 2021, período em que o segundo confinamento ocorreu, possibilitando as comparações com o mesmo mês do ano anterior e no qual não se tinha ainda observado qualquer confinamento; e por fim, o período posterior ao segundo confinamento, e para o qual foram escolhidos os dados referentes ao mês de abril de 2021.

⁶ Relativamente aos dados existentes verificou-se que algumas das sondas de recolha de poluentes se encontraram desativados por se encontrarem com avarias, razão pela qual a análise comparativa entre as estações de Av. Fernão de Magalhães e do IGUC apenas se desenvolveu nos PM10.

Recorreu-se também ao ArcGis, como programa auxiliar e complementar para a elaboração do mapa de enquadramento e também para o mapa de hipsometria onde se pode ver as diferenças hipsométricas e também o construído.

Capítulo III – Enquadramento da Área de Estudo

O Município de Coimbra, uma das principais cidades da Região Centro de Portugal, integra a Comunidade Intermunicipal (CIM) Região de Coimbra, sendo de salientar que globalmente o município apresenta uma área de 319,4 Km² e uma população de 140 796 habitantes (INE, 2021). O Município de Coimbra encontra-se delimitado a norte pelo município da Mealhada, a leste pelos municípios de Penacova, Miranda do Corvo e Vila Nova de Poiares, a sul pelo de Condeixa-a-Nova, a ocidente pelo de Montemor-o-Velho e a Noroeste pelo município de Cantanhede (Figura 11).

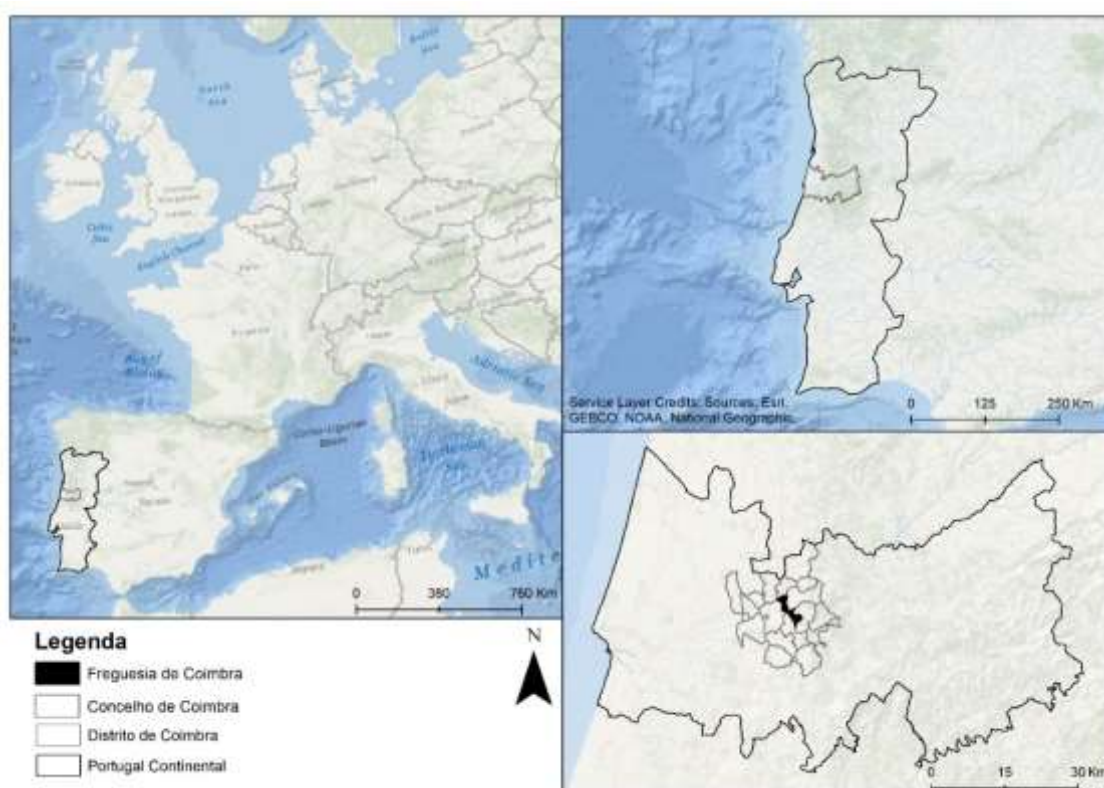


Figura 11- Enquadramento da Área de Estudo. Fonte própria.

Segundo Cunha & Dimuccio (2002), o território de Coimbra localiza-se numa área de transição entre Portugal do Norte e o Portugal do Sul, mas em particular do Litoral e Interior. Ao longo do concelho encontramos várias diferenças tanto a nível geológico, como a nível geomorfológico. Estas duas características fazem também com que haja disparidades nas condições climáticas locais, na vegetação e no uso e ocupação do solo.

O território de Coimbra desenvolve-se entre a Orla Meso-Cenozóica Ocidental (setores oeste e centro) e o Maciço Hespérico (setor oriental), daí apresentar um contexto, tanto geológico como geomorfológico bastante particulares. No que diz respeito ao fator morfológico, a forte fracturação e a dinâmica modeladora do rio Mondego, faz com que se defina o espaço físico como o referiam Marques *et al.* (2009: 3396) “*No sector oriental do espaço urbano, e a marcar a separação clara entre as duas unidades morfoestruturais, ergue-se ao longo da falha Porto-Tomar e com uma clara estrutura de horst em escadaria, o Maciço Marginal de Coimbra*”. A génese estrutural mostra igualmente um peso significativo, destacando-se aqui a rigidez do traçado de vários vales, tais como o Vale da Ribeira de Coselha - NE-SW -, da ribeira de Eiras - E-W - e o Vale do Rio do Fornos, este já em Souselas - NE-SW - (Marques *et al.*, 2009).

O município é cruzado de Leste para Oeste pelo rio Mondego, que na zona oriental nos mostra um vale encaixado, bastante profundo e pouco largo, mas quando o entramos nos setores central e ocidental, encontramos um vale muito aberto, onde se desenvolve uma vasta planície aluvial. Estes dois setores ligam-se no vale que passa na cidade de Coimbra, e quem tem sentido pouco característico Norte-Sul, que faz o acompanhamento tectónico (Cunha & Dimuccio, 2018).

O sector central, aquele onde se desenvolve grande parte da cidade, apresenta-se dominado por “*...colinas e cumeadas de topo aplanado densamente urbanizadas, sendo que no sector meridional do espaço urbano da margem direita do Mondego, é a forma deprimida do meandro abandonado da Arregaça de urbanização recente, que marca definitivamente a morfologia aplanada de todo este sector*” (Rebelo, 1985:185).

Neste setor mais urbano, foco do trabalho, as duas estações de medição de poluição, encontram-se na mesma unidade administrativa - União de Freguesias de Coimbra-, embora localizadas em contextos algo diferenciados (Figura 12). A estação 1 localiza-se na Avenida Fernão Magalhães (ponto vermelho), via que se assume como umas das ruas com maior tráfego automóvel da cidade de Coimbra, já que se trata de umas das entradas da cidade para quem vem de norte e de oeste do território, encontrando-se esta via delimitada por prédios de 5 a 7 pisos, paralela ao amplo vale do rio Mondego (N-S), e a cotas baixas - 18 metros. Já a estação a funcionar no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (ponto preto), esta localiza-se na cumeada onde está desenvolvida a Avenida Dr. Dias da Silva - 139 metros -, integrada num pequeno espaço

verde bem como próximo do conhecido Penedo da Saudade, e num sector onde são maioritárias as vivendas unifamiliares e de dois pisos. Os dois locais, como se pode verificar, têm envolventes diferenciadas; no desenvolvimento do trabalho podem ser constatadas as diferenças da influência do que é maioritariamente edificado ou da influência das zonas verdes. Porém, outros fatores – os climáticos - parecem influenciar os resultados que cada estação apresenta, tais como a temperatura, a humidade, a velocidade do vento e a sua respetiva direção, e que em muito resultam dos fatores morfológicos onde a cidade se encontra implantada.

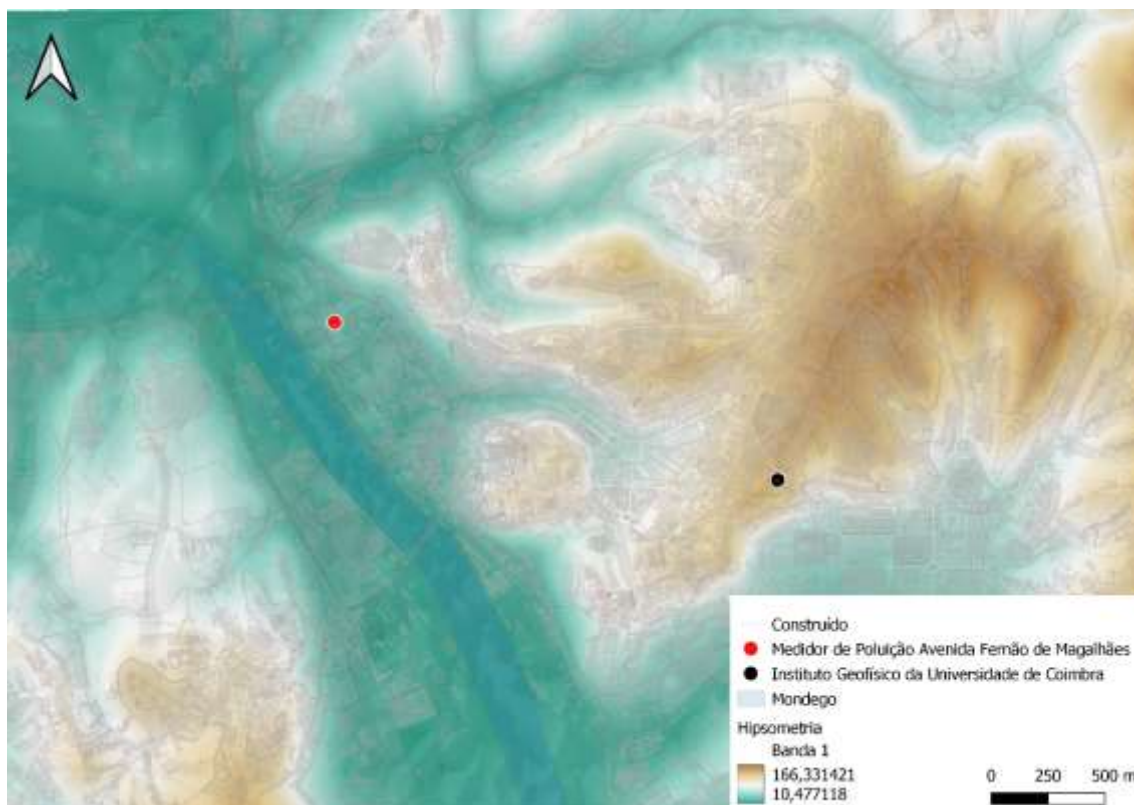


Figura 12- Hipsometria da área de estudo. Fonte própria.

Na Avenida Fernão Magalhães (Foto 14; Foto 15B) podemos ver que a sua volta encontramos cinco tipos de ocupação do solo. Nesta primeira área de estudo apesar de estarmos enquadrados na cidade já podemos ver que começam a aparecer vários campos agrícolas, campos estes que se alocam nas margens do rio Mondego - campos dos Mondego. Outra ocupação encontrada é plano de água – açude do Rio Mondego - passando de um vale encaixado para uma larga planície aluvial. As zonas verdes vão sendo encontradas em vários sectores envolventes da primeira estação (embora relativamente afastados), sendo a mais importante e de maior relevância a Mata Nacional do Choupal um “pulmão” que tem bastante importância para a cidade.

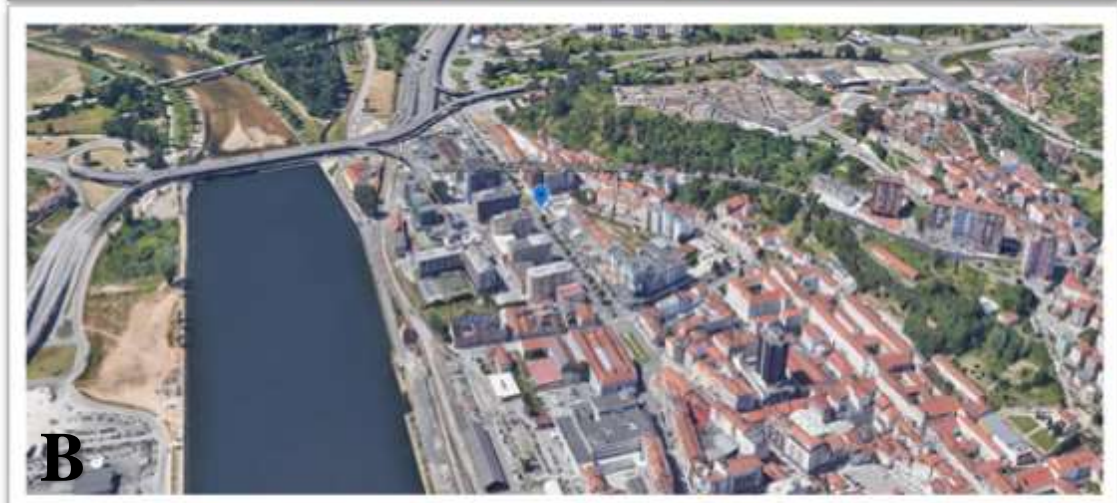
Já no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (Foto 2; Foto 3A), encontramos diferentes tipos de uso e ocupação do solo. Ao contrário do que acontece na Avenida Fernão Magalhães, no IGUC o setor tem uma envolvente verde, seminatural e natural com arbóreo e o construído existente encontra-se distante.



Fotografia 1- Medidor Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra



Fotografia 2-Medidor da Avenida Fernão de Magalhães



Fotografia 3- A- Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra; B- Avenida Fernão de Magalhães; C- Área envolvente dos medidores de poluição

Há que ter em consideração que Coimbra se localiza no centro de Portugal, numa região de transição entre o litoral de baixas altitudes e o interior onde as montanhas introduzem alterações no gradiente térmico e no incremento das precipitações. Por isso, refletimos sobre o que Denise Brum Ferreira referia sobre a existência de fatores, tais como a latitude, a distância ao oceano, a morfologia e a heterogeneidade da superfície terrestre que permitem diferenciar ao longo de todo o território português, as diferentes nuances de um clima mediterrâneo, com importante influência das massas de ar oceânicas. “*A hierarquização da intervenção destes fatores na definição do clima de um sítio em particular conduz a utilização de um sistema de escalas imbricadas no espaço, desde a escala planetária (latitude), à escala regional - distancia ao oceano - e local - características físicas da superfície terrestre*” (Ferreira 2005)⁷.

Neste contexto, e no ponto de vista macroclimático, Coimbra apresenta um clima mediterrâneo (Marques *et al.*, 2009), e em relação a unidade climática intermédia assume-se como um clima de influência atlântica (Ferreira, 2005). Num ano médio, o balanço hídrico em Coimbra é excedentário, com o Oceano Atlântico pela sua adjacência a ser protagonista, sendo que a esta influência é modificado pelo Maciço Marginal e pelo rio Mondego, aqui com influência numa modificação na zona central do espaço urbano.

No final da década de 90 do século passado, Nuno Ganho referia que agregados urbanos, mesmo que sejam de pequena dimensão, tem uma interferência nos atributos do clima local, o que faz com que cada um crie a sua área de temperaturas (Ganho, 1998). O clima urbano deriva da troca contínua de solos coberto por diferentes cobertos vegetais, para solos artificializados compostos por pedra, betão e betuminoso. Estes efeitos fazem-se refletir no balanço térmico local (Kerschgens & Kraus, 1990), e por consequência fazem sentir-se também nas temperaturas encontradas, as quais variam de cidade para cidade, “*especialmente quando a topografia acidentada, mesmo sem grandes diferenças altitudinais, complica os esquemas teóricos de repartição térmica, como é o caso de Coimbra*” (Ganho, 1998). Como sabemos as atividades, industrial, doméstica e os

⁷ Já Mounier (1979), refere que as rápidas variações regionais das características térmicas e higrométricas da mesma massa que se move pela Península Ibérica, nomeadamente no período do ano onde encontramos estações mais extremas forte oposições térmicas entre o bloco continental e a orla oceânica fazem com haja uma divisão das camadas inferiores em vários compartimentos.

automóveis, são os principais emissores de poluição⁸, facto que leva a uma alteração no que é a composição da atmosfera (Maia, 2014). O simples facto do aumento de matérias suspensas e por sua vez a diminuição do coeficiente de transparência da atmosfera, fazem com que haja uma provocação da diminuição de radiação direta que é enviada para o espaço e que por sua vez é mais absorvida, com mais ênfase na radiação ultravioleta (Hänel *et al.*, 1990).

A Figura 13 elucida-nos no tipo de espaço encontrado nas duas áreas de estudo onde se encontram as estações de registo dos poluentes. Olhando para a imagem podemos verificar que a capacidade de refletir a energia solar incidente no geral é maior nos espaços construídos face aos espaços verdes arbóreos (Leal, 2008). No que diz respeito ao espaço verde, podemos ver que as temperaturas vão apresentar-se mais atenuadas, enquanto a humidade se assume como mais significativa; tudo isto apesar de a imagem nos indicar que o vento em zona verde por força do maior atrito assume menor intensidade, o que no caso de estudo isso pode acontecer no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (B) mesmo se localizando numa cumeada onde a ventilação é mais significativa. O contrário acontece no espaço urbano onde a temperatura é maior e a humidade menor, mas aqui novamente podemos ver que o vento é mais intenso na Avenida Fernão de Magalhães, mesmo que devido a altura do edificado e a sua orientação, os ventos dos quadrantes de sul ou de norte apresentam maior intensidade e refletem-se claramente nos resultados da poluição nesta artéria da cidade.

⁸ Por outras palavras e em suma, a concentração de edifícios, a poluição atmosférica, a redução da evaporação e o calor antrópico, contribuem para que a energia disponível nas aglomerações urbanas seja superior à do campo envolvente, determinando a formação de uma “ilha de calor” (Ganho, 1998).

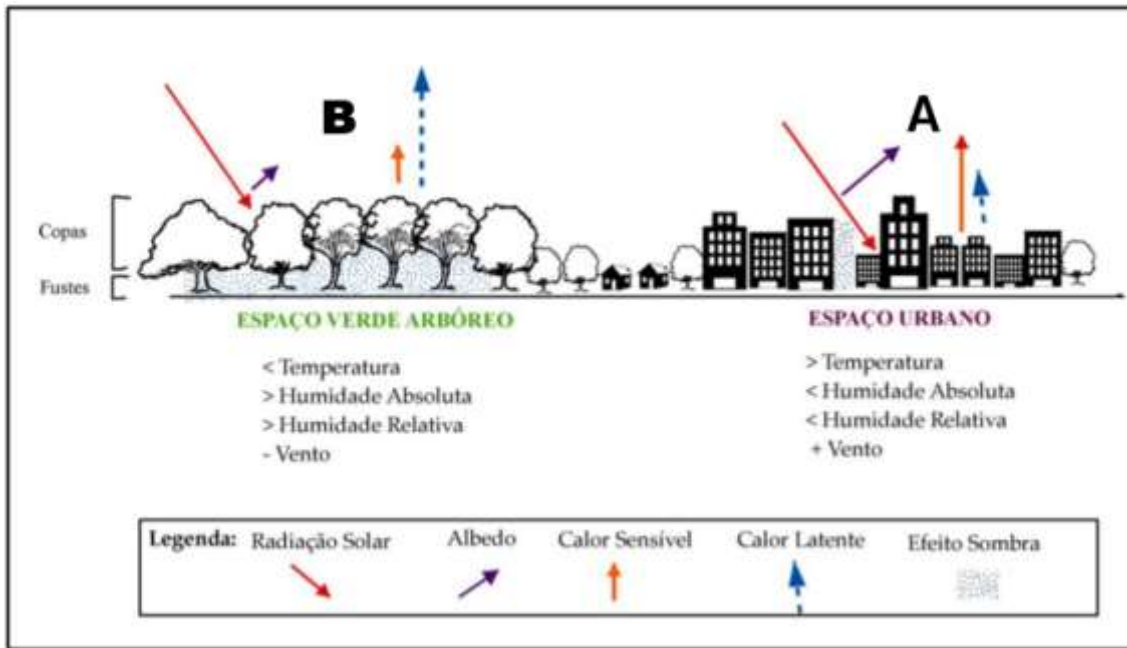


Figura 13- Influência das zonas verdes em relação as zonas urbanas. Fonte: Cátia Leal, 2008

A questão em torno da poluição em Coimbra, pode ser assumida em diferentes perspetivas e momentos. Se, nas décadas 50 e 60 do século XX, Coimbra em função da expansão urbana, mostrou que o centro da cidade se apresentava como incapaz de no seu seio albergar as indústrias. Foi por exiguidade de espaços para a fixação das indústrias no centro de Coimbra, que nesse período, muito pelo assumir da fase de industrialização que no seu todo Portugal implementou, surge a ideia da construção de uma zona industrial na periferia norte - Loreto-Pedrulha. A essa opção não foi alheia a existência de terrenos abundantes com fraca ocupação e também os preços acessíveis que se tornaram aliantes não só para os investidores como também para os construtores. A estes fatores se associou um outro não menos determinante que era o fácil acesso devido à proximidade da Estrada Nacional nº 1 (Tavares, 2013). No que diz respeito a poluição as indústrias que se alocaram no Loreto-Pedrulha, foi equacionado que se deviam localizar relativamente afastadas umas das outras, para que conseguissem contornar o problema que as indústrias trariam no que diz respeito a poluição atmosférica, e que associando ao facto de os ventos

dominantes em Coimbra serem aqueles que apresentam rumos dos diferentes quadrantes de norte, essa situação devia ter sido acautelada (Tavares, 2013)⁹.

Aliás, e muito nesse sentido, Lucília Caetano afirma que a localização ideal da zona industrial, para que não criasse transtornos em Coimbra, deveria ter sido a NE (aqui o maciço Marginal colocava claros entraves) ou a SW, devido principalmente à menor frequência do vento e também à menor probabilidade de expansão dos gases para a zona urbana. Contudo a zona industrial desenvolveu-se a NW, o que devido à maior frequência e intensidade do vento, possibilitaria uma maior probabilidade de poluição atmosférica na cidade ¹⁰ (Caetano, 1968).

Outro dos momentos em que a poluição entrou no debate da opinião pública da região, foi aquando da discussão sobre a “coincinação” que o governo central pretendia implementar na cimenteira de Souselas. Na área da Geografia destacou-se Fernando Rebelo, o qual se opunha à instalação dos equipamentos, muito por força da possibilidade de os poluentes saídos das chaminés da cimenteira virem a afetar a saúde da população de Coimbra (Rebelo, 2000). Embora muitas dúvidas subsistissem já que um estudo de topo e microclimatologia abrangendo todo o setor norte do concelho tenha ficado por fazer (o trabalho desenvolvido por Nuno Ganho em 1998, dedicou particular atenção à bacia de Souselas), e mesmo nunca discutindo, por exemplo, a queima diária de resíduos hospitalares na incineradora dos Hospitais da Universidade (localizada em pleno espaço urbano). Entretanto a coincinação foi suspensa, mantendo-se ainda a poluição que uma cimenteira continua a promover nas áreas envolventes.

Este trabalho refere-se fundamentalmente aos níveis de poluição, quer do tráfego rodoviário quer, também do aquecimento residencial. Se por um lado, as fontes poluidoras relativas à atividade industrial a norte foram sendo desativadas nas últimas décadas do século passado, também é verdade que de alguma forma foram “compensadas” com a alteração do trânsito na cidade. Efetivamente, a reorganização rodoviária na entrada norte e oeste de Coimbra (Casado Sal), introduziu um impacto muito

⁹ Estes fatores demonstram, de um modo inequívoco, que papel que a geografia, e em particular a geografia física *exerce no planeamento, tal como se observa “na localização/fixação das atividades económicas”* (Tavares, 2013).

¹⁰ Sendo que neste momento não qualquer tipo de problema, visto que a zona industrial se encontra abandonada.

significativo no incremento da poluição naquela que é uma das vias com mais tráfego em Coimbra (Dias *et al.*, 2009), facto que levou mesmo a CCDRC e o IPMA a instalarem uma estação de medição nesta artéria urbana.

Capítulo IV – Análise de Dados

Com base nos objetivos, conceitos e informação recolhidos e que globalmente forneceram as linhas gerais do contexto territorial sobre o qual o trabalho se vai desenvolver, deve ser uma vez mais realçado o facto deste se desenvolver com base em dados cedidos pela CCDRC. Estes dados são respeitantes a duas das estações de controle de poluição da rede nacional localizados em Coimbra. Tendo em consideração que os níveis de poluição na cidade são, por norma, pouco perigosos para a saúde pública, o objetivo, tal como referido anteriormente, foi o de verificar como é que os diferentes momentos dos anos de 2020 e 2021 associados à evolução da pandemia associada ao vírus COVID-19 interferiram nos níveis de poluição atmosférica em dois setores da cidade de Coimbra com características diferentes.

4.1. Contextualização sobre a problemática

Ao longos dos últimos anos muito se tem falado em poluição atmosférica, e nas causas que advém dela, tanto para a saúde humana, como para a vida no planeta no seu todo. Com surgimento da pandemia de COVID-19, apesar do tema principal ser o da problemática da difusão do vírus pela população mundial, o tema da poluição veio ao de cima, e pela “positiva”, uma vez que devido aos confinamentos que se observaram em todo mundo (e em particular nos países mais poluentes) estes ofereceram à comunidade uma perspetiva sobre “como é possível diminuir os níveis de poluição”. Este capítulo procura efetuar uma análise dos diferentes dados recolhidos em momentos distintos da evolução da pandemia, de modo a se efetuar uma comparação entre os meses (e semanas) em análise, procurando as possíveis comparações existentes entre tempos que vivíamos com normalidade e aqueles em que se vivia em confinamento obrigatório (e os posteriores).

Como anteriormente referido, a Av. Fernão de Magalhães apresenta uma orientação de norte-sul, delimitado por edifícios de 5/7 pisos, formando um *canyon* urbano com algum espaçamento - 39 metros – e um intenso volume de tráfego (em particular nas horas de ponta), fornecendo assim condições locais para uma concentração de poluentes muito significativa. E tal se reforça sempre que o vento não intervém, enquanto que o

IGUC se localiza numa cumeada num setor da cidade de habitação unifamiliar tipo “vivenda” envolto por espaços verdes e com tráfego não muito intenso.

Relativamente aos dados, constata-se que apenas nos PM10 existe coincidência de dados nas duas estações de registo. Já no caso da Avenida Fernão de Magalhães é possível analisar os poluentes CO, NO e NO2, enquanto os de O3 apenas se analisaram os dados referentes ao Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra.

Os períodos que serão analisados foram escolhidos em função dos estados de tempo verificados e também do momento em que nos encontrávamos no decorrer da pandemia: situação em que se vivia em normalidade e outras em que se vivia em confinamento. Assim, foram escolhidos os períodos fevereiro de 2020, semana de 7 a 13, abril de 2020, semana de 24 a 30, julho de 2020, semana de 10 a 16, fevereiro de 2021, semana de 17 a 21 e por fim abril de 2021, semana de 2 a 8.

4.2. Características climáticas dos períodos em análise

Segundo o IPMA, e num mês caracterizado por ter sido extremamente quente e seco, muito por força da influência de um anticiclone localizado na região da Península Ibérica e na região dos Açores, observou-se que no dia 7 de fevereiro não existiu precipitação em Coimbra, enquanto que no dia 9 a precipitação foi pouco significativa - 0,2 mm -2020, derivado da aproximação e passagem de uma superfície frontal, com períodos de chuva ou aguaceiros, e que no caso da zona centro a precipitação foi fraca a moderada (Figura 17).

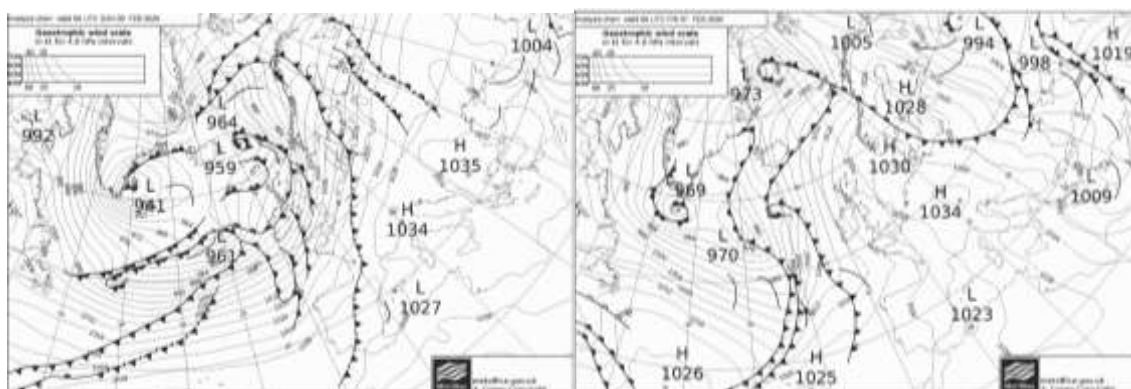


Figura 14- Condições meteorológicas dia 7 e 9 de fevereiro de 2020

Já relativamente à temperatura em Coimbra, no 7 de fevereiro (tabela 3) podemos ver que a temperatura mínima foi de 10,1°C e a máxima de 18,7°C. Quanto ao vento, que predominantemente se apresentou do quadrante de sul, com uma velocidade reduzida (a máxima foi de 7,7m/s e a média de 2,2m/s), observando-se que a humidade variou entre 94% e 58%. No dia 9 de fevereiro as temperaturas foram relativamente mais baixas, sendo a mínima de 8,3°C e a máxima de 17,3°C. Com a direção do vento a manter-se idêntica, já a sua velocidade diminuiu (a média de 1,6m/s e a máxima de 4m/s).

Tabela 3- Estado do tempo na semana de 7 a 13 de fevereiro de 2020

| Data | Temperatura | | Humidade | | Direção do Vento | Velocidade do Vento | |
|------------|-------------|--------|----------|--------|------------------|---------------------|--------|
| | Máxima | Mínima | Máxima | Mínima | | Média | Máxima |
| 07/02/2020 | 18,7°C | 10,1°C | 94% | 58% | S | 2,2m/s | 7,7m/s |
| 08/02/2020 | 16°C | 11,1°C | 98% | 74% | S | 1,8m/s | 8m/s |
| 09/02/2020 | 17,3°C | 8,3°C | 100% | 63% | S | 1,6m/s | 4m/s |
| 10/02/2020 | 17,5°C | 12,3°C | 99% | 77% | SO | 1,4m/s | 5,8m/s |
| 11/02/2020 | 18,9°C | 11,6°C | 99% | 63% | NO | 1,6m/s | 6m/s |
| 12/02/2020 | 14,1°C | 11,4°C | 99% | 84% | S | 1,3m/s | 4,7m/s |
| 13/02/2020 | 16,1°C | 11,3°C | 97% | 74% | SSE | 1,4m/s | 5,4m/s |

Este mês de abril, e segundo o IPMA (2020b), foi um mês quente e chuvoso, embora se tenha observado ao longo do mês da existência do “*anticiclone localizado entre os Arquipélagos dos Açores e da Madeira, por vezes estendendo-se em crista à Península Ibérica ou Marrocos.*” (IPMA, 2020:3). Assim, e se no dia 24 de abril de 2020 (Figura 18) a precipitação foi praticamente nula - 0,2 mm. No dia 24, o regime do tempo estava sob a influência de um “*vale invertido estendendo-se do norte de Marrocos ou regiões depressionárias na região da Península Ibérica ou Mediterrâneo Ocidental e anticiclone localizado sobre a região do Arquipélago dos Açores ou da Madeira.*”(IPMA, 2020:3) No dia 28 o regime do tempo era relativamente diferente da descrita para o dia 24 de abril de 2020 (Figura 18), observando-se uma “*aproximação e/ou passagem de sistemas frontais ou regiões depressionárias com linhas de instabilidade* (IPMA, 2020:3). No dia 28 a quantidade de precipitação foi de 2,2mm.

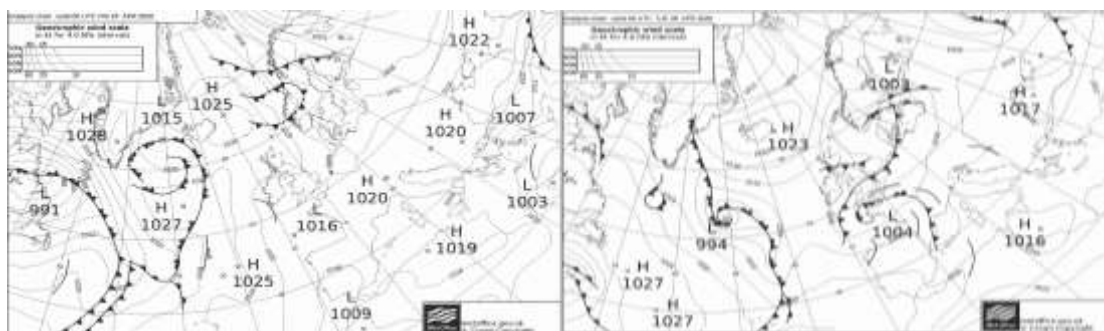


Figura 15-Condições meteorológicas dia 24 e 28 de abril de 2020

O dia 24 foi aquele que teve a temperatura máxima maior de 22,6°C, já mínima foi de 11°C. A humidade variou entre os 94% (máxima) e os 58% (mínima). A direção do vento foi de noroeste, e a sua velocidade nesse dia foi de 1,9 m/s média e o máximo de 7,9m/s. Já o dia 28 a sua temperatura máxima foi de 18,8°C e a mínima de 11,4°C. A humidade foi de 96% no que diz respeito à máxima e 56% no que diz respeito à mínima. A velocidade do vento também aumentou e a média foi de 2m/s e a máxima de 8,6m/s. A direção do vento também mudou para Sudoeste (Tabela 4).

Tabela 4-Estado do tempo na semana de 24 a 28 de abril de 2020

| Data | Temperatura | | Humidade | | Direção do Vento | Velocidade do Vento | |
|------------|-------------|--------|----------|--------|------------------|---------------------|--------|
| | Máxima | Mínima | Máxima | Mínima | | Média | Máxima |
| 24/04/2020 | 22,6°C | 11°C | 94% | 58% | NW | 1,9m/s | 7,9m/s |
| 25/04/2020 | 19°C | 11,4°C | 97% | 56% | NW | 2,3m/s | 7,9m/s |
| 26/04/2020 | 17,2°C | 9,9°C | 98% | 65% | SW | 1,3m/s | 5,9m/s |
| 27/04/2020 | 18,2°C | 11,6°C | 97% | 75% | WSW | 1,8m/s | 9,4m/s |
| 28/04/2020 | 18,8°C | 11,4°C | 96% | 56% | SW | 2m/s | 8,6m/s |

Segundo o IPMA, o mês de julho de 2020, caracterizou-se por ser um mês extremamente quente e seco. Nos dias 14 e 15 de julho (Figura 19), o estado de tempo era fortemente influenciado por um “*anticiclone localizado sobre o arquipélago dos Açores, estendendo-se em crista ao golfo da Biscaia ou às ilhas Britânicas*” (IPMA, 2020:3), o que influenciava particularmente as condições atmosféricas de Portugal em geral e de Coimbra em particular, observando-se por essa razão uma total ausência de precipitação.

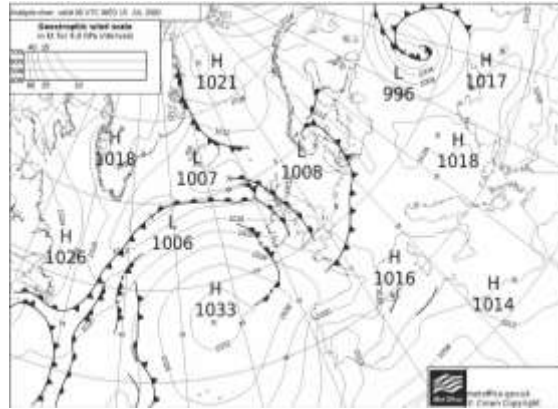


Figura 16-Condições meteorológicas dia 14 e 15 de julho de 2020

Se no dia 14 a temperatura máxima foi de 33,8°C e a mínima de 18,1°C, no dia 15 observa-se uma maior amplitude térmica, com a temperatura máxima a ser de 38,2°C e a mínima de 16,1°C (22,1°C contra os 15,7°C do dia anterior). A humidade máxima foi de 87% e a mínima de 27%. A direção do vento foi do quadrante de norte (noroeste no dia 14 e norte no dia seguinte) – as conhecidas nortadas -, com a velocidade do vento média a ser reduzida (cerca de 2,7m/s-2,9m/s). Por seu turno, no dia 15 a humidade máxima foi de 88% e a mínima reduziu para 16% (tabela 5).

Tabela 5-Estado do tempo na semana de 10 a 16 de julho de 2020

| Data | Temperatura | | Humidade | | Direção do Vento | Velocidade do Vento | |
|------------|-------------|--------|----------|--------|------------------|---------------------|---------|
| | Máxima | Mínima | Máxima | Mínima | | Média | Máxima |
| 10/07/2020 | 31,9°C | 16,7°C | 90% | 38% | w | 2m/s | 8,1m/s |
| 11/07/2020 | 36,8°C | 16,4°C | 91% | 31% | NW | 3m/s | 16,2m/s |
| 12/07/2020 | 35,7°C | 18,4°C | 92% | 26% | W | 2,2m/s | 8,4m/s |
| 13/07/2020 | 37,4°C | 19,1°C | 86% | 28% | NW | 2,3m/s | 9,7m/s |
| 14/07/2020 | 33,8°C | 18,1°C | 87% | 27% | NW | 2,7m/s | 10,6m/s |
| 15/07/2020 | 38,2°C | 16,1°C | 88% | 16% | N | 2,9m/s | 13,3m/s |
| 16/07/2020 | 39,9°C | 23,3°C | 59% | 17% | NW | 2,2m/s | 8,5m/s |

Em fevereiro de 2021, o mês segundo o IPMA, foi classificado como muito quente e chuvoso. No dia 20 e 21 de fevereiro (Figura 20), o regime do tempo que influenciava Portugal era uma “*Depressão na Península Ibérica*” (IPMA, 2021:3). Do ponto de vista da precipitação, os dias em análise refletiram situações de instabilidade associada à passagem de uma superfície frontal fria. Assim, no dia 20 de fevereiro, registaram-se segundo o IPMA valores significativos de precipitação – 37,5mm –, observando também

ventos muito fortes. Embora com menor intensidade, verificou-se que no dia 21 de fevereiro o valor da precipitação foi de 17,4mm.

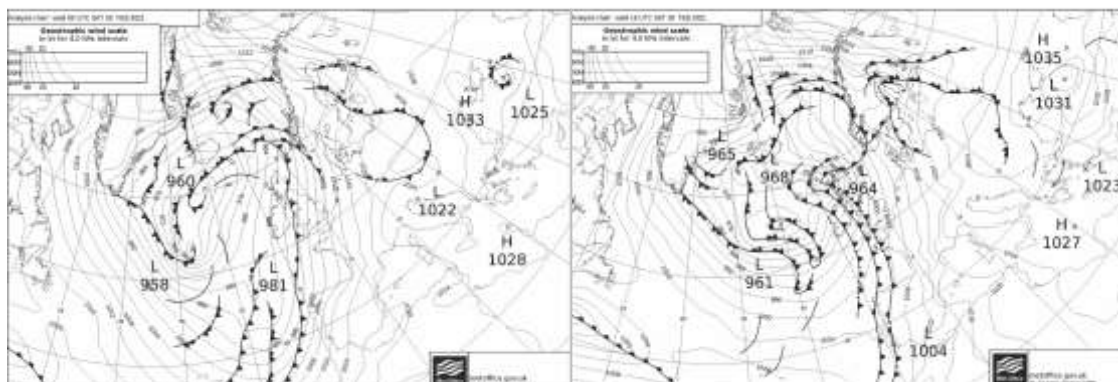


Figura 17-Condições meteorológicas dia 20 e 21 de fevereiro de 2021

No dia 20 de fevereiro (tabela 6), a temperatura máxima foi de 14,2°C e a mínima de 9,8°C (amplitude térmica de 4,4°C). A direção do vento apresentou-se de sudoeste, tendo sido a velocidade média de 7,4m/s e a máxima de 24,6m/s. Já no dia 21 de fevereiro, as temperaturas diminuíram - a máxima para 13,2°C e a mínima para 7,4°C -. A direção do vento mudou com a direção noroeste a ser a predominante. A velocidade do vento reduziu bastante a velocidade média foi de 2,1m/s e a máxima para 7,7m/s.

Tabela 6-Estado do tempo na semana de 17 a 23 de fevereiro de 2021

| Data | Temperatura | | Humidade | | Direção do Vento | Velocidade do Vento | |
|------------|-------------|--------|----------|--------|------------------|---------------------|---------|
| | Máxima | Mínima | Máxima | Mínima | | Média | Máxima |
| 17/02/2021 | 17,7°C | 12,3°C | 97% | 62% | S | 3,3m/s | 9,6m/s |
| 18/02/2021 | 16°C | 12°C | 98% | 78% | S | 3,4m/s | 12,3m/s |
| 19/02/2021 | 15,4°C | 11,7°C | 96% | 74% | S | 7,1m/s | 17,4m/s |
| 20/02/2021 | 14,2°C | 9,8°C | 99% | 75% | SO | 7,4m/s | 24,6m/s |
| 21/02/2021 | 13,2°C | 7,4°C | 100% | 65% | NO | 2,1m/s | 7,7m/s |
| 22/02/2021 | 16,2°C | 4,4°C | 100% | 51% | S | 2,9m/s | 8,1m/s |
| 23/02/2021 | 16,1°C | 11,3°C | 97% | 74% | SSE | 1,4m/s | 5,4m/s |

Relativamente a abril de 2021, e de acordo com o referido pelo IPMA (Figura 21), O mês foi muito quente, observando-se que a sua precipitação se apresentou como “normal”. No dia 2 de abril, o estado de tempo foi de “tempo instável associado a depressão com expressão em altitude.” (IPMA, 2021:3). facto que levava a instabilidade atmosférica. Neste dia podemos ainda observar que a precipitação foi pouco significativa, com um

valor de 0,2mm. Por seu turno, no dia 6 de abril o estado de tempo encontrava-se sob a influência de um “*anticiclone localizado na região dos Açores*” (IPMA, 2021:3), facto que provocou nesse dia a existência de céu pouco nublado ou limpo (Figura 21).

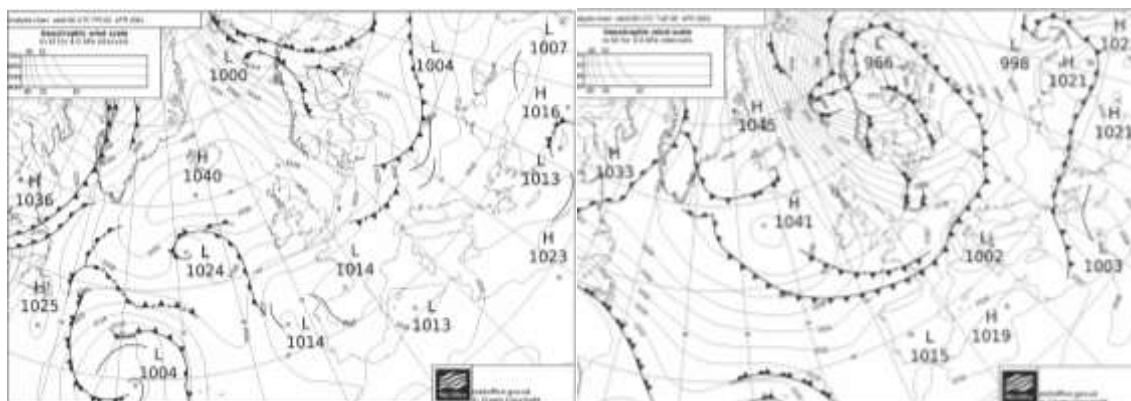


Figura 18-Condições meteorológicas dia 2 e 6 de abril de 2021

Assim, e enquanto no dia 2 de abril, a temperatura máxima foi de 18,9°C e a mínima de 13,2°C, no dia 6 a temperatura máxima foi de 25°C e a mínima de 8,5°C, refletindo os estados de tempo anteriormente referidos, com uma amplitude térmica de 16°C neste último dia (no dia 2 ela foi de apenas 6,7°C). A direção do vento foi no essencial dos quadrantes de oeste - oés-noroeste no dia 2 e oeste no dia 6 (tabela 7).

Tabela 7- Estado do tempo na semana de 2 a 8 de abril de 2021

| Data | Temperatura | | Humidade | | Direção do Vento |
|------------|-------------|--------|----------|--------|------------------|
| | Máxima | Mínima | Máxima | Mínima | |
| 02/04/2021 | 18,9°C | 13,2°C | 96% | 62% | WNW |
| 03/04/2021 | 23,6°C | 12,1°C | 96% | 52% | WNW |
| 04/04/2021 | 25°C | 12°C | 93% | 20% | NE |
| 05/04/2021 | 27,1°C | 8,6°C | 87% | 21% | SSW |
| 06/04/2021 | 25°C | 8,5°C | 92% | 33% | W |
| 07/04/2021 | 24,7°C | 9,9°C | 98% | 32% | SE |
| 08/04/2021 | 24,5°C | 11,6°C | 91% | 35% | SSW |

4.3. Análise comparativa dos poluentes dos períodos em análise

A opção na abordagem aos resultados anteriormente referidos passou pela análise

inicial aos PM10 de ambas as estações. No caso da Avenida Fernão de Magalhães (Gráfico 1), pode observar-se que nos meses de fevereiro, tanto no de 2020 (momento anterior aos confinamentos), como o de 2021, momento no qual estava a decorrer o 2º confinamento, (o qual apresentou diferenças relativamente ao 1º, uma vez que apesar de confinada a população podia circular com algumas condicionantes). Assim, é de salientar que o valores mínimos são baixos, embora superiores em 2020 - 5 ug.m-3 que em 2021 de 3 ug.m-3. O mesmo aconteceu com a média que se apresentou igual em ambos os momentos e que foi de 25 ug.m-3. Já o valor máximo foi superior em 2021 - 52 ug.m-3 enquanto em 2020 o valor tinha sido de 48 ug.m-3. Em 2021, existiu muito mais *outliers* que em 2020; já em 2021 os valores deste foram mais elevados andando entre 53 ug.m-3 e os 96 ug.m-3. Em 2020, existiram menos e andaram entre 49 ug.m-3 e 72 ug.m-3.

Nos meses de abril, já podemos verificar uma diferença maior nos particulados, em abril de 2020, momento em que Portugal se encontrava em forte confinamento, e em 2021 que se vivia uma vida “normal”. Então podemos observar que todos os valores são mais baixos em 2020, com o mínimo a ser de 2 ug.m-3 - em 2021 foi de 5 ug.m-3-, o mesmo acontecendo com a mediana e a média, que em 2020 foi de 12 ug.m-3 e em 2021 de 17 ug.m-3, e de 13 ug.m-3 em 2020 e em 2021 de 20 ug.m-3, respetivamente. O valor máximo também foi superior em 2021 face a 2020 - 35 ug.m-3 e 28 ug.m-3. Em relação aos *outlier*, eles observaram-se em ambos os meses, com 2020 a apresentarem-se mais baixos - compreendendo-se entre 30 ug.m-3 e 37 ug.m-3, enquanto que em 2021, estes variaram entre 37 ug.m-3 e 64 ug.m-3.

Já o mês de julho que não tem comparação, era um período em que não se observava qualquer confinamento (a vida dos cidadãos aproximava-se da que se referiu para o momento pré pandemia), pelo que podemos ver que os valores foram os normais de um período fora de confinamento, sendo o valor mínimo de 7 ug.m-3, a mediana e a média foram de 23 ug.m-3. O máximo de 40 ug.m-3 e existiram dois *outliers* com o valor de 42 ug.m-3 e 44 ug.m-3.

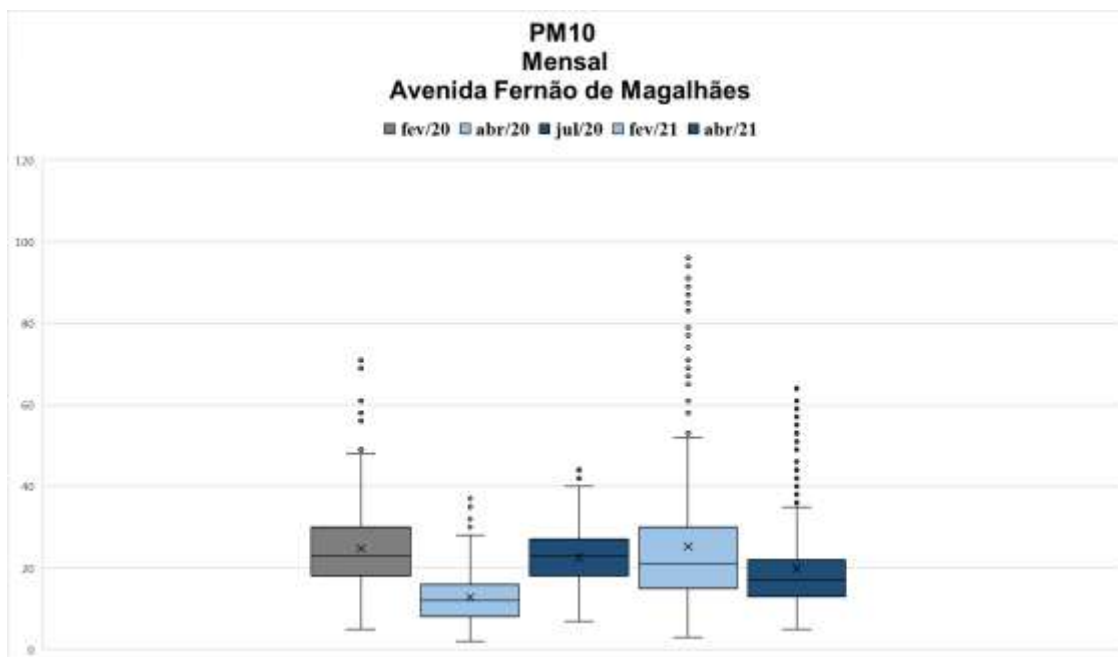


Gráfico 1- Comparação do PM10 nos vários meses em análise

Ao analisarmos as semanas entretanto selecionadas entre os respetivos meses (Gráfico 2), podemos verificar que os valores da semana de fevereiro de 2020, foram inferiores a fevereiro de 2021 - o valor mínimo em 2020 foi de 12 ug.m-3 e em 2021 de 3 ug.m-3 – registos que obriga a uma análise cuidada quando da discussão dos resultados. A mediana e a média em 2020 foram de 24 ug.m-3 e de 25 ug.m-3 respetivamente, em 2021 a mediana foi de 22 e a média que aumentou foi de 33. O máximo em 2020, foi de 44 ug.m-3 e em 2021 de 85. Em 2021 existiram ainda vários *outliers* compreendidos entre 86 ug.m-3 e 96 ug.m-3. Ao contrário destes meses, nos meses de abril podemos ver uma redução de 2020 face a 2021, o que reflete já o esperado em função das fontes e da sua dispersão. Em abril de 2020, momento em que estávamos em confinamento, o valor mínimo foi de 6 ug.m-3, enquanto em 2021 o valor já foi de 14 ug.m-3. A mediana e a média em 2020 tiveram o mesmo valor, 17 ug.m-3 e em 2021 a mediana foi de 27 ug.m-3 e a média de 30 ug.m-3. O máximo em 2020 foi de 32 ug.m-3 e existiram três *outliers* compreendidos entre 33 ug.m-3 e 37 ug.m-3. Já o máximo em 2021 foi de 53 ug.m-3. O mês de julho tem valores idênticos aos meses em que não houve confinamento, e teve valor mínimo de 14 ug.m-3, a mediana e a média tiveram o mesmo valor de 25 ug.m-3 e um máximo de 34 ug.m-3.

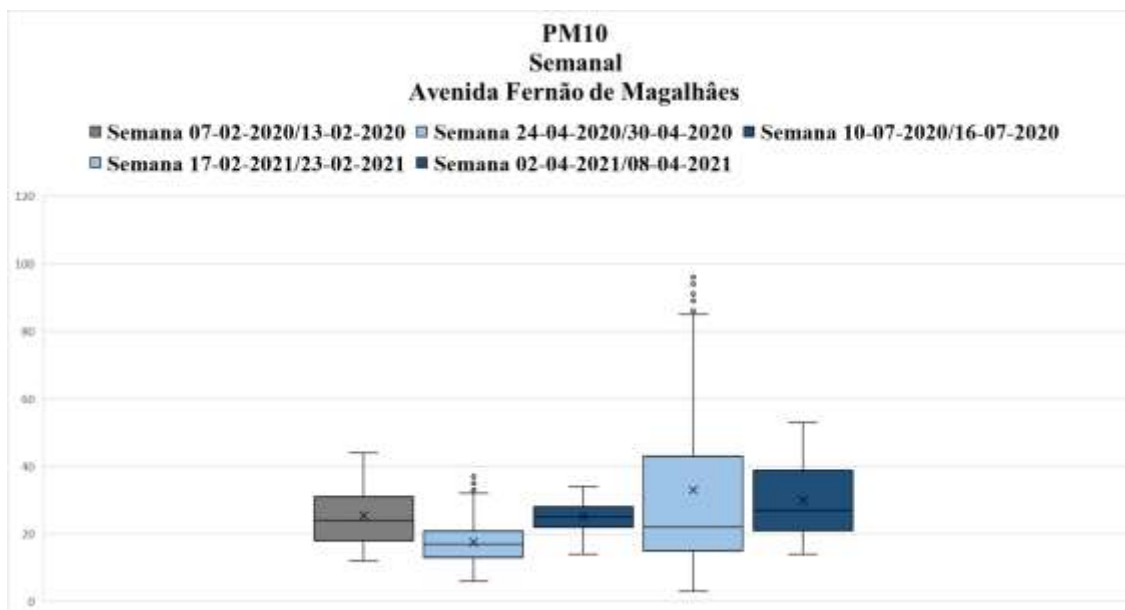


Gráfico 2- Comparação das semanas do PM10 em análise

Já na semana por nós escolhida (Gráfico 3) como amostra para o período anterior ao 1º confinamento – 7 a 13 de fevereiro de 2020 – observou-se que Portugal Continental se encontrava sob influência de um Anticiclone, que se localizava na Alemanha que influenciava o estado de tempo. A este tempo de anticiclone encontra-se associado céu limpo e a ar seco no território nacional, verificando-se também uma humidade relativa a assumir valores reduzidos.

A NW de Portugal Continental, encontra-se uma frente fria, que originará a subida do ar quente que provocará uma descida das temperaturas, à formação de nebulosidade e à ocorrência de precipitação. A NNW encontra-se uma linha seca, associado a fortes tempestades, mas ao dia 7 de fevereiro de 2020 ainda não tinha influência em Portugal Continental. Neste dia o valor da precipitação foi nulo, ou seja, de 0mm.

No dia 9 de fevereiro de 2020, Portugal Continental está sob influência de um centro de baixas pressões, posicionado a oeste da República da Irlanda. O ciclone é associado à formação de nebulosidade, ocorrência de precipitação e vento.



Gráfico 3- Dados diários do PM10 na semana de fevereiro de 2020

Em abril de 2020 (Gráfico 4) Portugal estava em pleno confinamento, podendo mostrar-se aqui um decréscimo não muito significativo da poluição em relação ao último período em análise. No dia 24 de abril, o valor mínimo foi de 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a média de 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e o máximo de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No dia 28 de abril, o valor mínimo foi de 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a média de 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e o máximo de 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Apesar de ambos estarem sob uma influência de um centro de baixa pressão ele tem características diferentes que fazem com haja possivelmente esta diferença de poluição, porque no dia 28 existiu vento e com a direção certa que fez com que pudesse haver uma dispersão da poluição. Em ambos os dias a qualidade do ar foi boa.

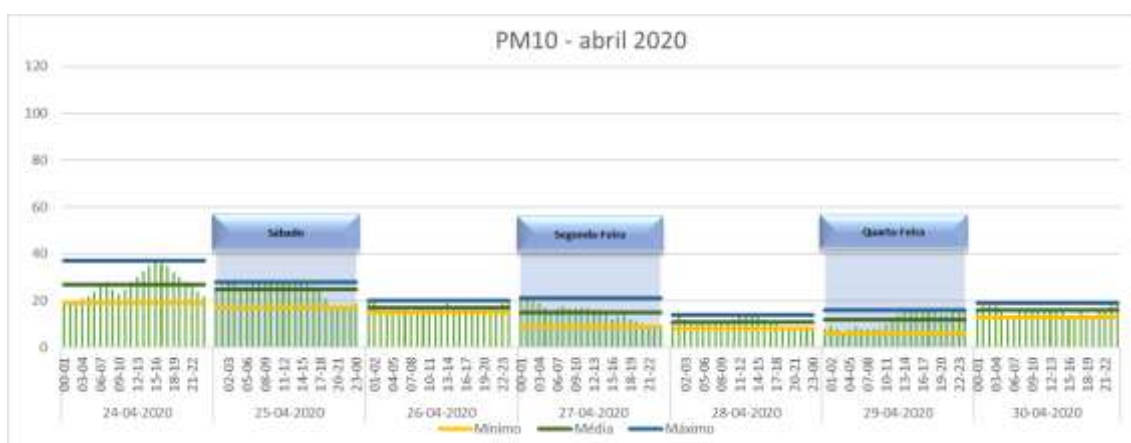


Gráfico 4-Dados diários do PM10 na semana de abril de 2020

Em julho de 2020 (Gráfico 5), Portugal já vivia na normalidade, ou seja, sem qualquer tipo de impedimento à circulação de pessoas. No dia 14, o valor mínimo foi 26 ug.m-3, a média foi de 29 ug.m-3 e o máximo de 34 ug.m-3. Já no dia 15, o valor mínimo foi de 14 ug.m-3, a média de 22 ug.m-3 e o máximo de 29 ug.m-3. Como podemos ver os valores nestes dias estavam dentro dos parâmetros para que se pudesse ter uma boa qualidade do ar. No dia 14 foi marcado por alguma nebulosidade e vento, já no dia 15 o céu estava limpo, mas existiu bastante vento o que possibilitou provavelmente a dispersão do poluente.

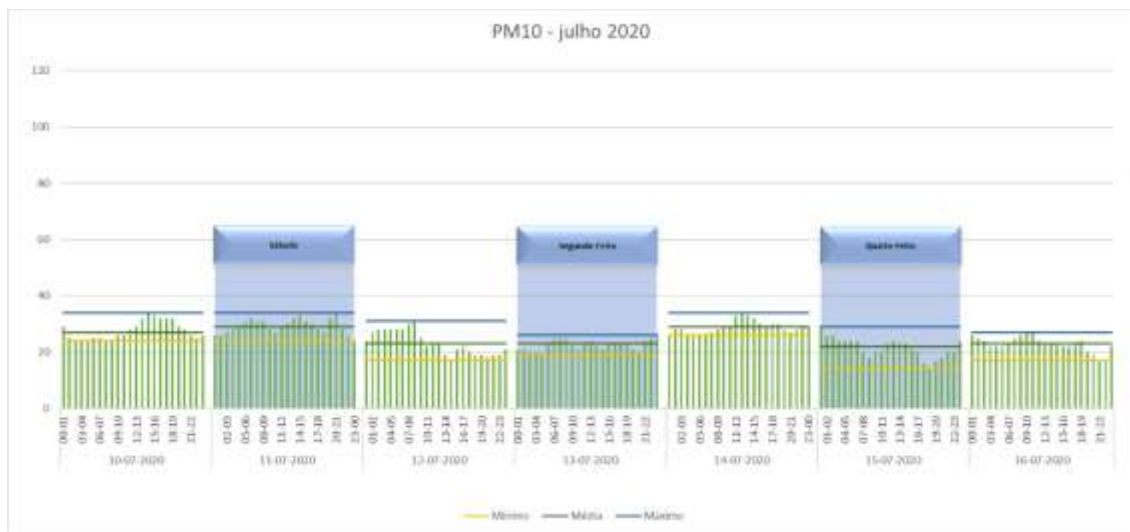


Gráfico 5-Dados diários do PM10 na semana de julho de 2020

Apesar de neste mês se viver num confinamento, este é diferente daquele que vivíamos em abril. Em fevereiro de 2021 (gráfico 6), havia a possibilidade de circulação das pessoas na rua daí também podermos ver que os valores são maiores. No dia 20, o valor mínimo foi de 18 ug.m-3, a média de 62 ug.m-3 e o máximo de 96 ug.m-3. Já no dia 21, os valores baixaram bastante, sendo o valor mínimo 3 ug.m-3, a média de 8 ug.m-3 e o máximo de 16 ug.m-3. No dia 20 a poluição emitida fez com que a qualidade do ar estivesse no nível moderado, ao contrário do dia 21 que se manteve no nível bom.

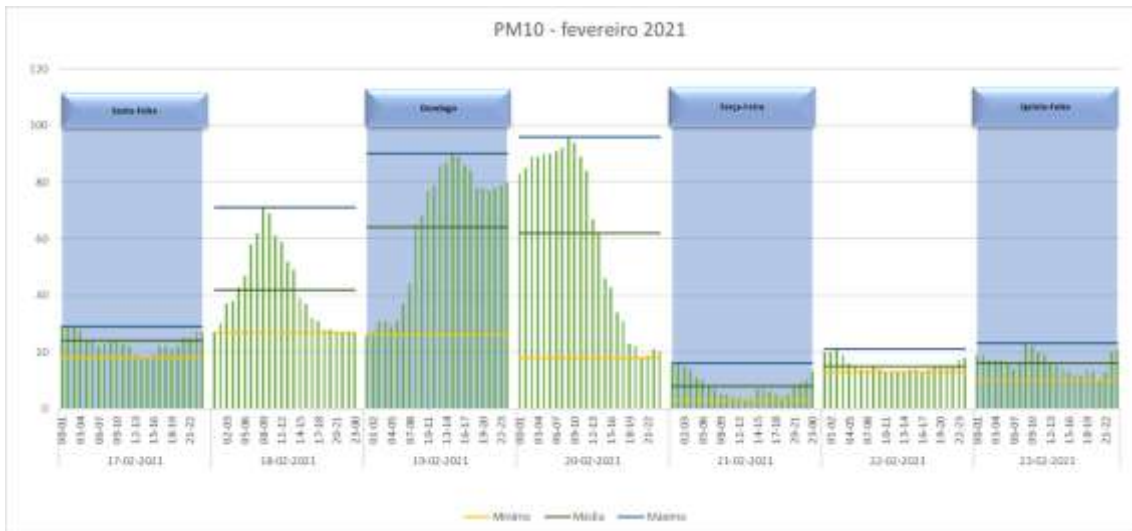


Gráfico 6-Dados diários do PM10 na semana de fevereiro de 2021

Em relação ao PM10 (Gráfico 7), podemos verificar que apesar de ser uma altura de desconfinamento os valores são mais baixos do que em fevereiro de 2021, altura em que se verificava um confinamento. No dia 2 de abril, o valor mínimo foi de 14 $\mu\text{g.m}^{-3}$, a média foi de 27 $\mu\text{g.m}^{-3}$ e o máximo de 42 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Já no dia 5 o valor mínimo foi de 16 $\mu\text{g.m}^{-3}$, a média de 21 $\mu\text{g.m}^{-3}$ e o máximo de 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Nestes dias os valores indicam-nos uma boa qualidade do ar.

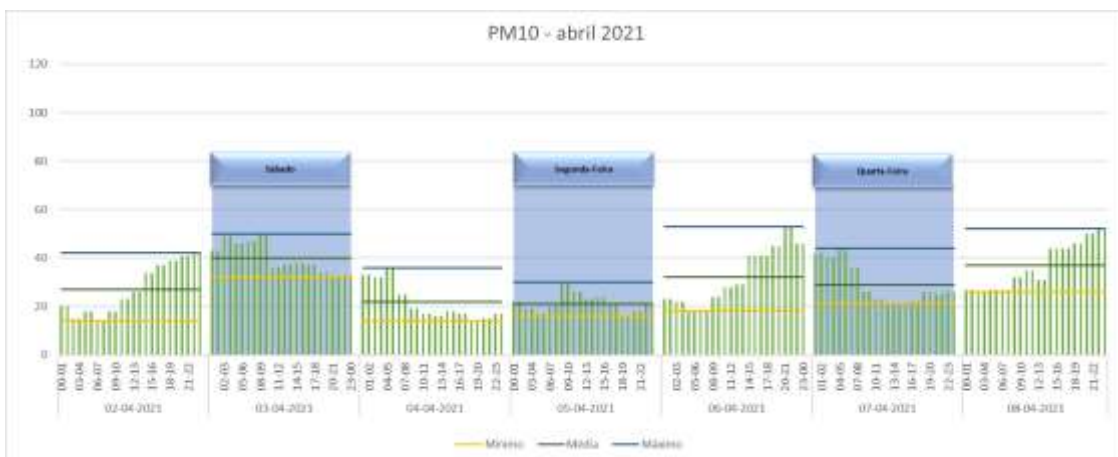


Gráfico 7- Dados diários do PM10 na semana de abril de 2021

Em relação à outra estação – Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra -, cuja localização geográfica na cidade é significativamente diferente (Gráfico 8), pode verificar-se a existência de uma diferença em relação aos PM10 anteriormente observados.

No mês de fevereiro de 2020, o valor mínimo foi de 4 ug.m-3 e em fevereiro de 2021 o valor foi o mesmo. A mediana foi mais baixa em 2021 face a 2020, e foi de 15 ug.m-3 e 18 ug.m-3 respetivamente. A média foi de 20 ug.m-3 em ambos os meses. Já o máximo em 2021 foi de 41 ug.m-3, e os *outliers* compreenderam-se entre 44 ug.m-3 e 74 ug.m-3, e em 2020 de 40 ug.m-3 e os *outliers* estiveram entre 41 ug.m-3 e 77 ug.m-3.

Nos meses de abril, podemos ver o efeito do confinamento baixando ligeiramente os valores dos PM10, com os valores mínimos em 2020 e 2021 a apresentarem-se com 3 ug.m-3 e de 4 ug.m-3. A mediana em 2020 foi de 10 ug.m-3 e em 2021 de 12 ug.m-3. A média manteve-se também mais baixa em 2020 e foi de 11 ug.m-3 e em 2021 foi de 16 ug.m-3. O máximo em abril de 2020 foi de 24 ug.m-3 e existiram 4 *outliers* compreendidos entre 25 ug.m-3 e 33 ug.m-3, em 2021 o máximo foi de 29 ug.m-3 e os *outliers* compreenderam-se entre 30 ug.m-3 e 48 ug.m-3. Os valores de julho encontram-se superiores aos restantes, sendo o seu valor mínimo de 7 ug.m-3. A mediana e a média com um valor de 22 ug.m-3. O máximo foi de 41 ug.m-3 e o *outlier* de 43 ug.m-3.

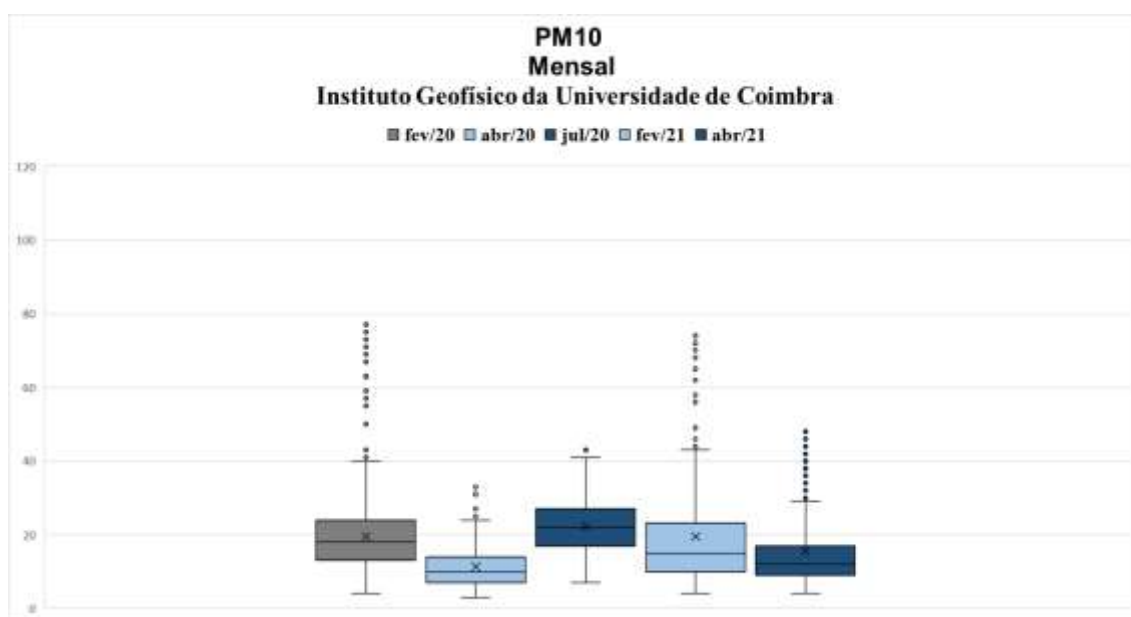


Gráfico 8- Comparação dos vários meses em análise do PM10

Nas semanas dos meses de fevereiro (gráfico 9), podemos ver que em 2020 o valor mínimo foi de 6 ug.m-3 e em 2021 foi de 4 ug.m-3. A mediana em ambos os meses foi de 17 ug.m-3, e a média em 2020 foi de 19 ug.m-3 e em 2021 de 27 ug.m-3. O máximo em 2020 foi de 36 ug.m-3 e em 2021 de 74 ug.m-3.

Em abril, podemos verificar o efeito do confinamento, sendo que em abril de 2020 a semana tem menos valores de poluição do que em 2021. Em 2020 o valor mínimo foi de 6 ug.m-3 e em 2021 de 9 ug.m-3. A mediana e a média em 2020, foi de 15 ug.m-3 e de 16 ug.m-3, respetivamente, já em 2021 o valor da mediana foi de 23 ug.m-3 e a média de 25 ug.m-3. O valor máximo em 2020 foi de 33 ug.m-3 e em 2021 de 47 ug.m-3. Em julho de 2020, podemos ver que o valor mínimo foi de 14 ug.m-3, a mediana e a média de 24 ug.m-3. O valor máximo nesta semana foi de 36 ug.m-3.

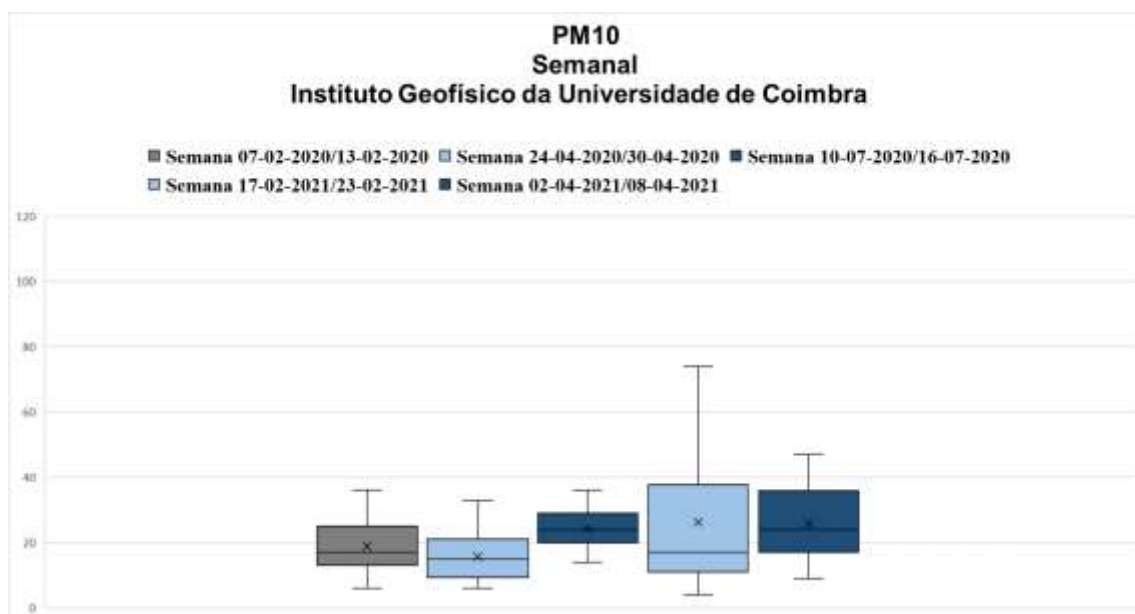


Gráfico 9- Comparação das várias semanas em análise do PM10

No caso do PM10, mas no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, o dia 7 de fevereiro (Gráfico 10) teve um valor mínimo de 21 ug.m-3, uma média de 28 ug.m-3 e um valor máximo de 36 ug.m-3. No dia 9 de fevereiro, o valor mínimo foi de 6 ug.m-3, a média de 11 ug.m-3 e o máximo de 15 ug.m-3.

Apesar de as condições meteorológicas serem as mesmas, neste caso as condições físicas que encontramos nesta zona são diferentes, porque estamos perante uma zona residencial, onde o simples facto de as pessoas utilizarem lareiras também aumenta os valores e não uma zona de grande tráfego rodoviário como se pode ver na Avenida

Fernão Magalhães. Mas de notar que nestes 4 períodos os dados meteorológicos são os mesmo e ambos os dias demonstram ser aquele que maior e menor emissão tem. Ambos os dias se enquadram na qualidade do ar boa.

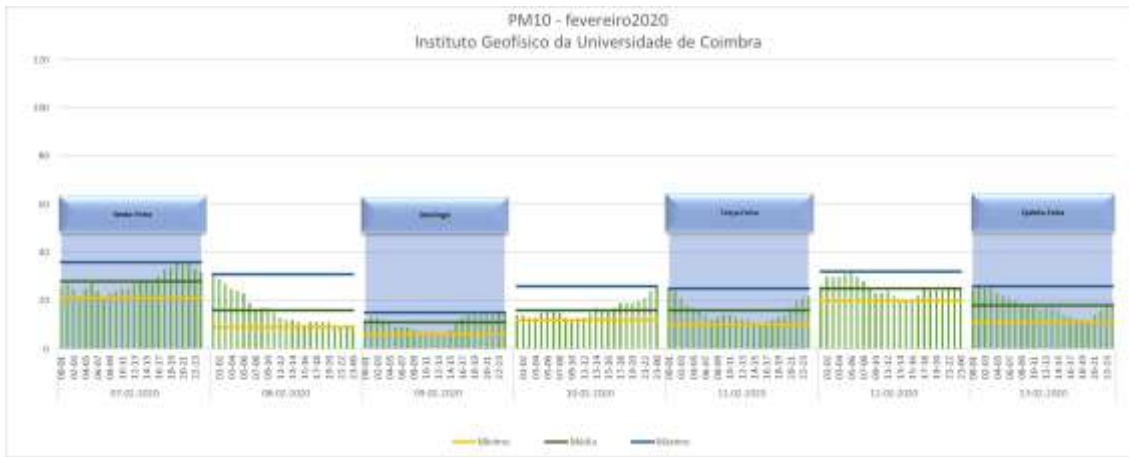


Gráfico 10- Dados diários do PM10 na semana de fevereiro de 2020

Em relação PM10 no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra houve, na generalidade, uma pequena redução em relação ao período antes analisado (Gráfico 11). No dia 24 de abril, o valor mínimo foi de 19 ug.m-3, a média de 26 ug.m-3 e o máximo de 33 ug.m-3. Já no dia 28 de abril o valor mínimo foi de 6 ug.m-3, a média de 8 ug.m-3 e o máximo de 10 ug.m-3. Em ambos os dias podemos verificar que a qualidade do ar é boa. No dia 28, a ocorrência de vento faz com que a partículas se dispersem e também estando sob influência de um centro de baixa pressão, ao contrário dia 24.

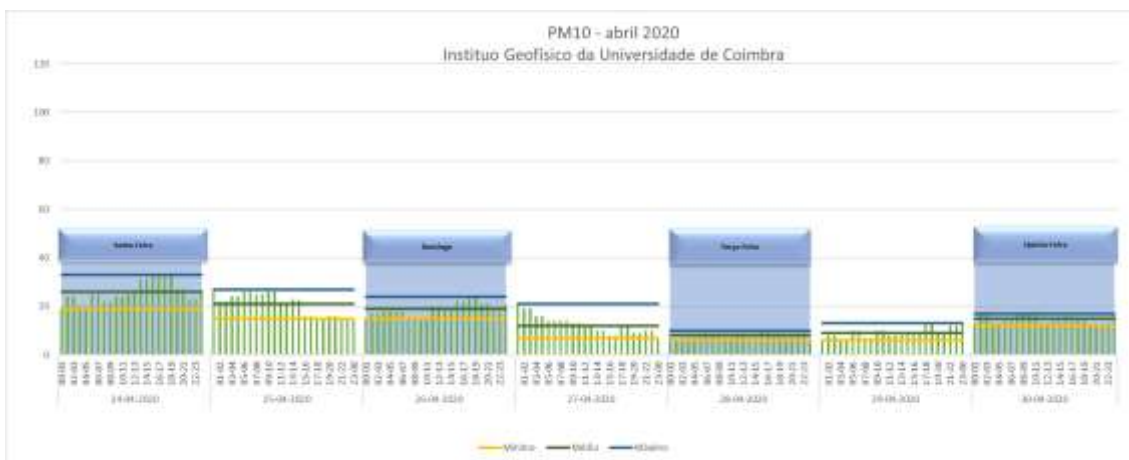


Gráfico 11- Dados diários do PM10 na semana de abril de 2020

Nesta semana, os valores do PM10 mantêm-se na mesma linha do que encontramos em abril de 2020 (Gráfico 12). No dia 14 de julho, o valor mínimo foi de 22 ug.m-3, a média de 22 ug.m-3 e o máximo de 29 ug.m-3. Já no dia 15, o valor mínimo foi de 15 ug.m-3 a média de 20 ug.m-3 e o máximo de 30 ug.m-3. Como podemos ver novamente, neste dia a partícula mantém-se no patamar que nos dá uma qualidade boa do ar.

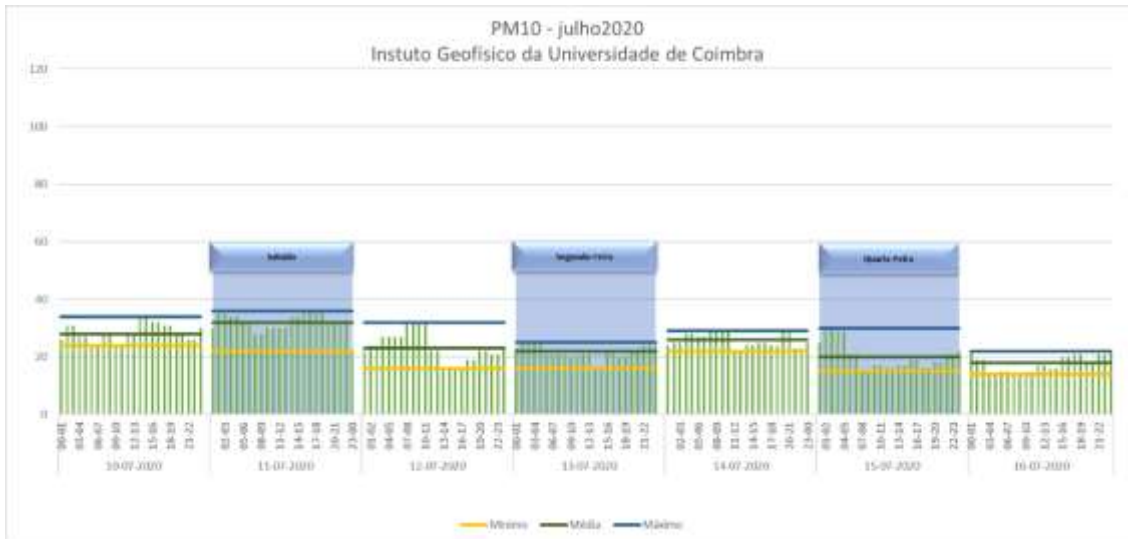


Gráfico 12-Dados diários do PM10 na semana de julho de 2020

O mesmo se verifica no PM10 no Geofísico, em que os valores apesar de ser um confinamento são mais elevados que os meses anteriores. No dia 20 (Gráfico 13), o valor mínimo foi de 17 ug.m-3, a média de 50 ug.m-3 e o máximo de 74 ug.m-3. Já o dia 21 teve valores mais baixos, e o mínimo foi de 4 ug.m-3, a média de 10 ug.m-3 e o máximo de 17 ug.m-3. No dia 20, novamente são ultrapassados os valores na qualidade do ar boa e passa a ser uma qualidade moderada. Já no dia 21 o valor mantém-se na qualidade do ar boa.

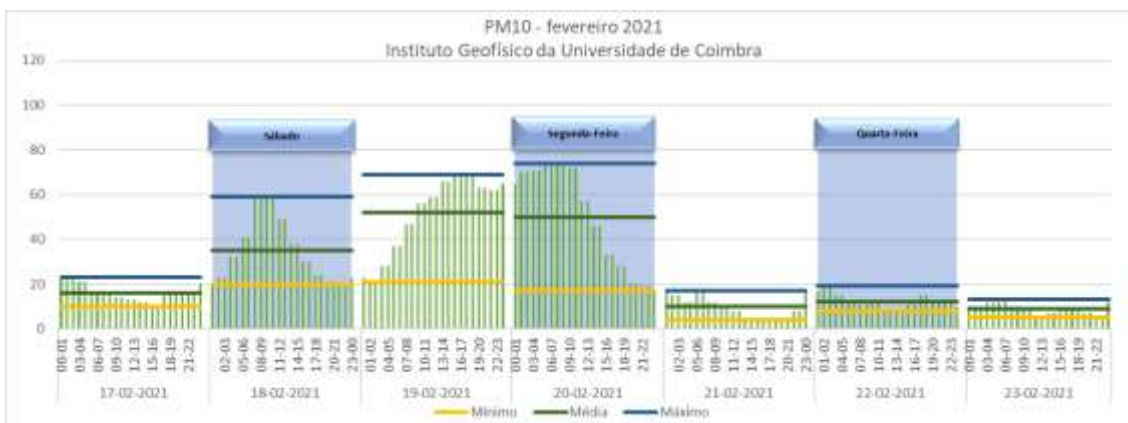


Gráfico 13-Dados diários do PM10 na semana de fevereiro de 2021

Numa linha geral os valores do PM10 no geofísico aumentaram no mês de abril de 2021 (Gráfico 14), em relação ao mês de fevereiro de 2021. No dia 2 o valor mínimo foi de 9 ug.m-3, a média de 25 ug.m-3 e o máximo de 40 ug.m-3. Já no dia 5 o valor mínimo foi de 5 ug.m-3, a média foi de 25 ug.m-3 e o máximo de 45 ug.m-3. Nestes dois dias os valores da poluição colocaram a qualidade do ar num patamar bom.

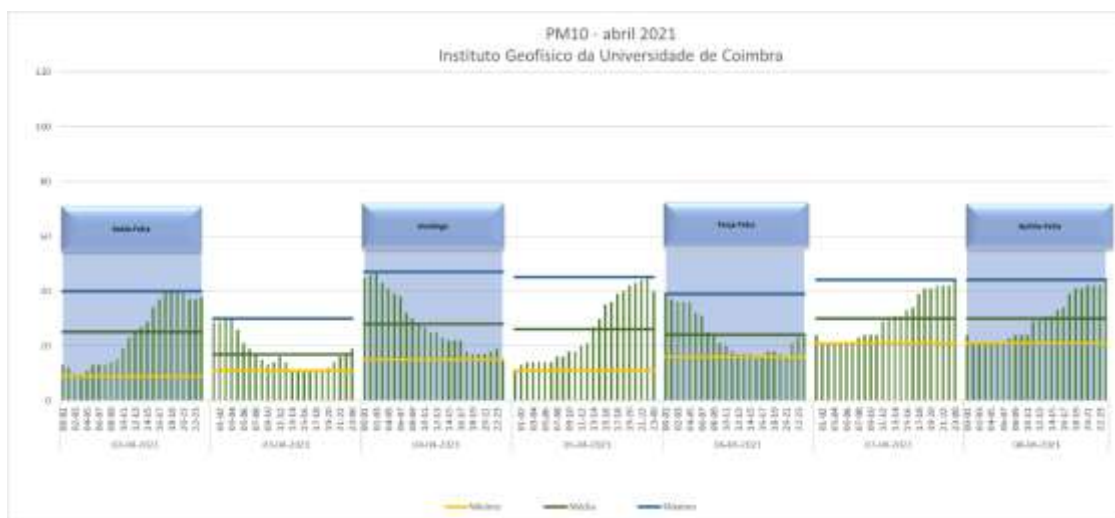


Gráfico 14-Dados diários do PM10 na semana de abril de 2021

No que diz respeito ao CO, em fevereiro de 2020 (Gráfico 15) o valor mínimo foi de 3 ug.m-3 e em 2021 de 20 ug.m-3. A mediana e a média foram de 175 ug.m-3 e 214 ug.m-3 em 2020, e de 239 ug.m-3 e 263 ug.m-3 em 2021. O máximo em 2020 foi de 614 ug.m-3, e os *outliers* tiveram entre 626 ug.m-3 e 926 ug.m-3, já em 2021 o máximo foi de 611 ug.m-3 e os *outliers* compreenderam-se entre 626 ug.m-3 e 701 ug.m-3. Em abril de 2020, o valor mínimo foi de 0 ug.m-3 e em 2021 de 160 ug.m-3. A mediana e a média mantiveram-se menores em 2020 face a 2021, em 2020 foi de 175 ug.m-3 a mediana e a média de 196 ug.m-3, e em 2021 a mediana foi de 239 ug.m-3 e a média de 253 ug.m-3. O máximo em 2020 foi de 608 ug.m-3 e teve um *outlier* de 658 ug.m-3, em 2021 o máximo foi de 378 ug.m-3, e os *outliers* compreenderam-se entre 390 ug.m-3 e 728 ug.m-3. No mês de julho o valor mínimo foi de nulo, e a mediana e a média de 153 ug.m-3 e 169 ug.m-3 respetivamente. O máximo foi de 448 ug.m-3, e os *outliers* compreenderam-se entre 460 ug.m-3 e 617 ug.m-3.

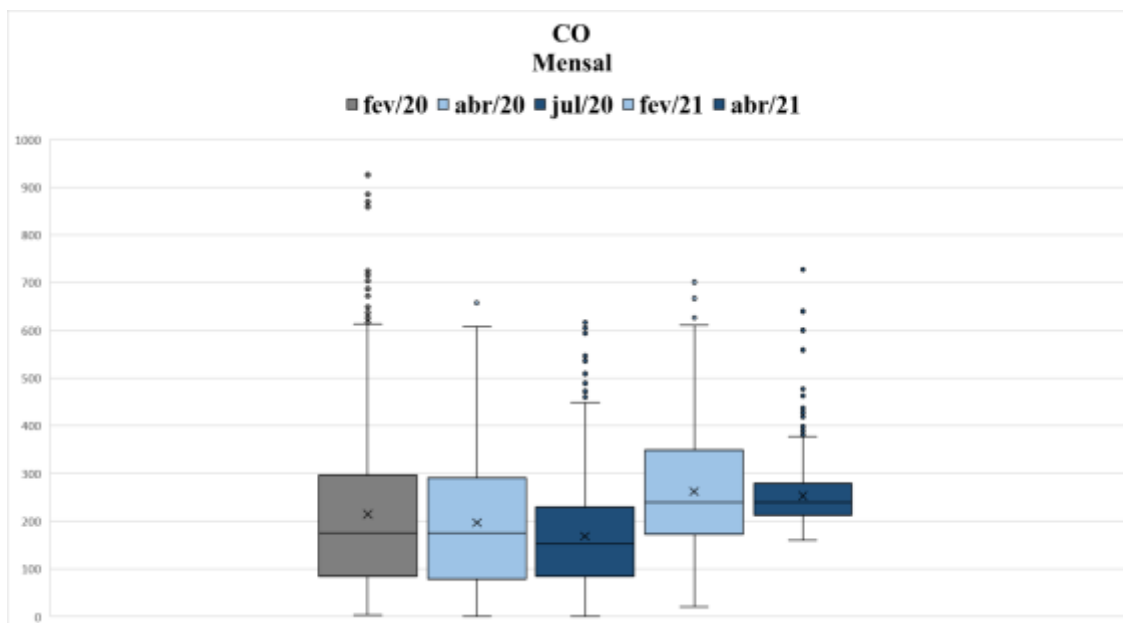


Gráfico 15-Comparação dos vários meses em análise do CO

Em relação as semanas selecionadas nos meses de fevereiro (Gráfico 16), podemos ver que em 2020 o valor mínimo foi de 3 ug.m-3 e em 2021 de 140 ug.m-3. A mediana e a média em 2020 foram de 183 ug.m-3 e de 205 ug.m-3 respetivamente, já em 2021 a mediana foi de 233 ug.m-3 e a média de 255 ug.m-3. O valor máximo em 2020 foi de 576 ug.m-3, e os *outliers* compreenderam-se entre 600 ug.m-3 e 728 ug.m-3, em 2020 o máximo foi de 460 ug.m-3 e os *outliers* compreenderam-se entre 48/3 ug.m-3 e 559 ug.m-3.

Nas semanas de abril, em 2020 o valor mínimo foi de 20 ug.m-3 e em 2021 de 166 ug.m-3. A mediana e a média em 2020 foram de 174 ug.m-3 e de 208 ug.m-3 respetivamente, já em 2021 a mediana foi de 230 ug.m-3 e a média de 240 ug.m-3. O valor máximo em abril de 2020 foi de 477 ug.m-3 e os *outliers* compreenderam-se entre 489 ug.m-3 e 602 ug.m-3, e m 2021 o máximo foi de 341 ug.m-3 e os *outliers* compreenderam-se entre 349 ug.m-3 e 728 ug.m-3.

Em julho de 2020, o valor mínimo foi de 15 ug.m-3, e a mediana de 160 ug.m-3 e a média de 179 ug.m-3. O valor máximo foi de 407 ug.m-3, e os *outliers* andaram entre 472 ug.m-3 e 617 ug.m-3.

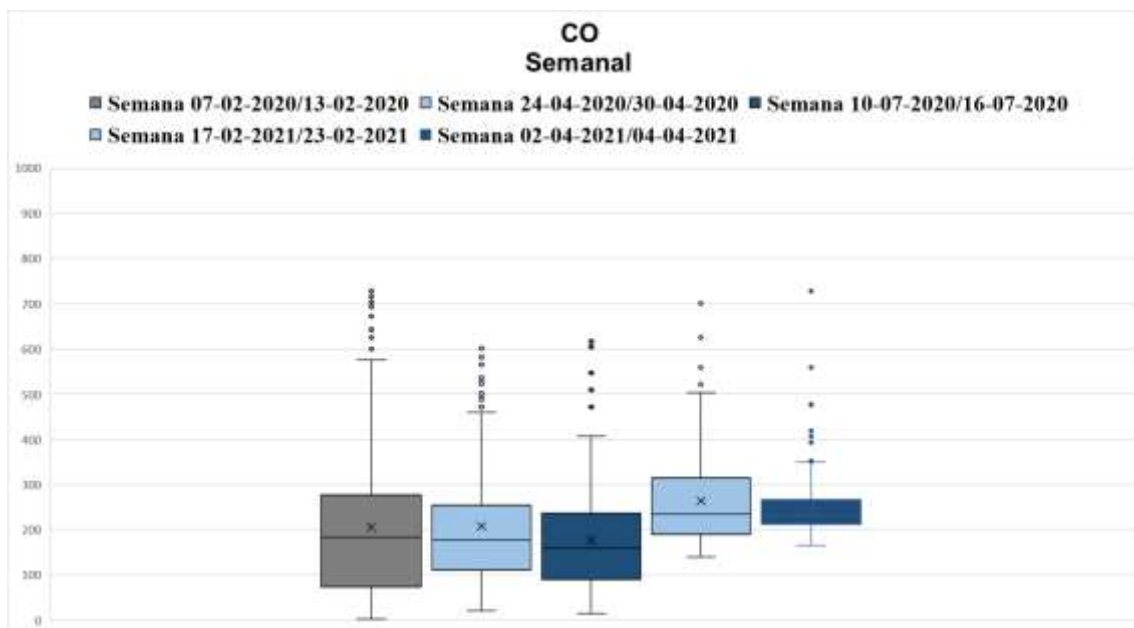


Gráfico 16-Comparação das várias semanas em análise do CO

Em relação ao CO, no dia 7 de fevereiro (Gráfico 17) o valor mínimo foi de 93 ug.m-3, a média de 394 ug.m-3 e o máximo de 728 ug.m-3. Já no dia 9 de fevereiro, o valor mínimo foi de 67 ug.m-3, a média de 164 ug.m-3 e o máximo de 285 ug.m-3. Em relação à qualidade do ar, no dia 7 a qualidade do ar foi boa 0,7PPM. No dia 9 a qualidade do ar também foi considerada boa e foi de 0,28PPM. Como podemos verificar com as mesmas características meteorológicas apresentadas anteriormente, veio demonstrar que nos mesmo dias vistos antes para os dias agora em análise, são aqueles que menor e maior poluição tem ao longo da semana.

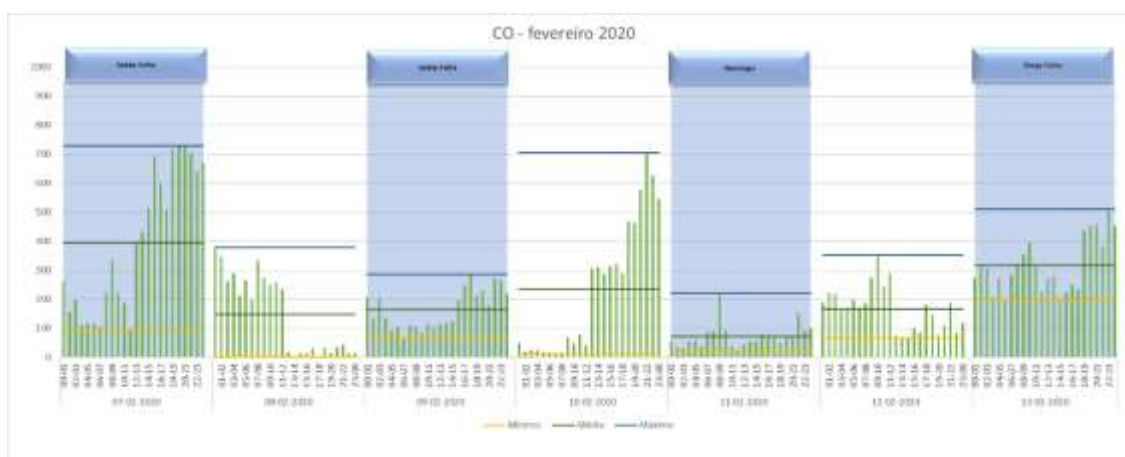


Gráfico 17-Dados diários do CO na semana de fevereiro de 2020

No mês de abril (Gráfico 18), momento de confinamento podemos verificar uma ligeira quebra nas emissões do CO em relação a fevereiro de 2020. No dia 24 de abril, o valor mínimo foi de 20 ug.m-3, a média de 134 ug.m-3 e o máximo de 288 ug.m-3. Já no dia 28 de abril, os valores foram mais elevados, sendo o valor mínimo de 67 ug.m-3, a média de 311 ug.m-3 e o máximo de 591 ug.m-3. Em ambos os dias os valores fizeram com que houvesse uma boa qualidade do ar sendo no dia 24 de abril o valor de 0,28ppm, e a 28 de abril de 0,59ppm.

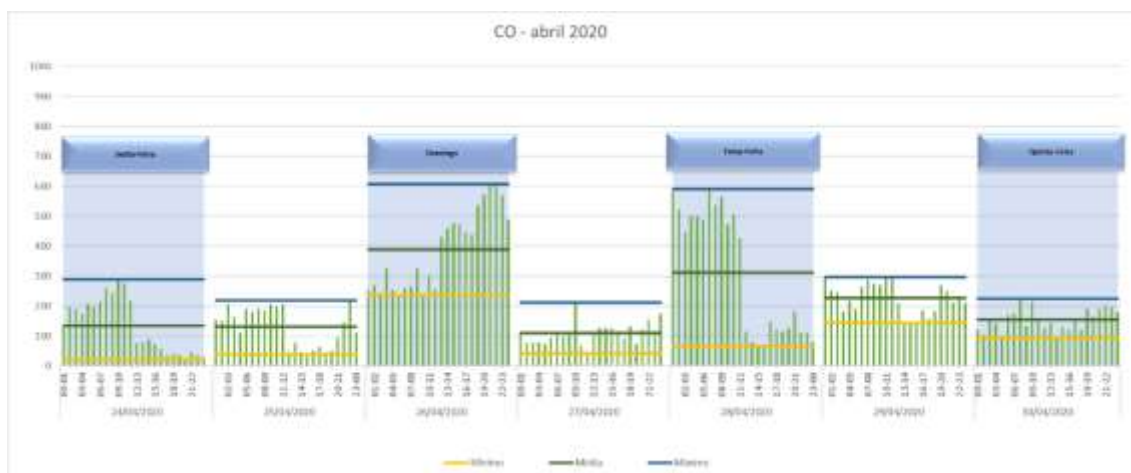


Gráfico 18-Dados diários do CO na semana de abril de 2020

Em julho de 2020 (Gráfico 19), podemos ver que ao longo da semana vimos mais dias com valores mais elevados do que em abril de 2020. No dia 14, o valor mínimo foi de 41 ug.m-3, a média foi de 217 ug.m-3 e o máximo foi de 367 ug.m-3. Já no dia 15, o valor mínimo foi de 160 ug.m-3, a média de 308 e o máximo de 605. Os valores do CO neste dia enquadram-se no patamar da qualidade do ar boa, sendo de 0.367ppm no dia 14 e de 0.605ppm no dia 15.

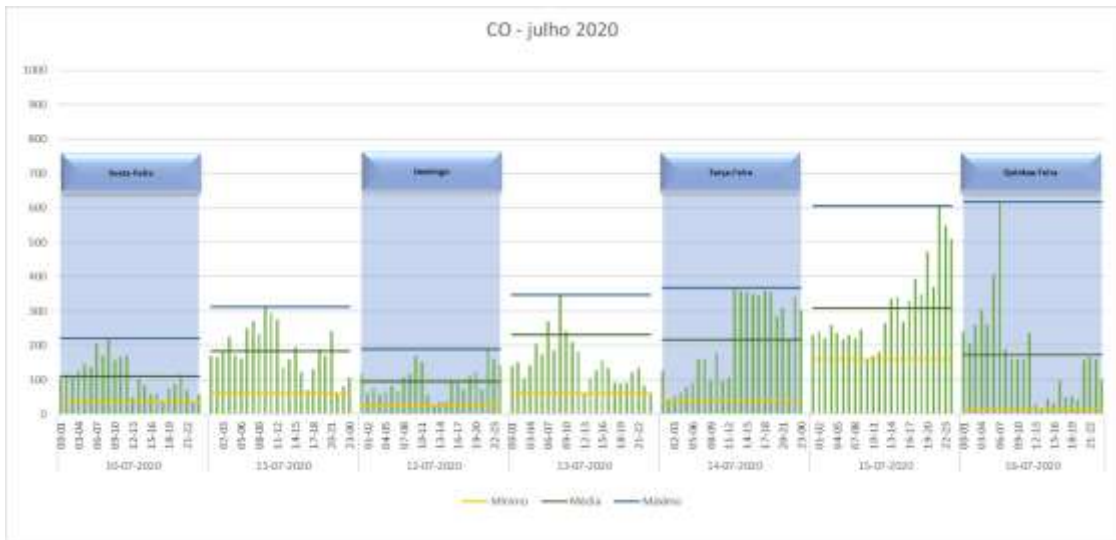


Gráfico 19-Dados diários do CO na semana de julho de 2020

Os valores do CO em fevereiro de 2021 (Gráfico 20), não tiveram nenhuma quebra em relação a períodos analisados anteriormente. No dia 20, o valor mínimo foi de 140 $\mu\text{g.m}^{-3}$, a média de 224 $\mu\text{g.m}^{-3}$ e o máximo de 437 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Já no dia 21, o valor mínimo foi de 151 $\mu\text{g.m}^{-3}$, a média de 244 $\mu\text{g.m}^{-3}$ e o máximo de 521 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Os valores da poluição mantiveram-se na qualidade boa, sendo que no dia 20 foi de 0,437PPM e no dia 21 de 0,521PPM.

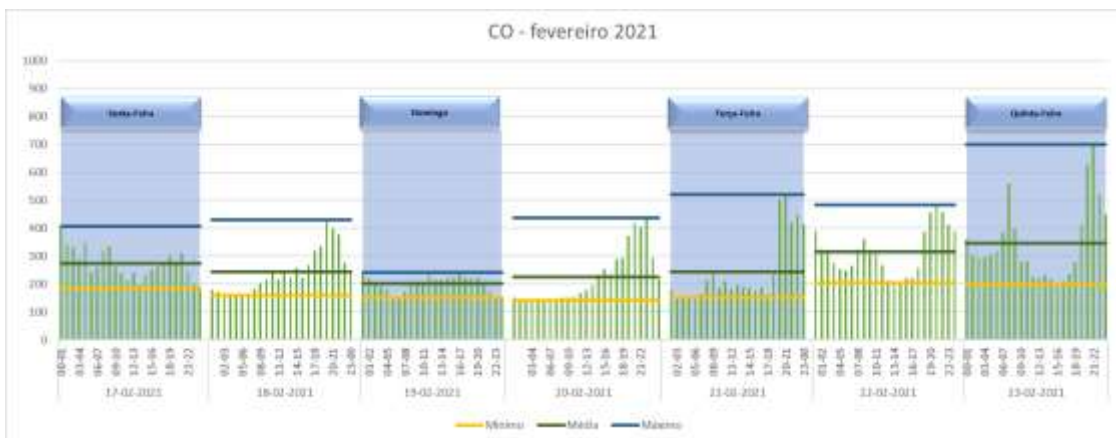


Gráfico 20-Dados diários do CO na semana de fevereiro de 2021

No que diz respeito ao CO no mês de abril de 2021 (Gráfico 21), no dia 2 o valor mínimo foi de 166 ug.m-3, a média de 199 ug.m-3 e o máximo de 282 ug.m-3. Já no dia 5 o valor mínimo foi de 198 ug.m-3, a média de 298 ug.m-3 e o máximo de 728 ug.m-3. No dia 2 a qualidade do ar foi boa com 0,282PPM e no dia 5 a qualidade do ar foi igualmente boa com 0,728PPM.



Gráfico 21-Dados diários do CO na semana de abril de 2021

Em relação ao NO (Gráfico 22), nos meses de fevereiro podemos ver que o valor mínimo em 2020 foi de 3 ug.m-3 e em 2021 de 1 ug.m-3. A mediana e a média em 2020 foi de 14 ug.m-3 e de 23 ug.m-3 respetivamente, em 2021 a mediana foi de 8 ug.m-3 e a média de 15 ug.m-3. O valor máximo foi de 62 ug.m-3 em fevereiro de 2020, onde ainda existiram vários outliers entre 66 ug.m-3 e 272 ug.m-3. O máximo foi de 38 ug.m-3 em fevereiro de 2021, e os vários outliers andaram entre 39 ug.m-3 e 205 ug.m-3.

Em abril de 2020, o valor mínimo foi de 3 ug.m-3 e em abril de 2021 de 1 ug.m-3. A mediana e a média em 2020 foi de 5 ug.m-3 e de 8 ug.m-3 respetivamente, em 2021 a mediana foi de 5 ug.m-3 e a média de 11 ug.m-3. O valor máximo em abril de 2020 foi de 18 ug.m-3 e os outliers encontraram-se entre 19 ug.m-3 e 117 ug.m-3. O máximo em abril de 2021 foi de 25 ug.m-3, e os outliers andaram entre 26 ug.m-3 e 158 ug.m-3.

O mês de julho teve como valor mínimo 1 ug.m-3, a mediana foi de 5 ug.m-3 e a média de 9 ug.m-3. O máximo neste dia foi de 23 ug.m-3, e os outliers compreenderam-se entre 24 ug.m-3 e 156 ug.m-3.

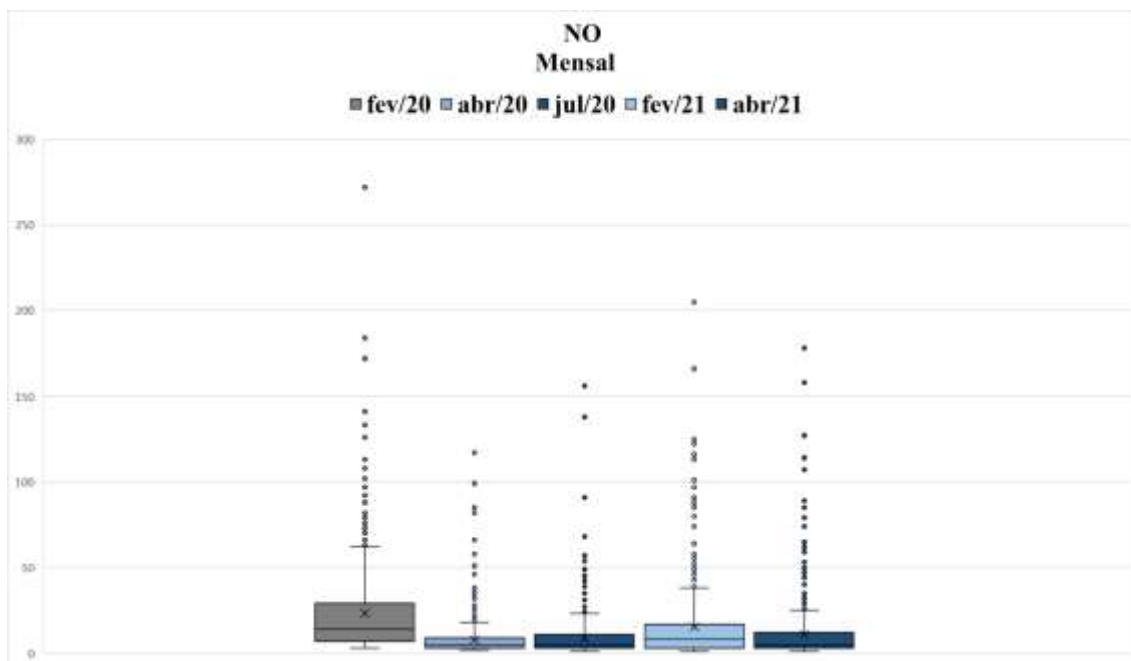


Gráfico 22- Comparação dos meses em análise do NO

Nas semanas de fevereiro de 2020 e de 2021 (Gráfico 23), podemos ver que o valor mínimo foi de 3 ug.m-3 em 2020 e de 1 ug.m-3 em 2021. Em fevereiro de 2020 a mediana e a média foi de 14 ug.m-3 e de 21 ug.m-3 respetivamente. Já em 2021 a mediana foi de 7 ug.m-3 e a média de 12 ug.m-3. O máximo em 2020 foi de 57 ug.m-3, existindo *outliers* compreendidos entre 58 ug.m-3 e 92 ug.m-3. O máximo em 2021 foi de 28 ug.m-3 e os *outliers* andaram entre 34 ug.m-3 e 166 ug.m-3.

Em abril de 2020, o valor mínimo foi de 2 ug.m-3 e em 2021 de 1 ug.m-3. A mediana em abril de 2020 foi de 6 ug.m-3 e a média de 7 ug.m-3. Já em abril de 2021, a mediana foi de 3 ug.m-3 e a média que foi superior ao máximo foi de 8 ug.m-3, houve dois *outliers* com o valor de 20 ug.m-3 e de 23 ug.m-3. O máximo foi de 7 ug.m-3 e os *outlier* compreenderam-se entre 8 ug.m-3 e 178 ug.m-3.

No mês de julho, o valor mínimo foi de 1 ug.m-3, e a mediana e a média foram de 5 ug.m-3 e de 9 ug.m-3 respetivamente. O máximo foi de 16 ug.m-3 e os *outliers* compreenderam-se entre 18 ug.m-3 e 156 ug.m-3.

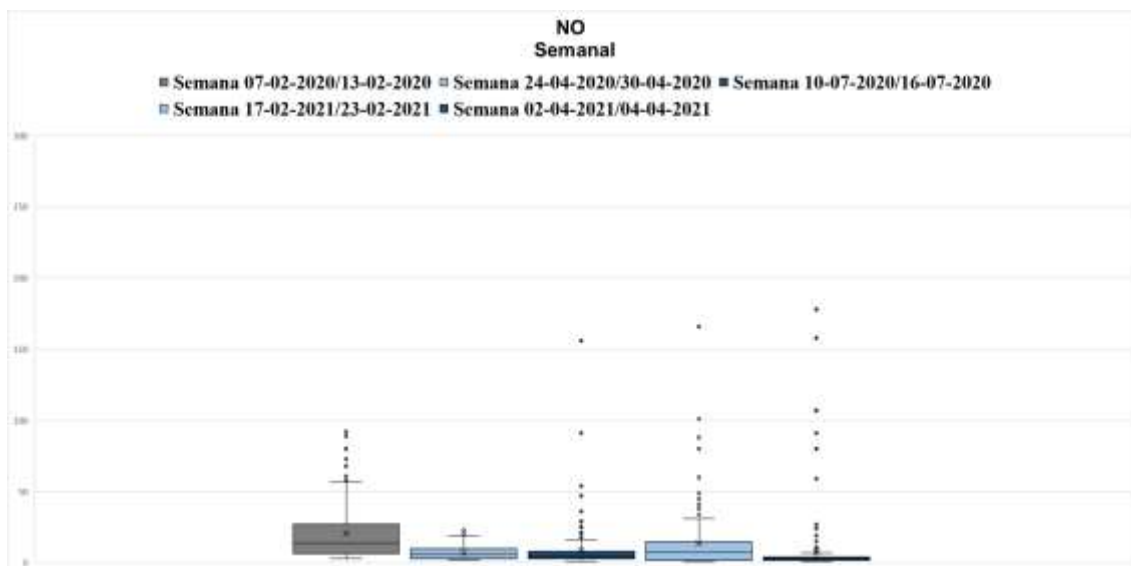


Gráfico 23- Comparação das semanas em análise do NO

Em relação ao NO, no dia 7 de fevereiro (Gráfico 24) o valor mínimo foi de 4 ug.m-3, a média de 26 ug.m-3 e o máximo de 80 ug.m-3. Já no dia 9 de fevereiro, dia com os valores mais baixos da semana, podemos verificar que o valor mínimo foi de 4 ug.m-3 a média de 10 ug.m-3 e o máximo de 22 ug.m-3. Em relação á meteorologia vimos que no dia 7 está associado a um anticiclone, o que indica pouco vento e causa uma estabilidade no ar que não faz com que haja uma dispersão do poluente, já no dia 9 com o centro de baixa pressão e com a turbulência da atmosfera, a dispersão da poluição é muito mais fácil.



Gráfico 24-Dados diários do NO na semana de fevereiro de 2020

Em relação ao NO podemos verificar que o valor tem uma redução bastante grande, para menos de metade do que aqueles que encontramos em fevereiro de 2020 (Gráfico 25). No dia 24 o valor mínimo foi de 24 ug.m-3, a média de 6 ug.m-3 e o máximo de 13 ug.m-3. Já o dia 28 de abril, teve como valor mínimo 3 ug.m-3, média de 10 ug.m-3 e o máximo de 22 ug.m-3.

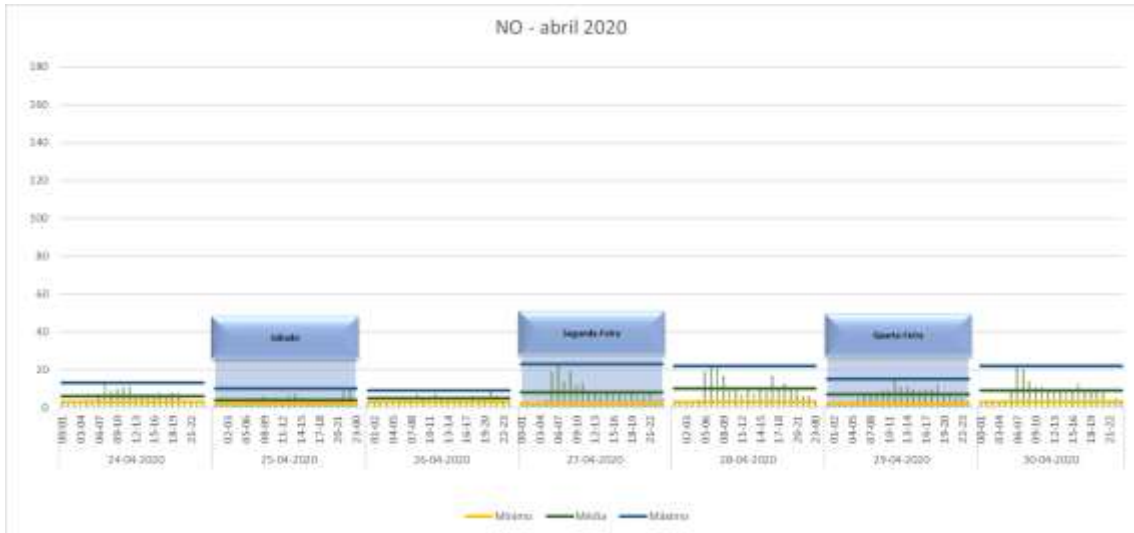


Gráfico 25-Dados diários do NO na semana de abril de 2020

No que diz respeito ao NO (Gráfico 26), podemos ver que na maioria dos dias da semana a poluição é superior aquela que encontramos na semana de abril de 2020. No dia 14, o valor mínimo foi de 1 ug.m-3, a média de 7 ug.m-3 e o máximo de 31 ug.m-3. Já o dia 15, o valor mínimo foi de 2 ug.m-3, a média de 7 ug.m-3 e o máximo de 14 ug.m-3.

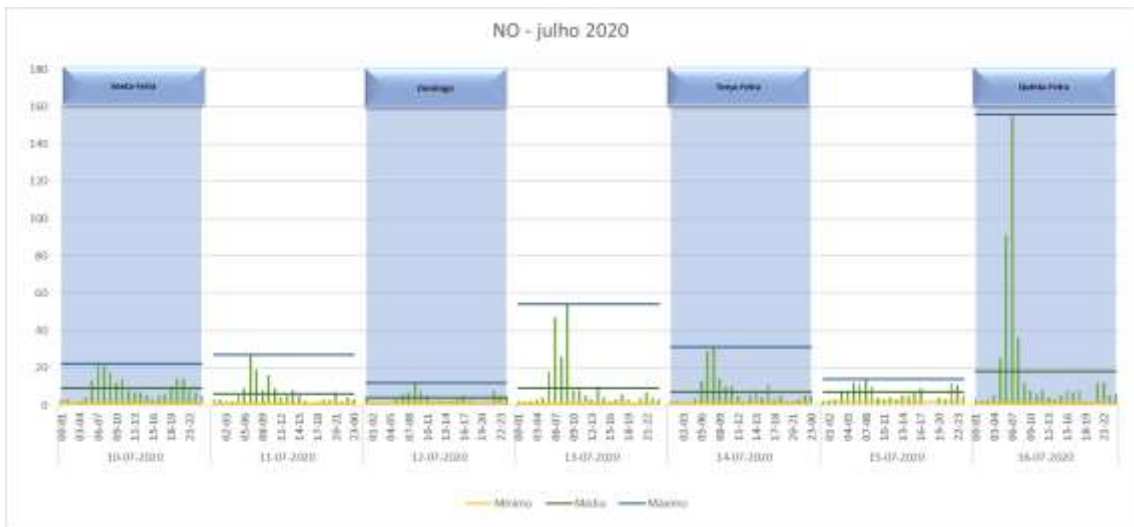


Gráfico 26-Dados diários do NO na semana de julho de 2020

Os valores das emissões de NO (Gráfico 27) mantiveram-se na mesma linha que os dados analisados anteriormente. No dia 20, o valor mínimo foi de 1 ug.m-3, a média de 4 ug.m-3 e o máximo de 14 ug.m-3. Já no dia 21, o valor mínimo foi de 1 ug.m-3, a média de 5 ug.m-3 e o máximo de 36 ug.m-3.



Gráfico 27-Dados diários do NO na semana de fevereiro de 2021

O NO no mês de abril de 2021 (Gráfico 28), mostra valores bastante baixos com um pico grande no dia 5. No dia 2 de abril o valor mínimo foi de 2 ug.m-3, a média de 3 ug.m-3 e o máximo de 5 ug.m-3. Já no dia 5 o valor mínimo foi de 2 ug.m-3, a média de 24 ug.m-3 e o máximo de 178 ug.m-3.



Gráfico 28-Dados diários do NO na semana de abril de 2021

O NO₂, em fevereiro de 2020 (Gráfico 29) teve como valor mínimo 4 ug.m⁻³ e em fevereiro de 2021 de 1 ug.m⁻³. A mediana e a média em 2020 foi de 29 ug.m⁻³ e a média de 32 ug.m⁻³, e em 2021 a mediana foi de 22 ug.m⁻³ e a média de 25 ug.m⁻³. O máximo em fevereiro de 2020 foi de 68 ug.m⁻³, tendo os *outliers* estando compreendidos entre 70 ug.m⁻³ e 121 ug.m⁻³. Já o máximo em fevereiro de 2021 foi de 72 ug.m⁻³, havendo dois *outliers* com valores de 76 ug.m⁻³ e de 84 ug.m⁻³.

Em abril de 2020 face a 2021 podemos ver o efeito foi confinamento na poluição, o valor mínimo em 2020 foi de 1 ug.m⁻³ e em 2021 de 3 ug.m⁻³. A mediana em fevereiro de 2020 foi de 12 ug.m⁻³ e a média de 14 ug.m⁻³. Já em 2021 a mediana foi de 23 ug.m⁻³ e a média de 26 ug.m⁻³. O máximo em abril de 2020 foi de 37 ug.m⁻³, existindo vários outliers compreendidos entre 38 ug.m⁻³ e 56 ug.m⁻³. Já em abril de 2021, o valor máximo foi de 60 ug.m⁻³, e os *outliers* andaram entre 61 ug.m⁻³ e 80 ug.m⁻³.

Em julho de 2020, o valor mínimo foi de 3 ug.m⁻³, a mediana foi de 18 ug.m⁻³ e a média de 21. O máximo neste mês foi de 47 ug.m⁻³, tendo vários *outliers* entre 48 ug.m⁻³ e 83 ug.m⁻³.

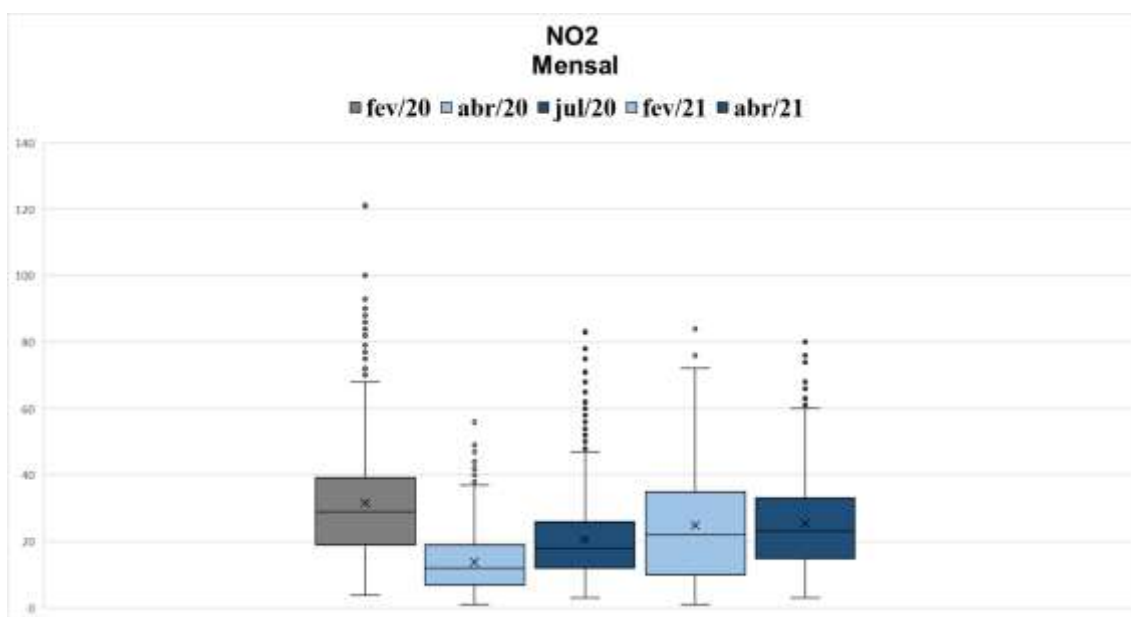


Gráfico 29- Comparação do mês em análise do NO₂

Nas semanas do mês de fevereiro de 2020 e de 2021 (Gráfico 30), podemos ver valores mais baixos em 2021. O valor mínimo em 2020 foi de 7 ug.m-3 e em 2021 de 1 ug.m-3. A mediana e a média em 2020 foi de 32 ug.m-3 e de 31 ug.m-3 respetivamente. Já em 2021 a mediana foi de 21 ug.m-3 e a média de 22 ug.m-3. O máximo em 2020 foi de 65 ug.m-3 e existiram dois *outliers* com o valor de 72 ug.m-3 e de 82 ug.m-3. Já em 2021 o máximo foi de 66 ug.m-3 e também existiram dois *outliers* com o valor de 69 ug.m-3 e de 72 ug.m-3.

O mesmo se verificou no mês de abril de 2020 face a 2021, onde em 2020 os valores são mais baixos momento de um confinamento. Em 2020 o valor mínimo de 2 ug.m-3. A mediana neste mês foi de 6 ug.m-3 e a média de 7 ug.m-3. Em 2021 a mediana foi de 23 ug.m-3 e a média de 25 ug.m-3. O máximo em abril de 2020 foi de 19 ug.m-3, e existiram dois *outliers* com valor de 20 ug.m-3 e de 22 ug.m-3. O máximo em abril de 2021 foi de 57 ug.m-3 e um *outlier* de 61 ug.m-3.

No mês de julho de 2020, o valor mínimo foi de 5 ug.m-3, e a mediana e a média de 20 ug.m-3 e de 23 ug.m-3 respetivamente. O máximo foi de 48 ug.m-3 e existiram vários outliers compreendidos entre 58 ug.m-3 e 78 ug.m-3.

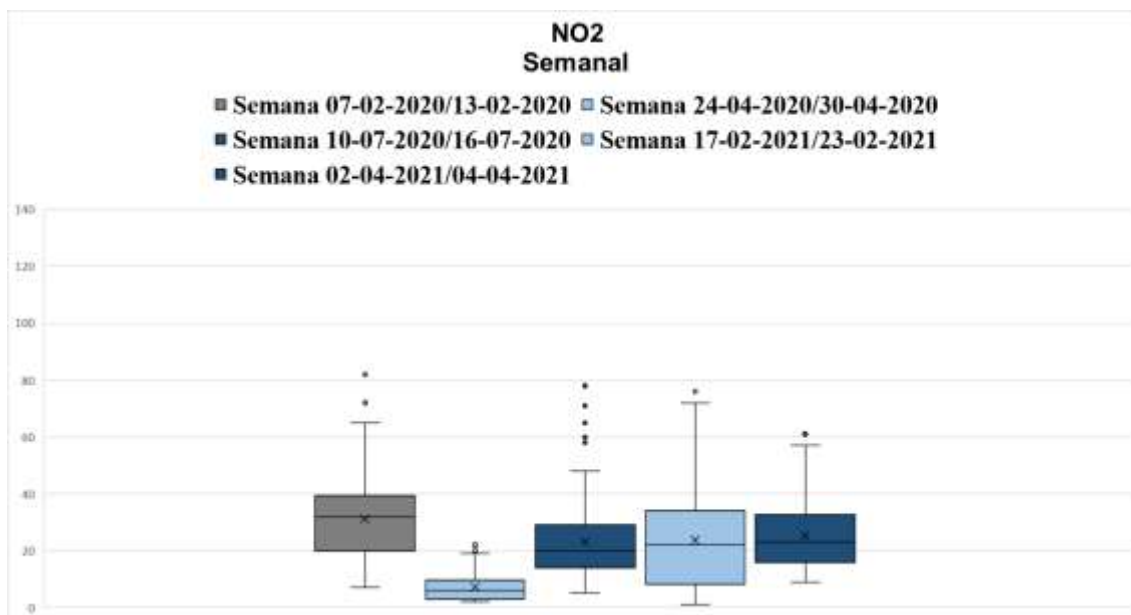


Gráfico 30- Comparação das semanas em análise do NO2

O dia 7 de fevereiro (Gráfico 31) foi aquele que teve a maior poluição em relação à restante semana, nesse dia o valor mínimo foi de 8 ug.m-3, a média de 37 ug.m-3 e o máximo de 82 ug.m-3. O dia 9 de fevereiro foi o que teve os valores mais baixos, tendo sido o seu valor mínimo de 7 ug.m-3, a média de 24 ug.m-3 e o máximo de 43 ug.m-3. No dia 7 a qualidade do ar era boa, estando bastante afastada a possibilidade de passar para o próximo patamar, igualmente se encontrava o dia 9.

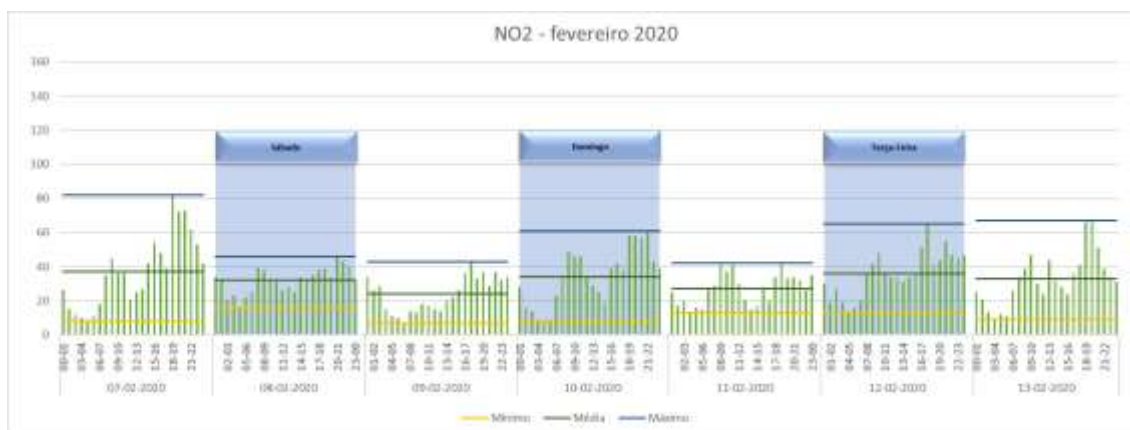


Gráfico 31-Dados diários do NO2 na semana de fevereiro de 2020

No que diz respeito ao NO2 (Gráfico 32), podemos verificar que também houve uma grande redução da concentração neste período de confinamento. No dia 24 de abril, o valor mínimo foi de 6 ug.m-3 a média de 17 ug.m-3 e o máximo de 27 ug.m-3. Já no dia 28 de abril, o valor mínimo foi de 4 ug.m-3, a média de 19 ug.m-3 e o máximo de 35 ug.m-3. Em ambos os dias podemos ver que os valores apresentados se encontram num parâmetro que da uma qualidade ao ar boa.



Gráfico 32-Dados diários do NO2 na semana de abril de 2020

Em relação ao NO₂ (Gráfico 33), nota-se que o aumento existiu no que diz respeito ao mês de julho em relação ao mês de abril, momentos diferentes tanto a nível do confinamento como a nível meteorológico. No dia 14, o valor mínimo foi de 12 ug.m⁻³, a média de 23 ug.m⁻³ e o máximo de 42 ug.m⁻³. Já no dia 15, o valor mínimo foi de 12 ug.m⁻³, a média de 24 e o máximo de 60 ug.m⁻³. Nestes dois dias o NO₂, cumpriu e ficou dentro do primeiro parâmetro que dá uma boa qualidade ao ar.

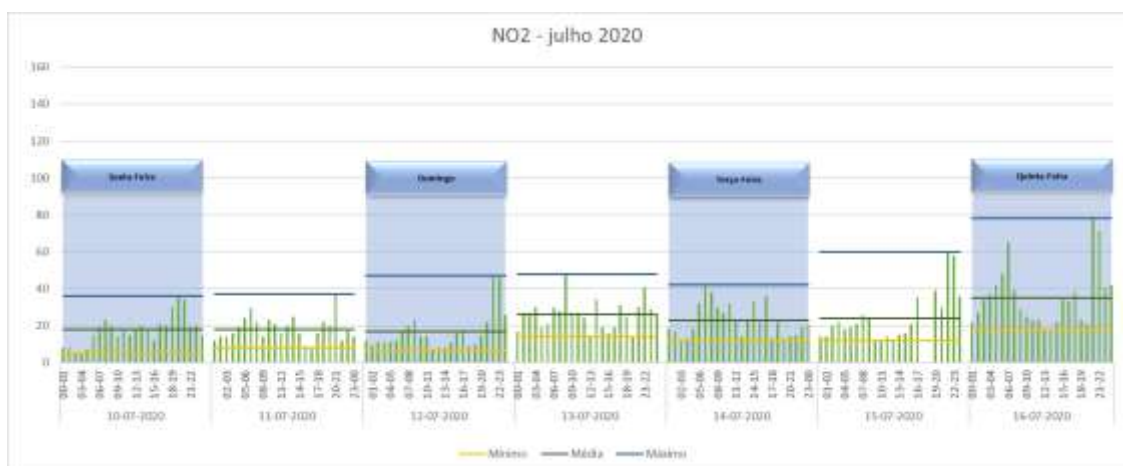


Gráfico 33-Dados diários do NO₂ na semana de julho de 2020

No NO₂ (Gráfico 34), no mês de fevereiro de 2021, no dia 20 o valor mínimo foi de 1 ug.m⁻³, a média de 14 ug.m⁻³ e o máximo de 42 ug.m⁻³. Já no dia 21 o valor mínimo foi de 2 ug.m⁻³, a média de 15 ug.m⁻³ e o máximo de 65 ug.m⁻³. Nestes dois dias a poluição encontra-se no primeiro patamar, que é aquele que indica que a qualidade do ar é boa.

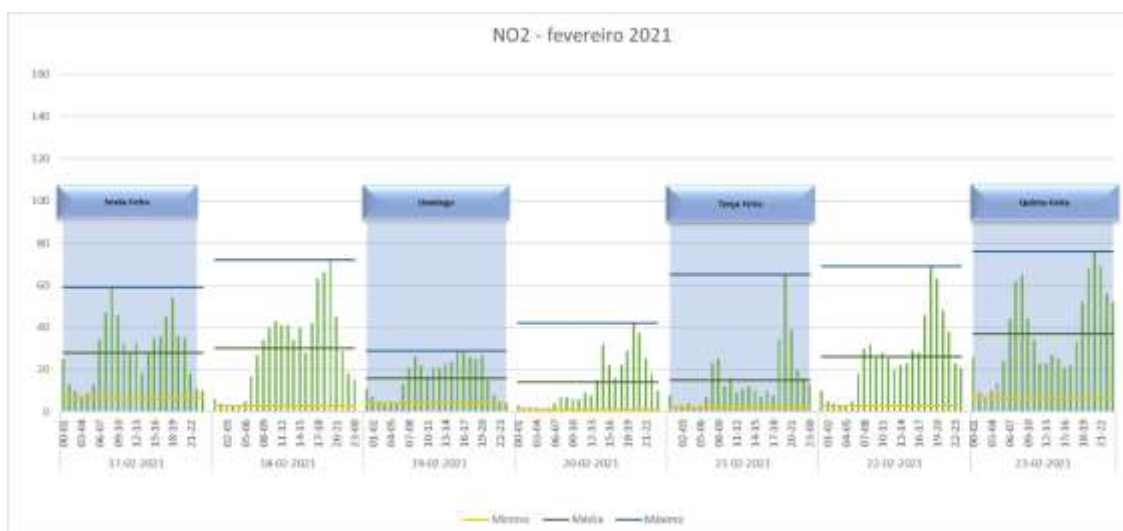


Gráfico 34-Dados diários do NO₂ na semana de fevereiro de 2021

Os valores de NO₂ (Gráfico 35) são mais baixos do que no mês de fevereiro de 2021. No dia 2 o valor mínimo foi de 13 ug.m⁻³, a média de 21 ug.m⁻³ e o máximo de 38 ug.m⁻³. Já no dia 5, o valor mínimo foi de 9 ug.m⁻³, a média de 30 ug.m⁻³ e o máximo de 61 ug.m⁻³. Em ambos os dias os valores da poluição por NO₂ fizeram com que a qualidade do ar se manteve no primeiro patamar que remete a uma qualidade boa.

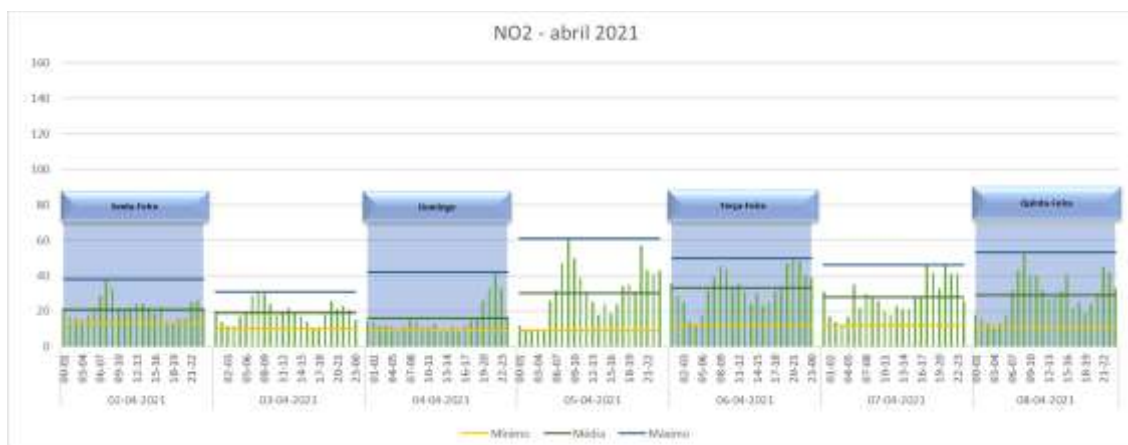


Gráfico 35-Dados diários do NO₂ na semana de abril de 2021

No que diz respeito ao O₃ (Gráfico 36), com base nos dados da estação do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra podemos ver que o valor mínimo em fevereiro de 2020 foi de 1 ug.m⁻³ e em fevereiro de 2021 7 ug.m⁻³, existiram ainda dois *outliers* no valor de 6 ug.m⁻³ e de 4 ug.m⁻³. A mediana e a média em 2020 foi de 36 ug.m⁻³ e 37 ug.m⁻³ respetivamente. Já em 2021 a mediana foi de 49 ug.m⁻³ e a média de 47 ug.m⁻³. O máximo em 2020 foi maior face a 2021 e foi de 88 ug.m⁻³ e de 80 ug.m⁻³ respetivamente.

Em abril de 2020 o valor mínimo foi de 8 ug.m⁻³ e em abril de 2021 de 12 ug.m⁻³. A mediana e a média em 2020 foi de 61 ug.m⁻³ e de 59 ug.m⁻³. Já em 2021 a mediana foi de 67 ug.m⁻³ e a média também foi de 67 ug.m⁻³. O máximo em 2020 foi inferior face a 2021, e foi de 97 ug.m⁻³ e 118 ug.m⁻³ respetivamente.

No mês de julho de 2020, o valor mínimo foi de 5 ug.m⁻³, a mediana e a média foram de 51 ug.m⁻³ e 56 ug.m⁻³ respetivamente. O máximo em neste mês foi de 134 ug.m⁻³.

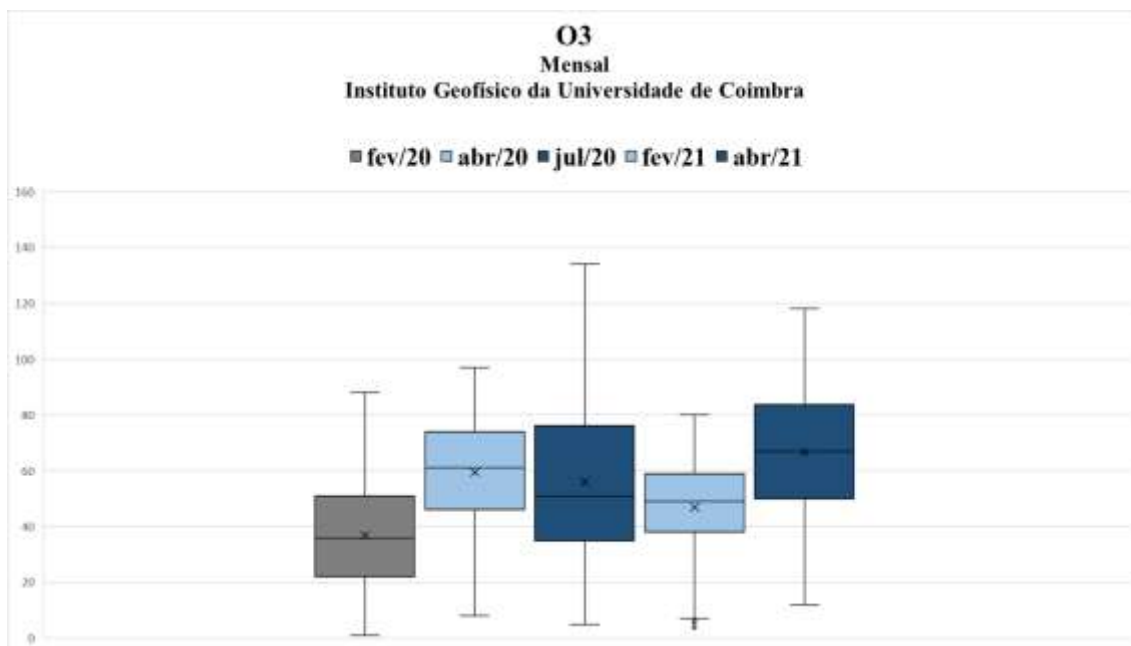


Gráfico 36- Comparação dos meses em análise do O3

Nas semanas de fevereiro de 2020 e de 2021 (Gráfico 37), podemos ver que o valor mínimo foi de 7 ug.m-3 existindo um *outlier* de 3 ug.m-3, e outro valor mínimo foi de 27 ug.m-3 existindo também um *outliers* de 24 ug.m-3 respetivamente. A mediana e a média em 2020 foram de 34 ug.m-3. Já em 2021 a mediana foi de 56 ug.m-3 e a média de 53 ug.m-3. O máximo em 2020 foi de 62, existindo dois *outliers* um de 65 ug.m-3 e outro de 69 ug.m-3. Já em 2021 o máximo foi superior a 2020 e foi de 80 ug.m-3.

Em abril de 2020 e de 2021, podemos verificar que na semana de 2020 o valor mínimo foi de 28 ug.m-3 e em 2021 de 18 ug.m-3 existindo ainda um *outlier* de 12 ug.m-3. A mediana em 2020 foi de 72 ug.m-3 e a média de 68 ug.m-3. Já em 2021 a mediana foi de 74 ug.m-3 e a média de 73 ug.m-3. O máximo em 2020 foi inferior face a 2021, sendo de 96 ug.m-3 e de 111 ug.m-3 respetivamente.

Em julho de 2020, o valor mínimo foi de 18 ug.m-3, e a mediana e a média de 66 ug.m-3. O máximo nesta semana foi de 134 ug.m-3.

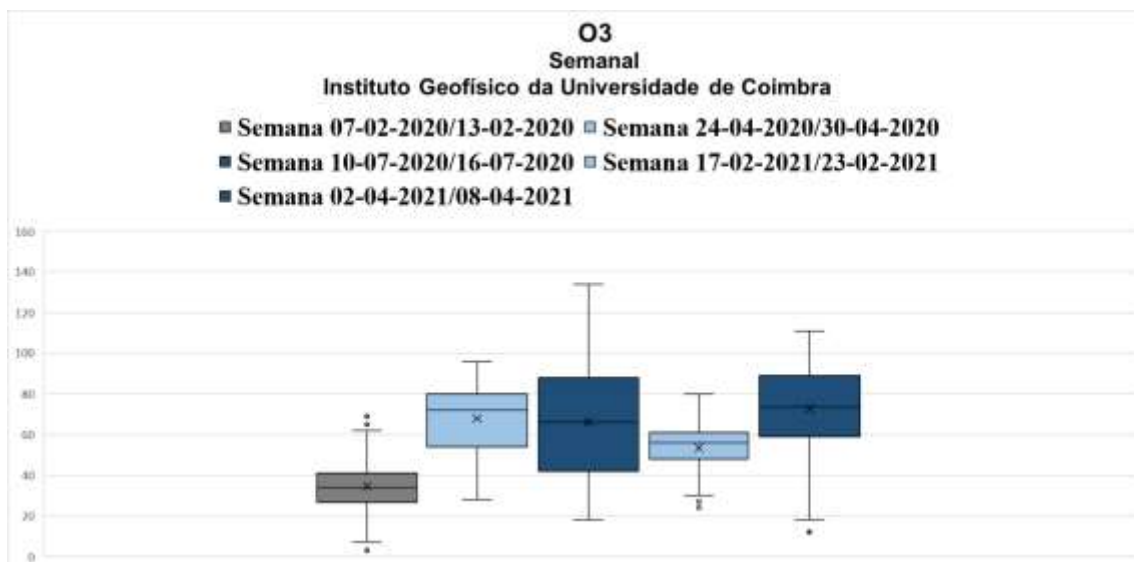


Gráfico 37- Comparação das semanas em análise do O3

O O3 (Gráfico 38), encontra-se numa zona que como já foi referido anteriormente que tem características muito diferentes, ser uma zona marcada por casas térreas. No dia 7 de fevereiro o valor mínimo foi de 13 ug.m-3 a média de 36 ug.m-3 e o máximo de 62 ug.m-3. Já no dia 9 de fevereiro o valor mínimo foi de 23 ug.m-3, a média de 39 ug.m-3 e o máximo de 58 ug.m-3. No que diz respeito à qualidade do ar no dia 7 de fevereiro e no dia 9 de fevereiro, é boa em ambos os dias.

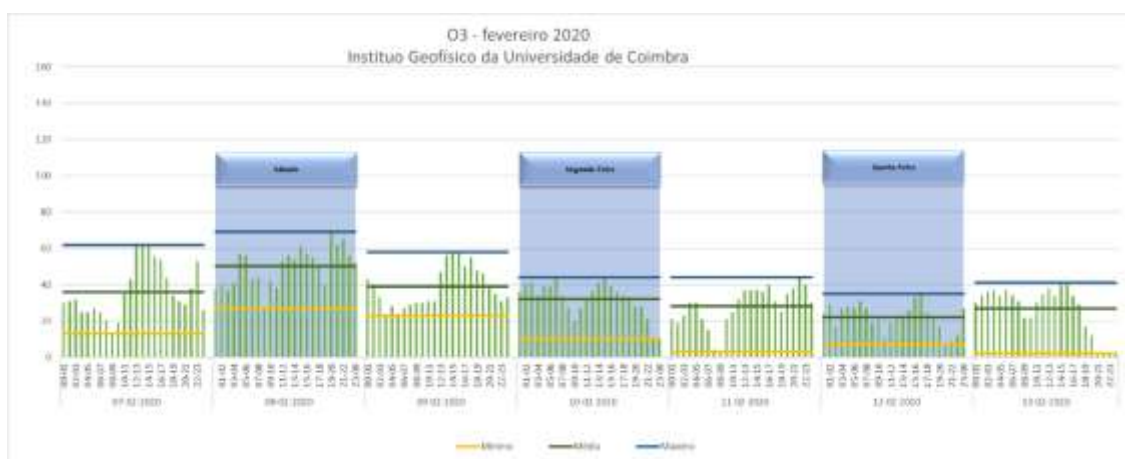


Gráfico 38-Dados diários do O3 na semana de fevereiro de 2020

De um período para o outro, houve um aumento da poluição de O₃ (Gráfico 39) no Geofísico, justificado, talvez, pelas questões climáticas vividas neste mês de abril de 2020. No dia 24 de abril, o valor mínimo foi de 28 ug.m⁻³, a média de 62 ug.m⁻³ e o máximo de 88 ug.m⁻³. Já no dia 28 de abril, o valor mínimo foi de 42 ug.m⁻³, a média de 61 ug.m⁻³ e o máximo de 77 ug.m⁻³. Em ambos os dias as emissões de O₃ estão dentro dos parâmetros que colocam a qualidade do ar num parâmetro bom.



Gráfico 39-Dados diários do NO₂ na semana de abril de 2020

Na análise do O₃ (Gráfico 40) no Geofísico, podemos verificar que a poluição aumentou bastante em julho face a abril de 2020. No dia 14, o valor mínimo foi de 36 ug.m⁻³, a média foi de 71 ug.m⁻³ e o máximo de 124 ug.m⁻³. Já no dia 15, o valor mínimo foi de 18 ug.m⁻³, a média de 62 ug.m⁻³ e o máximo de 106 ug.m⁻³. Neste dia o O₃, subiu para o segundo nível que é o que dá uma qualidade do ar moderada.

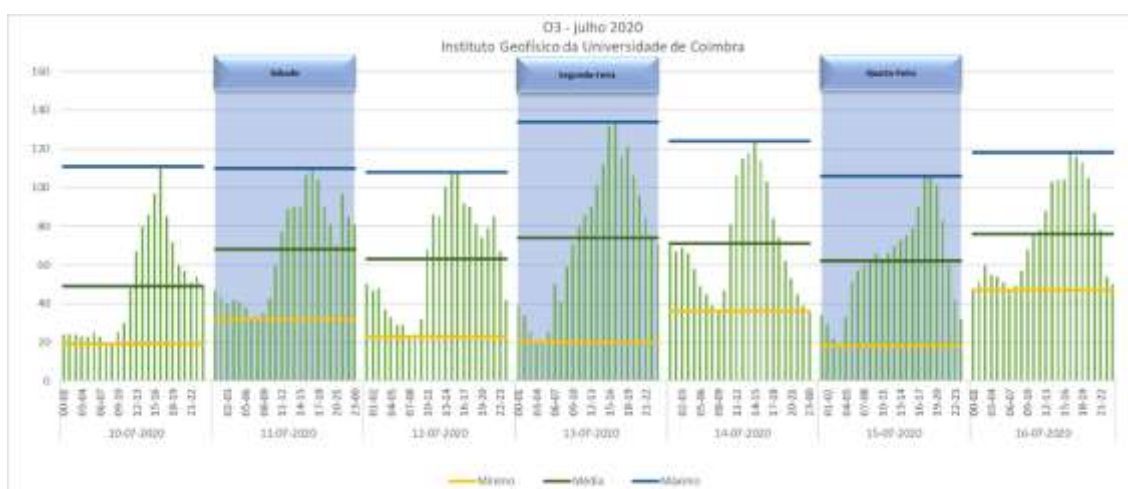


Gráfico 40-Dados diários do NO₂ na semana de julho de 2020

Ao contrário do que temos verificado nos outros poluentes o O₃ (Gráfico 41) diminuiu a sua poluição no mês de fevereiro de 2021. No dia 20 de fevereiro o valor mínimo foi de 39 ug.m-3, a média de 60 ug.m-3 e o máximo de 65 ug.m-3. Já no dia 21, o valor mínimo foi de 24 ug.m-3, a média de 64 ug.m-3 e o máximo de 80 ug.m-3. Em ambos os dias, podemos ver que a poluição se enquadra no primeiro nível que qualifica a qualidade do ar como boa.

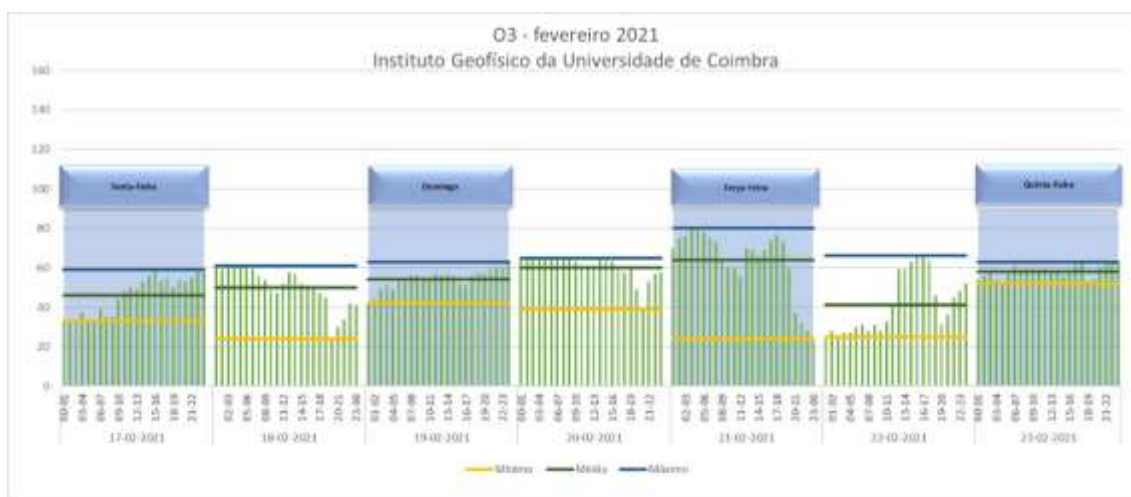


Gráfico 41-Dados diários do NO₂ na semana de fevereiro de 2021

Os valores do O₃ (Gráfico 42), aumentaram em relação ao último período em que estávamos em confinamento (fevereiro de 2021). No dia 2 o valor mínimo foi de 59 ug.m-3, a média de 77 ug.m-3 e o máximo de 93 ug.m-3. Já no dia 5 o valor mínimo foi de 40 ug.m-3, a média de 71 ug.m-3 e o máximo de 110 ug.m-3. No dia 2 a qualidade do ar foi boa, mas no dia 5 o valor da qualidade do ar passou a ser moderado.

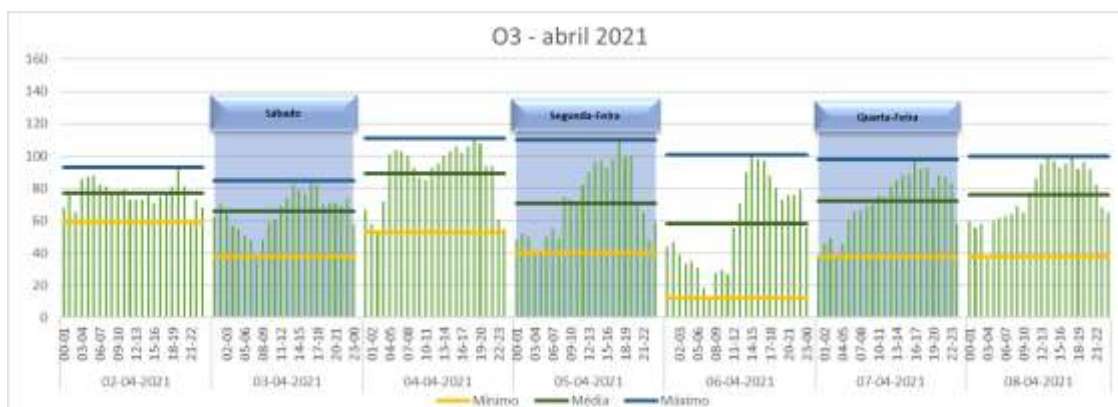


Gráfico 42-Dados diários do NO₂ na semana de abril de 2021

Capítulo V – Discussão de Resultados

Ao longo do presente trabalho, analisámos diferentes momentos com características distintas em termos da evolução em Coimbra da crise pandémica associada à COVID-19. Houve fases em que a população vivia em condições normais e outras em que o confinamento dominava e limitava vida de todos nós, e nos impedia de circular livremente. Esta liberdade (ou falta dela) de circulação e de produção industrial, ofereceu todo um conjunto de discussões em torno da diminuição dos valores dos poluentes com os confinamentos entretanto observados a nível global.

Como foi referido, o nosso trabalho procurou debruçar-se, com base em duas estações de registo de poluentes existentes em Coimbra – Av. Fernão de Magalhães e IGUC -, sobre a sua evolução em períodos anteriores, durante e posteriores aos momentos de confinamento decretados em Portugal.

Por razões que se devem a avarias em diferentes sensores, foi possível efetuar apenas uma análise comparativa entre as duas estações - as PM10 -, pelo que as restantes análises foram feitas em cada uma das estações, mas sempre observando os referidos momentos (cinco).

A condição meteorológica tem, por vezes, um papel preponderante na dispersão dos poluentes. O vento tem um papel bastante importante na dispersão, transportando os poluentes quando ele existe; a temperatura tem também influência, por exemplo se estiverem temperaturas baixas pois ajudam num aumento das emissões, em relação a precipitação e a humidade podem estar ligados com a deposição húmida dos poluentes (Dias, 2014).

Assim, e no caso dos PM10, podemos observar que os valores antes do 1º confinamento são relativamente elevados (numa perspetiva comparativa dos cinco momentos) e quase todos eles na mesma linha de valores das emissões, tendo sido escolhida para demonstração desta tendência a semana de 07 a 13 de fevereiro de 2020. No 1º confinamento (a semana escolhida foi a de 24 a 30 de abril de 2020) verifica-se a existência de uma diminuição dos valores apesar da redução não ser assim tão significativa (com o expetável quando observamos os dados de outras cidades do globo),

facto que se pode dever aos valores do primeiro período, por si mesmo, não serem muito elevados. Porém, na realidade, podemos ver que houve essa redução nos valores registados. Após este período, com a existência de um desconfinamento (a nossa escolha recaiu na semana de 10 a 16 de julho de 2020) constata-se que os valores voltam na generalidade a aumentar, sendo que os valores que eram máximos no período anterior agora em linha geral encontramos os valores mínimos. Em fevereiro de 2021, com o início de um 2º confinamento (a semana escolhida foi a de 17 a 23 de fevereiro) podemos verificar que os valores aumentaram substancialmente, sendo o valor mais significativo de todos os momentos analisados. A perplexidade sobre os valores encontrados prende-se com o facto de em fevereiro de 2021 estarmos em confinamento. Contudo, e pela experiência com o anterior, neste foi possível circular sem restrições o que fez com que a circulação automóvel, bem como as atividades económicas, tenham sido “normais”. Talvez estes valores se devam a esta “normalidade” ou a fatores climáticos – o vento que levou a uma circulação da baixa atmosfera com o levantamento dos particulados. Já em abril de 2021 (a semana escolhida recaiu no período de 2 a 8 de abril), mês em que tudo parecia voltar ao “normal”, constata-se que os valores voltam a aumentar (comparativamente ao anterior momento correspondente), mas não tanto como no período anterior e como seria espectável. Para além do fator dos confinamentos para a redução (ou não) dos valores, os dados meteorológicos também poderiam influenciar esses resultados. Ao longos destes cinco períodos podemos observar que várias são as situações meteorológicas que podemos encontrar. No caso do PM10, e analisando a análise meteorológica que foi feita, quanto menor for a instabilidade atmosférica maior é a concentração, a direção do vento e a sua velocidade proporcionam a sua dispersão. No mês de fevereiro de 2020 (antes do 1º confinamento), podemos ver a semana em análise sob uma temperatura pouco usual para a época, o vento ao longo desta semana teve sempre direções favoráveis na Avenida (S e N), no que estes dois fatores ajudaram na limpeza e dispersão da poluição, já no 2º confinamento - mês de fevereiro de 2021 - podemos ver que os valores do PM10 são superiores ao primeiro momento fora de confinamento, já que nesta semana a grande instabilidade atmosférica terá provocado o levantamento das partículas, algo que pode explicar os maiores valores relativamente às outras semanas de análise. No mês de abril de 2020 (1º confinamento) podemos observar que na semana de 2020 comparativamente à semana do mês de abril de 2021, os valores são menores sentindo-se o efeito do confinamento que fez com que os valores da poluição descessem.

Verifica-se também que em ambos os extremos de cada semana (máximos valores de poluição e mínimos) que as características meteorológicas foram idênticas, marcadas por uma precipitação praticamente nula e mesmo os valores de temperatura, sendo que os valores máximos são superiores na de abril de 2021. No mês de julho em comparação com o mês de fevereiro em que ambos estavam fora de um confinamento, podemos verificar que tiveram praticamente os mesmos valores de particulados. No mês de fevereiro com as temperaturas máximas até elevadas e no mês julho com as temperaturas muitos elevadas, o que provavelmente fez com que existisse estes valores baixos não só pelas temperaturas, mas no essencial dos ventos arrastarem a poluição para níveis mais altos da atmosfera. O PM10, teve outro ponto de recolha, o Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, neste local como referido anteriormente as características físicas são diferentes daquilo que encontramos na Avenida Fernão de Magalhães. No mês de fevereiro de 2020 (período anterior a qualquer confinamento) comparativamente ao mês de fevereiro de 2021 (2ºconfinamento), podemos verificar que, e à semelhança do observado na outra estação de registo, os valores são estranhamente superiores no período de confinamento, mas como referido anteriormente neste confinamento as pessoas já podiam circular na rua. No que diz respeito à parte meteorológica podemos ver que existem diferenças que também são capazes de explicar o porque destes valores, olhando para a precipitação podemos ver que na semana de fevereiro de 2020 foi nula, mas na semana de fevereiro de 2021 a semana nos dias com mais e menos poluição choveu da qual então devia ter havido a remoção muito maior da poluição. Em abril de 2020 (1ºconfinamento) comparativamente a abril de 2020 (depois do 2ºconfinamento), podemos ver que houve uma redução dos valores da poluição de um momento de confinamento para um momento de vida normal. Segundo o IPMA, o mês de abril de 2020 foi quente e muito chuvoso e o abril de 2021 foi um mês muito quente e de precipitação normal. Verificando então chuva na semana de abril de 2020 que permitiu uma dispersão dos particulados, já na semana de 2021 a chuva foi praticamente nula. No mês de julho de 2020 momento depois do 1ºconfinamento, podemos verificar que em relação ao mês de fevereiro de 2020 em que Portugal também não estava em confinamento, podemos verificar que no mês de julho de 2020 existem três dias com valores bastante superiores ao mês de fevereiro, e os restantes dias dentro da mesma linha do mês de fevereiro. Podemos ver que ambos os meses foram quentes e secos, o que faz com que a poluição não se disperse, não havendo precipitação para uma dispersão, mas

na semana de fevereiro observou alguma precipitação o que pode levar a esta diferença nos valores, o vento também pode ter tido um fator preponderante nesta circunstância. Os dados da poluição da Avenida Fernão de Magalhães comparativamente ao Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra apresentam-se praticamente como iguais e seguiram sempre a mesma linha, encontrando-se todos num patamar de boa qualidade do ar. Também de salientar os valores que encontramos no mês de fevereiro de 2021 que são os mais altos em ambos os locais.

No que diz respeito ao CO, no mês de fevereiro de 2020 comparativamente ao mês de fevereiro de 2021, com as mesmas condições atmosféricas que encontramos em análise no PM10, que os valores em 2021 se encontram todos abaixo de 600 ug.m-3, o que em fevereiro de 2020 não aconteceu em dois dias. Nos restantes dias os valores encontram-se praticamente na mesma linha. Para além deste pormenor, o fator meteorológico também tem o seu valor na semana do mês de fevereiro de 2020, pois encontramos a mesma linha de temperaturas em relação ao mês de fevereiro de 2021; já a grande diferença está na velocidade do vento que é muito superior na semana de fevereiro de 2021 em relação a fevereiro de 2020, podendo este ser também um fator de dispersão da poluição. No mês de abril de 2020 comparativamente a abril de 2021, podemos verificar que os valores são idênticos, com a exceção de dois dias na semana de abril de 2020 com valores mais elevados e também de um dia na semana de abril de 2021 com um valor também elevado. Em relação a meteorologia, podemos ver que abril de 2020 foi classificado como quente e muito chuvoso e o mês de abril de 2021 como muito quente e uma precipitação normal. No mês de julho de 2020 comparativamente com fevereiro de 2020, meses fora de um confinamento, podemos verificar que na sua generalidade os valores da poluição se encontram mais baixos, encontrando-se os meses em tipos de estado do tempo idênticos-tempo quente e seco.

Em relação ao NO, no mês de fevereiro de 2020 (antes do 1ºconfinamento) relativamente ao mês de fevereiro de 2021 (2ºconfinamento), podemos ver que na generalidade dos valores houve um decréscimo dos dados da poluição, à exceção de um dia no mês de fevereiro de 2021 que teve o valor mais alto de ambos os momentos. Em comum, os meses tiveram o facto de serem quentes, mas diferenciam-se no facto de no mês de fevereiro de 2021 ser chuvoso e em 2020 ser um mês seco. Podemos ver que a temperatura não tem muita diferença de um mês para o outro, já a velocidade do vento é superior no mês de

fevereiro de 2021 do que em fevereiro de 2020. No mês de abril de 2020 (1ºconfinamento) comparativamente a abril de 2021 (Depois do 1ºconfinamento), podemos verificar que os valores da poluição em 2021 baixaram em 3 dias da semana, houve outros 3 que se mantiveram nos mesmo valores e por fim 2 dias em que existiram os maiores valores do poluente. No mês de abril de 2020 foi um mês muito quente e chuvoso o que permitiu que existisse uma dispersão maior do poluente na atmosfera, já o mês de abril de 2021 foi quente e a precipitação foi normal para um mês de abril, o que pode ter permitido uma menor dispersão dos poluentes nesta semana. Por último o mês de julho de 2020, comparado com o mês de fevereiro de 2020, reflete valores que são muito inferiores na sua generalidade, apesar de ambos estarem situados numa altura em que não existia qualquer tipo de restrição. O NO em julho apresenta um dia em que se observa o maior valor das duas semanas em análise. Ambos os meses foram classificados como quentes e secos, mas as temperaturas foram muito mais baixas em fevereiro do que em julho o que pode ter proporcionado uma menor dispersão deste poluente, o contrário aconteceu na semana de julho em que as temperaturas foram bastante mais elevadas.

Em relação ao NO₂, nos meses de fevereiro de 2020 e 2021, notou-se que houve uma diminuição dos valores mínimos diários do mês de fevereiro de 2021 face a 2020, já os valores máximos na maioria no mês de 2020 mantiveram-se abaixo dos 60 ug.m⁻³, enquanto que em 2021 na sua maioria mantiveram-se acima desse mesmo valor. Ambos os meses foram quentes diferenciaram-se porque o de 2021 foi chuvoso e o de 2020 foi quente e seco. Em fevereiro de 2020 as temperaturas foram mais elevadas do que em 2021, o que pode permitir que a poluição atinge valores mais elevados na atmosfera, mas apesar disto a velocidade do vento foi bastante maior em 2021 face a 2020, o que talvez também pudesse contribuir para os valores mínimo que encontramos em 2021. Em abril de 2020 encontramos valores um pouco mais baixos que em abril de 2021. Apesar de ser um período de confinamento podemos ver que os valores são um pouco superiores, mas neste caso talvez a “culpa” deste valor seja do estado do tempo que diverge de um mês para o outro. No mês de abril de 2020 foi um mês que se classificou como muito chuvoso e quente, já o mês de abril de 2021 caracterizou-se por ser um mês quente e com precipitação normal. Mas talvez o facto de as temperaturas serem mais elevadas no mês de 2021 fez com que estes valores passassem a fazer sentido, porque com maior temperatura o poluente tende a dispersar-se mais. No que diz respeito ao julho de 2020 em comparação com o mês de fevereiro de 2021, podemos ver que os

valores da semana seguem uma linha mais ou menos de continuidade que mostra pouca diferença no dados obtidos. Salientar que o mês de julho foi extremamente quente e seco tal e qual como o mês de fevereiro de 2020. Como era de esperar podemos também verificar que as temperaturas do mês de fevereiro são muito mais pequenas do que aquelas que podemos ver no mês de julho de 2020. O vento mantém dentro da mesma velocidade à exceção de dois dias em julho de 2020 em que os valores se destacam mais. Mudando agora a localização para o Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, no que diz respeito ao O₃ no mês de fevereiro de 2020 comparativamente ao mês de fevereiro de 2021, podemos verificar que os valores se mantiveram praticamente no mês linha de dados, existindo alguns dias que são superiores em fevereiro de 2021 face a 2020 o que não era expectável. No que diz respeito ao estado do tempo em fevereiro de 2020 foi extremamente quente e seco, ao contrário do mês de fevereiro de 2021 que foi quente e chuvoso. As temperaturas foram mais elevadas em fevereiro de 2020 o que pode justificar estes valores um pouco mais altos face a 2021, já a velocidade foi mais superior em dois dias em 2021(19 e 20 de fevereiro de 2021), nos restantes dias foi praticamente igual. No caso do mês de abril de 2020 comparativamente ao mês de abril de 2021, os valores também não demonstram nenhum efeito significativo do confinamento nos resultados obtidos pela estação. Ambos os meses foram quentes, o mês de abril de 2020 foi chuvoso e o mês de abril de 2021 teve uma precipitação normal. No que diz respeito as temperaturas, elas foram mais elevadas em abril de 2021 o que pode definir aquelas pequenas diferenças que encontramos nos resultados entre abril de 2020 e abril de 2021. Por último o julho de 2020 em comparação com o fevereiro de 2020, podemos verificar um forte aumento no que diz respeito à poluição por O₃, existindo alguma discrepância entre um máximo e o mínimo. Ambos os meses foram extramente quentes e secos, sendo que o mês de julho foi muito mais quente do que o fevereiro.

Em suma, verificamos que em alguns casos o efeito do confinamento esteve presente na redução da poluição, mas também podemos verificar que em fevereiro de 2021 em pleno confinamento os valores em praticamente todos os poluentes foram mais elevados, neste confinamento as pessoas já podiam circular na rua o que pode demonstrar o porque destes valores. As questões climáticas também tiveram influência na dispersão do poluente em alguns casos, noutros as condições climáticas apresentaram o contrário não

fazendo com os poluentes se dispersem.

.

Capítulo VI – Conclusão

Numa cidade média como Coimbra e com as características próprias da fraca industrialização e onde os valores de poluição desde há muito se apresentam como não muito preocupantes, esta dissertação teve como objetivo perceber de que forma a pandemia teve um efeito redutor ou amplificador na poluição urbana. Foi um momento de aprendizagem, mas também de aplicação de métodos de investigação que fui apreendendo ao longo dos anos do 1º e 2º ciclos em geografia.

Procurou-se perceber quais os riscos com que cada poluente analisado afeta a vida de todos nós e também tendo em atenção a dose com que se esta e contacto e por quanto tempo; tudo isto conta para se perceber de que forma hoje a vida das pessoas é afetada por este poluente.

A pouco e pouco foi se chegando ao fulcro do trabalho, começando por tentar perceber como se observou a redução dos níveis de poluição ao longo do mundo, apresentado imagens impactantes, por exemplo na China ou mesmo na Europa, locais onde se pode arriscar a dizer que a pandemia tem uma vertente que se pode considerar como “positivo” e fez com que o ar que se respirava de confinamento para confinamento se tornasse melhor, devido a paragem de automóveis (por vezes total), e de parte da indústria. Claro que Portugal não fugiu à regra e também podemos visualizar os efeitos da pandemia em que vemos as diferenças do dia 10 de março para o dia 28 de março, onde verificamos uma significativa redução da poluição atmosférica.

Posto este assimilar de informação, entramos no núcleo do trabalho, onde analisamos os dados recolhidos em vários espaços temporais. E então podemos ver que em alguns casos houve uma redução da poluição em Coimbra, mas também podemos verificar que em tempos normais a cidade de Coimbra tem os seus valores de poluição dentro dos limites estipulados como aceitáveis.

Em suma, podemos dizer que em Coimbra a poluição não é tao elevada como noutros locais, porque olhando para os resultados obtidos em vários momentos podemos verificar que todos os valores se enquadravam num patamar de qualidade do ar boa, ao começar a analisar-se os dados foi se percebendo que aquilo que era espectável para os resultados,

como até se tem visto noutras cidades as grandes quebras na poluição, em Coimbra não foi isso que se notou, em alguns momentos viu-se uma quebra nos valores, mas nada de especial. De frisar que no mês de fevereiro de 2021, ainda foi mais divergente do que aquilo que era de esperar, onde apesar de ser um confinamento em que se podia circular, não era de esperar que os valores fossem superiores a um momento normal, “anomalia” que teve a ver com questões associadas aos diferentes elementos climáticos. Daí, podermos dizer que a pandemia não teve um papel assim tão relevante na poluição em Coimbra e termos também a garantia de que a cidade de Coimbra tem uma boa qualidade do ar. Aliás, segundo os dados de poluição recolhidos e analisados é uma questão pouco problemática. Comparativamente a outras cidades portuguesas, como podemos verificar anteriormente nas imagens apresentadas, podemos ver que os valores da poluição antes da pandemia (Porto e Lisboa) eram bastante mais elevados do que na cidade de Coimbra. Verificando nas imagens duas grandes manchas de poluição no dia 10 de março, e no dia 28 de março essas manchas desaparecem praticamente. Ainda se pode afirmar que a zona do Porto e de Lisboa segundo as imagens são as zonas onde se encontra mais poluição ao longo de Portugal.

No caso de Coimbra com a análise dos resultados podemos verificar que antes da pandemia os valores da poluição não eram tão elevados em comparação como outras cidades. Com a pandemia podemos verificar uma redução dos valores da poluição em momento de confinamento, mas no mês de fevereiro de 2021 podemos verificar que em alguns poluentes os valores eram mais elevados do que se estava à espera, podendo esta diferença de valores estar ligada às condições meteorológicas encontradas nessas semanas que fizeram com que os poluentes não tivessem sucesso na sua dispersão.

Por fim, podemos então afirmar que em relação à poluição encontrada em outras cidades tanto em Portugal como a nível Europeu, Coimbra apesar ter tido um decréscimo da poluição não se compara ao que encontramos nas outras cidades, isto porque fora da pandemia os níveis de poluição eram bastante superiores ao que a cidade de Coimbra apresenta.

Referências

Andrade, T. De. (2000). *Inovação Tecnológica e Meio Ambiente: Construção De Novos Enfoques*. 90–105.

Brook, R. D., Franklin, B., Cascio, W., Hong, Y., Howard, G., Lipsett, M., ... Tager, I. (2004). Air pollution and cardiovascular disease: A statement for healthcare professionals from the expert panel on population and prevention science of the American Heart Association. *Circulation*, *109*(21), 2655–2671. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000128587.30041.C8>

Centre, A. (2020). *N02 Emissions in Portugal During*. (2), 19–21.

COVID-19 e meio ambiente da Europa: impactos de uma pandemia global — Agência Europeia do Meio Ambiente. (sem data). Obtido 11 de Outubro de 2021, de <https://www.eea.europa.eu/publications/covid-19-and-europe-s>

Cunha, L., & Dimuccio, L. A. (2002). *Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra*. (May 2014), 1–22. <https://doi.org/10.14195/1647-7723>

Cunha, L., & Dimuccio, L. A. (2018). *Paisagens e Riscos Naturais no Município De Coimbra. Análise Preliminar*. (December), 1–33.

D'amato, G., Liccardi, G., D'amato, M., & Cazzola, M. (2001). The role of outdoor air pollution and climatic changes on the rising trends in respiratory allergy. *Respiratory Medicine*, *95*(7), 606–611. <https://doi.org/10.1053/rmed.2001.1112>

De Paula Santos, U., Ferreira Braga, A. L., Artigas Giorgi, D. M., Amador Pereira, L. A., Grupi, C. J., Lin, C. A., ... Terra Filho, M. (2005). Effects of air pollution on blood pressure and heart rate variability: A panel study of vehicular traffic controllers in the city of São Paulo, Brazil. *European Heart Journal*, *26*(2), 193–200. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi035>

Dias, D. D. (2014). *Modelação de poluentes atmosféricos em área urbana do concelho de Coimbra*.

Drumm, F. C., Gerhardt, A. E., D'ávila Fernandes, G., Chagas, P., Sucolotti, M. S., & Daniel Da Cunha Kemerich, P. (2014). *Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores*. 66–78. <https://doi.org/10.5902/2236117010537>

Duarte, R. L., Silva, C. P., & Rocha, C. H. B. (2021). *Os efeitos do isolamento social e da pandemia de COVID-19 na qualidade do ar ao redor do mundo*. 747–761.

ESA - Air pollution returning to pre-COVID levels. (2021). Obtido 8 de Setembro de 2021, de https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Air_pollution_returning_to_pre-COVID_levels

Fernandes, A. R. (2017). *Análise da qualidade do ar e preocupações com a saúde*. 5–6.

Ferreira, D. de B. (2005). O Ambiente Climático. Geografia de Portugal, vol.1 Ambiente Físico. Em *dir. Carlos Alberto Medeiros, coord. António de Brum Ferreira, Círculo de Leitores, Lisboa*.

Ferreira, J. C. (2007). *Relação Qualidade do Ar e Exposição Humana a Poluentes Atmosféricos*. 1–193.

Ganho, N. (1998). O Clima Urbano de Coimbra: estudo de climatologia local aplicada ao ordenamento urbano. *Dissertação de Doutoramento. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Instituto de Estudos Geográficos, Coimbra*.

Ganzala, G. G. (2018). *A Industrialização, Imapctos Ambientais e a Necessidades de Desenvolvimento de Políticas Ambientais Sustentáveis no Século XXI Gabryelly*. 1–13.

Godish, T. (2003a). Air quality. Fourth ed. Boca Raton. *Florida: Lewis*

Books. Godish, T. (2003b). Air quality. *Fourth ed. Boca Raton, Florida:*

Lewis Books;

Gois, G. C. S. de L., Farias, M. S. S. de, & Araujo, A. de F. (2008). O Processo de Industrialização e seus Impactos no Meio Ambiente Urbano. *QUALIT@S Revista Eletrônica*.ISSN, 1–11.

Granahan, G., & Murray, F. (2003). Air pollution and health in rapidly developing countries - the context. *Earthscan Publications Ltd.*

Hänel, G., Weidert, D., & Busen, R. (1990). Absorption of solar radiation in an urban atmosphere. *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, 24(2), 283–292. [https://doi.org/10.1016/0957-1272\(90\)90034-R](https://doi.org/10.1016/0957-1272(90)90034-R)

História das Cidades Portuguesas. (2018, Novembro 10). Obtido 9 de Setembro de 2021, de <https://arquitecturaportuguesa.com/historia-das-cidades-portuguesas/>

IPMA. (2020a). *Boletim Climatológico Mensal – Abril 2020.*

IPMA. (2020b). *Boletim Climatológico Mensal – Julho 2020.*

IPMA. (2021a). *Boletim Climatológico Mensal – Abril 2021.* <https://doi.org/10.38116/rm25>

IPMA. (2021b). *Boletim Climatológico Mensal – Fevereiro 2021.* <https://doi.org/10.38116/bapi25>

KEN Sexton, & P.Barry Ryan. (1988). *Assessment of Human Exposure to Air Pollution: Methods, Measurements, and Models. Air Pollution, the Automobile, and Public Health.* (A. Y. Watson, R. R. Bates, & D. Kennedy, Eds.). National Academies Press (US).

Kerschgens, M. J., & Kraus, H. (1990). On the energetics of the urban canopy layer. *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, 24(2), 321–328. [https://doi.org/10.1016/0957-1272\(90\)90038-V](https://doi.org/10.1016/0957-1272(90)90038-V)

Kubat, J., Happach, B., Otto, J., Kinga Wisniewska-Danek, Katarzyna Radecka-Moroz, Janusz Wojciechowski, F. S., Anna Zalega, Vivi Niemenmaa, C. F., Coelho, J., & Pirelli.,

L. (2018). *Poluição atmosférica: a nossa saúde ainda não está suficientemente protegida.* 1–93.

Leal, C. (2008). *Os espaços verdes na cidade de Coimbra Uma abordagem topo e microclimática.* 1–153. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25854.33600>

Stabile, L., De Luca, G., Pacitto, A., Morawska, L., Avino, P., Buonanno, G., 2020. Ultrafine particle emission from floor cleaning products. *Indoor Air* 31, 63–73.

Maia, A. S. da C. (2014). *Avaliação Da Exposição a Poluentes Atmosféricos Na Cidade De Aveiro*. 1–68.

Mamede, R. P., Pereira, M., & Simões, A. (2020). Portugal: Uma análise rápida do impacto da COVID-19 na economia e no mercado de trabalho. *Organização Internacional do Trabalho*, 1–26.

Marques, D., Ganho, N., & Rochette Cordeiro, A. M. (2009). *O contributo de estudos climáticos à escala local para o ordenamento O exemplo de Coimbra (Portugal)*. 3394– 3415.

McGranahan E Murray F (2003): Air Pollution and Health in rapidly developing countries.

Mounier, J. (1979). *Les Climats Océaniques des Régions Atlantiques de l'Espagne et du Portugal*. Paris, *Librairie H. Champion*, 1221.

Oke, T. R., Columbia, B., Climates, B. L., Climate, U., Service, M., Medal, P., ... Network, C. C. (2017). *Urban Climates*. 1–519.

ONU. (2019, Fevereiro 19). ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050 | ONU News. Obtido 9 de Setembro de 2021, de <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701> Pinto, D; Gaspar, P.; Ganho, Nuno; Cordeiro, António M. Rochette. (2009). "Agentes meteorológicos e qualidade do ar na cidade de Coimbra (Portugal)". In *Actas do 15º Congresso da Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional (APDR)*, Cidade da Praia, Cabo Verde.

Qualidade do Ar. No estado de São Paulo. (2020). *CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo*, 1–145.

Society., A. T. (2000). What constitutes an adverse health effect of air pollution? Official statement of the American Thoracic Society. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 161(2 Pt 1), 665–673. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.161.2.ats4-00>

Tavares, M. A. (2013). *A Área Industrial Loreto-Pedrulha: o caso da fábrica da cerveja de Coimbra – Perspetiva histórico-geográfica. Uma proposta de exploração pedagógica Faculdade de Letras A área industrial Loreto-Pedrulha: o caso da fábrica da cerveja de Coimbra – Perspetiv.* (3), 1–121.

Traversi, D., Degan, R., De Marco, R., Gilli, G., Pignata, C., Villani, S., & Bono, R. (2009). Mutagenic properties of PM2.5 urban pollution in the Northern Italy: The nitro- compounds contribution. *Environment International*, 35(6), 905–910. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.03.010>

WHO. (2002). The world health report 2002. *Reducing risks, promoting healthy life: WHO Geneva, Switzerland.*

World Health Organization. (2021, Outubro 19). WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Obtido 19 de Outubro de 2021, de <https://covid19.who.int/?fbclid=IwAR3rokfsg2SaxF3qkEEEcNxsVONDK2NvllQ24-2w35UGc9MAzeNErC3liM>

Zero, M.-R. à poluição. (2009). *Fontes de Poluição do Ar.*