

ACOMPANHAMENTO DA QUALIDADE DO AR NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO DURANTE ONDAS DE CALOR: um olhar sobre como as informações sobre o tema são veiculadas pelos órgãos responsáveis

Priscila Marques de Siqueira ¹
Nina Rezende Fontana ²
Rafaela Monteiro da Silva ³

Resumo

Ondas de calor são eventos de temperatura extrema que, junto à urbanização e características geográficas do Rio de Janeiro, podem agravar a poluição atmosférica na cidade. Neste contexto, o monitoramento e a divulgação dos índices de qualidade do ar são essenciais para proteger a saúde da população e orientar políticas públicas. Objetiva-se com esse trabalho identificar como alguns episódios de ondas de calor influenciaram a qualidade do ar na cidade do Rio de Janeiro e avaliar como essas informações têm sido divulgadas à população. Para isso, foi realizada uma pesquisa documental em boletins oficiais da Prefeitura do Município do Rio de Janeiro e do Instituto Estadual do Ambiente. As ondas de calor de novembro de 2023 e março de 2024 contribuíram para a piora da qualidade do ar no Rio de Janeiro, especialmente de ozônio e material particulado. A falta de articulação entre a prefeitura e o estado dificulta o acesso da população a séries históricas de dados. Espera-se que a implementação da Política Nacional de Qualidade do Ar melhore a comunicação e a integração dos dados, permitindo maior transparência e ações mitigadoras nos locais mais vulneráveis da cidade, como Irajá e a Zona Oeste.

Palavras-chave: Ondas de calor; Poluição atmosférica; IQAr; MonitorAr.

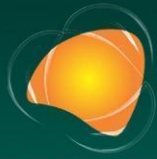
INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a Organização Meteorológica Mundial (OMM) define ondas de calor como um evento de cinco ou mais dias consecutivos de duração onde a temperatura máxima diária ultrapassa a temperatura máxima média mensal em 5 °C ou mais, sendo classificado como episódio extremo e gerando desconforto térmico para a população. A crise

¹Orientação: Prof^ª. Dra. no Instituto Federal do Rio de Janeiro – Campus Rio de Janeiro – priscila.siqueira@ifrj.edu.br.

² Aluna do Curso Técnico em Meio Ambiente – Instituto Federal do Rio de Janeiro – Campus Rio de Janeiro – nina.fontana.etmano.2021.1@gmail.com.

³ Aluna do Curso Técnico em Meio Ambiente – Instituto Federal do Rio de Janeiro – Campus Rio de Janeiro – rafaelamonteiro4532@gmail.com.



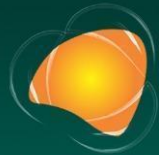
EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

climática mundial enfrentada na atualidade contribui para o aumento desses casos, inclusive fora das estações que são naturalmente mais quentes (BRASIL, 2023). Segundo Vassari-Pereira e colaboradores (2022), os efeitos na saúde humana gerados pelas mudanças climáticas ocorrem por três meios: direto, indireto e social. Um exemplo de *efeito direto* é o estresse fisiológico, atingindo assim diretamente o organismo. Já um *efeito indireto*, há o comprometimento da qualidade do ar e, portanto, da qualidade de vida. Por fim, o *efeito social* pode se dar por migrações e/ou conflitos que esses episódios climáticos ocasionam.

Quando se trata da cidade do Rio de Janeiro, capital do estado fluminense, há a influência do clima tropical e das altas incidências solares, o que pode acentuar as reações formadoras de poluentes secundários, como ozônio (O₃) e óxido nítrico (NO) (LIMA; FELIX; CARDOSO, 2021), além de possuir um relevo montanhoso que cria divisores microclimáticos naturais que influenciam a ventilação e, assim, os mecanismos de transporte e dispersão dos poluentes atmosféricos, representados pelos maciços litorâneos, como Tijuca, Pedra Branca e Gericinó, e pela presença algumas serras, morros isolados, ilhas e também zonas das amplas baixadas: Guanabara, Jacarepaguá e Sepetiba (GUERBATIN, 2018). Junto a esses fatores, a cidade é muito urbanizada, e com a expansão urbana ocorre a modificação da paisagem natural devido ao adensamento populacional, pavimentação de asfalto, grande concentração de áreas construídas, parques industriais e outros fatores. Esse processo de urbanização, que favorece a alteração do uso do solo e aumento das atividades socioeconômicas, altera a troca de energia entre a superfície e a atmosfera, formando assim o clima urbano e abrindo espaço para o debate sobre mudanças climáticas em escala local (CORÁ, 2019).

Como uma das consequências das atividades industriais mais intensas e grande volume de veículos automotores circulantes há o crescimento da emissão de substâncias tóxicas no ar e a formação de ilhas de calor, um fenômeno típico relacionado ao elevado adensamento construtivo e às atividades produtoras de calor e poluição. Quando isso ocorre, o ar tende a ficar aprisionado em um ciclo de circulação entre a cidade e a periferia urbana e a poluição permanece concentrada, afetando a saúde da comunidade local (MAIA; NETTO; COSTA, 2019).

Portanto, o monitoramento da qualidade do ar e a divulgação dos resultados para a população é de suma importância, pois para além de ser um mecanismo de controle de aplicação das deliberações



que delimitam concentrações de poluentes para manter a integridade do ar, permite avaliar o grau de exposição da população, a elaboração de políticas públicas e estratégias de gestão eficazes na proteção da saúde da população e do ambiente. Nem todos os estados publicam boletins com o Índice da Qualidade do Ar (IQA_r), e os que publicam podem publicar um boletim diário ou em tempo real. O IQA_r é expresso de forma qualitativa através de uma escala de cores para que o cidadão possa interpretar com facilidade. De acordo com a Resolução Conama n. 491/2018, a primeira faixa de concentração do IQA_r tem como limite superior o valor de concentração adotado como padrão final para cada poluente e representa uma média da concentração em 24h de exposição.

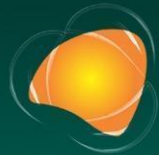
Objetiva-se com esse trabalho identificar como alguns episódios de ondas de calor influenciaram a qualidade do ar na cidade do Rio de Janeiro e avaliar como essas informações têm sido divulgadas à população através dos órgãos públicos responsáveis.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido utilizando uma abordagem metodológica qualitativa através de análise documental. A principal fonte de dados foi o Sistema Integrado de Gestão da Qualidade do Ar (SIGQA_r), do Instituto Estadual do Ambiente (Inea), e o sítio eletrônico do órgão ambiental do estado fluminense. Foram analisados os parâmetros: Índice de Qualidade do Ar (IQA_r), Dados da Qualidade do Ar e dados meteorológicos. Também foram fonte de consulta o aplicativo MonitorAr, do Governo Federal, e do Boletim da Qualidade do Ar do Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar, disponível no sítio eletrônico da prefeitura do Rio de Janeiro.

Foram coletados dados da qualidade do ar no Rio de Janeiro nas semanas de altos índices de temperatura, 16 a 17 de novembro de 2023 e 14 a 19 de março de 2024 através do Boletim da Qualidade do Ar da prefeitura do Rio de Janeiro e através do Sistema Integrado de Gestão da Qualidade do Ar (SIGQA_r) do Inea. Paralelo a isso, também foi monitorado como o aplicativo MonitorAr notifica a população os casos de qualidade do ar abaixo do recomendado.

A cidade do Rio de Janeiro foi escolhida como foco deste estudo por se tratar de uma das principais capitais do país, que já foi palco de grandes eventos esportivos, como Copa do Mundo de



2014 e Olimpíadas de 2016, além de ser conhecida mundialmente como uma das cidades turísticas mais visitadas do mundo. Aliado a isso, é uma das cidades que sediou eventos ambientais importantes como a Rio 92, que deixou legados importantes na área de sustentabilidade e meio ambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Inea é responsável pelo monitoramento da qualidade do ar e pela divulgação destes dados na forma de Índice da Qualidade do Ar (IQAr), cujos limites são estabelecidos na Resolução CONAMA 491/2018 e utilizando o padrão indicado no Guia Técnico da Qualidade do Ar. Os índices de qualidade se dividem em Boa, Moderada, Ruim, Muito Ruim e Péssimo. No SigQAr é possível encontrar dados do IQAr descritos de forma bastante visual e didática, conforme o mapa mostrado na Figura 1. Os dados foram acessados em 08/09/2024 e mostram em destaque a qualidade do ar péssima na Ilha de Paquetá, localizada no meio da Baía de Guanabara, localidade que fica no município do Rio de Janeiro.

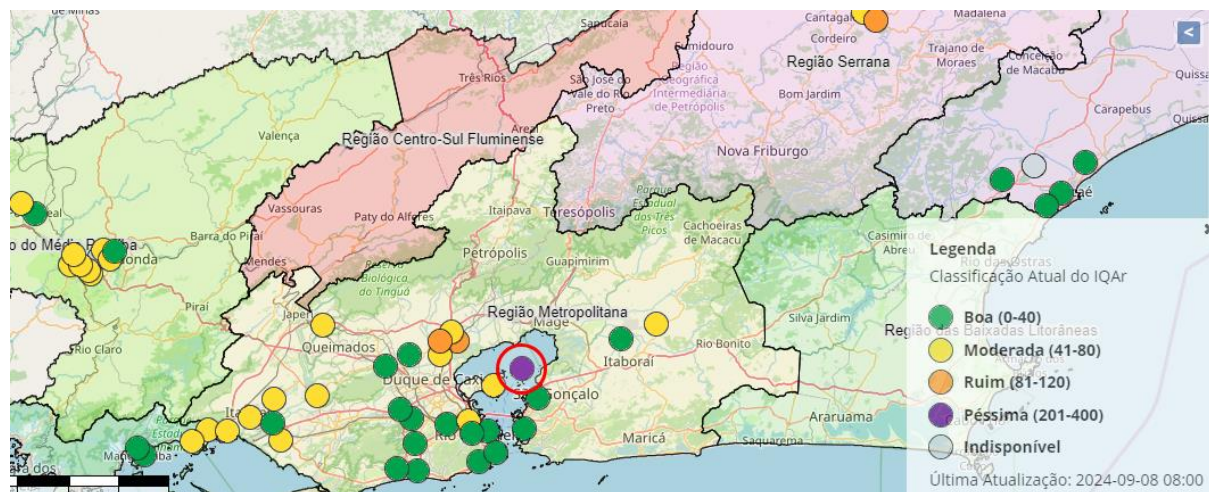


Figura 1 - Mapa que demonstra como está a qualidade do ar no Estado do Rio de Janeiro (recorte da Região Metropolitana) - Fonte: Rio de Janeiro, 2024b.

Os poluentes que, diretamente, mais causam problemas à saúde humana são o material particulado (MP_x) e o ozônio, pois além de serem os principais poluentes que costumam ultrapassar os limites, são quantificados em mais estações de monitoramento se comparado aos outros. Comparado a



EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

outros poluentes, o ozônio é o mais complexo e difícil de ser controlado. Ele não é emitido diretamente da fonte, como no caso dos materiais particulados, pois é formado na baixa atmosfera através de reações fotoquímicas: a interação de dióxido de nitrogênio (NO₂) com o gás oxigênio (O₂) sob influência da radiação solar produz O₃ e óxido nítrico (NO). Os picos de ozônio ocorrem tipicamente em períodos de calor, elevada incidência solar e tempo seco (DAPPER; SPOHR; ZANINI, 2016. LIMA; FELIX; CARDOSO, 2021). Sua formação é mais favorecida durante as ondas de calor, conforme observado nos dias analisados para esta pesquisa: 16 e 17 de novembro de 2023 e entre os dias 14 e 19 de março de 2024.

Nos dias 16 e 17 de novembro de 2023 foram registradas como os dias mais quentes do ano na cidade do Rio de Janeiro segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), chegando a temperatura 40,6°C e 39,1°C no primeiro dia e no segundo, respectivamente. Na **Figura 2** verifica-se o IQAr das estações de monitoramento durante o dia 17/11/2023 como o pior dia em termos de qualidade do ar, que ficou entre moderada e muito ruim em todas as estações. Os registros de qualidade *moderada*, *ruim* e *muito ruim* têm como principal fator de alteração da qualidade do ar a concentração de ozônio, com exceção de Copacabana e Tijuca, que o poluente que ultrapassou o limite foi MP₁₀. Os piores registros são dos bairros Bangu, Campo Grande e Pedra de Guaratiba, na Zona Oeste carioca, região conhecida por suas altas que as temperaturas frequentes.

Estação	Concentração Máxima Poluentes Monitorados						Índice de Qualidade do Ar (IQAr)	Classificação
	Material Particulado (MP ₁₀) [µg/m ³]	Material Particulado (MP _{2,5}) [µg/m ³]	Ozônio (O ₃) [µg/m ³]	Monóxido de Carbono (CO) [ppm]	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) [µg/m ³]	Dióxido de Enxofre (SO ₂) [µg/m ³]		
Centro	Temporariamente indisponível							
Copacabana	<u>54</u>	NM	76	NM	NM	NM	43	Moderada
São Cristóvão	72	NM	<u>135</u>	NM	NM	NM	86	Ruim
Tijuca	<u>64</u>	NM	104	NM	100	NM	51	Moderada
Irajá	55	26	<u>160</u>	0,7	71	ND	120	Ruim
Bangu	57	NM	<u>186</u>	NM	46	8	172	Muito ruim
Campo Grande	52	NM	<u>162</u>	NM	91	4	123	Muito ruim
Pedra de Guaratiba	62	NM	<u>187</u>	NM	NM	NM	174	Muito ruim

Figura 2: Boletim da Qualidade do Ar do Rio de Janeiro para o dia 17 de novembro de 2023 (Legenda: NM = não monitorado pela estação; ND = não disponível. - Fonte: Rio de Janeiro, 2024a).



EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

Neste primeiro período de acompanhamento (14 a 18/11/2023), observou-se que as temperaturas máximas na cidade foram registradas em Irajá, chegando a 42,2 °C dia 14/11/2024 e Guaratiba 43,8 °C no dia 18/11/2024, um sábado (RIO DE JANEIRO, 2024c). Entretanto, o pior dia em termos de qualidade do ar foi a sexta-feira, dia 17/11/2023, onde a máxima temperatura registrada foi em Guaratiba, e todas as três estações da Zona Oeste registraram IQAr muito ruim.

A relação entre temperatura e qualidade do ar não é direta e muito menos linear. Ela apenas nos dá a referência de uma maior incidência de radiação para os dias estudados. A partir daí, devem ser consideradas outras condições necessárias para a formação de ozônio como altas emissões de NOx, que nos grandes centros estão bastante associadas ao fluxo de veículos. Sendo assim, os efeitos combinados de maior incidência de radiação com o aumento do fluxo de veículos na sexta-feira (17/11/2023), provavelmente foram os fatores que levaram à piora da qualidade do ar nas regiões apontadas.

No segundo período de análise, em março de 2024, a cidade do Rio de Janeiro registrou novamente temperaturas acima da média. Conforme é possível ver na **Tabela 1**, os dias 16/03 e 17/03 tiveram os piores índices de qualidade do ar do período analisado. Nestes dois dias, as temperaturas máximas na cidade foram registradas em Irajá, 40,3 °C no dia 16 e em Guaratiba no dia 17, atingindo 40,4 °C. Diferentemente do que ocorreu no período anterior, estes dias foram sábado e domingo, respectivamente, e mesmo assim foram os dias de pior qualidade do ar. Neste caso, a dispersão de poluentes pode ter sido prejudicada por outros fatores meteorológicos que não foram acompanhados e necessitam de pesquisas adicionais para identificar as possíveis causas.

Tabela 1: IQAr registrados entre 14 e 19 de março de 2024

Boletim de Qualidade do Ar (Prefeitura do Rio de Janeiro)						
Estações	14/03/2024	15/03/2024	16/03/2024	17/03/2024	18/03/2024	19/03/2024
Centro	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Copacabana	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
São Cristóvão	Temporariamente indisponível.					
Tijuca	Boa	Boa	Ruim	Moderada	Boa	Boa
Irajá	Moderada	Ruim	Moderada	Ruim	Boa	Moderada
Bangu	Boa	Moderada	Moderada	Moderada	Boa	Moderada
Campo Grande	Moderada	Boa	Moderada	Moderada	Boa	Moderada
Pedra de Guaratiba	Moderada	Moderada	Ruim	Ruim	Moderada	Boa

Novamente, a maioria das estações os registros de qualidade moderada e ruim são devido à alta concentração de ozônio. Somente em Bangu nos dias 15, 16 e 17 o principal poluente registrado foi



MP10 e em Campo Grande no dia 16, observou-se alteração tanto na concentração de MP10, quanto na concentração de ozônio (qualidade do ar moderada).

Um estudo realizado em 95 comunidades estadunidenses durante 14 anos afirmou que um aumento de 10 ppb de O₃, equivalente a 20 µg/m³, pode aumentar 0,52 % a mortalidade considerando exposição de curto prazo. Outros autores avaliaram dados de cidades europeias e verificaram que uma exposição a 25,5 ppb, em torno de 51 µg/m³, estava relacionada com um aumento na mortalidade de até 2,9 % (LIMA; FELIX; CARDOSO, 2021). Em um outro estudo envolvendo 36 cidades estadunidense entre 1986 e 1999, mostraram que, durante o período de maior calor, um aumento cumulativo de 2 dias de 5 ppb, aproximadamente 10 µg/m³, de O₃ estava associado a um aumento de 0,41 % no número de internações por pneumonia. De forma similar, um aumento de 10 µg/m³ na concentração de MP₁₀ foi associado a um aumento em internações por pneumonia no mesmo dia da exposição de 0,8 % (ARBEX; SANTOS; MARTINS; SALDIVA; PEREIRA; BRAGA, 2012).

O **Figura 3** destaca os valores da concentração de ozônio nos dias monitorados em março de 2024, onde é possível identificar acréscimo 57 µg/m³ além do permitido em Pedra de Guaratiba no dia dezessete. Os efeitos na saúde humana são mais pronunciados em pessoas com o sistema imunológico mais sensível, em geral idosos e crianças até 5 anos, ou portadoras de moléstias respiratórias ou cardíacas (OLIVEIRA, 2008). Considerando que a Zona Oeste tem o 3º IDH mais baixo das regiões da cidade, a poluição atinge mais a população que mais necessita de políticas públicas específicas e que tem menor condição de arcar com os custos de tratamentos de saúde (RIO DE JANEIRO, 2024b). Apesar de ter influenciado pouco no IQAr, é importante mencionar o MP_{2,5}. Também chamado de material particulado fino, é o de menor diâmetro monitorado. O poluente é capaz de penetrar nas vias respiratórias inferiores e causar, principalmente, doenças respiratórias e cardíacas (PEIXOTO, 2019). Segundo a Organização Mundial da Saúde, OMS, esse poluente é considerado de alto risco para mortalidade por câncer circulatório e de pulmão e risco moderado para mortalidade respiratória não maligna. Entretanto, apesar de já haver evidências dos riscos à saúde humana, o MP_{2,5} é um dos menos monitorados na cidade do Rio de Janeiro. A ausência de estações que quantificam esse poluente é um fator importante a ser considerado, e impede o avanço em pesquisas sobre o impacto do material particulado fino na saúde e no meio ambiente.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

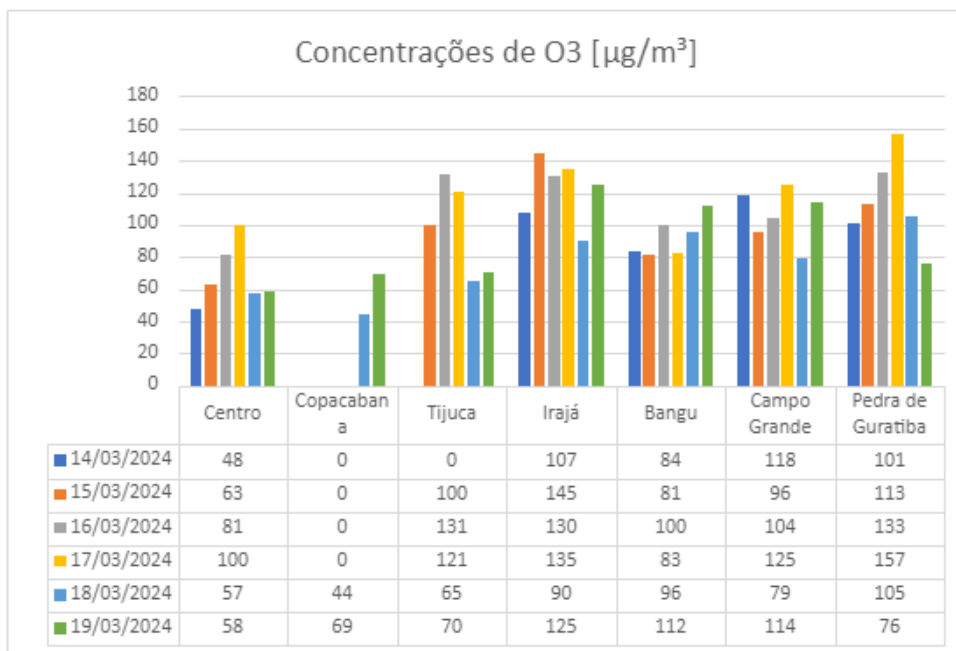


Figura 3: Concentração de ozônio por estação durante os dias 14 a 19 de março de 2024

Outro problema identificado foi a falta de integração dos dados gerados pelo Inea (SIGQAr) e pela Prefeitura do município (Boletim Municipal da Qualidade do Ar). São dois órgãos públicos que geram dados que não são apresentados de forma conjunta em nenhum dos boletins, o que pode levar a interpretações equivocadas sobre a qualidade do ar na cidade.

Comparando os dias da onda de calor que ocorreu em novembro de 2023 apresentados, o boletim diário da rede estadual não contabiliza as informações de outras áreas da cidade que apresentaram classificação de qualidade do ar Ruim pelo IQAr, além de que nem todas as estações tiveram atualizações diárias, conforme **Tabela 2**.

Assim como os dados do Boletim Municipal, todos os IQAr que não registram qualidade “boa” foram alterados devido ao ozônio, com exceção da estação de Manguinhos no dia 17 que teve pior registro do MP₁₀. Entretanto, as redes de monitoramento entre um sistema e outro são diferentes, e a última atualização sobre a quantidade de estações ativas no estado foi há 6 anos atrás, em 2018, através do último Relatório de Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro publicado pelo órgão, que não está mais disponível no sítio eletrônico do Inea. Desde então, o número de redes disponíveis foi alterado, podendo ser observada a mudança conforme as estações disponíveis para análise no SIGQAr



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

e pelas notícias públicas de quando há ativamente de novas estações, mas não é explícito onde pode-se obter os dados sobre a qualidade do ar.

Tabela 2: IQAr nas redes de monitoramento da cidade do Rio de Janeiro registradas no SIGQAr para os dias de 16 a 17 de novembro de 2023.

Estação	16/11/2023	17/11/2023
Campo dos Afonsos	Boa	Indisponível
Taquara	Moderada	Boa
Centro	Boa	Boa
Engenhão	Boa	Boa
Gericinó	Indisponível	Ruim
Lagoa	Boa	Moderada
Lourenço Jorge	Boa	Boa
Manguinhos	Moderada	Moderada
Ilha de Paquetá	Boa	Ruim
Ilha do Governador	Boa	Indisponível
Urca	Boa	Boa
Maracanã	Indisponível	Indisponível
Lab. INEA	Boa	Indisponível

Foram monitorados os dados da qualidade do ar também pelo aplicativo MonitorAr do Governo Federal para dispositivos móveis, que utiliza as mesmas estações que as do Boletim de Qualidade do Ar do município para integrar as informações da cidade do Rio de Janeiro, e não inclui as estações ligadas ao Inea. Outro fator sobre o funcionamento do aplicativo é que durante o período pesquisado as notificações foram recebidas quando a qualidade estava considerada boa. Só foi possível saber quando a qualidade do ar estava ruim quando o aplicativo foi aberto para cada estação específica. Neste caso, foi possível identificar recomendações como evitar praticar atividades físicas ao ar livre quando o IQAr foi de moderado a muito ruim.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ondas de calor de novembro de 2023 e de março de 2024 na capital do estado fluminense influenciam consideravelmente na perda da qualidade do ar local. Entretanto, os dados da qualidade do ar da cidade do Rio de Janeiro são fragmentados e apresentados separadamente pela prefeitura e pelo estado. Apesar de disponíveis o acesso não é tão fácil principalmente no que tange um panorama do que acontece mensalmente ou anualmente com o ar da cidade. Além disso, os alertas frequentemente são relacionados ao calor extremo durante as ondas de calor e não há menção aos efeitos sobre a qualidade do ar que se respira na cidade ou como se proteger nesses casos, se revelando insuficientes para alertar a população carioca sobre os episódios mais intensos de poluição atmosférica.

É de suma importância que sejam cumpridas as exigências de publicação de relatórios anuais sobre a qualidade do ar, uma vez que a partir delas é possível identificar de forma clara os locais mais vulneráveis à poluição do ar durante as ondas de calor ou não. Irajá e Zona Oeste apareceram nesta pesquisa como os locais com episódios mais intensos durante as ondas de calor e políticas de mitigação precisam ser implementadas, sejam no sentido de minimizar as emissões veiculares de NOx ou em medidas que podem alterar o microclima como o aumento da arborização dos bairros.

Espera-se uma melhora significativa da comunicação com a população a partir da implementação da Política Nacional de Qualidade do Ar (lei Nº 14.850, de 2 de maio de 2024), que prevê incentivo fiscal aos estados para que façam a integração dos dados das estações de monitoramento.

REFERÊNCIAS

ARBEX, Marcos Abdo; SANTOS, Ubiratan de Paula; MARTINS, Lourdes Conceição; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento; PEREIRA, Luiz Alberto Amador; BRAGA, Alfésio Luis Ferreira. A poluição do ar e o sistema respiratório. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, [S.L.], v. 38, n. 5, p. 643-655, out. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37132012000500015>.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental (org.). **Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar**. Brasília: Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente – Abema, 2019. 136 p. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/agenda-ambiental-urbana/qualidade-do-ar.html>. Acesso em: 14 set. 2023.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. (org.). **Condições de Tempo Registradas nas Capitais**. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/CondicoesRegistradas>. Acesso em: 02 abr. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. **Dispõe Sobre Padrões de Qualidade do Ar**. Brasil, 13 set. 2023. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=766 Acesso em: 15 ago. 2023.

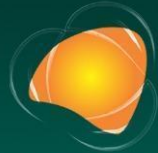
CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO (Estado). Assembleia Legislativa. Resolução nº 73, de 24 de agosto de 2017. **Revoga a deliberação CECA Nº 021, de 15/03/1978, que institui critérios e padrões de qualidade do ar ambiente**. Rio de Janeiro, RJ, Disponível em: https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/Res_CONEMA_73_Rev-DEL-CECA-21_24agosto2016.pdf. Acesso em: 17 ago. 2023.

CORÁ, Bianca Pereira. **Poluição atmosférica no estado de São Paulo: análise das emissões industriais e impactos associados**. 2019. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Universidade Federal de São Paulo Campus Diadema, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/server/api/core/bitstreams/0d4a526a-c202-49d0-a3d7-8a51063c0852/content>. Acesso em: 10 jan. 2024.

DAPPER, Steffani Nikoli; SPOHR, Caroline; ZANINI, Roselaine Ruviaro. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 30, n. 86, p. 83-97, abr. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142016.00100006>.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (Estado). Constituição (2023). Decreto nº 48668, de 1 de setembro de 2023. **Regulamenta Os Padrões de Qualidade do Ar no Estado do Rio de Janeiro, Tendo Por Base Padrões Nacionais e As Diretrizes e Recomendações da Organização Mundial de Saúde, e Dá Outras Providências.**: Legislação Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rj/decreto-n-48668-2023-rio-de-janeiro-regulamenta-os-padroes-de-qualidade-do-ar-no-estado-do-rio-de-janeiro-tendo-por-base-padroes-nacionais-e-as-diretrizes-e-recomendacoes-da-organizacao-mundial-de-saude-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 17 ago. 2023.

GUERBATIN, Amanda Chao. **Diagnóstico da qualidade do ar no município do rio de janeiro e a percepção pública sobre seus efeitos adversos na saúde humana**. 2018. 196 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Janeiro, 2018. Disponível em:

<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10026674.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2024.

LIMA, Manoel; FELIX, Erika; CARDOSO, Arnaldo. APLICAÇÕES E IMPLICAÇÕES DO OZÔNIO NA INDÚSTRIA, AMBIENTE E SAÚDE. **Química Nova**, [S.L.], v. 44, n. 9, p. 1151-1158, abr. 2021. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170759>. Acesso em: 24 out. 2023.

MAIA, Juliana Lúcio Motta; NETTO, Vinicius M.; COSTA, Bruno Lucian Gonçalves da. Forma urbana e poluição atmosférica: impactos na cidade do rio de janeiro. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [S.L.], v. 11, p. 1-20, nov. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.e20180145>.

OLIVEIRA, Vinicius de. **A qualidade do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: a saúde pública como elo central de articulação e suas implicações na gestão integrada saúde e ambiente**. 2008. 201 f. Tese (Doutorado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2008.

PEIXOTO, Diego Rafael dos Santos. **Análise da Concentração de Material Particulado (MP_{2,5}) na Instalação e Operação do Corredor Viário Transolímpica**. 2018. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.btdt.uerj.br:8443/bitstream/1/10870/1/Diego%20Rafael%20dos%20Santos%20Peixoto.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2024.

RIO DE JANEIRO. PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. (org.). **MonitorAr Rio**: boletim de da qualidade do ar. Boletim de da Qualidade do Ar. 2023. Disponível em: <https://jeap.rio.rj.gov.br/je-metinfosmac/boletim>. Acesso em: 20 mar. 2024a.

RIO DE JANEIRO. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. (org.). **IQAr**: detalhado das estações. Detalhado das Estações. 2024. Disponível em: <https://ei.weblakes.com/INEAPublico/DshBrdAQIRregion>. Acesso em: 20 mar. 2024b.

RIO DE JANEIRO. PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO; (org.) Sistema Alerta Rio: Temperaturas Máxs/Mins Mensais. Disponível em: <http://www.sistema-alerta-rio.com.br/documentos/temperaturas-maxsmins-mensais/>. Acesso em: 08 set. 2024c.

VASSARI-PEREIRA, D.; VALVERDE, M. C.; ASMUS, G. F. Impacto das mudanças climáticas e da qualidade do ar em hospitalizações por doenças respiratórias em municípios da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, n. 27, p. 2023-2034, 2022.

World Health Organization. **Air quality guidelines global update 2005**. Denmark: WHO, v. 2, n. 496, 12 ago. 2006. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/107823/9789289021920-eng.pdf?sequence=1>. Acesso em: 16 jan. 2024.