



XXVIII ENFERMAIO

Repercussões das mudanças climáticas no mundo e sua influência na saúde

REALIZAÇÃO:



APOIO:



MORTALIDADE POR INSUFICIÊNCIA CARDÍACA: ANÁLISE DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS ASSOCIADAS, 2003 A 2021

Amanda Caboclo Flor¹

Thiago Martins de Sousa²

Thiago Santos Garces³

Vera Lúcia Mendes de Paula Pessoa⁴

Virna Ribeiro Feitosa Cestari⁵

Thereza Maria Magalhães Moreira⁶

TRABALHO PARA PRÊMIO: PÓS-GRADUAÇÃO – EIXO 1: Impactos das repercussões climáticas e sua influência na saúde

RESUMO

Introdução: Dentro do escopo de agravos que evoluem com a mortalidade que vêm ganhando gradativo destaque na influência do componente ambiental, em curso de evolução do processo de adoecimento, temos a insuficiência cardíaca (IC) como uma condição que se relaciona ao declínio gradativo do condicionamento cardíaco e é influenciado por diversos fatores que se relacionam ao ser humano, inclusive questões climáticas. **Objetivo:** Analisar variáveis climáticas e a mortalidade por insuficiência cardíaca (IC) no estado do Ceará, no período de 2003 a 2021. **Método:** Estudo epidemiológico de dados agregados com base em indicadores de clima e de saúde disponíveis no DATASUS e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o estado do Ceará no período de 2003 a 2021. Foram criadas linhas de tendência para cada uma das variáveis ao longo do tempo, utilizando o ano como eixo temporal. As variáveis foram correlacionadas entre si com taxas de mortalidade e internação por IC pelo teste de correlação de Spearman, seguida de regressão linear múltipla. **Resultados:** Nenhuma das variáveis independentes apresentou relação estatisticamente significativa com a taxa de mortalidade por insuficiência cardíaca. Nenhum dos fatores considerados no modelo demonstrou influência significativa sobre a taxa de mortalidade por insuficiência cardíaca, o que indica que outros fatores, não capturados por essas variáveis, podem ser mais determinantes para explicar a mortalidade por IC neste contexto. **Conclusão:** Pensar na IC no contexto da saúde ambiental amplia a visão sobre como o meio influencia no curso do adoecimento, que por vezes é negligenciada na avaliação clínicas desses sujeitos.

Palavras-chave: Insuficiência cardíaca; Saúde ambiental; Mortalidade.

1. Doutoranda em Cuidados Clínicos em Enfermagem e Saúde. Universidade Estadual Do Ceará (UECE).

2. Graduando em Enfermagem. Universidade Estadual Do Ceará (UECE).

3. Doutor em Cuidados Clínicos em Enfermagem e Saúde. Universidade Estadual Do Ceará (UECE).

4. Doutora em Enfermagem. Universidade Estadual Do Ceará (UECE).

5. Doutora em Cuidados Clínicos em Enfermagem e Saúde. Universidade Estadual do Ceará (UECE).

6. Pós-doutora em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (USP). Universidade Estadual do Ceará (UECE).

E-mail do autor: caboclo.flor@uece.br

INTRODUÇÃO

A saúde ambiental é um campo da saúde pública que investiga diversos fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos do ambiente e como esses podem representar riscos para a saúde dos indivíduos e da comunidade (Brasil, 2022). Esse conceito integra-se à saúde pública, pois estima-se que 13 milhões de morte em todo mundo são resultado de causas ambientais evitáveis (OMS, 2022). Nesse contexto, a análise das condições ambientais e suas interações exige avaliação abrangente das suas influências para que se possa desenvolver estratégias de bem-estar de maneira holística.

Dentre os elementos relevantes para a dinâmica homem-ambiente, temos as mudanças climáticas como um conjunto de alterações a longo prazo na temperatura e no clima do planeta. Tais transformações podem ter causas naturais, ou influência de ações antrópicas, como o aumento da emissão de gases do efeito estufa em decorrência da queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e o acúmulo de materiais não biodegradáveis no ecossistema. A difusão destes comportamentos nocivos para o planeta retém o calor e a radiação solar, aumentando a temperatura e promovendo reformas drásticas em vários aspectos do ambiente (IPCC, 2023).

Dentro do escopo de morbidades, que vêm ganhando gradativa influência do componente climático em curso de evolução do processo de adoecimento, temos a prevalência da insuficiência cardíaca (IC), que demanda aprimoramento assistencial com vista ao cuidado amplo, inclusive, na dinâmica do paciente com o ambiente em que vive, frente ao declínio gradativo do condicionamento cardíaco influenciado por diversos fatores ambientais. Afinal, autores demonstram que a exposição a fatores ambientais presentes no cotidiano, tanto a nível individual quanto comunitário, com as mudanças relacionadas ao clima, podem impactar a progressão da doença (Pamplina *et al.*, 2020).

Destarte, considerar a influência de múltiplos fatores climáticos no prognóstico da IC faz-se essencial. Ao considerar a saúde ambiental como pauta de amplo debate em âmbito mundial, o presente estudo justifica-se pela escassez de publicações sobre o tema, em especial para a inclusão da saúde ambiental em contextos específicos, como no adoecimento cardíaco. O curso da IC incide em condições multifatoriais e, por isso, aponta-se a importância de mensurar potenciais riscos climáticos e ambientais diretamente relacionados ao prognóstico da doença no indivíduo. Logo, objetivou-se analisar os fatores climáticos e a mortalidade por IC no estado do Ceará, no período de 2003 a 2021.

METODOLOGIA

Estudo epidemiológico de dados agregados, realizado a partir de indicadores ambientais e de saúde obtidos do DATASUS e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o estado do Ceará. Foram incluídos dados relativos ao período de 2003 a 2021, contemplando variáveis como umidade relativa do ar, radiação global, velocidade do vento, temperaturas máximas, mínimas e médias, taxa de mortalidade por insuficiência cardíaca (IC) e taxa de internação por IC.

Os dados foram extraídos da planilha "banco IC.xlsx", que compila informações relevantes sobre as condições ambientais e indicadores de saúde. Esses dados são de domínio público, disponíveis para análise e distribuição, e foram organizados para permitir uma avaliação das tendências e associações entre as variáveis estudadas.

Inicialmente, foram criadas linhas de tendência para cada uma das variáveis ao longo do tempo, utilizando o ano como eixo temporal. As tendências foram analisadas por meio de gráficos de linha para identificar padrões de variação ao longo do período estudado. A exclusão da tendência temporal foi considerada para focar nas correlações entre as variáveis sem a influência do tempo.

Após a análise gráfica, as variáveis foram correlacionadas entre si, especialmente focando nas taxas de mortalidade e internação por IC, utilizando o teste de correlação de Spearman, dada a não normalidade detectada em algumas distribuições. As correlações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) foram destacadas.

Para avaliar o impacto conjunto das variáveis ambientais sobre as taxas de mortalidade e internação por IC, foi realizada uma regressão linear múltipla, incluindo as variáveis que apresentaram uma correlação com $p < 0,20$. Os coeficientes de regressão, seus respectivos p-valores e os Intervalos de Confiança de 95% (IC95%) foram reportados, destacando a força das associações observadas.

Todos os gráficos e análises foram realizados utilizando o software R, versão 4.3.1, garantindo a precisão dos cálculos estatísticos e a robustez das visualizações. Este estudo não necessitou de aprovação prévia por um Comitê de Ética em Pesquisa, uma vez que os dados utilizados são de domínio público e não contêm informações que permitam a identificação de indivíduos. Todas as análises foram conduzidas respeitando os princípios éticos de pesquisa com dados secundários, conforme estabelecido pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das variáveis ambientais ao longo dos anos indicou variações consideráveis em vários aspectos. A umidade relativa do ar apresentou flutuações ao longo do período analisado, variando entre 67,65% e 76,11%. Essa variabilidade pode estar relacionada a mudanças sazonais ou alterações climáticas ocorridas na região ao longo dos anos.

A radiação global demonstrou uma significativa variabilidade, com valores registrados entre 0 e 7944,66 KJ/m². Em determinados anos, houve ausência de registros de radiação, o que pode estar associado a fatores específicos, como variações na cobertura de nuvens ou mudanças nos métodos de medição. Essa ausência de dados em alguns anos destaca a importância de garantir a consistência nas medições ambientais para uma análise comparativa robusta.

A velocidade horária do vento variou de forma notável durante o período estudado, com registros entre 2,05 m/s e 5,68 m/s. Essas variações podem refletir mudanças nas condições meteorológicas locais, influenciadas por fatores sazonais ou eventos climáticos específicos. O acompanhamento da velocidade do vento é essencial para entender sua influência em outras variáveis ambientais e na saúde pública.

As temperaturas máximas anuais oscilaram entre 27,1°C e 28,8°C, indicando uma relativa estabilidade nas condições climáticas da região. As temperaturas mínimas, por outro lado, apresentaram valores entre 26,2°C e 27,5°C, o que sugere uma leve variabilidade dentro de uma faixa relativamente estreita. A estabilidade dessas temperaturas ao longo do tempo pode refletir uma constância no clima local, embora pequenas variações possam ser observadas. A temperatura média anual, variando entre 26,6°C e 28,0°C, manteve-se dentro de uma faixa estreita durante os anos analisados.

Em relação às variáveis de saúde, a taxa de mortalidade por insuficiência cardíaca variou de 32,79 a 48,81 óbitos por 100.000 habitantes. Essas variações podem estar associadas a fatores como mudanças nas condições de saúde da população, variações na qualidade do atendimento médico ou influências ambientais que afetam diretamente a saúde cardiovascular dos habitantes da região. Por fim, a taxa de internação por insuficiência cardíaca também apresentou uma ampla variação, com valores entre 63,72 e 155,90 internações por 100.000 habitantes.

As correlações entre a taxa de mortalidade por insuficiência cardíaca e as variáveis ambientais e clínicas revelam padrões distintos (Tabela 1). A umidade relativa do ar apresenta uma correlação negativa forte (-0,711) com um p-valor menor que 0,001, indicando uma associação estatisticamente significativa, onde um aumento na umidade está associado a uma redução na taxa de mortalidade por IC.

A radiação global também apresenta uma correlação negativa moderada (-0,521) com um p-valor de 0,041, sugerindo uma associação significativa onde maiores níveis de radiação global estão associados a uma menor taxa de mortalidade por IC.

Por outro lado, a velocidade do vento mostra uma correlação negativa fraca (-0,311) com um p-valor de 0,209, o que sugere que não há uma associação estatisticamente significativa com a mortalidade por IC.

As variáveis de temperatura, como temperatura máxima (-0,060, $p = 0,812$), temperatura mínima (-0,063, $p = 0,803$), e temperatura média (0,199, $p = 0,427$), exibem correlações fracas e não significativas, indicando que não há uma relação estatisticamente relevante entre essas temperaturas e a taxa de mortalidade por IC.

Finalmente, a taxa de internação por IC revela uma correlação negativa moderada (-0,514) com um p-valor de 0,029, sugerindo uma associação significativa onde uma maior taxa de internação está associada a uma menor taxa de mortalidade por IC.

Tabela 1. Correlação entre a taxa de mortalidade por insuficiência cardíaca e fatores climáticos. Fortaleza, CE, Brasil, 2024.

Variável	Rho de Spearman	p-valor
Precipitação anual (mm)	-0,024	0,925
Umidade relativa do ar (%)	-0,290	0,242
Radiação global (KJ/m ²)	-0,521	0,041
Velocidade do vento (m/s)	-0,311	0,209
Temperatura máxima (°C)	-0,060	0,812
Temperatura mínima (°C)	-0,063	0,803
Temperatura média (°C)	0,199	0,427
Taxa de internação por IC	-0,514	0,029

Fonte: elaboração própria.

Ao inserir as variáveis em um modelo de regressão linear multivariado, constatou-se que nenhuma das variáveis independentes apresentou uma relação estatisticamente significativa com a taxa de mortalidade por insuficiência cardíaca. A taxa de internação por IC mostrou uma relação positiva com a taxa de mortalidade ($\beta = 0,102$; $p = 0,282$), mas essa associação não foi significativa, sugerindo que, no contexto deste modelo, a taxa de internação por IC não exerce um impacto relevante sobre a mortalidade.

A umidade relativa do ar apresentou um coeficiente β muito pequeno ($\beta = 0,000$; $p = 0,792$), indicando uma influência desprezível e não significativa na taxa de mortalidade por IC. Da mesma forma, a radiação global mostrou um coeficiente β muito pequeno e não

significativo ($\beta = 1,335E-005$; $p = 0,830$), sugerindo que, dentro deste modelo, a radiação global também não exerce um impacto relevante sobre a mortalidade por IC.

Portanto, nenhum dos fatores considerados no modelo demonstrou uma influência significativa sobre a taxa de mortalidade por insuficiência cardíaca, o que indica que outros fatores, não capturados por essas variáveis, podem ser mais determinantes para explicar a mortalidade por IC neste contexto.

Tabela 02. Regressão Multivariada dos taxa de mortalidade por insuficiência cardíaca e fatores. Fortaleza, CE, Brasil, 2024.

Variável	β^*	Erro Padrão	p-valor	IC 95%†
Constante	27,841	15,593	0,094	-5,395 – 61,077
Taxa de internação por IC	0,102	0,091	0,282	-0,093 – 0,297
Umidade Relativa do Ar (%)	0,000	0,002	0,792	-0,004 – 0,003
Radiação Global (KJ/m ²)	0,00001335	0,000	0,830	0,000 – 0,000

Fonte: elaboração própria.

As mudanças climáticas emergiram como um potencial marcador de vulnerabilidade em saúde ao paciente em adoecimento cardíaco, visto que se defende a hipótese que a alteração climática a curto e longo prazo pode proporcionar um estresse oxidativo considerável no tecido cardíaco, impactando na vitalidade do sistema. Segundo o relatório publicado pela Organização das Nações Unidas, o mundo atingiu níveis de temperatura global superiores ao período da revolução industrial, dado que exprime a urgência na discussão sobre a implementação de medidas que interrompam uma trajetória dramática incompatível com a vida (ONU, 2023).

A maioria dos estudos que buscaram identificar os impactos do meio ambiente na saúde cardiovascular concentram-se em países desenvolvidos, de modo que as nações subdesenvolvidas ou em desenvolvimento estão sub-representadas na literatura. Isso mostra-se preocupante, uma vez que essas populações estão em maior vulnerabilidade e, conseqüentemente, mais expostas a fatores que aumentam o risco de mortalidade ou hospitalização por IC (Desai; Khraishah; Alahmad, 2023).

Adicionalmente, pacientes que residem em localizações de maior vulnerabilidade tem maior probabilidade de morrer em casa e menos chances de morrer em unidades hospitalares (Pham *et al.*, 2023). Outrossim, é fundamental considerar as condições de acesso a centros especializados em cardiopulmonar ao abordar a questão da vulnerabilidade em saúde (Deo *et al.*, 2023). Tal relação faz com que a localização geográfica da residência dos pacientes

com insuficiência cardíaca emergja junto às mudanças climáticas como um fator determinante para a continuidade do cuidado, constituindo um ponto crítico de vulnerabilidade, pois pode representar um obstáculo para uma assistência rápida e eficaz.

Apesar de não ter sido constatada correlação estatística significativa entre temperaturas mínima, máxima e média com as taxas de mortalidade por IC, dados existentes demonstram aumento importante nessa medida em períodos de calor ou frio extremo (Desai; Khraishah; Alahmad, 2023). No que diz respeito a velocidade do vento e radiação solar, o estudo de Goggins e Chan (2016) não encontrou associação significativa entre essas variáveis ambientais e o número de admissões por IC, mas demonstra que esse número aumentou nos meses mais frios e que os efeitos de baixas temperaturas podem reverberar por mais de 3 semanas. Logo, é possível visualizar a complexidade dos fatores ambientais e sua associação com o curso da IC, evidenciando a necessidade de estudos robustos na área, de modo a propiciar um cuidado holístico ao sujeito em adoecimento cardíaco, considerando seu estado de vulnerabilidade e o ambiente no qual está inserido.

CONCLUSÃO

Ao assumir que a pessoa com IC é um ser vulnerável, o cuidado deve abranger além da visão biomédica; deve integrar fatores sociais, culturais, econômicos e ambientais. Pensar na IC no contexto das mudanças climáticas é uma proposta de ampliação da visão sobre os fatores climáticos influentes na evolução da doença, que por vezes são negligenciados na avaliação clínica desta clientela.

O uso de dados oriundos de um banco secundário possibilitou o achado de informações relevantes. Ainda, os resultados sugerem a necessidade de desenvolver pesquisas que aprofundem a exploração dos aspectos ambientais destacados na literatura e sua integração com o acompanhamento abrangente dos pacientes com IC, permitindo, assim, a ampliação significativa na abordagem dos profissionais de cardiologia.

Ressaltamos a importância de contribuir para a produção científica com novos conhecimentos sobre estratégias para o cuidado mais específico e operacionalizado em relação às questões climáticas que afetam a pessoa com IC.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Caderno Temático do Programa Saúde na Escola: Saúde ambiental**. Brasília: Ministério da Saúde, 2022.

DEO, S. V. *et al.* Association Between Historical Neighborhood Redlining and Cardiovascular Outcomes Among US Veterans With Atherosclerotic Cardiovascular Diseases. **JAMA Network Open**, v. 6, n. 7, e2322727, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.22727>.

DESAI, Y.; KHRAISHAH, H.; ALAHMAD, B. Heat and the Heart. **Yale Journal of Biology and Medicine**, v. 96, n. 2, p. 197-203, 30 jun. 2023. DOI: 10.59249/HGAL4894.

GOGGINS, W. B.; CHAN, E. Y. Y. A study of the short-term associations between hospital admissions and mortality from heart failure and meteorological variables in Hong Kong: Weather and heart failure in Hong Kong. **International Journal of Cardiology**, v. 228, p. 537-542, 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023: Synthesis Report**. 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 24 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Climate Adaptation Gap Report 2023**. [Internet] 2023 [citado 2023 dez. 10]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/251542-relat%C3%B3rio-sobre-lacuna-de-adapta%C3%A7%C3%A3o-clim%C3%A1tica-2023>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **How the Environment Impacts our Health (Infographics)**. Genebra: World Health Organization, 2022.

PAMPLINA, Y. A. P.; ARBEX, M. A.; BRAGA, A. L. F.; PEREIRO, L. A. A.; MARTINS, L. C. Relationship between air pollution and hospitalizations for congestive heart failure in elderly people in the city of São Paulo. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 27, n. 15, p. 18208-18220, 2020.

