ESTUDO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA, POLUIÇÃO DO AR E O DESENVOLVIMENTO DE DOENÇA CARDIOVASCULAR EM UM PAÍS TROPICAL

Palavras-Chave: Doenças Cardiovasculares; Temperatura; Poluição do Ar; Fatores de Risco.

Autores:
Luiz Henrique Toledo Monti, Faculdade de Enfermagem - UNICAMP
Profª. Drª. Rafaela Batista dos Santos Pedrosa, Faculdade de Enfermagem - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

As Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) representam a principal causa de mortalidade global, com as Doenças Cardiovasculares (DCV) sendo responsáveis por aproximadamente 70% dos óbitos mundiais e impactando significativamente a qualidade de vida e a economia. No Brasil, as DCV foram a principal causa de mortalidade por DCNT até 2021, período em que houve uma inversão desse panorama devido à pandemia de COVID-19. O impacto econômico das DCV é substancial, evidenciado pelos gastos de quase R$1 bilhão em procedimentos clínicos no Brasil em 2019. O aumento da longevidade global, contudo, tem sido acompanhado por um incremento no tempo de incapacidade, com as DCV contribuindo significativamente para os anos de vida perdidos.[1,2]

O infarto do miocárdio (IM) destaca-se entre as DCV, apresentando elevadas taxas de internação e está associado a múltiplos fatores de risco, como *diabetes mellitus*, dislipidemia, obesidade e tabagismo.[3] Pesquisas epidemiológicas recentes demonstram uma correlação entre variações de temperatura e saúde cardiovascular. Flutuações térmicas, mesmo intradia, podem exercer um impacto negativo na saúde cardíaca, sendo as temperaturas não ideais classificadas como a 5ª principal causa de morbimortalidade global.[4] Os mecanismos fisiopatológicos que interligam as variações térmicas e as DCV ainda não estão completamente elucidados, mas presume-se um processo multifatorial envolvendo regulação da pressão arterial, ritmo cardíaco e mecanismos inflamatórios.[5]

A qualidade do ar emerge como um determinante ambiental crítico, posicionando-se como a 4ª principal causa de morbimortalidade em âmbito mundial.[6] A poluição atmosférica, caracterizada pela presença de material particulado (MP_{10}, $MP_{2,5}$), óxidos de nitrogênio (NOx), monóxido de carbono (CO) e ozônio (O3), afeta o sistema circulatório por meio de processos inflamatórios oxidativos, danos ao endotélio e aceleração da aterogênese.[7,8] A Organização Mundial da Saúde (OMS) reporta que 42% dos óbitos relacionados à poluição do ar são atribuíveis às DCV.[9]

A influência das variações de temperatura no agravamento das DCV é um fator reconhecido, entretanto, no Brasil, os estudos epidemiológicos tendem a priorizar doenças infecciosas, como dengue e malária.[10] Esta lacuna se torna evidente quando se observa a escassez de investigações nacionais que correlacionam poluição do ar, variações de temperatura e morbimortalidade por DCV.

Diante do exposto, o presente estudo propõe investigar a relação entre a poluição do ar, as variações de temperatura e a morbimortalidade por DVC, com foco na população brasileira, visando aprofundar o conhecimento científico e subsidiar futuras intervenções em saúde pública.

METODOLOGIA:

Estudo de natureza transversal exploratória, com abordagem quantitativa, delineado para estabelecer relações entre variáveis ambientais e de saúde. O estudo incluiu dados dos estados de São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Minas Gerais (MG), Espírito Santo (ES), Rio Grande do Sul (RS) e Paraná (PR), em suas respectivas capitais, selecionando-os com base na disponibilidade de dados em plataformas públicas.

Variáveis e Coleta de Dados

A coleta de dados abrangeu variáveis de morbidade e mortalidade por DCV, consideradas as variáveis dependentes. As variáveis independentes incluíram dados de temperatura e poluição do ar.

- **Desfechos de Saúde:** Os dados mensais de morbidade e mortalidade (óbitos e internações) por IM, Insuficiência Cardíaca (IC) e arritmias foram obtidos do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e selecionados por meio dos códigos da Classificação Internacional de Doenças (CID-10).
- **Variáveis Ambientais:** Os dados diários de temperatura (mínima, média e máxima) e de qualidade do ar, incluindo material particulado (PM2,5, PM10) e Ozônio (O3), foram coletados em estações de monitoramento e obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) para as cidades em estudo, abrangendo o período de 1º de janeiro de 2015 a 31 de dezembro de 2022.

Análise Estatística

Os dados foram analisados utilizando o software estatístico SAS versão 9.4, conforme demonstrado a seguir:

1. **Análise Descritiva:** Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva das variáveis quantitativas. Foram calculadas medidas de tendência central (média e mediana), dispersão (desvio-padrão) e posição (mínimo, Q1, Q3 e máximo), conforme demonstrado no relatório de descrição quantitativa dos dados.

2. **Teste de Normalidade:** A distribuição dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade das variáveis.
3. **Análise de Correlação:** A relação entre as variáveis quantitativas foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Spearman. Este coeficiente varia de −1 a 1, onde valores próximos a 1 indicam uma relação positiva, próximos a −1 uma relação negativa e próximos a 0 a ausência de correlação. A força da correlação foi classificada de acordo com Cohen (1992) em: fraca (0,1 a 0,29), moderada (0,30 a 0,49) e forte (≥0,50).[11,12]

Foi adotado um nível de significância de 5% ($p<0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A análise dos dados ambientais e de saúde revelou padrões distintos nas cidades de São Paulo (SP), Vitória (ES), Rio de Janeiro (RJ), Belo Horizonte (MG), Curitiba (PR) e Porto Alegre (RS). Em São Paulo, as médias de concentração de poluentes atmosféricos ($PM_{2,5}$, PM_{10} e O3) foram significativamente maiores em comparação com as outras capitais. Em contrapartida, as temperaturas médias, mínimas e máximas foram superiores em Vitória.

As análises de correlação de *Spearman* foram conduzidas para avaliar a associação entre as variáveis de poluição do ar, temperatura e os desfechos de morbimortalidade e mostraram associações significativas entre as variáveis ambientais e DCV, com variações entre as cidades. Os valores significativos estão em negrito nas tabelas abaixo.

	ÓBITOS IC	INTERN IC	ÓBITOS IAM	INTER IM	ÓBITOS ARRIT	INTERN ARRIT
PM_25	0,1371 0,3474 49	-0,0454 0,6640 94	-0,0251 0,8105 94	-0,1278 0,2195 94	0,1051 0,4163 62	0,0309 0,7676 94
PM10	0,3371 **0,0167** 50	0,0719 0,4934 93	-0,0294 0,7800 93	-0,3478 **0,0006** 93	-0,0695 0,5944 61	-0,2196 **0,0344** 93
O3	0,0519 0,7382 44	0,3338 **0,0017** 86	-0,0221 0,8398 86	0,3320 **0,0018** 86	0,0238 0,8581 59	0,4813 **< 0,0001** 86
TEMP MÍN	-0,1531 0,2835 51	-0,2827 **0,0053** 96	-0,0259 0,8026 96	-0,2049 **0,0453** 96	0,0634 0,6189 64	-0,3559 **0,0004** 96
TEMP MÉD	-0,1657 0,2824 44	-0,2628 **0,0151** 85	-0,0824 0,4535 85	-0,1847 0,0906 85	0,0106 0,9377 57	-0,2902 **0,0071** 85
TEMP MÁX	-0,0818 0,5683 51	-0,1928 0,0598 96	-0,0922 0,3719 96	-0,0682 0,5090 96	-0,0340 0,7897 64	-0,1893 0,0647 96

Tabela 1: Coeficiente de correlação de Spearman, p-valor e n (Vitória - ES).

Em Vitória, observou-se uma correlação positiva de moderada magnitude entre o Ozônio (O3) e internações por IC, IM e arritmias, indicando um potencial efeito prejudicial desse poluente à saúde cardiovascular. As associações com PM_{10} se mostraram mais complexas, com uma correlação positiva de moderada magnitude para óbitos por IC, mas negativa para internações por IM (moderada magnitude) e arritmias (fraca magnitude). As baixas temperaturas, notadamente as mínimas, apresentaram correlações negativas de fraca a moderada magnitude com internações por todas as DCV, indicando que, mesmo em uma região de clima predominantemente mais quente, o frio pode representar um fator de risco.

	ÓBITOS IC	INTERN IC	ÓBITOS IAM	INTER IM	ÓBITOS ARRIT	INTERN ARRIT
PM_25	0,3049 **0,0025** 96	0,4699 **< 0,0001** 96	0,3693 **0,0002** 96	0,1671 0,1037 96	0,2685 **0,0082** 96	0,2693 **0,0080** 96
PM10	0,2473 **0,0151** 96	0,5056 **< 0,0001** 96	0,3436 **0,0006** 96	0,1278 0,2148 96	0,2360 **0,0206** 96	0,2828 **0,0052** 96
O3	0,0899 0,3835 96	-0,4356 **< 0,0001** 96	-0,4663 **< 0,0001** 96	0,0820 0,4269 96	0,1278 0,2148 96	-0,3101 **0,0021** 96
TEMP MÍN	-0,5710 **< 0,0001** 84	-0,6082 **< 0,0001** 84	-0,6762 **< 0,0001** 84	-0,3059 **0,0047** 84	-0,3508 **0,0011** 84	-0,2282 **0,0368** 84
TEMP MÉD	-0,4921 **< 0,0001** 96	-0,4839 **< 0,0001** 96	-0,5009 **< 0,0001** 96	-0,2153 **0,0352** 96	-0,3027 **0,0027** 96	-0,1185 0,2501 96

TEMP MÁX	-0,2227 **0,0418** 84	-0,2432 **0,0258** 84	-0,3921 **0,0002** 84	0,0028 0,9798 84	-0,1599 0,1462 84	-0,0806 0,4663 84

Tabela 2: Coeficiente de correlação de Spearman, p-valor e n (São Paulo - SP).

Em São Paulo, o material particulado ($PM_{2,5}$ e PM_{10}) demonstrou correlações positivas com óbitos e internações (exceto para o IM) por todas as condições cardiovasculares analisadas. Isso destaca a poluição do ar como um dos principais fatores ambientais de risco na metrópole. As temperaturas mais baixas exibiram correlações negativas fortes e consistentes com óbitos e internações por todas as DCV analisadas, indicando que períodos de frio estão associados a um aumento substancial na incidência desses eventos. De forma notável, o ozônio apresentou correlações negativas com a maioria dos desfechos.

	ÓBITOS IC	**INTERN IC**	**ÓBITOS IM**	**INTER IM**	**ÓBITOS ARRIT**	**INTERN ARRIT**
PM_25	0,2872 **0,0089** 82	0,1517 0,1738 82	0,1544 0,1661 82	-0,1165 0,2971 82	0,0668 0,5507 82	-0,0614 0,5837 82
PM10	0,2839 **0,0089** 84	0,3237 **0,0027** 84	0,0423 0,7027 84	-0,0389 0,7251 84	0,2212 **0,0432** 84	0,1196 0,2787 84
O3	-0,2802 **0,0103** 83	-0,1767 0,1100 83	0,1932 0,0801 83	0,0798 0,4734 83	-0,1979 0,0730 83	-0,0209 0,8512 83
TEMP MÍN	-0,5068 **< 0,0001** 96	-0,3939 **< 0,0001** 96	-0,1335 0,1949 96	-0,2422 **0,0174** 96	-0,0951 0,3570 96	-0,2404 **0,0183** 96
TEMP MÉD	-0,5559 **< 0,0001** 94	-0,4228 **< 0,0001** 94	-0,1014 0,3307 94	-0,2134 **0,0389** 94	-0,1114 0,2851 94	-0,2420 **0,0188** 94
TEMP MÁX	-0,4519 **< 0,0001** 96	-0,2379 **0,0196** 96	-0,1659 0,1063 96	-0,0976 0,3441 96	-0,1383 0,1790 96	-0,0836 0,4179 96

Tabela 3: Coeficiente de correlação de Spearman, p-valor e n (Rio de Janeiro - RJ).

No Rio de Janeiro, o aumento dos níveis de PM_{10} foi significativamente associado a um maior número de óbitos e internações por IC e óbitos por arritmias. As baixas temperaturas apresentaram correlações negativas fortes e significativas com óbitos e internações por IC (forte e moderada magnitude, respectivamente), óbitos por IM (fraca magnitude) e internações por arritmias (fraca magnitude). Este achado sugere que, mesmo no clima predominantemente quente da cidade, o frio pode ser um fator desencadeante importante para eventos cardiovasculares.

	ÓBITOS IC	**INTERN IC**	**ÓBITOS IAM**	**INTER IM**	**ÓBITOS ARRIT**	**INTERN ARRIT**
PM_25	- - 0	- - 0	- - 0	- - 0	- - 0	- - 0
PM10	-0,0292 0,7907 85	0,1360 0,2147 85	-0,0970 0,3773 85	0,0683 0,5345 85	0,1460 0,1826 85	0,2391 **0,0275** 85
O3	-0,3942 **0,0003** 81	0,0331 0,7690 81	-0,1824 0,1032 81	0,2326 **0,0367** 81	0,2602 **0,0190** 81	-0,0946 0,4010 81
TEMP MÍN	-0,2223 **0,0295** 96	-0,5645 **< 0,0001** 96	-0,3218 **0,0014** 96	-0,2988 **0,0031** 96	-0,3748 **0,0002** 96	-0,1460 0,1558 96
TEMP MÉD	-0,2066 **0,0434** 96	-0,5788 **< 0,0001** 96	-0,3701 **0,0002** 96	-0,2985 **0,0031** 96	-0,3866 **< 0,0001** 96	-0,1532 0,1361 96
TEMP MÁX	-0,2074 **0,0426** 96	-0,4382 **< 0,0001** 96	-0,3949 **< 0,0001** 96	-0,1860 0,0697 96	-0,1985 0,0525 96	-0,0677 0,5123 96

Tabela 4: Coeficiente de correlação de Spearman, p-valor e n (Porto Alegre - RS).

Em Porto Alegre, o PM_{10} apresentou uma correlação positiva fraca, mas estatisticamente significativa, com internações por arritmias. O ozônio demonstrou correlações positivas fracas com internações por IM e óbitos por arritmias, mas uma correlação negativa moderada com óbitos por IC. As baixas temperaturas constituíram o fator de maior impacto, com associações inversas com internações por IC, óbitos por IM e arritmias. A exposição ao frio constitui, portanto, um fator de risco ambiental proeminente para a saúde cardiovascular na capital.

	ÓBITOS IC	INTERN IC	ÓBITOS IAM	INTER IM	ÓBITOS ARRIT	INTERN ARRIT
PM_25	- - 0	- - 0	- - 0	- - 0	- - 0	- - 0
PM10	0,1896 0,2754 35	0,6061 **0,0001** 35	0,2885 0,0928 35	0,0732 0,6762 35	0,1594 0,3604 35	-0,1690 0,3319 35
O3	-0,3093 **0,0129** 64	0,2767 **0,0269** 64	-0,2286 0,0692 64	0,0241 0,8502 64	0,0749 0,5566 64	-0,0123 0,9232 64
TEMP MÍN	-0,2154 **0,0351** 96	-0,2496 **0,0142** 96	-0,4407 **< 0,0001** 96	-0,2984 **0,0031** 96	-0,3732 **0,0002** 96	0,0227 0,8260 96
TEMP MÉD	-0,2927 **0,0040** 95	-0,3041 **0,0027** 95	-0,5139 **< 0,0001** 95	-0,3361 **0,0009** 95	-0,3642 **0,0003** 95	0,0015 0,9887 95
TEMP MÁX	-0,2811 **0,0055** 96	-0,1946 0,0574 96	-0,5143 **< 0,0001** 96	-0,1685 0,1007 96	-0,2964 **0,0034** 96	0,0286 0,7820 96

Tabela 5: Coeficiente de correlação de Spearman, p-valor e n (Curitiba - PR).

Em Curitiba, o material particulado PM_{10} apresentou uma correlação positiva com internações por IC, indicando que um aumento na concentração de PM_{10} está fortemente associado a uma elevação no número de hospitalizações por problemas cardíacos. Adicionalmente, as baixas temperaturas exibiram uma correlação negativa moderada com óbitos e internações por todas as DCV, sugerindo que a exposição ao frio pode atuar como um fator desencadeante para eventos cardiovasculares agudos nessa localidade.

	ÓBITOS IC	INTERN IC	ÓBITOS IAM	INTER IM	ÓBITOS ARRIT	INTERN ARRIT
PM_25	0,3747 **0,0004** 86	0,3446 0,0012 86	0,1316 0,2271 86	0,2407 **0,0256** 86	0,2975 **0,0054** 86	0,1242 0,2546 86
PM10	0,3665 **0,0002** 96	0,4286 **< 0,0001** 96	0,1258 0,2219 96	0,3595 **0,0003** 96	0,3935 **< 0,0001** 96	0,1660 0,1061 96
O3	-0,1895 0,0644 96	-0,0358 0,7290 96	0,0519 0,6158 96	-0,0775 0,4532 96	0,0169 0,8705 96	-0,1468 0,1535 96
TEMP MÍN	-0,3861 **0,0001** 96	-0,4389 **< 0,0001** 96	-0,3163 **0,0017** 96	-0,1483 0,1492 96	-0,3468 **0,0005** 96	-0,0887 0,3900 96
TEMP MÉD	-0,3560 **0,0004** 94	-0,2952 **0,0039** 94	-0,3962 **< 0,0001** 94	-0,0782 0,4536 94	-0,3237 **0,0015** 94	0,1223 0,2404 94
TEMP MÁX	-0,1818 0,0763 96	-0,0876 0,3961 96	-0,3384 **0,0007** 96	0,0426 0,6803 96	-0,1619 0,1150 96	0,1978 0,0534 96

Tabela 6:Coeficiente de correlação de Spearman, p-valor e n (Belo Horizonte - MG).

Em Belo Horizonte, o incremento nas concentrações de material particulado ($PM_{2,5}$ e PM_{10}) foi associado a correlações positivas moderadas com óbitos e internações por IC, internações por IM e óbitos por arritmias. Tal achado corrobora o papel do material particulado como um fator de risco ambiental relevante para a saúde cardiovascular na cidade. As temperaturas mínimas, médias e máximas revelaram correlações negativas moderadas com óbitos e

internações. Este padrão sugere que a ocorrência de baixas temperaturas constitui um elemento desencadeante de eventos cardiovasculares na população.

CONCLUSÃO:

O presente estudo evidenciou correlações significativas e padrões consistentes entre poluentes atmosféricos, variáveis climáticas e desfechos cardiovasculares em diversas capitais brasileiras. Os resultados indicam que a qualidade do ar e as condições térmicas constituem fatores ambientais determinantes para a saúde cardiovascular da população urbana.

De maneira geral, observou-se uma correlação positiva ntre as concentrações de material particulado ($PM_{2,5}$ e PM_{10}) e a incidência de óbitos e internações por IC, IM e arritmias, notadamente nas metrópoles de São Paulo, Belo Horizonte e Curitiba. Tais achados reforçam a crescente evidência de que a exposição a partículas finas está diretamente associada a um risco elevado de eventos cardiovasculares agudos. Em contrapartida, a relação do Ozônio (O3) com a saúde cardiovascular mostrou-se mais complexa e regionalmente variável, com correlações positivas em certas cidades, como Vitória, e negativas em outras, como São Paulo, o que sugere a influência de fatores locais e da exposição.[7,8,13]

Um achado particularmente consistente e abrangente foi a forte correlação negativa observada entre as temperaturas (mínima, média e máxima) e os desfechos cardiovasculares em todas as cidades estudadas. Este padrão sugere que períodos de baixas temperaturas representam um fator de risco proeminente, atuando como um gatilho para a elevação de óbitos e internações por DCV. A hipótese que emerge é que esta correlação inversa é, em parte, mediada pela maior concentração de poluentes atmosféricos durante o frio. Isso ocorre porque as baixas temperaturas tendem a aumentar as emissões como em veículos de 'partida a frio' e uso de sistemas de aquecimento, além de favorecer condições meteorológicas, como inversões térmicas, que impedem a dispersão de poluentes como o material particulado ($PM_{2,5}$ e PM_{10}), levando ao acúmulo e, consequentemente, a um maior impacto na saúde cardiovascular.[13,14]

Em síntese, as evidências apresentadas ressaltam a necessidade de políticas públicas integradas que visem não apenas à mitigação da poluição do ar, mas também à implementação de estratégias de saúde preventiva para proteger a população, particularmente os idosos e indivíduos com condições cardíacas pré-existentes, durante períodos de baixa temperatura. Portanto, uma abordagem integrada que contemple a poluição atmosférica e as variáveis climáticas é indispensável para a formulação de intervenções eficazes na promoção da saúde cardiovascular em ambientes urbanos.

REFERÊNCIAS:

1. Oliveira GMM de, Brant LCC, Polanczyk CA, Malta DC, Biolo A, Nascimento BR, et al. Estatística Cardiovascular – Brasil 2021. Arq Bras Cardiol [Internet]. 2022 [citado 12 de abril de 2024];118(1):115–373. Disponível em: https://abccardiol.org/wp-content/plugins/xml-to-html/include/lens/index.php?xml=0066-782X-abc-118-01-0115.xml&lang=pt-b
2. OMS revela principais causas de morte e incapacidade em todo o mundo entre 2000 e 2019 - OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde [Internet]. www.paho.org. 2020 [citado 12 de abril de 2024]. Disponível em: https://www.paho.org/pt/noticias/9-12-2020-oms-revela-principais-causas-morte-e-incapacidade-em-todo-mundo-entre-2000-e
3. Gomes CS, Gonçalves RPF, Silva AG da, Sá ACMGN de, Alves FTA, Ribeiro ALP, et al. Factors associated with cardiovascular disease in the Brazilian adult population: National Health Survey, 2019. Revista Brasileira de Epidemiologia [Internet]. 2021 [citado em 12 de abril de 2024]; 24. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbepid/a/gMDXYbgRpnN5QcsG5MC5DGr/?lang=en
4. Lane M, Ebelt S, Wu Z, Scovronick N, D'Souza RR, Chang HH. Time-series analysis of temperature variability and cardiovascular emergency department visits in Atlanta over a 27-year period. Environmental health. 2024 [citado em 12 de abril de 2024];23(1). Disponível em: http://dx.doi.org/10.1186/s12940-024-01048-4
5. Schneider A, Panagiotakos D, Picciotto S, Katsouyanni K, Löwel H, Jacquemin B, et al. Air Temperature and Inflammatory Responses in Myocardial Infarction Survivors. Epidemiology. 2008 [citado em 12 de abril de 2024];19(3):391–400.
6. Murray CJL, Aravkin AY, Zheng P, Abbafati C, Abbas KM, Abbasi-Kangevari M, et al. Global Burden of 87 Risk Factors in 204 Countries and territories, 1990–2019: a Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. The Lancet [Internet]. 2020 [citado em 12 de abril de 2024];396(10258):1223–49. Disponível em: https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30752-2/fulltext
7. Rajagopalan S, Landrigan PJ. Pollution and the Heart. Longo DL, editor. New England Journal of Medicine. 2021 [citado em 12 de abril de 2024];1;385(20):1881–92. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1056/nejmra2030281
8. Braunwald E. Air pollution: challenges and opportunities for cardiology. European Heart Journal. 2023 [citado em 12 de abril de 2024]; 44(19). Disponível em: http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehac791
9. World Health Organization. 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action [Internet]. Who.int. World Health Organization: WHO. 2018 [citado em 12 de abril de 2024]. Disponível em: https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action
10. de L, Mário Círio Nogueira, Vela R, Cossich W, Moreno, Teresa M, et al. Ambient temperature and mortality due to acute myocardial infarction in Brazil: an ecological study of time-series analyses. Scientific Reports. 2019 [citado em 12 de abril de 2024]; 9(1). Disponível em: http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-50235-8
11. Pagano, M., Gauvreau, K., & Mattie, H. (2022). Principles of Biostatistics (3rd ed.). Chapman and Hall/CRC. https://doi.org/10.1201/9780429340512
12. Cohen J. A power primer. Psychol Bull. 1992;112(1):155–9.
13. Eskandari Z, Maleki H, Neisi A, Riahi A, Hamid V, Goudarzi G. Temporal fluctuations of PM2.5 and PM10, population exposure, and their health impacts in Dezful city, Iran. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2020 Jun 18;18(2):723–31.
14. Wine O, Osornio Vargas A, Campbell SM, Hosseini V, Koch CR, Shahbakhti M. Cold Climate Impact on Air-Pollution-Related Health Outcomes: A Scoping Review. International Journal of Environmental Research and Public Health [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2022 Feb 8];19(3):1473. Available from: https://www.mdpi.com/1660-4601/19/3/1473/htm