

Qualidade do Ar na Cidade de Madrid – Quais as Possíveis Mudanças?

Alexandre Santos Serra¹

Ireneu de Oliveira Mendes²

Resumo: Atualmente, a poluição atmosférica constitui um dos maiores problemas ambientais a nível mundial, muito devido às suas implicações na deterioração da saúde humana, especialmente em áreas urbanas. Nesta investigação iremos debruçar-nos sobre o caso de estudo da cidade de Madrid, dado que, a capital espanhola é considerada como uma das capitais europeias com piores valores no que à qualidade do ar respeita. Desta forma, realizámos uma recolha bibliográfica que, através de uma extensa revisão de literatura, nos permitirá tirar algumas conclusões e elencar quais as principais razões para que a capital espanhola tenha estes valores, salientando sobretudo a importância dos transportes públicos. Iremos, também, apresentar exemplos de medidas que têm sido implementadas, com vista a proporcionar uma melhoria na qualidade de vida dos cidadãos madrilenos. Por fim, apresentaremos um conjunto de conclusões e de oportunidades de investigação futuras.

Palavras-chave: qualidade do ar; Madrid; sustentabilidade; transportes públicos.

Air Quality in the City of Madrid – What are the Possible Changes?

Abstract: Atmospheric pollution is currently one of the world's biggest environmental problems, largely due to its implications for the deterioration of human health, especially in urban areas. This research will focus on the case study of the city of Madrid, as the Spanish capital is considered to be one of the European capitals with the worst air quality records. We have therefore carried out a bibliographical collection which, through an extensive literature review, will allow us to draw some conclusions and list the main reasons why the Spanish capital has these values, emphasising above all the importance of public transport. We will also present examples of measures that have been implemented to improve the quality of life of Madrid's citizens. Finally, we will present a set of conclusions and opportunities for future research.

Keywords: air quality; Madrid; sustainability; public transportation.

¹ Assistente Convidado na Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra; Bolseiro de Doutoramento para a Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT); Doutorando em Administração Pública no ISCSP-UL. Portugal. E-mail: alexandre.serra@fd.uc.pt. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8935-095X>.

² Assistente Convidado na Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra; Professor Auxiliar Convidado no ISCSP, Universidade de Lisboa. Portugal. E-mail: ireneu.mendes@fd.uc.pt. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7130-1650>.

1 Introdução

As grandes concentrações de população nas áreas urbanas provocam mudanças substanciais no meio ambiente que, na maioria das vezes, incidem negativamente no bem-estar e na saúde dos seus habitantes. Estes mostram-se especialmente sensíveis com a deterioração da qualidade do ar, sobretudo nos países mais desenvolvidos e em que se exigem medidas mais concretas para solucionar estes problemas (Arroyo; Fernández-Garcia, 1992; Fernández-García, 2001).

Atualmente, a concentração urbana é a principal tendência das sociedades. A quantidade de pessoas que vivem em áreas urbanas tem vindo a crescer ano após ano, de forma cada vez mais rápida e global (Lebrusán; Toutouh, 2021). A contaminação do ar, os congestionamentos constantes do tráfego rodoviário e a falta de espaços propícios para a prática de atividade física têm vindo a contribuir para o aumento da taxa de mortalidade por acidentes vasculares cerebrais (AVC), doenças cardíacas, cancro e doenças respiratórias (Oliveira; Mendes; Serra, 2023).

Uma das principais fontes de poluição das áreas urbanas é, sem dúvida alguma, o tráfego rodoviário (Steele, 2001; Correia et al., 2024). Este é o efeito indesejado de uma conceituação urbana que prioriza o uso de veículos motorizados, com diferentes impactos negativos sobre a segurança e reduzindo a qualidade de vida dos cidadãos. Reduzi-lo seria uma estratégia para melhorar a qualidade de vida urbana, bem como a saúde dos seus habitantes.

Na verdade, são vários os estudos que demonstraram que a transfiguração de uma cidade com foco nos automóveis para uma cidade cujo foco é o pedestre tem um impacto positivo na saúde nos cidadãos (Ward, 2010; Sobkova; Certick, 2017). Desta forma, são já muitos os exemplos de cidades que adotaram mudanças para o acesso “não amigável” aos automóveis (Sobkova; Certick, 2017; Parajuli; Pojani, 2018).

A alta exposição aos poluentes atmosféricos gera, anualmente, 4 milhões de mortes prematuras em todo o mundo (Organização Mundial da Saúde, 2021). Na União Europeia, as estimativas da Agência Europeia do Ambiente revelam mais de 400.000 casos de mortes prematuras anuais associadas à má qualidade do ar (Agência Europeia Do Meio Ambiente, 2020). Algo que também importa frisar e que representa um perigo elevado, é o facto da falta de ar limpo gerar ainda outra problemática, já que os efeitos são mais perigosos para as crianças, podendo mesmo danificar o sistema respiratório permanentemente (Siddique; Banerjee; Ray; Lahiri, 2011; Mehta; Shin; Burnett; North; Cohen, 2013), bem como, causar limitações ao nível da sua inteligência e atrasos no desenvolvimento psicomotor (Rivas et al., 2019).

Mais, assim como acima referimos, a exposição a altas concentrações desses poluentes do ar constitui um risco significativo e emergente para a saúde, aumentando a taxa de mortalidade por muitas doenças cardiovasculares e respiratórias (Brunekreef; Holgate, 2002). Estes números têm-se vindo a agravar de tal forma que, recentemente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) informou que, perto de toda a população mundial (99%), respira ar que ultrapassa os limites de concentração de poluentes

considerado aceitável pela evidência científica . Desta forma, as agências internacionais, como a OMS, a União Europeia, entre outras, têm-se vindo a envolver, cada vez mais, na redução da poluição do ar (Lebrusán; Toutouh, 2021).

Uma perspetiva que também importa mencionar, diz respeito à ideia, desenvolvida por Carlos Moreno, urbanista franco-colombiano, que embora já não seja recente, somente agora começou a ser incluída na agenda política num determinado número de cidades. Provavelmente, porque só agora chegou a um ponto de maturidade na discussão política. Este modelo destaca-se como um grande passo para atingir o objetivo final: uma cidade sustentável. Assim, baseia-se num conjunto de medidas cujo intuito é o de reduzir as emissões de CO₂, com questões associadas aos congestionamentos do tráfego, com a reconquista do espaço público por parte dos peões e, também, com a promoção de estilos de vida mais saudáveis (Daudén; Pinedo, 2022).

Focando agora o nosso estudo no caso de Madrid, observamos que, diversos estudos, têm demonstrado a relação entre os altos níveis de contaminação e o aumento do número de internamentos hospitalares, tanto na população adulta como na infantil, por causas respiratórias e circulatórias, entre outras (Galán Labaca; Aría Sanz; Aránguez Ruiz; Gandarillas Grande, 1999; Linares; Díaz; Tobías; De Miguel; Otero, 2006; Linares; Díaz, 2010). De facto, na ótica de LINARES et al., (2018) e de ORTIZ et al., (2017), na Comunidade de Madrid, apenas para os dados de NO₂ e material particulado, estimam-se, aproximadamente, cerca de 7.000 e 5.000 mortes prematuras, respectivamente, para os períodos dos anos 2000 e 2009 (Pastor, 2022).

Assim, esta investigação terá por base uma recolha bibliográfica relativa aos dados de poluição da cidade de Madrid, de forma a analisar e a compreender qual o impacto que os poluentes atmosféricos têm na saúde da população, bem como a listar um conjunto de possíveis soluções, maioritariamente focadas nos transportes públicos, com vista a reduzir ou pelo menos melhorar a qualidade de vida e a saúde dos cidadãos madrilenos.

2 Transportes como fonte de poluição

As emissões atmosféricas provenientes dos meios de transportes rodoviários, aéreos, ferroviários e aquáticos têm sido bastante responsáveis pela destruição da camada de ozônio e, conseqüentemente, por muitas das mudanças climáticas. Mais recentemente, as exaustivas emissões de gases originárias do tráfego rodoviário têm sido motivo de muita preocupação com os efeitos da qualidade do ar urbano na saúde humana e na produção de ozônio (Colville; Hutchinson; Mindell; Warren, 2001). Na verdade, o tráfego rodoviário é uma das principais fontes de poluentes atmosféricos, embora algumas características topográficas e condições meteorológicas possam fazer com que os níveis de poluição aumentem ou diminuam drasticamente (Laña; Del Ser; Padró; Vélez, M; Casanova-Mateo, 2016).

Para além disso, estas medidas para reduzir o tráfego podem, por vezes, enfrentar uma forte resistência por parte dos agentes económicos e políticos locais. Um ótimo exemplo disso é o caso da cidade de Madrid, aquando da criação da Madrid Central (MC), uma zona de baixas emissões (ZBE), criada na maior cidade de Espanha, que zelava pela redução da pegada carbônica, provocada pelos elevados congestionamentos rodoviários, e que sofreu uma reversão após ser questionado relativamente aos seus resultados. Assim, o MC consistia em limitar o acesso ao centro dos veículos mais poluentes, e esteve em atividade somente por alguns meses. Após as eleições para a Câmara Municipal, o novo executivo autárquico, decidiu reverter o MC, acusando esta medida de falta de eficácia na redução dos poluentes. Para além disso, acusou esta medida de causar um “efeito de fronteira”, na medida em que a responsabilizaram por uma transferência emissões de uma área para outras mais próximas, expulsando veículos não autorizados do centro de Madrid para aquelas zonas.

Contudo, diversos trabalhos demonstraram que o MC foi a causa da redução dos poluentes atmosféricos nas zonas onde foi aplicada (Lebrusán; Toutouh, 2021). No entanto, surgem novas questões daqueles que não foram levados em consideração: (i) se redução é suficiente para melhorar a saúde da população e (ii) qual o impacto dessa redução nas áreas adjuntas (Lebrusán; Toutouh, 2021). Esses limites foram estabelecidos com base em estudos experimentais realizados por diferentes grupos científicos ou organizações especializadas, como a Organização Mundial da Saúde (OMS), sendo os valores os que constam no quadro 1, abaixo representado (García, 2005). Os índices de qualidade do ar são construídos a partir desses valores e permitem definir cinco categorias de qualidade ambiental, de acordo com os seguintes critérios (García, 2005).

Quadro 1: Categorias e respetivos critérios de Índice de Qualidade do Ar

Categorias	Crítérios
Muito bom	Valor medido é menor que o LAI;
Bom	Valor medido está entre o limiar de avaliação inferior (LAI) e o limiar de avaliação superior (LAS);
Aceitável	Valor medido está entre o limite superior de avaliação (LAS) e o valor limite (VL);
Mau	Valor medido excede o valor limite em até 50%;
Péssimo	Quando a contaminação ultrapassa o valor limite em mais de 50%.

Fonte: autoria própria com base em García (2005).

Os efeitos nocivos da poluição do ar dependem tanto dos níveis de emissão registrados num local quanto do tempo da sua exposição. Algo que também importa referir é o custo que estes congestionamentos no tráfego acarretam para as sociedades europeias que se estima ser, hoje em dia, de, aproximadamente, 270 mil milhões de euros/ano (European Court of Auditors, 2020).

3 O Caso específico da cidade de Madrid

Madrid é a capital da Espanha, com aproximadamente, 3 milhões de habitantes e uma área urbana densamente povoada (5225 hab/km²) situada a uma altitude de 667 metros acima do nível do mar. Madrid é classificado como centro de transporte central de toda a Espanha. Esta particularidade conciliada com os 4,2 milhões de veículos registrados na região, gera um elevado tráfego de apoio à metrópole que leva a graves problemas de congestionamento através da sua rede rodoviária. Como consequência, o tráfego rodoviário é amplamente reconhecido como a principal fonte de poluentes atmosféricos em Madrid. Em termos quantitativos, as emissões de óxidos de azoto (NO_x) e de monóxido de carbono (CO) estão relacionadas ao tráfego de mais de 80% na cidade (Monzón; Guerrero, 2004; Oliveira; Mendes; Serra, 2023).

Embora o número de veículos tenha aumentado significativamente nas últimas duas décadas, os níveis de NO, NO₂, CO e PM₁₀ têm apresentado uma tendência decrescente em Madrid (Salvador; Begoña, 2012) como resultado das políticas de redução da poluição promovidas pelo Parlamento Europeu. A implementação destas leis reguladoras e de outros conjuntos de políticas subsequentes não envolvem somente as administrações – que são forçadas a materializar o controlo e a gestão sobre o tráfego e indústrias poluentes –, mas, também, fabricantes de veículos, com regulamentações mais severas para as emissões de gases poluentes. Outro fator relevante para esta tendência decrescente é a recessão económica, que, na Espanha, teve início em 2008 e que, conseqüentemente, levou a uma redução dos níveis de consumo de combustível (Salvador; Begoña, 2012). Todavia, apesar desta redução de NO_x, tem-se observado, nas últimas décadas, uma tendência crescente na concentração troposférica de ozônio (O₃) (Valverde; Pay; Baldasano, 2016).

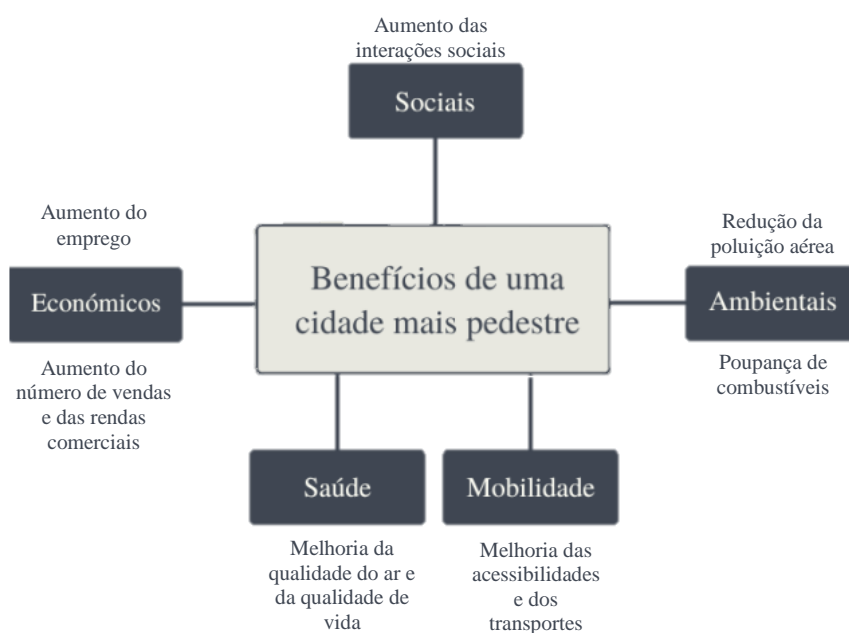
3.1 Madrid Central

A Madrid Central (MC) é uma zona de baixas emissões (doravante, ZBE) que visa priorizar o transporte público, a utilização de veículos elétricos e híbridos, bem como uma aposta mais assídua na utilização de bicicletas e de melhores acessibilidades pedonais. Os residentes podem conduzir e estacionar sem restrições no centro da cidade, mas os não residentes só podem entrar na área se, e só se, o seu veículo for elétrico ou tiver certificado de não poluente. Caso contrário, podem ser multados em 90 euros (Salas; Perez-Villadoniga; Prieto-Rodriguez; Russo, 2021). A decisão de estabelecer esta ZBE no centro de Madrid foi motivada pela má qualidade do ar na área. Desde a década de 80, nenhum valor abaixo do limite anual de 40 µg/m³ foi relatado para a Plaza del Carmen (única estação de monitorização de poluentes ambientais na zona central de Madrid). Estes elevados níveis de emissões de NO₂ em Madrid foram uma das razões pelas quais Espanha foi um dos países candidatos a ser penalizado pela União Europeia (Salas; Perez-Villadoniga; Prieto-Rodriguez; Russo, 2021).

Os apoiantes/defensores desta política (Madrid Central) argumentam que, desde o início do programa, o congestionamento do tráfego foi reduzido, os níveis de poluição dentro do centro da cidade diminuíram e o recurso aos transportes públicos aumentou. Contudo, os opositores argumentam que a MC alterou o congestionamento do tráfego e a poluição para as áreas periféricas da cidade, tendo trazido efeitos econômicos negativos, já que, muitos negócios no centro da cidade foram afetados. Contudo, a maioria destes “argumentos” pode ser rotulada como somente como “opiniões pessoais”, uma vez que até à data, não têm por base nenhuma análise científica (Salas; Perez-Villadoniga; Prieto-Rodriguez; Russo, 2021).

Nos últimos anos, muitas cidades a nível mundial começaram a adotar um acesso não amigável ao carro, através da implementação de diversos planos e medidas (SONI; SONI, 2016; PARAJULI; POJANI, 2018). No entanto, estas transformações que se idealizam ao nível da configuração espacial das cidades exigem um investimento financeiro que nem todos os municípios podem pagar. Atualmente, são já vários os estudos que avaliam o impacto da implementação de medidas mais voltadas para os pedestres. Desses estudos é de destacar que este tipo de medidas não têm apenas impacto na saúde ambiental, mas também, no desenvolvimento do turismo, na criação de empregos, na melhoria da segurança, e, ainda, numa perspetiva mais estética das áreas urbanas. A Figura 1 mostra os principais benefícios da pedestrização das áreas urbanas (Lebrusán; Toutouh, 2021).

Figura 1: Benefícios de uma cidade mais pedestre



Fonte: autoria própria com base em Nesmachnow; Hernández Callejo (2020)

A Comissão Europeia adotou em 2013 um Pacote de Políticas de Ar Limpo baseado sobre a Diretiva 2008/50/CE e 2004/107/CE. Aponta para o pleno cumprimento dos padrões de qualidade do ar estabelecidos e estabelece diferentes objetivos para o período compreendido entre 2020 e 2030. Esta política de qualidade do ar da UE assenta em três pilares: 1.º padrões de qualidade do ar; 2.º metas nacionais de redução de emissões estabelecidas na Diretiva Teto de Emissões; e 3.º, padrões de emissões

para as principais fontes de poluição, como é o caso dos veículos (Lebrusán; Toutouh, 2021).

4 Recolha e Análise dos Dados

Com vista a dar uma base sustentada a esta investigação, procedemos à recolha de alguns dados relativos à qualidade do ar nas diversas estações de medição de qualidade do ar que se encontram espalhadas pela cidade em estudo – cidade de Madrid. Assim, a base fundamental para a realização de uma análise aprofundada e mais cuidada da poluição atmosférica é a existência de uma rede de medidores destes poluentes. Na capital espanhola existem duas redes distintas de medidores: a primeira, sob a alçada da Câmara Municipal de Madrid; e a outra pertencente ao Ministério do Ambiente do Governo. A rede municipal é composta por 27 estações localizadas nos limites municipais da cidade; já o ramo da comunidade inclui 17 estações localizadas no resto da área de Madrid. Este afigura-se como um dos mais completos e modernos da Europa.

Na figura 2 conseguimos, de forma mais detalhada, perceber de entre as várias faixas etárias da população aquelas que acabam por ser mais prejudicadas pelos elevados níveis de concentração de gases poluentes (NO₂; O₃; PM₁₀ e PM_{2,5}).

Figura 2: População com elevada vulnerabilidade em zonas de censos onde coincidem elevados níveis de concentração de gases poluentes

	N.º de Zonas de Censos	Pop. Total		Pop. Infantil		Pop. Idosa		Pop. Estrangeira		
		N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%	
NO ₂	2021	251	383.022	12	55.396	13	46.940	9	94.174	18
	2020	286	418.186	13	56.280	13	56.824	11	108.097	21
	2019	269	381.039	12	56.393	13	54.421	11	82.665	18
	2018	166	232.959	7	32.882	8	33.739	7	49.577	12
	2017	289	393.753	12	59.655	14	58.398	12	74.026	19
O ₃	2021	116	202.324	6	42.828	10	17.156	3	32.232	6
	2020	222	295.831	9	33.095	8	39.647	8	68.771	13
	2019	321	425.795	13	64.334	15	71.999	14	69.536	15
	2018	210	272.080	8	44.528	10	45.540	9	37.188	9
	2017	276	350.872	11	53.308	12	56.816	11	48.065	12
PM ₁₀	2021	328	492.490	15	77.845	18	55.417	11	99.436	19
	2020	191	257.733	8	33.857	8	38.498	7	59.381	12
	2019	441	571.127	17	82.769	19	89.182	18	102.322	22
	2018	319	381.034	12	53.035	12	64.406	13	53.384	13
	2017	774	970.399	30	139.844	32	161.123	32	150.047	38
PM _{2,5}	2021	445	677.934	21	103.861	24	79.517	16	149.277	29
	2020	272	382.018	11	51.569	12	54.801	11	96.134	19
	2019	488	678.422	21	101.132	23	101.345	20	129.636	28
	2018	448	553.315	17	75.774	17	88.994	18	90.889	21
	2017	623	807.468	25	119.584	28	126.777	25	130.293	33

Fonte: Dados retirados de PASTOR (2022).

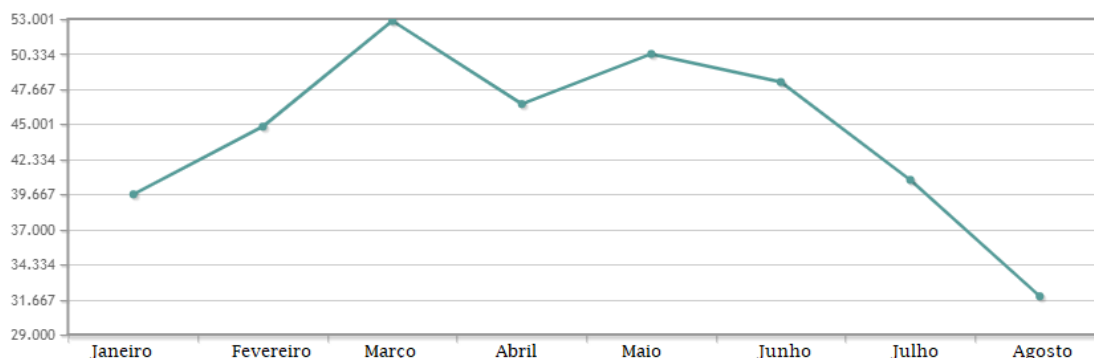
Assim, de acordo com a Figura 2 – acima representada – podemos, desde logo, retirar um conjunto de conclusões elucidativas. Em primeiro lugar, verificamos que a população infantil continua aquela que é mais amplamente afetada (quando comparada com a população idosa); observamos, ainda, que o volume da população residente em zonas com valores elevados foi semelhante ao longo destes 5 anos, com uma representação entre 7 e 13% da população total do município; já no que toca à análise por grupos populacionais vulneráveis, esta percentagem é mais elevada na população infantil (8-14%) e na população

estrangeira (12- 21%) e menor na população idosa (7-12%).

De forma a complementar esta investigação, recolhemos também alguns dados referentes à utilização de alguns meios de transporte público: o metro e o autocarro. Uma vez que estes, na ótica de Jing *et al.*, (2022), os transportes públicos estão diretamente relacionados à redução das emissões de gases poluentes. Através, da recolha e análise destes dados podemos, em primeiro lugar, proceder a uma análise comparativa entre a utilização de ambos, bem como entre a sua utilização nas duas principais cidades espanholas: Madrid e Barcelona. Estas análises permitiram-nos retirar algumas conclusões com bastante relevância para a nossa investigação.

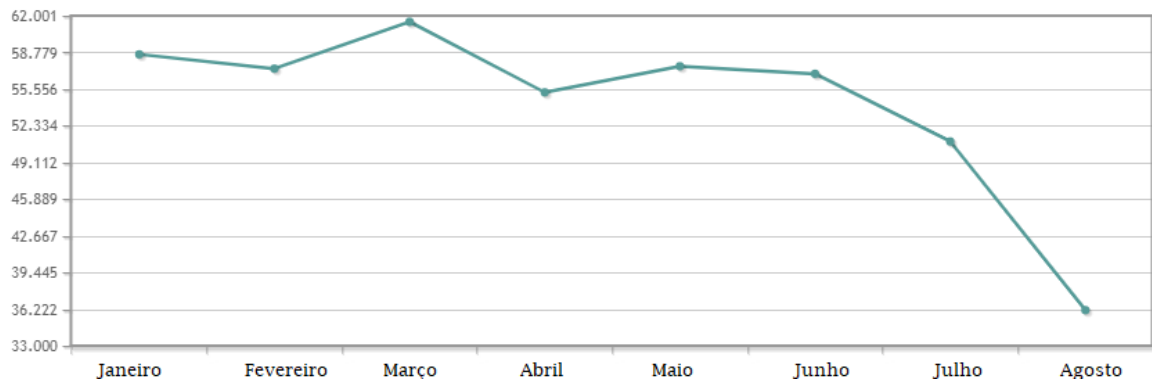
Passando agora para a análise destes dados, podemos concluir, através dos Gráficos 1 e 2, que há um elevado fluxo de utilização do metro em Madrid, principalmente, entre os meses de Fevereiro a Junho, havendo um decréscimo visível nos meses seguintes (Julho e Agosto). Colocámos, somente, os dados referentes de Janeiro a Agosto, uma vez que são os únicos dados que se encontram disponíveis até à data no site do Instituto Nacional de Estatística Espanhol. Para além disso, importa frisar que apenas optámos pelos dados de 2022 e de 2019, pois os anos intermédios foram assombrados pela pandemia da Covid-19, o que influenciou bastante os dados e iria, com certeza, influenciar os nossos resultados, por serem anos de uma atípica utilização dos transportes públicos.

Gráfico 1: N.º de passageiros transportados no metro de Madrid de Janeiro a Agosto (2022)



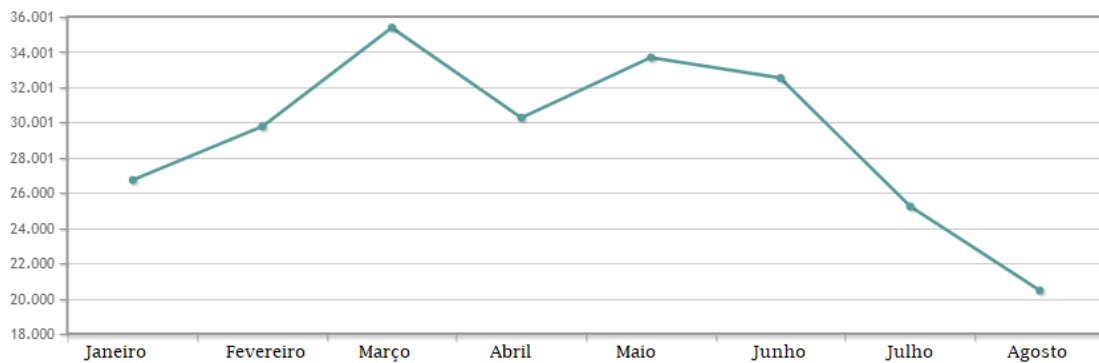
Fonte: Instituto Nacional de Estadística (2022)

A tendência aqui observada é idêntica face àquela que visualizámos no ano de 2019, já que, também existe neste ano (2019), um fluxo elevado de utilização dos transportes públicos no período de Fevereiro a Junho, seguido de um decréscimo nos dois meses seguintes. Este decréscimo é facilmente explicado por corresponderem aos dois meses de Verão, o que irá afetar a utilização destes transportes, uma vez que, os estudantes entram no seu período de férias e os trabalhadores, geralmente aproveitam esta época para usufruir das suas férias.

Gráfico 2: N.º de passageiros transportados no metro de Madrid de Janeiro a Agosto (2019)

Fonte: Instituto Nacional de Estadística (2022)

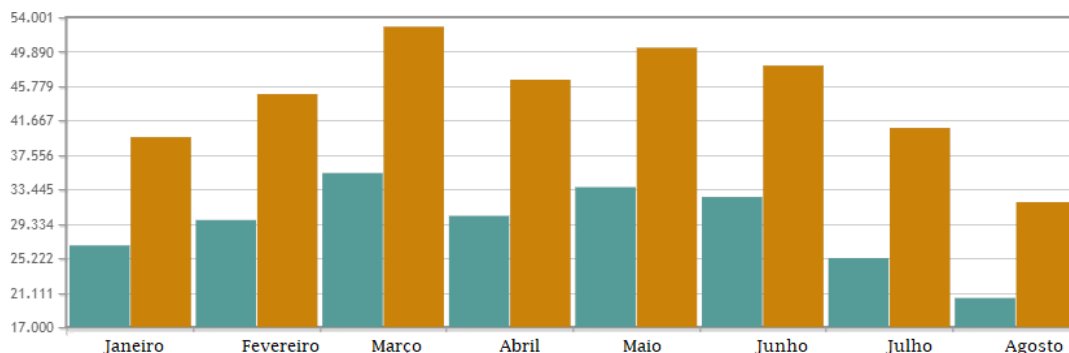
No que respeita à mobilidade por via do outro principal transporte público na cidade de Madrid – o autocarro –, a tendência observada é exatamente a mesma, sendo o período de maior fluxo o período de Fevereiro a Junho e o de menor aquele que compreendido entre Julho e Agosto. Concluimos que a razão deste decréscimo é exatamente idêntica àquela depreendida no transporte público anteriormente observado – as férias.

Gráfico 3: N.º de passageiros transportados nos autocarros de Madrid por mês (2022)

Fonte: Instituto Nacional de Estadística (2022)

Para além desta análise, procedemos ainda a uma outra, onde efetuámos uma comparação entre as duas principais cidades espanholas – Madrid e Barcelona – daqui observámos que, ainda que Madrid tenha 6.750.336 e Barcelona 5.727.615, o número de passageiros transportados de autocarro e de metro em ambas as cidades é extremamente díspar. Assim, de acordo com o Gráfico 4, verificamos uma diferença substancial entre ambas as cidades. Contudo, a tendência de utilização é idêntica, estabelecendo-se, uma vez mais, os meses de Verão como os de menor utilização.

Gráfico 4: N.º de passageiros transportados nos autocarros e no metro de Madrid e Barcelona entre Janeiro e Agosto (2022)



Fonte: Instituto Nacional de Estadística (2022)

5 Conclusões

Ultimamente têm sido várias as políticas transformacionais que têm sido aplicadas e colocadas em prática na cidade de Madrid, inseridas no âmbito do programa “Madrid 360”, com o intuito, essencial de reduzir o número de automóveis nas zonas mais centrais da cidade, de forma a proporcionar uma melhor qualidade de vida aos cidadãos. Uma das grandes alterações são as obras que estão a decorrer desde Março do ano passado, na emblemática zona das Puertas del Sol, com o objetivo de transformar esta zona numa área totalmente pedonal, retirando a circulação automóvel. Este projeto que se encontra em fase de finalização acarretou um custo de aproximadamente 10,7 milhões de euros³. Mais: este projeto tem como um dos seus principais objetivos “colocar a cidade ao serviço do cidadão”, disponibilizando espaços de convívio, bibliotecas, entre outros... Outra alteração em prática é a aposta nas ciclovias, estendendo este projeto ao longo de uma das principais vias da cidade: o Paseo de la Castellana, que terá a extensão de 6,5 km.

³ Dados retirados da peça jornalística do jornal “El Confidencial” https://www.elconfidencial.com/espana/madrid/2022-02-24/asi-sera-la-nueva-puerta-del-sol-sin-ballena-mucho-vidrio-y-cien-por-cien-peatonal_3381455/

Figura 3: Esboço das novas Puertas del Sol

Fonte: Ayuntamiento de Madrid

Para além destas, outras medidas têm sido postas em prática, com o objetivo de proporcionar uma melhor qualidade de vida aos cidadãos e de reduzir as implicações negativas que os elevados níveis de poluição trazem à população, com especial ênfase para a população mais idosa e para a mais jovem.

Com esta investigação, podemos, de facto, concluir que, embora Madrid seja uma cidade com elevados níveis de poluição, tem vindo a desenvolver políticas públicas com o intuito de os reduzir e isso terá sempre de passar por uma aposta nos transportes públicos, uma vez que as políticas de transporte adequadas podem melhorar significativamente a qualidade do ar da cidade (Titos; Lyamani; Drinovec; Olmo; Močnik; Alados-Arboledas, 2015).

Para concluir, importa sublinhar que, para janelas de oportunidade de investigação futura, seria pertinente proceder a uma investigação semelhante com cidades com expressão territorial heterogénea em termos de características demográficas, bem como proceder a uma análise comparativa num período de 5 anos ou 10 anos, de forma a analisar quais os impactos (sejam eles positivos ou negativos) que estas alterações levadas a cabo por Madrid tiveram a nível da cidade e, acima de tudo, a nível ambiental, percebendo se a qualidade do ar da cidade de Madrid sofreu, efetivamente, melhorias significativas ou se o Ayuntamiento de Madrid ainda terá um amplo trabalho pela frente de melhorias significativas para reduzir, efetivamente, a sua elevada contaminação aérea.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA EUROPEIA DO MEIO AMBIENTE. 2020. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/healthy-environment-healthy-lives>. Acesso em: 30 set. 2023.
- ARROYO, I.; FERNÁNDEZ-GARCIA, F. Consideraciones Sobre la Valoración Educativa de la Confortabilidad Ambiental de la Ciudad. **BAGE: Boletín de la Asociación Española de Geografía**, n. 14, 1992, p. 67-84, 1992. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1317588>. Acesso em: 30 out. 2023.
- BRUNEKREEF, B.; HOLGATE, S. T. For personal use. Only reproduce with permission from The Lancet Publishing Group. **The Lancet**, v. 360, p. 1233 – 1242, 2002. Disponível em: http://europa.eu.int/comm/environment/docum/pos_paper.pdf. Acesso em: 28 ago. 2023.
- COLVILE, R. N.; HUTCHINSON, E. J.; MINDELL, J. S.; WARREN, R. F. **The transport sector as a source of air pollution**. 2001.
- CORREIA, P. M. A. R., PEDRO, R. L. D., MENDES, I. DE O., SERRA, A. D. C. S. The Challenges of Artificial Intelligence in Public Administration in the Framework of Smart Cities: Reflections and Legal Issues. **Social Sciences**, v. 13, n. 2, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/socsci13020075>. Acesso em: 3 out. 2023.
- FERNÁNDEZ-GARCÍA, F. **Clima y calidad ambiental en las ciudades: propuesta metodológica y su aplicación al área de Madrid**. 2001.
- GALÁN LABACA, I.; MARÍA SANZ, J.; ARÁNGUEZ RUIZ, E.; GANDARILLAS GRANDE, A. **Efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad: resultados del proyecto emecam en el municipio de Madrid**, p. 1992 – 1995, 1999.
- GARCÍA, F. F. Contaminación atmosférica y calidad del aire en Madrid: análisis de las concentraciones de SO₂, CO, NO₂; OZÔNIO Y PM₁₀ (1980-2003). **Estudios Geográficos**, v. LXVI, p. 507 – 532, 2005.
- JING, Q. L.; LIU, H. Z.; YU, W. Q.; HE, X. The Impact of Public Transportation on Carbon Emissions—From the Perspective of Energy Consumption. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 10, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14106248>. Acesso em: 30 maio. 2023.
- LAMÍQUIZ DAUDÉN, P. J., CARPIO PINEDO, J.; BENITO MORENO, M. Genealogía de la ciudad de 15 minutos: aproximación a los conceptos. **Cuadernos de Investigación Urbanística**, v. 142, p. 29 – 39, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.20868/ciur.2022.142.4885>. Acesso em: 20 out. 2023.
- LAÑA, I., DEL SER, J., PADRÓ, A., VÉLEZ, M.; CASANOVA-MATEO, C. The role of local urban traffic and meteorological conditions in air pollution: A data-based case study in Madrid, Spain. **Atmospheric Environment**, v. 145, p. 424 – 438, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.09.052>. Acesso em: 30 out. 2023.
- LEBRUSÁN, I.; TOUTOUH, J. Car restriction policies for better urban health: a low emission zone in Madrid, Spain. **Air Quality, Atmosphere and Health**, v. 14, n. 3, p. 333 – 342, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00938-z>. Acesso em: 30 out. 2023.
- LINARES, C.; DÍAZ, J. Short-term effect of concentrations of fine particulate matter on hospital admissions due to cardiovascular and respiratory causes among the over-75 age group in Madrid, Spain. **Public Health**, v. 124, n. 1, p. 28 – 36, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2009.11.007>. Acesso em: 30 out. 2023.
- LINARES, C., DÍAZ, J., TOBIÁS, A., DE MIGUEL, J. M.; OTERO, A. Impact of urban air pollutants and noise levels over daily hospital admissions in children in Madrid: A time series analysis. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 79, n. 2, p. 143 – 152, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00420-005-0032-0>. Acesso em: 30 out. 2023.

- LINARES, C., FALCÓN, I., ORTIZ, C.; DÍAZ, J. An approach estimating the short-term effect of NO₂ on daily mortality in Spanish cities. **Environment International**, v. 116, p. 18 – 28, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.002>. Acesso em: 30 out. 2023.
- MEHTA, S., SHIN, H., BURNETT, R., NORTH, T.; COHEN, A. J. Ambient particulate air pollution and acute lower respiratory infections: A systematic review and implications for estimating the global burden of disease. **Air Quality, Atmosphere and Health**, v. 6, n. 1, p. 69 – 83, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11869-011-0146-3>. Acesso em: 30 out. 2023.
- MONZÓN, A.; GUERRERO, M. J. Valuation of social and health effects of transport-related air pollution in Madrid (Spain). **Science of the Total Environment**, v. 334–335, p. 427 – 434, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.04.069>. Acesso em: 30 out. 2023.
- NESMACHNOW, S.; HERNÁNDEZ CALLEJO, L. (ed.). **Smart Cities**, v. 1152, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38889-8>. Acesso em: 30 out. 2023.
- OLIVEIRA, F. P.; MENDES, I. O.; SERRA, A. D. C. S. As cidades como hubterritoriais inteligentes. Evolução, benchmark e futuro: o estudo de casode Masdar. **Lex Humana**, v. 14, n. 1, p. 51-65, 2023.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. 2021. Disponível em: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). Acesso em: 30 out. 2023.
- ORTIZ, C., LINARES, C., CARMONA, R.; DÍAZ, J. Evaluation of short-term mortality attributable to particulate matter pollution in Spain. **Environmental Pollution**, v. 224, p. 541 – 551, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.037>.
- PARAJULI, A.; POJANI, D. Barriers to the pedestrianization of city centres: perspectives from the global north and the global south. **J. Urban Des.**, v. 23, n. 1, p. 142 – 160, 2018.
- PASTOR, P. B. **Contaminación atmosférica y vulnerabilidad social en la ciudad de Madrid**. 2022.
- RIVAS, I., BASAGAÑA, X., CIRACH, M., LÓPEZ-VICENTE, M., SUADES-GONZÁLEZ, E., GARCIA-ESTEBAN, R., ÁLVAREZ-PEDREROL, M., DADVAND, P.; SUNYER, J. Association between early life exposure to air pollution and working memory and attention. **Environmental Health Perspectives**, v. 127, n. 5, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1289/EHP3169>. Acesso em: 30 out. 2023.
- SALAS, R., PEREZ-VILLADONIGA, M. J., PRIETO-RODRIGUEZ, J.; RUSSO, A. Were traffic restrictions in Madrid effective at reducing NO₂ levels? **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 91, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102689>. Acesso em: 30 out. 2023.
- SALVADOR, P.; BEGOÑA, A. **Niveles, Composición y Fuentes de PM₁₀ y PM_{2.5} en España: Aragón, Asturias, Castilla La Mancha, y Madrid**. Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, IDÆA-CSIC CIEMAT Instituto de Salud Carlos III Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente S.D.G. de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial, p. 94 – 133, 2012.
- SIDDIQUE, S.; BANERJEE, M.; RAY, M. R.; LAHIRI, T. Attention-deficit hyperactivity disorder in children chronically exposed to high level of vehicular pollution. **European Journal of Pediatrics**, v. 170, n. 7, p. 923 – 929, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00431-010-1379-0>. Acesso em: 30 out. 2023.
- SOBKOV´A, L.F., CERTICK y, M. Urban mobility and influence factors: a case study of prague. WIT Trans. **Built Environ**, v. 176, p. 207 – 217, 2017.
- SONI, N.; SONI, N. Benefits of pedestrianization and warrants to pedestrianize an area. **Land Use Policy**, v. 57, p. 139 – 150, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.05.009>. Acesso em: 30 out. 2023.

STEELE, C. **A critical review of some trac noise prediction models**. 2001. Disponível em: www.elsevier.com/locate/apacoust. Acesso em: 30 out. 2023.

TITOS, G., LYAMANI, H., DRINOVEC, L., OLMO, F. J., MOČNIK, G.; ALADOS-ARBOLEDAS, L. Evaluation of the impact of transportation changes on air quality. **Atmospheric Environment**, v. 114, p. 19 – 31, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.05.027>. Acesso em: 30 out. 2023.

VALVERDE, V.; PAY, M.T.; BALDASANO, J.M. O₃ attributed to Madrid and Barcelona onroad transport emissions: characterization of plume dynamics over the Iberian Peninsula. **Sci. Total Environ**, v. 543, p. 670 – 682, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.070> Acesso em: 30 out. 2023.

WARD, S.V. What did the Germans ever do for us? A century of British learning about and imagining modern town planning. **Plan. Perspect**, v. 25, n. 2, p. 117 – 140, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Cities and urban health**. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/sustainable-development/new/en/>. Acesso em: 30 out. 2023.