

EDITORIAL: Unindo Clima, Ambiente e Saúde: Uma Perspectiva da Saúde Única

Uniting Climate, Environment, and Health: A One Health Perspective

INTRODUÇÃO

A crise climática representa um dos maiores desafios já enfrentados pela humanidade: seus efeitos ultrapassam fronteiras geográficas, assim como delimitações sociais e econômicas, exacerbando desigualdades sociodemográficas. O aquecimento da atmosfera, dos oceanos e da superfície terrestre por meio das emissões humanas, o consequente aumento da frequência e da intensidade de eventos extremos e a degradação dos ecossistemas têm gerado impactos significativos sobre a saúde humana e animal, segurança alimentar, recursos hídricos e estabilidade social, assim como vêm afetando profundamente a saúde planetária. Com a deterioração de sistemas de suporte à vida, eleva-se o risco de mudanças irreversíveis e de atingir perigosos pontos de inflexão, e este cenário crítico impõe uma urgente necessidade de ação política e social coordenada para reverter a atual trajetória de desestabilização

AUTORES

Jonathan Vicente dos Santos Ferreira

Institute of Social and Preventive Medicine,
University of Bern, Bern, Switzerland.
Oeschger Centre for Climate Change Research,
University of Bern, Bern, Switzerland.
Núcleo de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas
e Saúde Única.
ORCID: 0000-0003-1529-9570

Juliana Scherer

Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva.
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São
Leopoldo, RS, Brasil. Núcleo de Pesquisa sobre
Mudanças Climáticas e Saúde Única.
ORCID: 0000-0002-9235-0416

Leonardo Dorneles Araújo

Programa de Pós-Graduação em Computação
Aplicada, Universidade do Vale do Rio dos
Sinos, São Leopoldo, RS, Brasil. Núcleo de
Pesquisa sobre Mudanças Climáticas e Saúde
Única.
ORCID: 0000-0002-7561-9292

Karina Bruno Lima

Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS,
Brasil. Núcleo de Pesquisa sobre Mudanças
Climáticas e Saúde Única.
ORCID: 0009-0008-3492-9746

Mellanie Fontes-Dutra

Programa de Pós-Graduação em Alimentos,
Nutrição e Saúde, Universidade do Vale do Rio
dos Sinos, São Leopoldo, RS, Brasil
Núcleo de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas
e Saúde Única
ORCID: 0000-0003-0334-0740

global. (IPCC, 2023; Lenton et al. 2025; Skochowski et al., 2025)

Longe de se tratar apenas de uma questão ambiental, a crise climática expõe vulnerabilidades pré-existentes, aprofundando desigualdades e afetando de forma desproporcional populações marginalizadas e países de baixa e média renda. Além disso, a imprevisibilidade, a baixa resiliência da sociedade frente a esses eventos extremos, somados à magnitude crescente dos impactos, desafiam sistemas de saúde, manutenção de biodiversidade, economias locais e estruturas de governança. Como agravante, a falta de preparo e investimentos adequados demonstra a dificuldade de implementação de planos de adaptação e políticas públicas essenciais para a sociedade, com uma governança estruturada e comunicações de risco e intercrises assertivas.

A necessidade de respostas urgentes e coordenadas não se limita à mitigação climática, ou seja, redução das emissões de gases de efeito estufa, mas envolve também a implementação de planos de adaptação pensados para atender necessidades locais, o aumento da resiliência e a proteção das comunidades mais vulneráveis - uma vez que essas variadas crises afetam as populações de forma desproporcional, evidenciando a importância da justiça climática. Logo, atestar e compreender os impactos da crise climática é essencial para orientar políticas públicas com foco em justiça social e estratégias de saúde na promoção de uma universalidade em seu acesso.

UMA SÓ SAÚDE

O clima e o meio ambiente estão intrinsecamente ligados, formando um sistema delicado e essencial para a vida na Terra. O clima descreve padrões e variações das condições de uma região ao longo do tempo, incluindo parâmetros como temperatura e precipitação, bem como o comportamento de eventos extremos, sendo, portanto, diretamente influenciado pela composição da atmosfera e pelo estado dos ecossistemas.

As emissões de gases de efeito estufa pelas atividades humanas têm provocado o aquecimento global e, conseqüentemente, alterações nos padrões climáticos e essas mudanças impactam dramaticamente o meio ambiente, levando ao esgotamento de recursos hídricos, à perda de biodiversidade em habitats aquáticos e terrestres e à degradação ambiental. Da mesma forma, favorecem eventos zoonóticos, pois o deslocamento de fauna e a alteração de nichos ecológicos aproximam vetores de populações humanas e animais suscetíveis, facilitando o salto e a dispersão de patógenos entre espécies. Assim, enfrentar os desafios contemporâneos exige uma perspectiva multidisciplinar e urgente, que integre a proteção climática e a conservação ambiental através de uma transição energética justa e de práticas sustentáveis, garantindo a saúde planetária e a qualidade de vida para as futuras gerações.

Dentro dessa visão, ganha força o conceito de “Uma Só Saúde”, que reconhece a interdependência entre saúde humana, saúde animal e saúde dos ecossistemas. A evolução histórica, desde “Medicina Única” até a atual abordagem interdisciplinar, mostra que lidar com desafios como zoonoses, doenças tropicais negligenciadas e resistência antimicrobiana, agravados consideravelmente pela exacerbação das mudanças climáticas, requer colaboração entre diferentes áreas do conhecimento e setores da sociedade.

Questões globais como mudanças climáticas, perda da biodiversidade e impactos da produção de alimentos reforçam a necessidade de estratégias integradas. Tecnologias inovadoras, como a produção de energia eólica offshore, ilustram esse desafio: ao mesmo tempo em que contribuem para a redução das emissões de carbono e para proteger o clima, podem gerar efeitos sobre ecossistemas marinhos e cadeias produtivas, como a pesca. Pensar nessas soluções requer uma abordagem interdisciplinar e colaborativa, com o compromisso de atingir metas reais e factíveis de todas as nações do mundo, especialmente aquelas que mais contribuem, histórica e proporcionalmente, para o avanço da crise climática.

A POLICRISE

Diversas pesquisas têm demonstrado o impacto das mudanças climáticas na saúde das populações. Mudanças temporais graduais, como o aumento da temperatura média e alterações nos padrões de precipitação, tendem a gerar efeitos mais sutis e crônicos, acumulados ao longo do tempo. Entre eles estão o aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares, a maior circulação de vetores (tanto em magnitude quanto em dispersão para novas regiões geográficas de abrangência) e o agravamento de condições sazonais. Já os eventos climáticos extremos, como enchentes, ondas de calor ou secas prolongadas, provocam tanto efeitos agudos e imediatos, como traumas físicos, surtos de doenças transmitidas pela água, mortes relacionadas ao calor, como efeitos psicológicos que podem perdurar por muitos anos, como ansiedade e traumas. Esse cenário reforça a necessidade de compreender as mudanças climáticas como um fator determinante da saúde coletiva. (Campbell-Lendrum et al., 2023; Rocque RJ et al., 2021)

Entretanto, avaliar de forma robusta a relação entre a aceleração das mudanças climáticas e seus impactos sobre a saúde apresenta uma série de desafios metodológicos que dificultam a produção de evidências consistentes. No geral, os estudos desta área se dividem entre estudos ecológicos, desenvolvidos a partir de dados secundários, e estudos individuais, desenvolvidos a partir de coleta primária. Em estudos ecológicos, uma das principais barreiras está na discrepância entre a granularidade e a periodicidade dos dados, além de vieses potenciais como a falácia ecológica.

Enquanto os registros climáticos podem variar em diferentes grandezas temporais e capturar diferentes microclimas até dentro de uma mesma cidade, os dados de saúde geralmente são consolidados em semanas epidemiológicas ou meses, e raramente apresentam detalhamento sub-regional. De forma paralela, a observação de mudanças no clima, em sua essência, requer o acompanhamento de longos períodos

de tempo, e muitos dados de saúde podem não ser padronizados entre regiões, e/ou consolidados. Ainda, durante eventos extremos, existe o risco da perda desses dados por avarias na estrutura física de armazenamento. Essa diferença de escala compromete a integração das bases e limita análises mais refinadas, que poderiam revelar vulnerabilidades específicas em determinadas comunidades. Além disso, em muitos contextos de países de baixa e média renda, as séries históricas de dados climáticos e de saúde apresentam falhas, subnotificação ou inconsistências nos registros, o que reduz ainda mais a confiabilidade das análises longitudinais.

Outro obstáculo importante envolve a complexidade dos fatores de confusão. Condições socioeconômicas, padrões de urbanização, poluição atmosférica, topografia, vegetação e acesso desigual aos serviços de saúde podem mascarar ou potencializar os efeitos do clima sobre a saúde, exigindo modelos estatísticos avançados para ajustar tais variáveis. Há ainda limitações associadas a desfechos de baixa prevalência, como determinados transtornos psiquiátricos ou doenças raras. Embora tais condições possam apresentar elevada sensibilidade a variações climáticas, a baixa frequência de casos reduz o poder estatístico das análises, dificultando a detecção de associações consistentes e aumentando o risco de estimativas imprecisas ou subestimadas.

Os estudos individuais, apesar de seu potencial para estabelecer associações mais precisas entre variáveis climáticas e desfechos em saúde, também apresentam desafios metodológicos importantes. Em primeiro lugar, a coleta primária de dados demanda elevados custos financeiros, logística complexa e equipes capacitadas, especialmente em delineamentos longitudinais, nos quais o acompanhamento contínuo é necessário para capturar efeitos cumulativos da exposição. A mensuração da exposição ambiental constitui outro ponto relevante: a variabilidade das condições climáticas entre domicílio, ambiente laboral e trajetos diários frequentemente não é adequadamente representada, resultando em possíveis erros de classificação da exposição. A limitação do tamanho amostral e possíveis vieses de seleção também

merecem destaque, uma vez que restringem a análise de desfechos de baixa prevalência e reduzem a capacidade de generalização dos resultados. Para mitigar essas limitações, recomenda-se a incorporação de ferramentas inovadoras, como sensores pessoais, registros georreferenciados de alta resolução e dispositivos móveis para monitoramento em tempo real, bem como a aplicação de técnicas estatísticas avançadas para lidar com dados inexistentes ou incompletos e potenciais vieses.

É importante ressaltar também que os desafios climáticos não afetam todas as cidades e regiões da mesma forma, pois variáveis ambientais, urbanas e sociais interagem para moldar contextos únicos, com diferentes níveis de vulnerabilidade. A topografia exerce papel determinante: áreas situadas em vales ou próximas a cursos d'água apresentam maior risco de enchentes, enquanto encostas são mais suscetíveis a deslizamentos. A presença de vegetação e cobertura verde contribui para a regulação térmica e redução do efeito de “ilhas de calor”, ao passo que a ausência de áreas arborizadas e o excesso de superfícies impermeáveis intensificam extremos de temperatura. Fatores urbanos, como densidade populacional, infraestrutura de drenagem e materiais predominantes de construção, também influenciam fortemente a resiliência ou a exposição aos impactos. Além disso, condições sociais e econômicas desempenham papel central: populações em situação de vulnerabilidade tendem a ocupar áreas de risco, com menor acesso a saneamento, moradia adequada e serviços de saúde, o que amplia os efeitos adversos. Assim, a combinação entre características ambientais e desigualdades sociais faz com que mesmo cidades próximas geograficamente apresentem respostas muito distintas diante de um mesmo evento climático.

De uma forma paralela, o agravamento das condições climáticas também afeta de formas distintas as populações. Por exemplo, trabalhadores ao ar livre estão sujeitos a desfechos piores em sua saúde em condições de calor extremo, assim como populações marginalizadas, com pouca estrutura e saneamento precário residencial. Determinantes socioambientais são críticos para uma análise integrada dessa

problemática, sempre sintonizando as ações para a visão de que, apesar da policrise afetar a sociedade de forma ampla e irrestrita, os recursos para lidar com seus desfechos e mitigá-los são ligeiramente distintos entre as classes socioeconômicas e grupos étnico-raciais. Um exemplo pertinente é o aumento do risco de mais populações entrarem no mapa da insegurança alimentar e da fome. Ao mesmo tempo que a degradação ambiental, especialmente do solo e da água, leva a impactos severos sobre as culturas, o aumento da produção e disponibilidade de alimentos ultraprocessados também coloca desafios para a saúde das populações. A escassez crescente (e até mesmo a completa falta) de alimentos *in natura* em algumas regiões, criando os desertos alimentares, já impacta a subsistência de segmentos da sociedade cuja alimentação e/ou fonte de renda dependem desses recursos, além da fauna local (a qual pode, inclusive, trazer ameaças de extinção para espécies já vulnerabilizadas). Já os pântanos alimentares dizem respeito a uma abundância de alimentos, porém ultraprocessados e com alto teor calórico, associados ao risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como diabetes e obesidade. Cabe ressaltar que populações diagnosticadas com DCNT são mais vulneráveis aos impactos sobre a saúde física durante eventos extremos climáticos, por exemplo, evidenciando este vínculo indissociável que a abordagem de Uma Só Saúde traz entre a saúde humana, animal e dos ecossistemas.

Diante dos entraves metodológicos identificados, a constituição de equipes multidisciplinares mostra-se imprescindível. A integração de especialistas em climatologia, epidemiologia, saúde pública e estatística permite não apenas a interpretação qualificada das especificidades de cada campo, mas também a combinação de múltiplas fontes e formatos de dados, ampliando a capacidade de análise frente à complexidade do tema. Esse esforço colaborativo contribui para a robustez metodológica e a geração de evidências científicas consistentes, capazes de subsidiar políticas públicas de adaptação e mitigação mais eficazes.

Além disso, a natureza multifacetada da relação entre clima e saúde requer a síntese de evidências provenientes de diferentes delineamentos de estudo, realizados para cada realidade regional. Pesquisas ecológicas em larga escala, séries temporais, análises espaciais e inquéritos individuais com coleta primária oferecem perspectivas complementares, cada qual com pontos fortes e limitações próprias. A integração desses achados, por meio de revisões sistemáticas, meta-análises ou frameworks de triangulação de métodos, contribui para ampliar a validade externa, reduzir vieses específicos de cada abordagem e fortalecer as inferências. Assim, a combinação de diferentes linhas de evidência configura um caminho essencial para a construção de conhecimentos mais sólidos e para o direcionamento de políticas públicas fundamentadas em evidências convergentes.

PESQUISAS FUTURAS E PERSPECTIVAS

As complexas abordagens para mitigar os impactos da policrise que atravessa a contemporaneidade requerem uma articulação assertiva entre lideranças, governos, setores-chave político-econômicos e a sociedade. Para tal, estratégias comunicacionais são imprescindíveis para a articulação e operacionalização da resiliência diante do agravamento da crise climática. Estratégias de comunicação que mantenham a integridade da informação técnico-científica, mas a tornem acessível para a sociedade podem favorecer a geração de políticas baseadas em evidências e maior senso crítico para a escolha de futuras lideranças comprometidas com tais pautas. É essencial analisar como essa comunicação pode ser transformada em diferentes contextos sócio-culturais, a partir de redes sociais, atividades extensionistas *in loco*, a integração dos conhecimentos e vozes de populações ancestrais e tecnologias digitais para a promoção de uma resposta assertiva diante de tamanho desafio - que afeta, novamente, a todos.

Outro ponto importante a ser considerado é a governança, a partir de modelos que promovam uma maior integração entre tais atores sociais nos processos de tomada

de decisão. A partir de uma exploração de possíveis mecanismos que facilitem e promovam essa participação social, dando voz às populações atingidas por eventos extremos, aos movimentos sociais, à academia, entre outros setores da sociedade, é possível promover uma interlocução que não apenas transpasse a discussão, mas promova a operacionalização estruturada e transparente de medidas que, de fato, favoreçam a resiliência da sociedade, a partir da integração, e não da exclusão. Para tal desafio, é necessária uma estratégia de governança local, regional, nacional e global, e estudos que investiguem formas de viabilizar isso, como conselhos deliberativos, plataformas de participação social digital, orçamentos participativos para a promoção de resiliência climática, entre outras possibilidades. O contínuo monitoramento dessa governança por parte da sociedade, além de promover maior participação social, também instiga engajamento e conscientização para a geração de uma cultura sustentável sem onerar o progresso das nações ou a saúde dos mais vulneráveis.

REFERÊNCIAS

Campbell-Lendrum, D., Neville, T., Schweizer, C. et al. Climate change and health: three grand challenges. *Nat Med* 29, 1631–1638 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02438-w>

IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

Lenton, T. M., Milkoreit, M., Willcock, S., Abrams, J.F., Armstrong McKay, D.I., Buxton, J.E., Donges, J.F., Loriani, S., Wunderling, N., Alkemade, F., Barrett, M., Constantino, S., Powell, T., Smith, S.R., Boulton, C. A., Pinho, P., Dijkstra, H.A. Pearce-Kelly, P., RomanCuesta, R.M., Dennis, D. (eds), 2025, The Global Tipping Points Report 2025. University of Exeter, Exeter, UK. ©The Global Tipping Points Report 2025, University of Exeter, UK.

Rocque RJ, Beaudoin C, Ndjaboue R, Cameron L, Poirier-Bergeron L, Poulin-Rheault RA, Fallon C, Tricco AC, Witteman HO. Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. *BMJ Open*. 2021 Jun 9;11(6):e046333. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046333. PMID: 34108165; PMCID: PMC8191619.

Sakschewski, B., Caesar, L., Andersen, L., Bechthold, M., Bergfeld, L., Beusen, A., Billing, M., Bodirsky, B. L., Botsyun, S., Dennis, D., Donges, J. F., Dou, X., Eriksson, A., Fetzer, I., Gerten, D., Häyhä, T., Hebden, S., Heckmann, T., Heilemann, A., Huiskamp, W. N., Jahnke, A., Kaiser, J., Kitzmann, N., Krönke, J., Kühnel, D., Laureanti, N. C., Li, C., Liu, Z., Loriani, S., Ludescher, J., Mathesius, S., Norström, A., Otto, F., Paolucci, A., Pokhotelov, D., Rafiezadeh Shahi, K., Raju, E., Rostami, M., Schaphoff, S., Schmidt, C., Steinert, N. J., Stenzel, F., Virkki, V., Wendt-Potthoff, K., Wunderling, N., Rockström, J. (2025): Planetary Health Check 2025: A Scientific Assessment of the State of the Planet, Potsdam : Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), 144 p. <https://doi.org/10.48485/pik.2025.017>