



IMPACTOS DA POLUIÇÃO DO AR EM ÁREAS URBANAS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO DE CAMPINAS: DOENÇAS DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

Amanda Furuta Shishito; Lucas Araújo Moura Savedra; Maria Eduarda Moreira Ferreira

Trabalho de iniciação científica apresentado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio – PIBIC-EM CNPq-UNICAMP.

Orientadoras: Profa. Dra. Ana Paula de Brito Rodrigues e Profa. Dra. Marcia Raquel Panunto Dias Cunha.

INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica tem aumentado gradativamente devido a processos naturais já existentes e devido à emissão de poluentes gerada pelo aumento de processos inerentes ao desenvolvimento humano. Dentre os compostos mais nocivos à saúde, encontram-se óxidos de nitrogênio (NO e NO₂), dióxido de enxofre (SO₂), ozônio (O₃), gás carbônico (CO₂) e o material particulado (MP₁₀), mistura de partículas líquidas e sólidas em suspensão, sendo que o material particulado fino (MP_{2,5}) pode penetrar mais profundamente nas vias aéreas inferiores e sua exposição está associada à mortalidade e internações por doenças respiratórias.

O município de Campinas, sendo uma metrópole com mais de um milhão de habitantes (IBGE, 2010), é muito urbanizada, possuindo muitas fontes emissoras de poluentes atmosféricos nocivos à saúde, que têm o potencial de interferir diretamente na ocorrência e agravamento de doenças respiratórias.

As temperaturas extremas de frio e calor não são as condições mais críticas para internações hospitalares relacionadas a doenças respiratórias, porém a alta umidade relativa do ar, precipitação atmosférica e poluição do ar mostraram sua devida importância no aumento de internação em crianças, sendo as do sexo feminino as mais afetadas. Ao mesmo tempo que ventos e chuvas ajudam a dispersar os materiais particulados do ar, contribuindo para sua limpeza, a umidade relativa do ar somada à luz solar, contribuem para reações químicas com poluentes, resultando no aumento de materiais particulados, os quais já mostraram sua devida importância no aumento de comorbidades respiratórias. Ainda há a relação da alta umidade relativa com o favorecimento de proliferação de fungos, mofo e microrganismos, bem como sua baixa quantidade, a qual resseca mucosas e desidratam células facilitando a ação desses agentes.

O efeito pode ser mais grave em crianças, pois possuem o sistema respiratório ainda imaturo, e nos idosos, nos quais a redução da capacidade funcional pulmonar decorrente do processo natural do envelhecimento, pode justificar as importantes taxas de morbimortalidade devido às doenças respiratórias.

OBJETIVO

Analisar a influência da poluição do ar nas internações e mortalidade decorrentes de problemas respiratórios na população de Campinas-SP.

MÉTODO

O presente estudo tem caráter ecológico misto, que considera tempo e lugar de pesquisa, e exploratório, o qual objetiva avaliar os contextos variados que podem afetar a saúde da população de determinada área geográfica, sendo baseado na coleta, análise e comparação de caráter quantitativo e transversal, utilizando dados ambientais e de saúde referentes à área do município de Campinas, uma cidade metropolitana localizada no interior do estado de São Paulo, com mais de 1.200.000 habitantes e uma extensão territorial de 794, 571km², tendo como característica um polo industrial com alta demanda de trabalhadores, favorecendo uma grande movimentação de pessoas e transportes. Os dados utilizados neste estudo dividem-se em dois grupos: dados relacionados à saúde (morbidade e mortalidade) e dados ambientais (parâmetros meteorológicos e índice de poluentes), ambos referentes ao ano de 2019, e coletados de forma retroativa durante os meses de abril e maio de 2020.

A coleta de dados de saúde refere-se à quantidade de internações hospitalares e mortes decorrentes de acometimentos respiratórios, de acordo com o Código Internacional de Doença 10^a revisão (CID-10), obtidas por intermédio do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (DATASUS), enquanto a

mortalidade decorrente por doenças respiratórias foi obtida através do Tabulador de Dados para Ambiente da Internet (TabNet Campinas). Tais informações são disponibilizadas mensalmente nos referidos bancos de dados. Foi realizada a somatória dos dados mensais de internação e mortalidade, nas faixas etárias de 0 a 5 anos e acima de 60 anos de idade, além do total de cada mês. A coleta de dados ambientais foi realizada no site oficial da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), onde foram extraídos os indicadores diários de temperatura atmosférica, umidade relativa do ar e dos seguintes poluentes atmosféricos: dióxido de nitrogênio (NO₂), partículas inaláveis (MP₁₀), ozônio (O₃), partículas inaláveis finas (MP_{2,5}) e monóxido de carbono (CO). As informações utilizadas no estudo foram extraídas das três estações de Campinas, localizados nos respectivos bairros: Centro, Taquaral e Vila União. Realizou-se a média aritmética diária dos níveis de cada uma das respectivas substâncias computadas, considerando as medidas disponíveis em vinte e quatro horas. Alguns poluentes foram coletados exclusivamente em uma estação, enquanto outros foram adquiridos em mais de uma base, dependendo da sua disponibilidade. As medidas foram obtidas de acordo com a disponibilidade em cada estação. Os parâmetros meteorológicos, UR e TEMP, foram coletados nas bases do Taquaral e da Vila União. Nos casos em que o poluente ou parâmetro meteorológico foi computado em mais de uma base, uma média aritmética foi feita entre as médias diárias anteriormente obtidas em cada área. Após obtidas as quantidades diárias para cada substância, foi realizada nova média aritmética entre os dados diários pela quantidade de dias dos meses, obtendo a média mensal para os respectivos poluentes e parâmetros meteorológicos.

Na coleta do banco da CETESB, alguns dados referentes aos poluentes estavam indisponíveis em determinados horários. Para não alterar os resultados de forma significativa, definiram-se critérios para estabelecer quando a falta dessas informações seria relevante. Dessa forma, foram considerados *missings* os dados de poluentes para os quais houvesse mais de 12 horários indisponíveis. Sendo assim, os dias considerados *missings* foram desconsiderados para o cálculo da média mensal.

Os dados ambientais e de saúde foram armazenados em uma planilha, facilitando sua interpretação e análise, por meio de estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados referem-se ao período de 1 de janeiro de 2019 a 31 de dezembro de 2019. As variáveis de saúde, número de internações e mortalidade, foram apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 — Medidas descritivas dos dados anuais referentes à internação e mortalidade por doenças respiratórias em Campinas no ano de 2019

		Soma	Mínimo*	Máximo*	Mediana	Média
	Total	7083	426	753	567,5	590,25
Internação	< 5 anos	2468	86	334	183	205,67
	≥ 60 anos	2079	141	237	169	173,25
	Total	877	51	96	73	73,08
Mortalidade	< 5 anos	7	0	3	0	0,58
	≥ 60 anos	775	47	85	65	64,58

Fonte: Elaboração própria, considerando dados adquiridos da Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (DATASUS, 2020) e do Sistema de Informação de Mortalidade (TabNet Campinas, 2020).

*Os valores mínimo e máximo referem-se a dados mensais.

As variáveis ambientais (meteorológicas e de poluentes) (Tabela 2) foram coletadas diariamente, somando 365 observações, que totalizaram 2.555 dados da CETESB. Desse total, 89 representam *missings*.

Tabela 2 — Medidas descritivas dos dados anuais referentes à concentração de poluentes em Campinas no ano de 2019

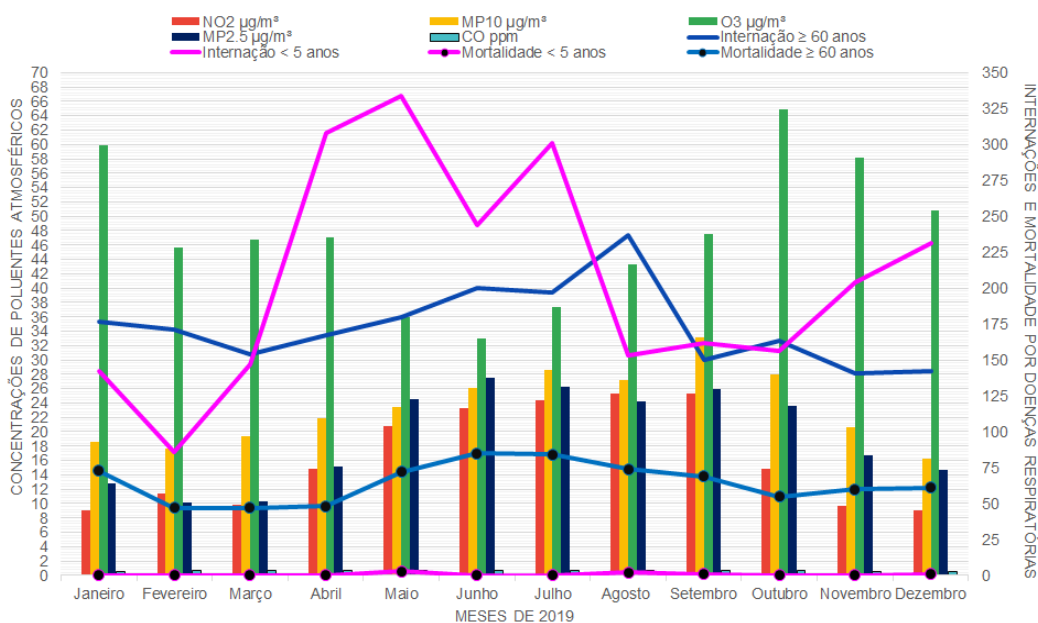
	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mínimo*	Maximo*
Temperatura	23,34	22,82	1,85	11,62	30,76
Umidade	65,42	65,5	12,96	27,38	93,38
PM ₁₀	21,25	23,45	1,66	8,78	74,74
PM _{2,5}	16,46	19,36	2,98	5,08	56,21
NO ₂	12,89	15,75	0,99	2,09	53,92
O ₃	44,59	47,45	7,81	13,26	98,96
CO	0,65	0,65	0,31	0,23	0,95

Fonte: Elaboração própria, considerando dados adquiridos da CETESB (2020).

*Os valores mínimo e máximo referem-se a médias diárias.

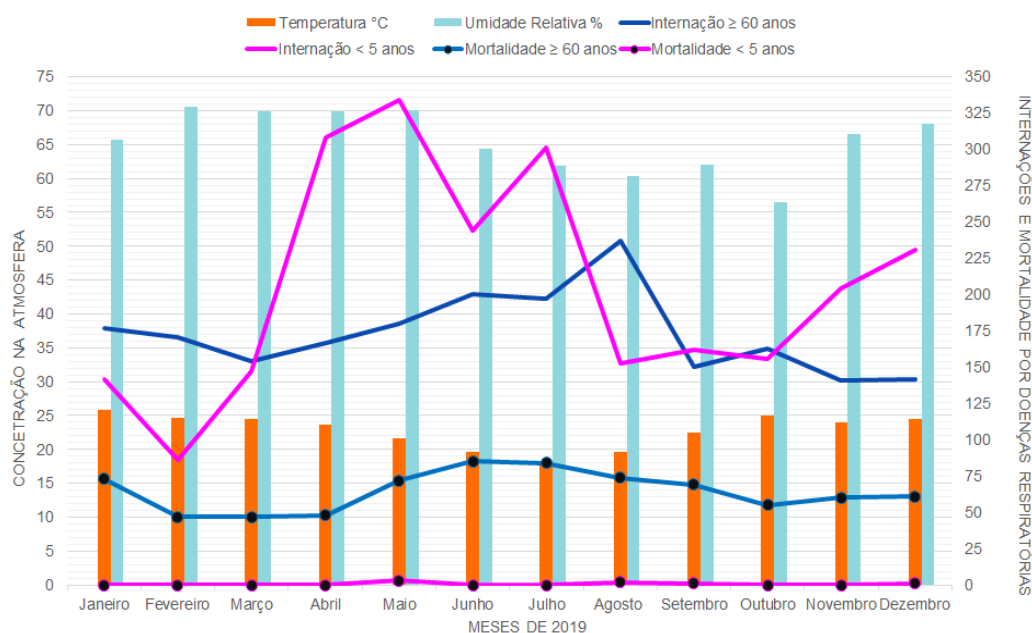
Os números de internações e mortalidade em idosos e crianças estão apresentados no Gráfico 1, no qual é possível analisá-los juntamente com as concentrações de poluentes. No Gráfico 2, estão apresentados os dados relacionados a parâmetros meteorológicos.

Gráfico 1 — Análise de ocorrência de internação e mortalidade em idosos e crianças comparada a concentrações de poluentes coletados em 2019 em Campinas



Fonte: elaboração própria, considerando dados adquiridos por CETESB (2020), TabNet Campinas (2020) e DATASUS (2020).

Gráfico 2 — Análise da ocorrência de internações hospitalares e mortalidade decorrentes de acometimentos respiratórios em crianças e idosos comparadas aos parâmetros meteorológicos referentes ao ano de 2019 no município de Campinas



Fonte: elaboração própria, considerando dados adquiridos por CETESB (2020), TabNet Campinas (2020) e DATASUS (2020).

No presente estudo, constatou-se que aproximadamente 12% (877) do total de mortes em 2019 (7474) são de doenças respiratórias, segundo o CID. Este número merece um destaque quando se trata das questões de saúde pública, levando em consideração que os poluentes atmosféricos podem interferir diretamente nesse sistema do organismo humano.

Conforme os dados ambientais e de morbimortalidade apresentados, destaca-se o fato de que há mais internações hospitalares em crianças menores que 5 anos do que em idosos a partir de 60 anos, 34,84% e 29,35% do total de internações por doenças respiratórias anual, respectivamente. Porém, a taxa de mortalidade anual em maiores de 60 anos chega a ser 110,71 vezes maior do que a quantidade de mortes anuais no grupo mais jovem, representando 88,37% das mortes totais por doenças respiratórias.

A população idosa necessita de atenção, já que o Brasil vive uma transição epidemiológica, com aumento significativo da expectativa de vida. Essa transição, após um diagnóstico de saúde da população em envelhecimento do país, exige a adoção de medidas efetivas que possam ser avaliadas e estudadas para fortalecer e resultar em uma atenção integral ao idoso, tendo como objetivo incluir ativamente essa parcela da população nas atividades do Estado e diminuir as intervenções que a leva a severos danos de saúde, os quais têm um impacto significativo para os sistemas, tanto de saúde pública quanto privada.

Nas crianças, o maior número de internações por doenças respiratórias ocorreu nos meses de abril a julho, enquanto os maiores números de idosos internados por tais comorbidades, de acordo com CID-10, são verificados nos meses de junho a agosto, período de outono e inverno.

Ao analisar os dados obtidos da CETESB, verifica-se que as temperaturas mais baixas ocorreram nos meses de junho a agosto, valores aproximados entre 18°C e 19,7°C, coincidindo com o período de alta incidência de internações durante a coleta do nosso estudo, sendo que houve mais mortes totais por doenças respiratórias de maio a agosto.

Uma revisão mostrou que a relação entre o aumento de $MP_{2,5}$ e de internações, sintomas respiratórios e crises asmáticas; em paralelo, verifica-se que de abril a maio a concentração de $MP_{2,5}$ aumentou aproximadamente 62,42% ($9.45 \mu g/m^3$), ficando próximo ao limite estabelecido pela resolução apresentada pelo CONAMA, sendo que as internações em menores de cinco anos atingiram seu valor máximo (334) em maio, e a mortalidade nula desde o início de 2019 subiu para três neste mês, seu valor máximo também. Além disso, entre os dois meses citados, observa-se que a mortalidade de idosos teve sua variação positiva máxima (50%). Vale ressaltar que nesse mesmo período a concentração de NO_2 aumentou 40%, assim como o CO em aproximadamente 6% e a temperatura teve sua média reduzida em 2°C; já o O_3 teve sua concentração diminuída

em 23,6%. Um ponto muito significativo foi o aumento em 109,5% da quantidade de internação de menores de cinco anos durante março a abril (de 147 para 308), período em que a concentração dos poluentes analisados aumentou, com exceção da concentração de CO que permaneceu a mesma.

Outro estudo realizado em Campinas demonstrou que a cidade é responsável por liberar 40,2% de CO₂ do total dos vinte municípios da região metropolitana de Campinas (RMC). Considerando que os transportes aéreos e terrestres emitem 41,7% do total de CO₂ na RMC, e que, dessa porcentagem, os meios de transporte terrestres são responsáveis por lançar 81,8% dos poluentes na atmosfera, acredita-se que a base localizada no centro representa uma população mais exposta a esse composto químico, já que tal espaço é mais verticalizado e possui maior circulação desses transportes terrestres, individuais e coletivos, propiciando uma estimativa de danos mais palpáveis relacionados às internações e mortalidades por doenças respiratórias.

Aumentar a monitorização da qualidade do ar se faz necessário na busca pela manutenção dos níveis aceitáveis de poluentes, ainda que não exista uma referência segura nos valores das concentrações dessas substâncias para a saúde, mediante exposições contínuas. Os resultados analisados demonstram a complexidade do processo saúde-doença, uma vez que não é possível estabelecer relação causal direta da poluição do ar com as doenças respiratórias e seus respectivos efeitos nocivos à saúde, já que fatores como tabagismo, presença de comorbidades, envelhecimento da população, condições socioambientais e econômicas também interferem nesse fenômeno.

Faz-se urgente refletir sobre as atuais políticas públicas de legislação brasileira referentes à redução da poluição atmosférica e inovações de caráter coletivo direcionadas para a manutenção da qualidade do ar, resultando numa melhor qualidade de vida para a população. Para isso, é imprescindível o envolvimento da vigilância em saúde ambiental na orientação desses processos, pois, ainda que sejam de responsabilidade de outros setores como o da energia, indústria e transporte, seus resultados incidem sobre a saúde da população, bem como impactam o sistema de saúde.

Além disso, o planejamento industrial, urbano e na rede de transportes deve ser revisto, objetivando reduzir ao máximo os índices de poluição, aderindo, também, o uso de energia limpa. Por fim, o incentivo a caminhadas, ciclismo e uso de transportes coletivos são atitudes que poderiam contribuir positivamente para a redução dos poluentes na atmosfera.

Abordando esses impactos, o estudo pode ser utilizado como referência para a criação de métodos de vigilância dos efeitos de curto e longo prazo da poluição do ar nas morbidades respiratórias, estabelecendo alertas, principalmente aos serviços da atenção básica em saúde (tendo um enfoque maior para os grupos de maior risco — crianças de idade menor de 5 anos e idosos maiores ou iguais a 60 anos), quando forem observados índices de poluentes acima do tolerável.

Durante a coleta de dados além dos *missings* obtidos, outros fatores não foram considerados, como por exemplo, a quantidade e volume de veículos na cidade, áreas internas arborizadas e o ar condicionado. Além disso, as pessoas que se deslocam para lugares com maiores índices de poluentes (como acontece com residentes de zonas periféricas da cidade que precisam se deslocar para o centro, onde exercem suas atividades laborais) ficam frequentemente mais expostas, trazendo malefícios com um grande potencial de interferência na saúde, sendo que esse viés específico não foi considerado.

Ademais, outro limitante está no fato de que os dados de internações hospitalares foram obtidos apenas por números da rede pública de saúde, pois os dados referentes à rede privada não constam no DATASUS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise realizada, foi possível observar que a exposição a altos índices de poluentes e as variáveis meteorológicas exercem influência direta na saúde da população, aumentando as internações e mortalidade relacionadas aos problemas respiratórios, principalmente nos extremos de idade (crianças e idosos), considerados grupos de risco que, portanto, requerem intervenções de política de saúde com enfoque na prevenção de danos, bem como medidas mais efetivas de controle da qualidade do ar, quer seja através da criação e fiscalização de políticas públicas por autoridades, do planejamento urbano e industrial, ou através de incentivos a nível individual, objetivando a redução do uso de transportes terrestres, medidas que devem ser amplamente divulgadas e cumpridas, devido aos benefícios que trariam para a melhora da qualidade do ar e seu impacto na saúde da população.