

PARTÍCULAS NA ATMOSFERA DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE: 2010-2019

Julia Marly Pinheiro Americo¹

Lethicia Nicioli²

Daniela Montanari Migliavacca Osorio³

Danilo Covaes Nogarotto⁴

Simone Andréa Pozza⁵

Educação Ambiental

Resumo

O crescimento urbano proporcionou grandes avanços na perspectiva tecnológica e social, mas gera impactos ao meio ambiente, expondo-o a atividades antrópicas que emitem poluentes, comprometendo constantemente a saúde pública. O refino de petróleo é uma das mais importantes indústrias do setor econômico, no entanto, além de ser a base de produção e consumo humano, ele é responsável pela liberação de poluentes nocivos, durante todas as suas etapas produtivas, e dentre suas emissões estão as partículas inaláveis (MP₁₀) que podem entrar nas vias respiratórias, provocando morbidades e mortalidades. Neste contexto, objetivou-se a avaliação das concentrações do MP₁₀ em duas cidades, da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), escolhidas devido a sua proximidade a principal refinaria de abastecimento do Rio Grande do Sul, a Refinaria Alberto Pasqualini (REFAP). Utilizou-se o software R, com as funções disponíveis pelo pacote *Openair*, para avaliação, discussão e comparação dos dados, obtidos das redes de monitoramento automático da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), entre 2010 e 2019. Pelos resultados foi possível verificar picos de concentração máximas semelhantes nas séries temporais, tendências de diminuição da concentração ao longo do período de estudo e apresentando as maiores correlações negativas entre a concentração do poluente e a direção do vento.

Palavras-chave: *Openair*; Refinarias; Poluição do Ar; MP₁₀.

¹Aluna de Engenharia Ambiental, Faculdade de Tecnologia (FT), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), j238253@dac.unicamp.br.

²Aluna de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia (FT), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), l252835@dac.unicamp.br.

³Pesquisadora Colaboradora, Faculdade de Tecnologia (FT), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), migliava@unicamp.br.

⁴Pesquisador Colaborador, Faculdade de Tecnologia (FT), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), danilocn@unicamp.br.

⁵Profa. Associada Faculdade de Tecnologia (FT), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), spozza@unicamp.br.

INTRODUÇÃO

O alcance de grandes proporções no desenvolvimento econômico e urbano foi advindo da revolução industrial, proporcionando avanço tecnológico e social, no entanto, as atividades antrópicas impactaram o meio ambiente, expondo-o a substâncias potencialmente nocivas, devido ao aumento no uso e consumo de diversas fontes de energia e derivados da queima de combustíveis fósseis. Mediante a emissão de poluentes, sólidos, líquidos ou gasosos, com efeitos danosos à saúde, a sobrevivência da população, e de outros organismos vivos, é posta constantemente em risco (ARBEX et al., 2012; BAI et al., 2018).

Atualmente, a poluição do ar destaca-se como uma das maiores calamidades desta era, devido a sua influência nas alterações climáticas e nos aumentos de mortalidade e morbidade (MANISALIDIS et al., 2020). Segundo estimativas realizadas pela OMS, 99% da população global está em risco de adquirir doenças relacionadas à exposição de determinados níveis de poluição do ar, além disso, cerca de 4,2 milhões de mortes ocorrem, todos os anos, devido à exposição da população à poluição atmosférica (WHO, 2022).

Entre as indústrias, com importância no setor de desenvolvimento econômico e energético, as petrolíferas devem ser enfatizadas, pois seus produtos de refino são a base de produção e consumo de inúmeras outras indústrias, com outros fins. O refino consiste na aplicação de processos físico-químicos no petróleo bruto, com unidades de separação e conversão, que transformam o petróleo bruto em seus derivados, no entanto, a exploração deste setor libera gases nocivos durante todas as etapas produtivas, principalmente durante o uso de exaustores, máquinas e turbinas (AMOATEY et al., 2019; MATINS et al., 2015; GURGEL et al., 2009). Dentre os poluentes emitidos pelas refinarias, com potenciais riscos à saúde, podemos citar o material particulado (MP).

O material particulado é caracterizado como um conjunto de materiais, sólidos ou líquidos, que se mantém em suspensão na atmosfera e subdividem-se de acordo com seu tamanho aerodinâmico, sendo que, quanto menores as partículas, maiores os riscos de inalação e entrada no sistema respiratório, demonstrando perigos a saúde relacionados a

Realização

Apoio



composição química, e local de acúmulo dos depósitos, que alcançaram as vias respiratórias. As concentrações deste poluente no ambiente, depende das variáveis meteorológicas do local, pois elas influenciam na quantidade de partículas disponíveis, como, por exemplo, a precipitação, que remove as partículas do poluente presentes na atmosfera, incorporando-as na água da chuva, e a direção e velocidade dos ventos, que facilitam a dispersão dos poluentes. Dentre as subdivisões desta categoria de poluentes, o MP₁₀ diz respeito ao material particulado inalável grosso, que possui diâmetro aerodinâmico igual ou menor que 10 µm, e com capacidade de serem retidas no sistema respiratório superior (BARRAZA et al., 2020; CETESB, 2018; FREITAS et al., 2009; NOGAROTTO et al., 2020).

Diversos estudos científicos, mostram como a exposição ao MP₁₀ está associada a danos na saúde da população, com prejuízos relacionados ao déficit cognitivo e menor desempenho do desenvolvimento psicomotor em crianças (MATUS et al., 2019); citotoxicidade (NAIMABADI et al., 2016); e mortalidade cardiovascular, respiratória e cerebrovascular (ORELLANO et al., 2020). Em vista desses problemas, algumas tecnologias são desenvolvidas para monitorar, simular e detectar as concentrações e dispersões deste poluente na atmosfera.

O estudo de Mutlu (2020) avaliou a dispersão do MP₁₀ na atmosfera, usando AERMOD (*Air Quality Dispersion Modeling*), HYSPLIT (*Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory*), e pacote *Openair*, nas proximidades de uma fábrica de cimento e de um complexo hospitalar, para demonstrar como as emissões industriais afetam os níveis de poluição urbana. Em outro estudo (FALLAHIZADEH et al., 2021) foram realizadas estimativas para as influências de variáveis meteorológicas (umidade relativa, temperatura, velocidade do vento, precipitação e visibilidade) na concentração de MP₁₀ e nos seus impactos a saúde, onde verificou-se que a concentração anual de MP₁₀ excedeu as recomendações de qualidade do ar da OMS e, sendo as tempestades de poeira, concomitantemente à ação da seca e redução das chuvas, a principal razão para as elevadas concentrações.

No Brasil, entre 1930 e 1950, as etapas de refino do país foram iniciadas e, desde então, são efetuados investimentos em ampliações e modernizações, que fizeram-no

Realização



Apoio



alcançar, em 2017, a 7ª maior colocação no mercado de derivados de petróleo do mundo (BP, 2018). Para atender as demandas de consumo, diversas refinarias foram construídas ao longo dos anos, dentre elas, a principal responsável no abastecimento do Rio Grande do Sul, na região Sul, é a Refinaria Alberto Pasqualini (REFAP) (BNDES, 2018). A REFAP, iniciou as operações em setembro de 1968 e localiza-se na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) no Rio Grande do Sul (RS), em uma área de 580 hectares, atualmente efetuando o processamento de 32 mil m³/dia de petróleo, e possuindo como principais produtos: diesel, gasolina, GLP, óleo combustível, querosene de aviação, solvente, asfalto, coque, enxofre e propeno (PETROBRAS, 2021).

Neste contexto, este estudo visa avaliar a qualidade do ar, pela concentração de MP₁₀, em dois municípios próximos à uma refinaria de petróleo, localizados RMPA, usando o pacote *Openair* do software R.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Para realização do estudo, as cidades selecionadas foram: Esteio (RS) e Canoas (RS), localizadas na região metropolitana de Porto Alegre (RS), uma das mais urbanizadas do estado, na região Sul do país. As áreas de estudo foram escolhidas devido a disponibilidade de dados de qualidade do ar, disponibilizados pelas redes de monitoramento automático da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) e à proximidade à REFAP, que ocupa uma área total de 5,8 km² e possui um processamento de 32 mil m³/dia de petróleo (PETROBRAS, 2021; SILVA, 2006). A cidade de Esteio (RS), possui área territorial de 27.676 km² e população estimada em 83.352 habitantes. Por outro lado, a cidade de Canoas (RS), possui área territorial de 130,789 km² e população estimada em 349.728 habitantes (IBGE, 2021).

Aquisição dos dados de qualidade do ar

Os dados de qualidade do ar selecionados são médias horárias de MP₁₀ e variáveis meteorológicas, temperatura (°C) e direção dos ventos (°), entre 2010 a 2019,

Realização

Apoio

disponibilizados por redes de monitoramento automático da qualidade do ar da FEPAM. A estação de monitoramento selecionada para de Esteio (RS) localiza-se no Parque de Exposição Assis Brasil (S 30° 8' 34" W 52° 48' 28") e a de Canoas (RS) está no Parque Universitário (S 30° 7' 0" W 52° 51' 19").

Análise e tratamento dos resultados

Usamos o pacote *Openair*, disponível para software estatístico R, na versão 4.1.0 (R CORE TEAM, 2018). O R é um programa de código aberto, que possibilita análises gráficas e estatísticas no estudo de uma ampla gama de disciplinas, como o pacote *Openair*, que por meio de funções de importação e manipulação de dados, auxilia na construção resultados, para avaliação da qualidade do ar (CARSLAW, 2012). Dentre as funções disponíveis no *Openair* selecionamos: *corPlot*, que traça a correlação codificada das concentrações, por meio de elipses; *TheilSein*, que traça as tendências na concentração do poluente, ao longo do período; e *TimePlot*, que traça as séries temporais das concentrações (CARSLAW, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o uso da função *timePlot*, foram obtidas a séries temporais das concentrações de MP₁₀, entre 2010 e 2019, para Esteio (RS) e Canoas (RS). Nos gráficos é possível verificar falhas nas séries temporais, causadas pela indisponibilidade dos dados em diferentes períodos. Para Esteio, as falhas ocorreram entre 2012 e 2015 e, para Canoas entre 2014 e 2015. Em Esteio (Figura 01) é possível notar que os maiores valores ocorreram entre 2011 e 2012, atingindo valores máximos entre 400 e 500 µg/m³. Em Canoas (Figura 02) os maiores picos de concentração também ocorreram entre 2011 e 2012, mas com valores máximos entre 400 e 550 µg/m³.

No estudo realizado por Agudelo-Castañeda et al. (2019) foram usados modelos estatísticos de regressão, para determinar a associação entre a poluição do ar e a morbidade em 5 cidades da região sul, dentre elas Canoas (RS) e Esteio (RS), no período de 2013 a 2016, onde os resultados demonstraram intervalos de máximos e mínimos entre

Realização

Apoio

14,05-47,77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 14,54-43,75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, incompatíveis aos resultados gráficos que obtivemos, que nos mostram que os intervalos de concentração, para os dados disponíveis no mesmo período, variam entre 0,00-400,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Além disso, neste estudo, foi constatado que em todas as cidades os níveis médios das concentrações de MP_{10} foram superiores as diretrizes da OMS, destacando-se a cidade de Canoas (RS), devido aos maiores números de internações, associados a detecção das maiores concentrações médias de MP_{10} no período, que provavelmente estão relacionadas as diversas fontes de emissão, como: fontes móveis, industriais, queima de biomassa e ressuspensão de partículas.

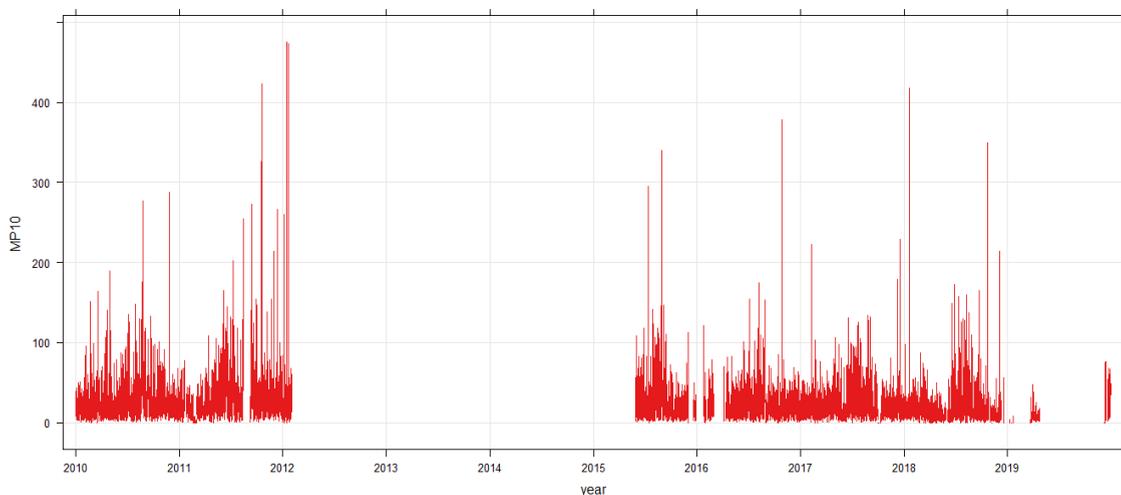


Figura 01: Série temporal das concentrações de MP_{10} entre 2010 e 2019 em Esteio (RS).

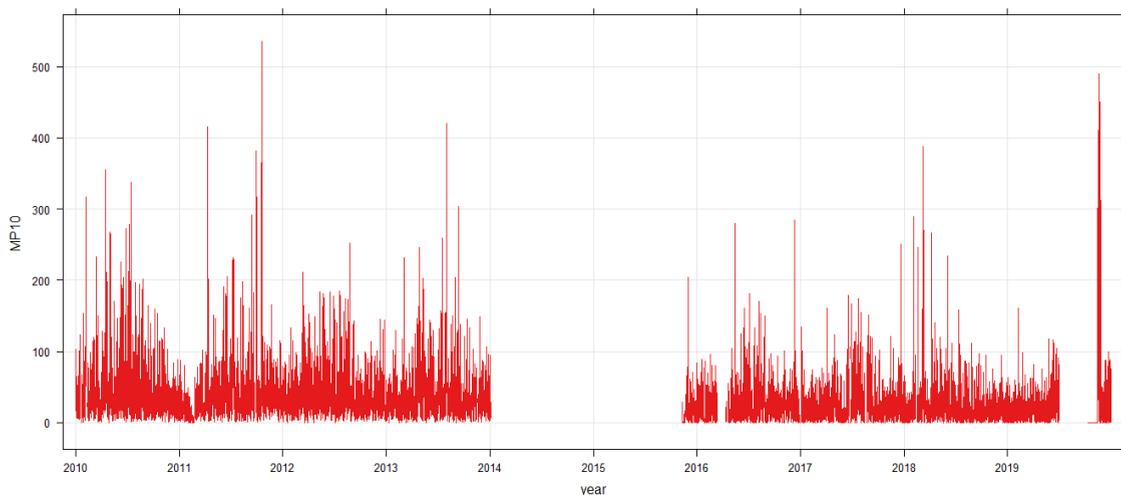


Figura 02: Série temporal das concentrações de MP_{10} entre 2010 e 2019 em Canoas (RS).

Realização

Apoio

Usando a função TheilSein, foram obtidas tendências ao longo dos anos. Nos gráficos de tendências é possível notar decréscimos significativos ($p < 0,001$) nas concentrações do poluente ao longo do período, onde os três asteriscos (***) indicam que a tendência foi significativa a 0,1% (CARSLAW, 2019). As concentrações variaram entre $-1,93 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{ano}$ e $-0,56 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{ano}$ para Esteio (Figura 03) e entre $-2,68 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{ano}$ e $-1,66 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{ano}$ para Canoas (Figura 04), respectivamente, mas as diminuições mais fortes foram detectadas em Canoas (RS) ($-2,18 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{ano}$).

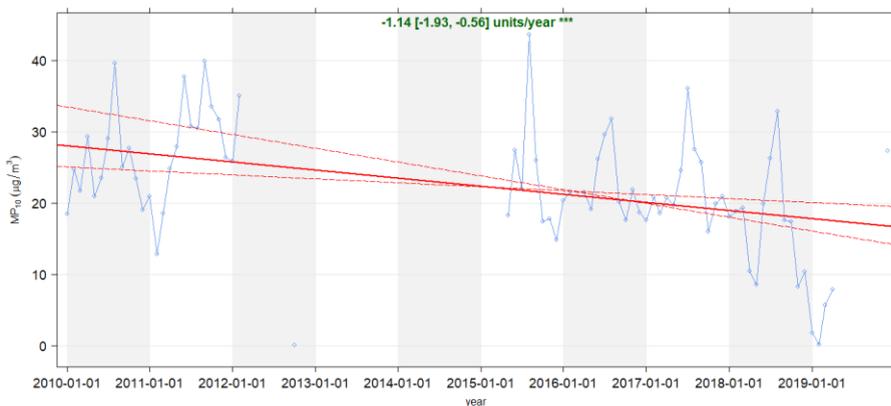


Figura 03: Tendência nas concentrações de MP_{10} , entre 2010 e 2019, em Esteio (RS).

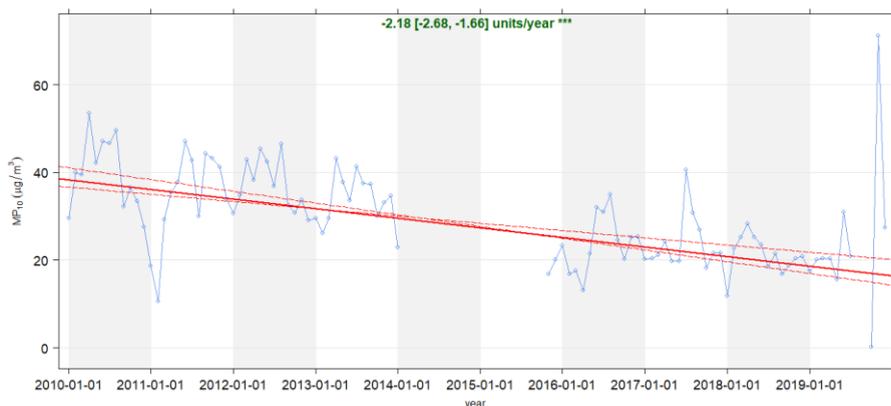


Figura 04: Tendência nas concentrações de MP_{10} , entre 2010 e 2019, em Canoas (RS).

Por fim, com o uso da função corPlot, foram traçadas correlações entre as concentrações de MP_{10} e as variáveis meteorológicas, para comparar possíveis relações. Nota-se que nas duas cidades são obtidas correlações negativas fracas entre o MP_{10} e a temperatura. Em Esteio (RS) obtém-se um coeficiente de correlação negativo entre a temperatura e o MP_{10} ($r = -0,03$), e um coeficiente de correlação positivo entre o poluente e

a direção do vento ($r=0,03$) (Figura 05), provavelmente associado a ressuspensão das partículas, devido ao aumento da dispersão do poluente (SANTOS et al.,2018). Enquanto em Canoas (RS) observam-se coeficientes de correlações negativas com MP_{10} para as duas variáveis meteorológicas, principalmente com a direção do vento ($r=-0,09$), (Figura 06).

As relações entre o MP_{10} e as variáveis meteorológicas são complexas, e vão desde alterações na temperatura (diminuição ou aumento), devido a características composicionais, que podem influenciar na absorção ou dispersão, às relações com os ventos (direção e velocidade), no aumento da dispersão ou ressuspensão, dependendo da localização da fonte emissora e das estações de monitoramento escolhidas (SANTOS et al., 2018). Pesquisas semelhantes indicam, frequentemente, que condições críticas nas concentrações de MP_{10} são mais fortemente correlacionadas a umidade relativa do ar, identificada como inversamente proporcional as concentrações do poluente, e a influência dos ventos, mas possuem menores relações com a temperatura (CARVALHO et al., 2014; CORRÊA et al., 2012; NOGAROTTO et al., 2020; SANTOS et al., 2018; WALDHEIM et al.,2006).

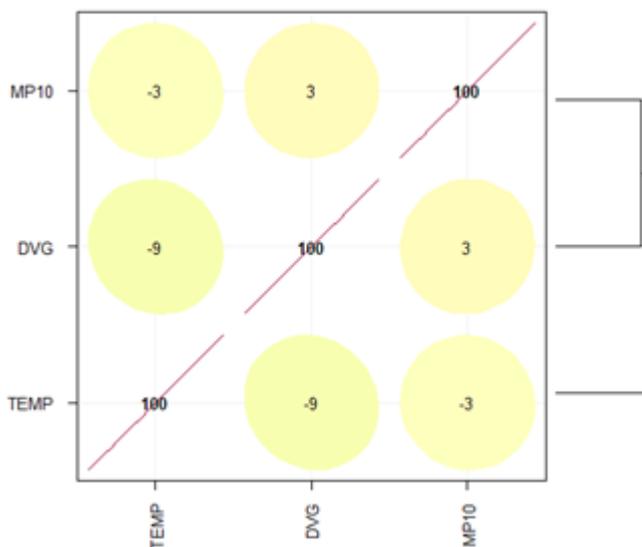


Figura 05: Correlações entre MP_{10} e variáveis meteorológicas, entre 2010 e 2019, para Esteio (RS).

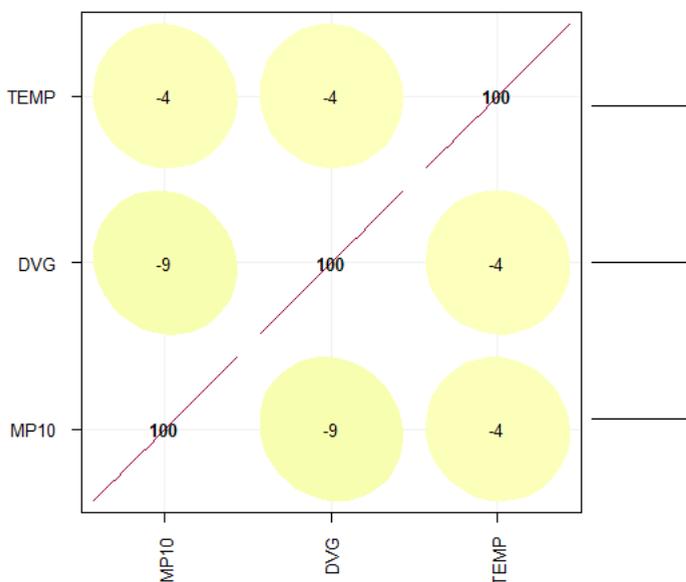


Figura 06: Correlações entre MP₁₀ e variáveis meteorológicas, entre 2010 e 2019, para Canoas (RS).

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos neste estudo, é possível concluir que o comportamento da concentração do MP₁₀, ao longo do período de estudo, é semelhante em ambos os locais. Ambas as séries temporais têm maiores concentrações entre 2011 e 2012, porém os picos de concentração em Canoas (RS) foram maiores. As tendências na concentração média do poluente, ao longo do período, são de diminuição para os dois locais, mas os resultados mais relevantes foram obtidos para Canoas (RS), variando em $-2,18 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{ano}$. Nas correlações, foi possível identificar relações fracas negativas nas duas cidades, entre MP₁₀ e as variáveis meteorológicas, onde na estação de Esteio (RS) obteve-se coeficiente de correlação negativo com a temperatura, e um coeficiente de correlação positivo entre o poluente e a direção do vento, e em Canoas (RS), obteve-se coeficientes de correlações negativos para todos os parâmetros.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FEPAM pela disponibilização dos dados de monitoramento da qualidade do ar usados neste estudo e ao SAE (Serviço de Apoio ao Estudante) da Unicamp, pela bolsa de Iniciação Científica da aluna Julia Marly Pinheiro Americo.

REFERÊNCIAS

- AGUDELO-CASTAÑEDA, D. M.; TEIXEIRA, E. C.; ALVES, L.; FERNÁNDEZ-NIÑO, J. A.; RODRÍGUEZ-VILLAMIZAR, L. A. **Monthly-Term Associations Between Air Pollutants and Respiratory Morbidity in South Brazil 2013–2016: a multi-city, time-series analysis.** International Journal Of Environmental Research And Public Health, v. 16, n. 20, p. 3787, 9 out. 2019. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16203787>
- AMOATEY, P.; OMIDVARBORNA, H.; BAAWAIN, M. S.; AL-MAMUN, A. **Emissions and exposure assessments of SOX, NOX, PM10/2.5 and trace metals from oil industries: a review study (2000-2018).** Process Safety And Environmental Protection, v. 123, p. 215-228, mar. 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2019.01.014>.
- ARBEX, M. A.; SANTOS, U. P.; MARTINS, L. C.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F. **A poluição do ar e o sistema respiratório.** Jornal Brasileiro de Pneumologia, v. 38, n. 5, p. 643-655, out. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37132012000500015>.
- BAI, L.; WANG, J.; MA, X.; LU, H. **Air Pollution Forecasts: an overview.** International Journal Of Environmental Research And Public Health, v. 15, n. 4, p. 780, 17 abr. 2018. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15040780>.
- BARRAZA, F.; UZU, G.; JAFFREZO, J.-L.; SCHRECK, E.; BUDZINSKI, H.; MENACH, K. Le; DÉVIER, M.-H.; GUYARD, H.; CALAS, A.; PEREZ, M.-I. **Contrasts in chemical composition and oxidative potential in PM10 near flares in oil extraction and refining areas in Ecuador.** Atmospheric Environment, v. 223, p. 117302, fev. 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117302>.
- BNDES** Set., Rio de Janeiro, v. 24, n. 48, p. 7-44, set. 2018
- BP – BRITISH PETROLEUM.** Statistical Review of World Energy. 2018. Disponível em: <<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/excel/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx>>. Acesso em: 19 jun. 2018
- CARVALHO, V.S.B.; de FREITAS, E.D.; MARTINS, L.D.; MARTINS, J.A.; DE FÁTIMA ANDRADE, M. **Air quality status and trends over the Metropolitan Area of São Paulo, Brazil as a result of emission control policies.** Environmental Science & Policy, v. 47, p. 68-79,



2015

CORRÊA, T.S.; CARVALHO, V.S.B. **Análise de condições meteorológicas durante episódios de poluição por material particulado na RMRJ.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XVII, 2012, Gramado - RS. Gramado RS, 2012

CETESB – Companhia Ambiental de São Paulo. Qualidade do ar: poluentes. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>>. Acesso em: junho/2022

FALLAHIZADEH, S.; KERMANI, M.; ESRAFILI, Ali; ASADGOL, Z.; GHOLAMI, M. **The effects of meteorological parameters on PM10: health impacts assessment using airq+ model and prediction by an artificial neural network (ann).** Urban Climate, v. 38, p. 100905, jul. 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100905>.

FREITAS, A. M.; SOLCI, M. C. **Caracterização do MP10 e MP2,5 e distribuição por tamanho de cloreto, nitrato e sulfato em atmosfera urbana e rural de Londrina.** Química Nova, v. 32, n. 7, p. 1750-1754, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000700013>.

Gurgel, A. M. **Framework dos cenários de risco no contexto da implantação de uma refinaria de petróleo em Pernambuco.** Ciência & Saúde Coletiva. 2009, v. 14, n. 6 [Acessado 23 Novembro 2021], pp. 2027-2038. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000600010>>. Epub 04 Jan 2010. ISSN 1678-4561. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000600010>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30 abr. 2022.

MANISALIDIS, I.; STAVROPOULOU, E.; STAVROPOULOS, A.; BEZIRTZOGLU, E. **Environmental and Health Impacts of Air Pollution: a review.** Frontiers In Public Health, v. 8, p. 1-13, 20 fev. 2020. <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>.

MARTINS, S. S.; AZEVEDO, M. O.; SILVA, M. P.; SILVA, V. P. **PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E IMPACTOS AMBIENTAIS: algumas considerações.** Holos, v. 6, p. 54, 11 dez. 2015. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.2201>.

MUTLU, A. **Air quality impact of particulate matter (PM10) releases from an industrial source.** Environmental Monitoring And Assessment, v. 192, n. 8, p. 1-17, 27 jul. 2020. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-020-08508-7>.

NAIMABADI, A.; GHADIRI, A.; IDANI, E.; BABAEI, A. A.; ALAVI, N.; SHIRMARDI, M.; KHODADADI, A.; MARZOUNI, M. B.; ANKALI, K. A.; ROUHIZADEH, A. **Chemical composition of PM10 and its in vitro toxicological impacts on lung cells during the Middle Eastern Dust (MED) storms in Ahvaz, Iran.** Environmental Pollution, v. 211, p. 316-324, abr. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.006>.

NOGAROTTO, D. C.; LIMA, M. R. G.; POZZA, S. A. **ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA VERIFICAR RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E A CONCENTRAÇÃO DE MP10.** Holos, v. 1, p. 1-17, 19 fev. 2020.

Realização

Apoio

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

ORELLANO, P.; REYNOSO, J.; QUARANTA, N.; BARDACH, A.; CIAPPONI, A. **Short-term exposure to particulate matter (PM10 and PM2.5), nitrogen dioxide (NO2), and ozone (O3) and all-cause and cause-specific mortality: systematic review and meta-analysis.**

Environment International, v. 142, p. 105876, set. 2020.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2020.105876>.

PETROBRAS. Petróleo Brasileiro S.A. Disponível em: < www.petrobras.com.br>. Acesso em: 30 abr. 2022.

R Core Team. The R Project for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 30 Abr. 2022.

SANTOS, T. C. d; REBOITA, M. S.; CARVALHO, V. S. B. **Investigação da Relação entre Variáveis Atmosféricas e a Concentração de MP10 E O3 no Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 4, p. 631-645, dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786334006>.

SILVA, L.. **Comunicação e Gerenciamento Ecológico: um estudo de caso da Refinaria Alberto Pasqualini – REFAP S/A, Canoas, Rio Grande do Sul.** Inovcom: REVISTA BRASILEIRA DE INVOCAÇÃO CIENTÍFICA EM COMUNICAÇÃO, v. 1, n. 1, p. 21-33, maio 2006. Disponível em: <http://revcom.portcom.intercom.org.br/index.php/inovcom/article/view/716/509>. Acesso em: 25 nov. 2021

WALDHEIM, P.V.; ARAUJO, R.M.M.; CARVALHO, V.S.B. **Relação entre altas concentrações de partículas inaláveis e o condicionamento meteorológicos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro entre 2000 e 2005.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XIV, Florianópolis - SC, 2006

WHO - World Health Organization. (2022) Disponível em: <[https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)>. Acesso em: 20 jun. 2022.

Realização

Apoio