

MINISTÉRIO DA SAÚDE

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

PARA PROFISSIONAIS
DA SAÚDE

GUIA DE BOLSO

2ª edição

Brasília DF-2025



MINISTÉRIO DA SAÚDE

Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente

Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental
e Saúde do Trabalhador

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

PARA PROFISSIONAIS DA SAÚDE

GUIA DE BOLSO

2ª edição

Brasília DF 2025



2024 Ministério da Saúde.



Esta obra é disponibilizada nos termos da Licença Creative Commons – Atribuição – Não Comercial – Compartilhamento pela mesma licença 4.0 Internacional. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

A coleção institucional do Ministério da Saúde pode ser acessada, na íntegra, na Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde: bvsms.saude.gov.br.

2ª edição – 2025 – versão eletrônica

Elaboração, distribuição e informações:

MINISTÉRIO DA SAÚDE

Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente

Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental

e Saúde do Trabalhador

Coordenação-Geral de Mudanças Climáticas

e Equidade em Saúde

SRTVN 701, via W5 Norte, Edifício PO 700, 6º andar

CEP: 70723-040 – Brasília/DF

Site: www.saude.gov.br

E-mail: cgclima@saude.gov.br

Ministro de Estado da Saúde:

Alexandre Rocha Santos Padilha

Secretária de Vigilância em Saúde e Ambiente:

Mariângela Batista Galvão Simão

Edição-Geral:

Agnes Soares Silva – DVSAT/SVSA

Emerson Soares dos Santos – CGCLIMA/SVSA

Organização:

Carla Simone Giroto de Almeida Pina – CGCLIMA/
SVSA/MS

Darwin Renne Florencio Cardoso – DVSAT/
SVSA/MS

Guillierme Chervenski Figueira – CGCLIMA/
SVSA/MS

Lucilene Antônio Afonso Bertoldo – CGCLIMA/
SVSA/MS

Editoria técnico-científica:

José Fabrício de Carvalho Leal – CGEVSA/Daevs/SVSA

Tatiane F. Portal de Lima Alves da Silva – CGEVSA/
Daevs/SVSA

Diagramação:

Fred Lobo – CGEVSA/Daevs/SVSA

Revisão textual:

Tatiane Souza – CGEVSA/Daevs/SVSA

Normalização:

Delano de Aquino Silva – Editora MS/CGDI

Ficha Catalográfica

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador.

Mudanças climáticas para profissionais de saúde : guia de bolso [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – 2. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2025.

199 p. : il.

Modo de acesso: World Wide Web: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/mudancas_climaticas_profissionais_saude_2ed.pdf

ISBN 978-65-5993-932-9

1. Mudança Climática. 2. Vigilância em Saúde do Trabalhador. 3. Pessoal de Saúde. I. Título.

CDU 614:551.583

Catalogação na fonte – Coordenação-Geral de Documentação e Informação – Editora MS – OS 2025/0523

Título para indexação:

Climate change for healthcare professionals: pocket guide

LISTA DE FIGURA

| | | |
|-----------------|-------------------|----|
| FIGURA 1 | Racismo ambiental | 16 |
|-----------------|-------------------|----|

LISTA DE BOXES

| | | |
|---------------|---|-----|
| BOX 1 | Racismo ambiental | 38 |
| BOX 2 | Gênero e mudanças climáticas | 39 |
| BOX 3 | Atenção profissional de saúde! | 53 |
| BOX 4 | Abrigos temporários e riscos para a saúde respiratória | 67 |
| BOX 5 | A doença de Chagas e as mudanças climáticas | 86 |
| BOX 6 | Malária e as mudanças climáticas | 87 |
| BOX 7 | A esquistossomose e as mudanças climáticas | 89 |
| BOX 8 | Mudanças climáticas e migrações | 111 |
| BOX 9 | O impacto dos micro e nanoplásticos | 119 |
| BOX 10 | Ciguatera: intoxicação alimentar relacionada às mudanças climáticas | 131 |
| BOX 11 | Cuidados dos ambientes escolares na vigência de uma onda de calor | 150 |
| BOX 12 | Cuidado para os trabalhadores na vigência de uma onda de calor | 150 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|------------------|--|-----|
| QUADRO 1 | Principais doenças causadas pelo calor e suas fisiopatologias | 50 |
| QUADRO 2 | Proposta de ferramenta de triagem clínica para identificação de risco pela poluição do ar | 57 |
| QUADRO 3 | Principais alterações renais relacionadas às mudanças climáticas | 71 |
| QUADRO 4 | Principais alterações oftalmológicas associadas às mudanças climáticas | 76 |
| QUADRO 5 | Principais alterações da pele associadas às mudanças climáticas | 79 |
| QUADRO 6 | Exemplos de como mudanças ambientais podem afetar a ocorrência de doenças transmissíveis | 81 |
| QUADRO 7 | Principais doenças transmitidas por vetores no Brasil em que o patógeno e/ou o vetor demonstraram ser sensíveis às mudanças climáticas, ordenadas de acordo com o vetor pelo qual são transmitidas | 85 |
| QUADRO 8 | Doenças de transmissão hídrica e alimentar sensíveis às mudanças climáticas | 92 |
| QUADRO 9 | Doenças sensíveis ao clima de transmissão direta entre humanos | 98 |
| QUADRO 10 | Conceitos relacionados à alimentação e mudanças climáticas e como avaliar na prática de profissionais da saúde | 125 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------------|---|
| ABCEDE | Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposition |
| ABRANDH | Ação Brasileira pela Nutrição e Direitos Humanos |
| ABREMA | Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais |
| ACE | agente de combate a endemias |
| ACS | agente comunitário de saúde |
| AIS | agentes indígenas de saúde |
| Aisan | agentes indígenas de saneamento |
| APA | American Psychiatric Association |
| APS | Atenção Primária à Saúde |
| AVC | acidente vascular cerebral |
| CGCLIMA | Coordenação-Geral de Mudanças Climáticas e Equidade em Saúde |
| CH | Metano |
| CFC | Clorofluorcarbono |
| CIM | Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima |
| CO | Monóxido de Carbono |
| DDA | doenças diarreicas agudas |
| DED | Síndrome do Olho Seco (Dry Eye Disease) |
| DHAA | Direito Humano à Alimentação Adequada |
| DPI | Inalador de Pó Seco (Dry Powder Inhaler) |
| Dpoc | doença pulmonar obstrutiva crônica |
| DRC | doença renal crônica |
| DRCNT | doença renal crônica de etiologia não tradicional |
| Dsast | Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador |

| | |
|-----------------------|--|
| Pnae | Programa Nacional de Alimentação Escolar |
| Procad-SUAS | Programa de Fortalecimento Emergencial do Atendimento do Cadastro Único no Sistema Único da Assistência Social |
| Srag | Síndrome Respiratória Aguda Grave |
| Sirs | Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica |
| SAN | Segurança Alimentar e Nutricional |
| Sinan | Sistema de Informação de Agravos de Notificação |
| Sivep-Gripe | Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica da Gripe |
| Sivep-DDA | Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica |
| SO₂ | Dióxido de Enxofre |
| SUS | Sistema Único de Saúde |
| SVSA | Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente |
| TCLE | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |
| TEPT | Transtorno de Estresse Pós-Traumático |
| ZEE | Zona de Exclusão Eletromagnética |

| | |
|-----------------------|--|
| Pnae | Programa Nacional de Alimentação Escolar |
| Procad-SUA | Programa de Fortalecimento Emergencial do Atendimento do Cadastro Único no Sistema Único da Assistência Social |
| Srag | Síndrome Respiratória Aguda Grave |
| Sirs | Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica |
| SAN | Segurança Alimentar e Nutricional |
| Sinan | Sistema de Informação de Agravos de Notificação |
| Sivep-Gripe | Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica da Gripe |
| Sivep-DDA | Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica |
| SO₂ | Dióxido de Enxofre |
| SUS | Sistema Único de Saúde |
| SVSA | Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente |
| TCLE | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |
| TEPT | Transtorno de Estresse Pós-Traumático |
| ZEE | Zona de Exclusão Eletromagnética |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| APRESENTAÇÃO | 10 |
| INTRODUÇÃO | 13 |
| COMO USAR ESTE GUIA DE BOLSO? | 20 |
| CONCEITOS FUNDAMENTAIS PARA O ENFRENTAMENTO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SAÚDE | 21 |
| EXTREMOS DE TEMPERATURA: CALOR E FRIO | 23 |
| EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: CHUVAS INTENSAS, ENCHENTES E INUNDAÇÕES | 24 |
| EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: ESTIAGEM E SECA | 25 |
| POLUIÇÃO DO AR | 27 |
| ATUAÇÃO INTRASETORIAL | 28 |
| ATENÇÃO À SAÚDE | 29 |
| VIGILÂNCIA EM SAÚDE | 30 |
| GESTÃO EM SAÚDE | 33 |
| EQUIDADE EM SAÚDE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS | 36 |
| POPULAÇÕES E INDIVÍDUOS EM MAIOR RISCO | 40 |
| IMPACTO NOS SERVIÇOS DE SAÚDE | 42 |
| RECOMENDAÇÕES PARA OS SERVIÇOS DE SAÚDE | 44 |
| PRINCIPAIS EFEITOS NA SAÚDE RELACIONADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS | 48 |
| SISTEMA CARDIOVASCULAR | 49 |
| SISTEMA RESPIRATÓRIO | 60 |
| SISTEMA RENAL | 67 |
| ALTERAÇÕES OFTALMOLÓGICAS | 74 |
| SISTEMA TEGUMENTAR | 77 |
| DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS | 79 |
| SISTEMA GASTROINTESTINAL | 101 |
| SISTEMA NEUROLÓGICO | 103 |
| SAÚDE MENTAL | 106 |
| SAÚDE GESTACIONAL E PERINATAL | 112 |
| SISTEMA ENDOCRINOLÓGICO | 117 |

| | |
|--|------------|
| SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL | 122 |
| ACIDENTES E VIOLÊNCIAS | 129 |
| ACIDENTES | 131 |
| VIOLÊNCIAS | 132 |
| IMUNIZAÇÕES E INTEGRIDADE DA CADEIA DE FRIO | 136 |
| O QUE COMUNICAR À COMUNIDADE? | 143 |
| AÇÕES PARA ENFRENTAR OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SAÚDE | 145 |
| RECOMENDAÇÕES DE CUIDADO EM EVENTOS EXTREMOS | 148 |
| REFERÊNCIAS | 158 |
| EQUIPE TÉCNICA | 198 |

APRESENTAÇÃO

As mudanças climáticas vêm assumindo papel cada vez mais central nas agendas de políticas públicas e nas preocupações da sociedade. Reconhecidas pela comunidade científica e por autoridades governamentais como um fenômeno global que exige respostas urgentes, as mudanças climáticas demandam o compromisso com ações articuladas e interseccionadas de mitigação, adaptação e redução dos seus impactos sobre a vida e a saúde das populações.

De acordo com a Organização Internacional para Migrações (OIM), mais de 700 mil brasileiros foram deslocados internamente em 2022, principalmente em razão de enchentes. Os eventos extremos que afetaram a Região Sul do Brasil em 2024 explicitaram a urgência da crise climática e seus reflexos na saúde pública. A população brasileira já vivencia os efeitos desse fenômeno como: ondas de calor mais frequentes e intensas, com recordes históricos de temperatura; secas mais longas agravando a escassez hídrica com baixas históricas dos níveis dos principais rios do País; e ainda, regiões sofrendo com o aumento de eventos de grande precipitação e fortes ondas de frio.

O Brasil já sente as consequências e os impactos das mudanças climáticas, as estações de seca estão cada vez mais duradouras e intensas, associadas às práticas humanas como o desmatamento ilegal e o uso do fogo, disseminam fumaça e poluentes, resultando em efeitos nocivos na saúde da população em todas as regiões do País. Portanto, o enfrentamento das ameaças à saúde decorrentes das mudanças climáticas exige uma resposta integrada, coordenada e robusta por parte do Sistema Único de Saúde (SUS).

A literatura científica tem produzido evidências consistentes sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde humana e no aumento das problemáticas ambientais. Enchentes, secas, ondas de calor, tempestades tropicais, incêndios florestais e elevação do nível do mar estão diretamente relacionados ao agravamento de determinantes de saúde,

como a poluição do ar e da água, a expansão do habitat de vetores e a insegurança hídrica e alimentar. Esses fatores resultam no aumento de doenças respiratórias, cardiovasculares, infecciosas, problemas de saúde mental, piora da desnutrição, até a morte precoce.

Devido à complexidade das relações de causa e efeito e a inespecificidade dos sintomas, a ligação entre algumas condições de saúde e a exposição a extremos climáticos nem sempre ficam evidentes de imediato. A identificação dessa relação demanda análise epidemiológica cuidadosa, com atenção aos riscos ambientais e determinantes sociais envolvidos. Reconhecer esses vínculos é fundamental para um cuidado mais qualificado e humanizado. Cabe às diversas categorias de profissionais de saúde considerarem a possibilidade de envolvimento dos elementos climáticos na saúde, a fim de oferecer melhor orientação, tratamento e planejamento da resposta assistencial e organizacional do sistema de saúde em todas as esferas de gestão.

O Brasil reconhece a gravidade da crise climática e está engajado em uma resposta abrangente e intersetorial. No âmbito federal, o restabelecimento do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), em 2023, permitiu o avanço de estratégias nacionais, como a formulação do Plano Clima, dotado de estratégias setoriais de mitigação e adaptação, dentre as quais o Plano Setorial de Adaptação à Mudança do Clima do Setor Saúde (AdaptaSUS). Nesse contexto, o Ministério da Saúde tem desenvolvido ações com foco na Assistência, na Vigilância em Saúde, na Preparação para Emergências, na Promoção e Educação em Saúde, na Ciência, Tecnologia e Inovação e no Complexo-Econômico Industrial da Saúde, com o objetivo de trabalhar em conjunto para o fortalecimento do Sistema Único de Saúde (SUS).

A Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente (SVSA), que até 2022 era denominada Secretaria de Vigilância em Saúde, passou a incorporar o termo “ambiente” em sua nomenclatura, refletindo o entendimento de que saúde e meio ambiente são dimensões interligadas, com efeitos diretos sobre o bem-estar da população e os ecossistemas. Em 2024, foi criada a Coordenação-Geral de Mudanças Climáticas e Equidade em Saúde (CGCLIMA), vinculada ao Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental

e Saúde do Trabalhador (Dsast/SVSA). Essa coordenação é responsável por planejar, coordenar e monitorar a implementação do AdaptaSUS, além de apoiar respostas a eventos climáticos extremos e promover ações de educação profissional. Para isso, desenvolve um trabalho de monitoramento das condições de saúde e dos fatores climáticos em transformação, além de desenvolver ações articuladas entre as diversas áreas técnicas do Ministério da Saúde.

Este guia integra os esforços do Ministério da Saúde em ampliar a qualificação das equipes de saúde frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Tendo a equidade em saúde como princípio central, ele foi desenvolvido para apoiar profissionais em todo o território nacional, fornecendo orientações para reconhecer, manejar e relacionar condições de saúde com a exposição a eventos climáticos extremos, além de servir de subsídio para a comunicação em saúde com as comunidades. Apresenta conteúdos concisos e atualizados, que articulam a prática clínica com a vigilância e a gestão em saúde.

A introdução oferece uma síntese dos mecanismos pelos quais as mudanças climáticas afetam a saúde humana, bem como o papel dos profissionais da assistência, da vigilância em saúde pública e da gestão. Na sequência, discorre-se sobre a centralidade do princípio da equidade em saúde para as ações em saúde e mudanças climáticas. As seções temáticas seguintes abordam alterações relacionadas a riscos climáticos, divididas por sistemas corporais e, ainda, outros temas transversais a diversos sistemas. Por fim, a última seção reúne orientações e conselhos práticos para a população e os profissionais de saúde, com foco na redução da exposição aos riscos climáticos e na promoção de atitudes individuais e coletivas para o enfrentamento da crise climática.

INTRODUÇÃO



As mudanças climáticas constituem o maior determinante de saúde do século XXI. Esse fenômeno resulta de alterações nos padrões de temperatura e clima, que podem ser naturais ou decorrentes, principalmente, dos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente, sobretudo pela emissão excessiva de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC *et al.*, 2023). De acordo com o relatório do IPCC (2023) essas emissões são decorrentes de práticas como queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), processos industriais, atividades associadas ao uso e à ocupação da terra (incluindo desmatamento, queimadas e atividades agropecuárias), geração de resíduos e estilos de vida baseados em padrões de produção e consumo desiguais entre regiões, países e populações.

Como consequência dessas ações, as mudanças climáticas tornaram-se algo inegável. Entre 2011 e 2020, a temperatura média da superfície do planeta atingiu 1,1°C acima dos níveis pré-industriais (1850-1900). As emissões globais de GEE continuam em crescimento, com contribuições significativas oriundas dos modelos econômicos e de produção vigentes (IPCC *et al.*, 2023). O dióxido de carbono é o principal gás emitido pelas atividades humanas, produzido a partir da queima de combustíveis fósseis, seguido por outros como o óxido nitroso (N₂O), o metano (CH₄) e os clorofluorcarbonetos (CFCs), todos com efeitos nocivos na atmosfera.

O aquecimento da atmosfera e dos oceanos vem provocando alterações em diversos sistemas naturais, como a redistribuição dos regimes de chuva, o derretimento de geleiras, a escassez de terras aráveis e de água doce, a degradação dos ecossistemas marinhos e a perda de biodiversidade. Além de mudanças no comportamento e na ecologia de espécies, observa-se também elevação do nível do mar, secas, enchentes, ondas de calor e alterações na distribuição geográfica de vetores e patógenos (IPCC *et al.*, 2023).

Apesar dos avanços científicos e tecnológicos recentes, inclusive no campo da saúde, vivencia-se alterações sem precedentes na biosfera, na biodiversidade e no clima. O aumento do consumo e da exploração dos recursos naturais tem acelerado a perda da biodiversidade, reduzido estoques pesqueiros, comprometido a produtividade agrícola, aumentado

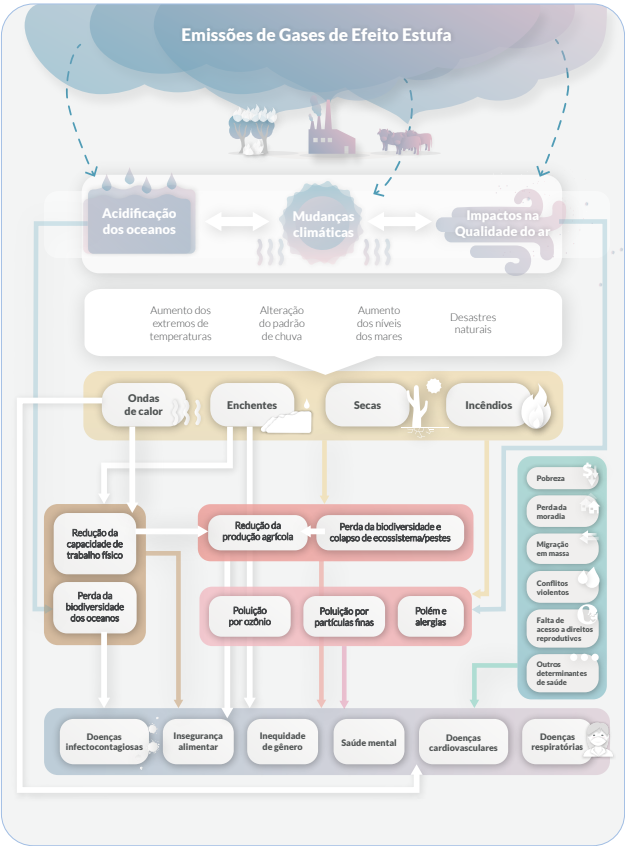
os níveis de dióxido de carbono, acidificado os oceanos e desencadeado mudanças abruptas desde a Revolução Industrial (Jackson *et al.*, 2001; Steffen *et al.*, 2015).

Esses fatores afetam a saúde humana de maneira direta, indireta e sistêmica – com impactos graves sobre populações em situação de maior vulnerabilidade social e ambiental.

No Brasil, as mudanças climáticas representam ameaça concreta aos avanços obtidos nas últimas décadas no campo da saúde pública (Hartinger *et al.*, 2024). Eventos extremos, como inundações, secas e ondas de calor, somam-se ao aumento do risco de ataque de pragas, comprometendo a produção agrícola nacional e global. Além das consequências sobre as cadeias de abastecimento e os preços dos alimentos, acentuam-se os riscos de insegurança alimentar e nutricional (Alpino *et al.*, 2022).

As mudanças nas condições climáticas em virtude do aumento da temperatura e mudança no regime de chuvas estão tornando determinadas regiões endêmicas mais propícias à expansão de doenças infecciosas como dengue, Zika e chikungunya. Além disso, o estresse pelo calor e a poluição do ar estão associados a doenças cardiovasculares e respiratórias, baixo peso ao nascer e malformações congênitas (Ye *et al.*, 2021; Yu *et al.*, 2022), enquanto eventos extremos como enchentes e secas provocam o agravamento de condições de saúde mental (Sharpe; Davison, 2022), (Figura 1).

FIGURA 1 A relação entre mudança do clima e saúde



Fonte: adaptado de Floss *et al.* (2024).

A maioria dos efeitos das mudanças climáticas na saúde são produtos de mecanismos complexos que afetam praticamente todos os órgãos, os sistemas e as subjetividades do indivíduo e suas comunidades em todos seus contextos de vida. Por exemplo, gastroenterites relacionadas à poluição da água que se segue a fortes chuvas, enchentes ou até mesmo por períodos de longas estiagens; aumento na incidência de doenças transmissíveis, devido a condições de temperatura mais favoráveis para a sobrevivência e proliferação do patógeno ou vetor; piora das doenças cardiovasculares em resposta ao estresse por calor; ou problemas psicossociais associados ao ônus emocional e social decorrente de perdas humanas, materiais e identitárias, a exemplo de modificações na configuração territorial, comunitária e produtiva, sendo todos esses efeitos transversais e prejudiciais à saúde e à vida (OMS, 2019; Patz; Olson, 2006).

Do mesmo modo, os desastres associados às mudanças climáticas podem ocasionar traumas e lesões, aumentando a morbimortalidade em decorrência de acidentes e violências. Estudos demonstram, por exemplo, o aumento da incidência de violências sexuais após a ocorrência de desastres, sendo mulheres e meninas os grupos mais vulneráveis (Bradley *et al.*, 2023; Fisher, 2010; O'bryan, 2016).

Aumento das temperaturas, eventos climáticos extremos e alterações nos padrões de precipitação podem intensificar a liberação, dispersão e persistência de substâncias químicas no ambiente. Inundações, por exemplo, podem espalhar resíduos industriais e contaminantes presentes em solos ou depósitos. Esses fatores favorecem a intoxicação por substâncias químicas, sintomas estes que podem ser confundidos com doenças infectocontagiosas (Barouki, 2024; WHO, 2021a). Nesse caso, populações já expostas a altos níveis de poluição – como trabalhadores agrícolas, comunidades periféricas e povos indígenas – tendem a ser as mais impactadas (Balbus *et al.*, 2013; Barouki, 2024).

Acrescenta-se, ainda, que a alteração nos padrões de precipitação compromete diretamente o acesso à água em quantidade suficiente e qualidade adequada. Nesse contexto, as mudanças climáticas têm impactado significativamente a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos (ANA, 2025). Eventos extremos, como secas prolongadas, inundações e ondas de calor, comprometem os sistemas de abastecimento

de água, aumentando os riscos de escassez e contaminação. Essas situações afetam diretamente a capacidade de resposta do setor saúde, dificultando a prevenção e o controle de doenças de veiculação hídrica, como diarreia e hepatite (Brasil, 2023b). Ao mesmo tempo, comprometem a operação de unidades de saúde que dependem de água para o atendimento dos pacientes, bem como para a realização de procedimentos clínicos, sanitários e de higiene.

Diante desse cenário, o acesso à água potável deve ser priorizado nas estratégias de adaptação e enfrentamento às mudanças climáticas, principalmente considerando-se como um direito humano reconhecido (ONU, 2010). A integração de políticas intersetoriais que promovam a gestão sustentável dos recursos hídricos, o fortalecimento da infraestrutura de saneamento e a equidade no acesso à água são fundamentais para proteger a saúde da população diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Há de se destacar que as mudanças climáticas não atuam de forma neutra ou isolada sobre a saúde: seus efeitos são moldados pelas condições concretas de vida, atravessadas por fatores como raça, classe e gênero, entre outros determinantes sociais da saúde, somados a determinantes do mundo do trabalho e ambientais na saúde, como acesso a água potável e ar limpo. Essa combinação, enraizada em estruturas históricas de desigualdade, gera vulnerabilidades e impõe riscos diferenciados a indivíduos e comunidades, fazendo da crise climática um potente multiplicador de injustiças já existentes.

Para se analisar e transformar essa realidade, é imperativo adotar um paradigma biopsicossociocultural articulado a uma cosmovisão ecossistêmica. Essa abordagem deve reconhecer as complexas conexões entre degradação ambiental, exploração econômica e opressões estruturais, apontando para sua superação por meio da centralidade do direito à saúde, com atenção prioritária aos indivíduos e às populações em situação de maior vulnerabilidade. Essa visão de justiça socioambiental una e indissociável remete à crítica trazida pelo pensador indígena brasileiro Ailton Krenak (2019) acerca da cosmovisão ocidental quando esta fragmenta sociedade e natureza:

Fomos, durante muito tempo, embalados com a história de que somos a humanidade. Enquanto isso — enquanto seu lobo não vem —, fomos nos alienando desse organismo de que somos parte, a Terra, e passamos a pensar que ele é uma coisa e nós, outra: a Terra e a humanidade. Eu não percebo onde tem alguma coisa que não seja natureza. Tudo é natureza. O cosmos é natureza. Tudo em que eu consigo pensar é natureza (Krenak, 2019).

Nesse contexto, diversas entidades de saúde e governos ao redor do mundo já reconhecem a existência de uma “Emergência Climática” com impactos diretos na saúde pública. Os desastres recorrentes e as alterações climáticas persistentes exigem ações urgentes de prevenção, adaptação, resposta e gestão de risco em desastres socioambientais.

Diante desse cenário, o Sistema Único de Saúde (SUS), atuando desde a Atenção Primária à Saúde (APS) até os serviços de média e alta complexidade nos territórios, tem o duplo compromisso de: (i) proteger as populações dos agravos à saúde desencadeados ou amplificados pelas mudanças climáticas — destacadamente aquelas em situação de maior vulnerabilidade; bem como (ii) ofertar respostas e implementar condutas baseadas em evidências. Isso inclui orientar, apoiar e se comunicar com seus profissionais adequadamente.

É nesse contexto, portanto, que este guia se insere, oferecendo aos profissionais de saúde ferramentas práticas para identificação de riscos climáticos em seus territórios, associadas a orientações e protocolos técnicos por nível de atenção visando à tomada de decisão informada e situada. Espera-se que esse guia e o seu conjunto de informações sirvam como um recurso estratégico para transformar alertas climáticos em ações de saúde concretas no dia a dia do SUS, amparando os seus múltiplos profissionais.

COMO USAR ESTE GUIA DE BOLSO?

Este guia é voltado para profissionais da saúde em sua prática diária, seu propósito é fornecer informações que permitam aos profissionais da saúde reconhecer os impactos da mudança do clima à saúde das pessoas, das comunidades e dos territórios, e incluir possíveis explicações e diagnósticos diferenciais seja para assistência adequada, vigilância ou para gestão do sistema e dos serviços de saúde. Apesar do esforço em dividi-lo por sistemas orgânicos do corpo humano, destaca-se que os impactos da mudança do clima interagem entre si e são correlacionados. Nesta versão brasileira, foram incorporadas atualizações baseadas nas evidências mais recentes disponíveis sobre o contexto nacional.

CONCEITOS FUNDAMENTAIS PARA O ENFRENTAMENTO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SAÚDE

EXTREMOS DE TEMPERATURA:
CALOR E FRIO

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: CHUVAS
INTENSAS, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO:
ESTIAGEM E SECA

POLUIÇÃO DO AR

As mudanças climáticas intensificam a frequência, duração e intensidade de eventos meteorológicos extremos¹ e de exposição a fatores ambientais que afetam a saúde humana. Tais eventos incluem ondas de calor (mais frequentes), episódios anômalos de frio, aumento de precipitação intensa, secas prolongadas e outros fenômenos atmosféricos que, em alguns casos, ocorrem em locais onde antes não eram registrados, evidenciando o desequilíbrio climático em curso (IPCC *et al.*, 2023).

A interação entre alterações na atmosfera e nos padrões da circulação oceânica altera o comportamento climático do planeta, tornando a atmosfera mais instável e imprevisível, influenciando desde eventos de escala planetária como os fenômenos *El Niño* e *La Niña*, até a alteração da regularidade das estações do ano e a ocorrência de emergências climáticas. Esses desequilíbrios decorrem tanto de causas naturais (como erupções vulcânicas ou tempestades solares) quanto de ações humanas, como o desmatamento, as queimadas, a urbanização desordenada e a poluição. Esses fatores favorecem a formação de “ilhas de calor” e “cânions urbanos”, transformando as cidades em áreas mais suscetíveis a eventos meteorológicos extremos (Donev, 2024)

Neste guia, abordam-se três grandes categorias de fatores climáticos com repercussões diretas e indiretas sobre os agravos à saúde: extremos de temperatura, extremos de precipitação e poluição do ar.

¹Um evento meteorológico extremo é definido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) como “um evento meteorológico raro em um determinado local e época do ano, com características incomuns em termos de magnitude, localização, momento ou extensão. As características do que é chamado de evento meteorológico extremo podem variar de um lugar para outro em termos absolutos” (WMO, 2023).

EXTREMOS DE TEMPERATURA: CALOR E FRIO

Os extremos de temperatura referem-se à exposição a níveis de calor ou frio que excedem os limites fisiológicos de adaptação do corpo humano, levando a riscos aumentados de morbidade e mortalidade, especialmente em populações vulneráveis como idosos, crianças, gestantes e pessoas com doenças crônicas.

Excesso de calor ou ondas de calor são eventos caracterizados por períodos prolongados de temperatura incomumente elevada, muitas vezes superiores aos valores históricos médios locais por dois dias ou mais (ANA, 2025). Elas podem causar desidratação, exaustão térmica, insolação, agravamento de doenças cardiovasculares, respiratórias (e de outros sistemas), aumento de doenças diarreicas agudas, além de aumento na mortalidade².

Frio extremo ou ondas de frio ocorrem quando há queda acentuada e persistente nas temperaturas, frequentemente associadas no País a massas de ar polar. Esse fenômeno pode desencadear hipotermia, agravar doenças respiratórias, cardiovasculares, metabólicas e infecciosas, com especial impacto sobre populações idosas e vulneráveis e aquelas vulnerabilizadas socioeconomicamente, como pessoas em situação de rua ou comunidades com habitações precárias, além de trabalhadores informais em ambientes externos (Guterman, 2024).

Mesmo em cenários de aquecimento global, ondas de frio extremo continuarão ocorrendo de forma irregular, com efeitos desproporcionais em populações e territórios com menor capacidade adaptativa. Assim, os efeitos do frio sobre a saúde humana permanecem fortemente relevantes e, por isso, a importância de serem apresentados neste guia (Bitencourt *et al.*, 2020).

²O Ministério da Saúde fornece orientações específicas sobre prevenção, reconhecimento de sinais e sintomas e proteção à saúde em ondas de calor (Brasil, 2025b).

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: CHUVAS INTENSAS, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Os extremos de precipitação são definidos como fenômenos naturais intensos e fora do padrão climatológico local, com elevado potencial de causar impactos na saúde pública, nos serviços de saúde e nos determinantes sociais da saúde (como moradia, saneamento e alimentação).

As chuvas intensas (ou precipitação extrema) consistem num volume acentuado de chuva em um curto período de tempo. Essas chuvas podem resultar em deslizamentos de terra, enchentes, inundações, alagamentos e interrupção de serviços básicos. Enquanto os deslizamentos de terra se dão especialmente em encostas desprotegidas, os efeitos do excesso de água podem se manifestar de formas diferentes, mas frequentemente interligados. As enchentes correspondem à elevação temporária do nível da água em rios ou canais, sem transbordamento. As inundações, por sua vez, ocorrem quando a água transborda dos leitos de rios ou canais, atingindo áreas próximas como planícies ou várzeas. Já os alagamentos referem-se ao acúmulo de água da chuva em vias e áreas urbanas, geralmente em pontos isolados, por falhas de drenagem ou saturação do solo (Brasil, 2025f).

Na prática, esses fenômenos muitas vezes se sobrepõem e produzem efeitos semelhantes sobre a saúde, o ambiente e a infraestrutura (Brasil, 2025f). Como consequências dos extremos de precipitação por excesso hídrico, podem ocorrer interrupções nos serviços básicos, afetando o sistema de distribuição de energia, abastecimento, transporte e serviços de saúde, desde as infraestruturas, passando pelos profissionais de saúde, até a prestação do atendimento à população.

Os impactos desses fenômenos sobre a saúde são múltiplos e graves, além do aumento de doenças infecciosas como leptospirose, hepatites, doenças diarreicas agudas (DDAs) e infecções respiratórias, há riscos imediatos à vida, incluindo mortes por afogamento, eletrochoque e soterramento. As perdas humanas e os prejuízos materiais agravam a

situação de vulnerabilidade e afetam a saúde mental. A transferência para alojamentos temporários, quando necessária, introduz novos riscos: superlotação que facilita a propagação de doenças, tensões sociais que podem levar à violência e a ruptura de vínculos comunitários que serve de rede de proteção psicossocial. Do mesmo modo, mulheres, crianças e populações LGBTQIA+ são particularmente vulneráveis nestes contextos de extremos de precipitação.

A exposição prolongada à água contaminada, ao mofo e as más condições de abrigo podem agravar doenças respiratórias crônicas, dermatológicas e outras comorbidades preexistentes, particularmente em crianças, idosos e pessoas com condições crônicas de saúde³.

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: ESTIAGEM E SECA

A estiagem consiste em um período natural e temporário de redução de chuvas, comum em ciclos climáticos sazonais, possui duração curta a moderada e seus impactos são menos severos em razão de uma adaptação preexistente a essa variabilidade climática. Por sua vez, a seca é caracterizada por uma redução anormal e prolongada das precipitações, que compromete a disponibilidade de água para consumo humano, higiene, produção de alimentos, transporte, logística e acesso a localidades, além do funcionamento de serviços públicos, inclusive os de saúde.

Há três tipologias de seca que podem se dar ou não de forma concomitante, sendo estas: a seca meteorológica, a seca hidrológica e a seca agrícola. A seca meteorológica pode durar de meses a anos, com precipitação abaixo da média climatológica, sendo muitas vezes acompanhada de temperaturas acima do normal que precedem e podem causar outros tipos de secas. A seca hidrológica se desenvolve mais lentamente e ocorre quando

³O Ministério da Saúde disponibiliza orientações práticas para prevenção e cuidados antes, durante e após enchentes (Brasil, 2025f).

a vazão dos rios e o armazenamento de água em aquíferos, lagos ou reservatórios caem abaixo dos níveis médios a longo prazo. Já a seca agrícola decorre de solos mais secos, como resultado de precipitação pluviométrica abaixo da média e evaporação acima do normal, entre outras situações, com impactos sobre a produção agrícola e o crescimento das plantas (Brasil, 2012).

No âmbito da saúde, embora a estiagem esteja associada a certa adaptação, ainda assim pode ocasionar o aumento de casos de irritação ocular e respiratória (em razão da exposição prolongada à poeira), além de elevar riscos de desidratação em grupos vulneráveis (ex.: idosos, crianças).

Já a seca pode provocar insegurança hídrica e alimentar, elevando casos de doenças diarreicas, dermatoses e desnutrição, o que aprofunda ciclos de vulnerabilidade. São comuns também, nesse período, as doenças respiratórias agravadas pela baixa umidade e poluição do ar resultante de incêndios florestais. Ao mesmo tempo que a saúde mental pode ser afetada pelo estresse e pela ansiedade diante das perdas econômicas e migração forçada. Na Amazônia, os efeitos da seca se amplificam, atingindo particularmente as populações ribeirinhas que têm a sua mobilidade e subsistência impactadas. Rios secos impedem a circulação de produtos e serviços, inclusive de saúde (medicamentos, equipes e pacientes), e provocam desequilíbrios ambientais, afetando a pesca⁴.

⁴O Ministério da Saúde destaca a importância da vigilância, da proteção da água potável e de ações comunitárias de adaptação às secas (Brasil, 2025f).

POLUIÇÃO DO AR

A poluição atmosférica é compreendida como a presença de substâncias nocivas no ar, com destaque para o material particulado fino ($PM_{2,5}$), ozônio (O_3), dióxido de nitrogênio (NO_2) e outros compostos tóxicos. Essas substâncias estão associadas ao agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares, ao aumento de hospitalizações, às infecções e à mortalidade, especialmente entre grupos mais vulneráveis, como crianças, gestantes, idosos e pessoas com condições preexistentes.

Um dos principais fatores de emissão de poluentes no Brasil são os incêndios florestais e as queimadas, intensificados em períodos de seca. A queima de biomassa⁵ libera grandes quantidades de material particulado e gases tóxicos, impactando regiões urbanas e rurais⁶.

⁵Biomassa é todo material orgânico, não fóssil, que tenha conteúdo de energia química no seu interior, o que inclui todas as vegetações aquáticas ou terrestres, árvores, biomassa virgem, lixo orgânico, resíduos de agricultura, esterco de animais e outros tipos de restos industriais (Vidal; Hora, 2011).

⁶O Ministério da Saúde disponibiliza periodicamente informações técnicas no Informe Queimadas (Brasil, Ministério da Saúde, 2025a) e no Painel de Qualidade do Ar do Sistema VigiAR (Brasil, Ministério da Saúde, 2025c), que monitora os níveis de poluição atmosférica e sua relação com agravos à saúde.

ATUAÇÃO INTRASETORIAL

ATENÇÃO À SAÚDE

VIGILÂNCIA EM SAÚDE

GESTÃO EM SAÚDE

ATENÇÃO À SAÚDE

Este guia de bolso destina-se a profissionais de saúde e visa apoiar a sua capacitação para:

- Identificar e prestar atendimento qualificado e em rede aos agravos à saúde atribuíveis às mudanças climáticas.
- Atentar para os alertas precoces de fenômenos meteorológicos e as previsões de surtos de doenças sensíveis ao clima, organizando atendimento para responder em contextos individuais e comunitários.
- Aprimorar os procedimentos de atenção e monitoramento da saúde durante ondas de calor, considerando o aumento dos riscos associados.
- Qualificar o atendimento às pessoas expostas aos extremos de temperatura, aos extremos de precipitação e à poluição do ar.
- Identificar por meio da análise da situação de saúde as populações expostas ou vulneráveis às mudanças climáticas e reconhecer estratégias de adaptação desenvolvidas pela sociedade civil e pela comunidade.
- Contribuir na promoção e comunicação em saúde para a população sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde, destacando cobenefícios para a saúde associados ao meio ambiente e outros setores.
- Participar de programas de educação continuada e formação de profissionais promovendo a compreensão da relação entre mudanças climáticas e saúde.
- Sensibilizar a equipe para a importância de um cuidado integral durante eventos meteorológicos extremos, considerando aspectos individuais, emocionais, sociais, culturais, espirituais e ambientais.
- Promover ações coletivas de autocuidado e prevenção ao esgotamento dos profissionais da saúde, respeitando os próprios limites e os dos colegas, contribuindo para adaptações necessárias na organização do trabalho devido às mudanças climáticas.

- Contribuir para a construção de Planos de Adaptação à Mudança do Clima do Setor Saúde desenvolvidos no âmbito dos estados, do Distrito Federal e dos municípios.
- Dialogar com os diferentes setores do governo e da sociedade civil, reconhecendo a saúde como elemento central afetada e necessária para responder aos impactos climáticos.
- Refletir e promover novas formas de viver alinhadas ao enfoque ecossistêmico, especialmente os saberes dos povos originários e das comunidades tradicionais brasileiras.
- Estimular o respeito e a reconexão com a natureza como estratégia para promoção de uma saúde integral.
- Realizar a notificação compulsória, preenchendo a ficha individual e/ou de surto, conforme cada situação, e dar início à investigação epidemiológica dos casos suspeitos ou confirmados de doenças, agravos ou eventos de saúde pública identificados durante o atendimento.

VIGILÂNCIA EM SAÚDE

A vigilância em saúde desempenha um papel central na identificação, no monitoramento e na resposta aos impactos das mudanças climáticas sobre a saúde da população. Profissionais da vigilância devem estar familiarizados com as alterações relacionadas à sensibilidade e à exposição das populações aos eventos climáticos extremos, às alterações graduais no clima e às transformações nos padrões de ocorrência de doenças e agravos. A incorporação dessa perspectiva nas ações de rotina é fundamental para antecipar riscos, orientar ações intersetoriais e proteger pessoas e comunidades vulneráveis.

Doenças e agravos que já fazem parte da rotina da vigilância epidemiológica, como leptospirose, dengue, Zika, chikungunya, febre maculosa, doenças diarreicas agudas, síndromes respiratórias (Síndrome Respiratória Aguda Grave – Srag), doenças crônicas não transmissíveis, desnutrição e agravos relacionados à saúde mental podem ter sua ocorrência intensificada ou alterada em função das mudanças climáticas.

O mesmo ocorre com os acidentes com animais peçonhentos, os agravos respiratórios e cardiovasculares exacerbados pela poluição atmosférica e os problemas decorrentes da insegurança alimentar e hídrica, todos abordados no presente guia.

Diante desse cenário, é fundamental que os profissionais estejam atentos à possibilidade de sobreposição de diagnósticos e sintomas no contexto das mudanças climáticas, o que exige a realização adequada do diagnóstico diferencial. Além disso, a notificação oportuna e precisa desses agravos nos respectivos sistemas de informação, como o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), o Sivep-Gripe, o Sivep-DDA e o e-SUS Notifica, entre outros, é essencial para a produção de dados que subsidiem ações de resposta, planejamento territorial e políticas públicas baseadas em evidências.

A vigilância deve atuar de forma articulada, considerando que a saúde é resultado de processos socioambientais historicamente determinados e mediados pelos modos de produzir, trabalhar, consumir, valorar a natureza e de se relacionar com as dimensões culturais das subjetividades, da política, da cultura e das artes (Rizzotto *et al.*, 2024). Por isso, é fundamental desenvolver ações intersetoriais, aprimorando a integralidade e a interdisciplinaridade com meio ambiente, agricultura, educação, assistência social, defesa civil, comunidade e outros atores, favorecendo a implementação de estratégias locais de mitigação, adaptação e promoção da saúde diante dos efeitos das mudanças climáticas. Além disso, produção e uso de análises integradas, como perfis de vulnerabilidade climática em saúde, podem orientar de forma mais precisa as ações de vigilância em saúde.

Assim, os profissionais da vigilância em saúde pública podem:

- Estabelecer uma vigilância em saúde que considere as variáveis climáticas e os efeitos de suas alterações para a saúde da população e para os serviços de saúde.
- Realizar vigilância epidemiológica de doenças e agravos sensíveis ao clima, como os acidentes por animais peçonhentos, determinadas doenças de transmissão vetorial (malária, dengue, Zika), doenças relacionadas ao calor (estresse por calor e insolação), doenças transmissíveis

(leptospirose), doenças causadas ou agravadas pela poluição do ar (asma, acidentes vasculares cerebrais) etc.

- Estabelecer sistemas de alerta e medidas de proteção e adaptação para eventos meteorológicos extremos e previsão de surtos de doenças.
- Elaborar intervenções e contribuir para a conscientização dos serviços de gestão de acordo com as condições apresentadas, em especial da APS, somado à atenção e identificação dos grupos de maior risco.
- Priorizar a disseminação de informações em saúde relacionadas aos riscos das mudanças climáticas e às medidas de prevenção, proteção e adaptação, junto a grupos em situação de maior vulnerabilidade e que enfrentam barreiras de acesso à saúde. Essa comunicação pode ocorrer por meio da APS, priorizando ações comunitárias in loco, como visitas domiciliares realizadas por enfermeiros, médicos de família, profissionais de equipes e-Multi, agentes comunitários de saúde (ACS) e agentes de combate às endemias (ACE).
- Participar e coordenar a elaboração e implementação de Planos de Adaptação à Mudança do Clima do Setor Saúde.
- Participar e coordenar a elaboração de Planos de Contingência para eventos climáticos extremos.
- Colaborar com pesquisas científicas e educação continuada destinadas a compreender melhor os efeitos das mudanças climáticas na saúde e desenvolver medidas eficazes de prevenção.
- Promover intersetorialmente, juntamente com o governo e as autoridades municipais, a redução dos riscos por meio da prevenção e recuperação dos territórios (reflorestamento urbano, proteção de áreas costeiras, restrições em áreas propensas a enchentes etc.) e melhor preparação e adaptação às mudanças climáticas.
- Possibilitar a notificação de agravos relacionados à crise ambiental e climática, por meio dos sistemas de informação, para melhor qualificação dos dados.
- Apoiar as comunidades em ações locais de adaptação e redução de impactos das mudanças climáticas na saúde comunitária.

GESTÃO EM SAÚDE

Aos gestores da saúde, em coordenação com os demais setores envolvidos (Defesa Civil, governo municipal etc.), recomenda-se:

- Preparar os serviços de saúde para se adaptarem ao aumento da temperatura, por meio de ambientes de trabalho adequadamente climatizados, incluindo, sempre que possível, o desenvolvimento de áreas verdes nos ambientes de atendimento à população. Além disso, contribuir para a formação e atuação de profissionais de saúde qualificados para as situações sensíveis às mudanças climáticas.
- Preparar os serviços de saúde para eventos extremos de poluição do ar por meio do estabelecimento de medidas de adaptação como: filtragem do ar, articulação do monitoramento da qualidade do ar com a prática clínica e comunicação em saúde com a comunidade local.
- Garantir a continuidade dos serviços multiprofissionais e transdisciplinares de saúde durante eventos meteorológicos extremos, com ênfase e consideração das especificidades dos diferentes grupos de risco.
- Assegurar que os serviços de saúde estejam preparados adequadamente para responder a um possível aumento na demanda por serviços de saúde, oferecendo acolhimento e assistência centrados nas pessoas, nas famílias e em suas comunidades, e garantindo adequações logísticas de recursos humanos e infraestrutura, como lotação de pessoal, salas de emergência, estabelecimentos de saúde operacionais, acesso a medicamentos, incluindo os soros antivenenos etc.
- Proteger e cuidar das equipes de saúde e seus trabalhadores em relação às jornadas de trabalho, valorizando os trabalhadores e promovendo ambientes de trabalho saudáveis, para evitar esgotamento e exaustão profissional.
- Criar plano de contingência para lidar com desastres socioambientais advindos das mudanças climáticas, considerando o papel dos profissionais e dos serviços de saúde nesses eventos.

- Implementar ações de mitigação e redução de emissões de gases de efeito estufa no setor da saúde, abrangendo tanto as emissões diretas quanto as indiretas, especialmente aquelas associadas à cadeia de suprimentos. Para isso, é recomendável promover a avaliação e o aperfeiçoamento de práticas relacionadas ao uso de energia, à mobilidade, à gestão de resíduos, à aquisição de bens e serviços, à infraestrutura e à organização dos serviços de saúde. Destaca-se, ainda, a importância de estratégias que integrem ações voltadas à sustentabilidade ambiental nos territórios, como o incentivo a soluções baseadas na natureza, a promoção de ambientes saudáveis e o apoio a iniciativas comunitárias de adaptação e resiliência às mudanças climáticas.
- Investir na prática da saúde baseada em evidências, como estratégia de sustentabilidade, a fim de evitar o uso excessivo e injustificado de recursos diagnósticos e terapêuticos que possam gerar iatrogenias, sobrecarregar os cofres públicos e causar poluição ambiental.
- Estimular o desenvolvimento de pesquisas e a adoção das melhores práticas voltadas à redução e à neutralização da pegada de carbono do setor saúde, à adaptação e ao fortalecimento da resiliência do SUS e do sistema complementar, bem como à compreensão dos impactos das mudanças climáticas sobre as doenças e os agravos à saúde.

O guia discute e aponta os agravos à saúde influenciados pelas mudanças e variabilidade climáticas, seguindo uma abordagem por sistemas do corpo humano e áreas da saúde pública, a saber:

- Sistema cardiovascular.
- Sistema respiratório.
- Sistema renal.
- Alterações oftalmológicas.
- Sistema tegumentar.
- Doenças transmissíveis.
- Sistema gastrointestinal.
- Sistema neurológico.

- Saúde mental.
- Saúde gestacional e perinatal.
- Sistema endocrinológico.
- Segurança alimentar e nutricional.

Cada seção deste guia aborda uma área específica da saúde e apresenta informações e evidências relacionadas aos efeitos das mudanças climáticas, incluindo, quando disponíveis, explicações fisiopatológicas sobre seus impactos no organismo humano. Embora o conteúdo esteja organizado por temas relevantes e sistemas orgânicos, recomenda-se que os trabalhadores em saúde desenvolvam uma visão integrada e intersetorial sobre os efeitos das mudanças climáticas, considerando que múltiplos sistemas corporais e determinantes sociais e ambientais da saúde são frequentemente afetados de forma simultânea. O guia busca apoiar o trabalho das equipes de saúde, em diferentes níveis de atenção, servindo como referência para a identificação de possíveis relações entre exposições climáticas e condições de saúde, de modo a subsidiar ações de cuidado, promoção e prevenção conforme as competências de cada profissional.

A seção inicial, intitulada Equidade em Saúde e Mudanças Climáticas apresenta como as populações mais vulneráveis e vulnerabilizadas são afetadas em relação aos efeitos das mudanças climáticas. Esta seção também demonstra como os serviços de saúde são impactados pelas mudanças climáticas e como ações de mitigação e adaptação promovem a resiliência desses serviços. Ao final dessa seção, são fornecidas orientações para os serviços de saúde se tornarem mais resilientes frente às mudanças climáticas.

A última seção intitulada de Orientações para Pessoas e Comunidades, fornece orientações práticas tanto para os indivíduos quanto para comunidades, em contextos territoriais atendidos pelo SUS, de forma que essas orientações também possam ser fornecidas por ACS, ACE, AIS e Aisan.

EQUIDADE EM SAÚDE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

POPULAÇÕES E INDIVÍDUOS EM MAIOR RISCO

IMPACTO NOS SERVIÇOS DE SAÚDE

**RECOMENDAÇÕES PARA OS SERVIÇOS
DE SAÚDE**

A equidade é um dos princípios do SUS que está profundamente relacionado às mudanças climáticas e contribui para superação das desigualdades geradas por injustiças e pelo racismo ambiental. As populações mais impactadas são as que, em geral, menos contribuem para a degradação ambiental. No entanto, devido a processos históricos de opressão e exclusão, vivem e trabalham em condições que as expõem de forma desproporcional aos impactos das mudanças climáticas, como em territórios com infraestrutura urbana e habitacional precária, baixa qualidade do ar, maior exposição ao calor extremo e vulnerabilidade a doenças transmissíveis, entre outras. Essas populações são também as mais afetadas pelas consequências de desastres socioambientais, pela insegurança alimentar e nutricional e pelas barreiras ao acesso a direitos sexuais e reprodutivos, entre outras dimensões da vulnerabilidade social. Diante desse cenário, é imperativo que a equidade seja adotada como eixo estruturante na formulação de políticas e ações voltadas para os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde, contribuindo assim para a promoção da justiça climática (Levy *et al.*, 2016; Patz, 2015; Watts *et al.*, 2018). Sem medidas eficazes de mitigação e adaptação, a desigualdade em saúde tende a se aprofundar no Brasil, especialmente por meio do agravamento dos determinantes sociais da saúde nas comunidades mais vulneráveis e vulnerabilizadas.

BOX 1 Racismo ambiental

A expressão racismo ambiental foi criada na década de 1980 pelo Dr. Benjamin Franklin Chavis Jr., em meio a protestos contra depósitos de resíduos tóxicos no condado de Warren, no estado da Carolina do Norte (EUA), onde a maioria da população era negra. Ainda hoje a estrutura racista da nossa sociedade mantém pessoas negras, indígenas, moradoras de áreas periféricas, pessoas em situação de rua e em outras condições de vulnerabilidade vivendo, em sua maioria, em áreas de maior risco de enchentes, deslizamentos de terra, falta de acesso à água potável e ao saneamento básico etc. São essas também as populações mais afetadas pelos impactos das mudanças climáticas, embora não sejam as principais responsáveis pela sua intensificação (Invivo, 2022).

Essas comunidades geralmente também enfrentam maiores barreiras de acesso a medidas individuais de adaptação à crise climática, como a instalação de ar-condicionado em contextos de calor extremo. É importante salientar, no entanto, que, apesar das desigualdades, essas mesmas comunidades também desenvolvem estratégias resilientes e soluções locais de adaptação em seus territórios, a partir da construção de projetos coletivos, de articulações intersetoriais e do fortalecimento do desenvolvimento comunitário. Entre as iniciativas já documentadas, destacam-se projetos de reciclagem, hortas comunitárias e ações de educação popular. Essas respostas locais, embora fundamentais, não substituem o papel do Estado na formulação e implementação de políticas públicas de enfrentamento ao racismo ambiental, que assegurem a justiça climática e ambiental. Além dos fatores socioeconômicos, é importante ressaltar que condições de saúde prévias (comorbidades) e hábitos de vida também influenciam a vulnerabilidade aos efeitos climáticos. Por fim, o acesso à informação qualificada e oportuna sobre medidas preventivas e de resposta a eventos climáticos extremos é fundamental para o enfrentamento individual e coletivo (Brasil, 2024e).

BOX 2 Gênero e mudanças climáticas

Normas sociais, papéis atribuídos e relações de gênero, influenciam de forma decisiva tanto a vulnerabilidade quanto a capacidade adaptativa, diante dos impactos das mudanças climáticas na saúde. A crise climática, associada ao aprofundamento das desigualdades sociais, é resultado direto da ação humana e da persistência de estruturas históricas de opressão, como o racismo e o colonialismo (Weaver; Gad; Zota, 2023). As mulheres representam cerca de 70% dos 1,3 bilhão de pessoas que vivem atualmente em situação de extrema pobreza, e estão desproporcionalmente expostas aos efeitos adversos das mudanças climáticas. Isso ocorre, em grande parte, devido às desigualdades estruturais que atravessam suas condições de vida, trabalho e saúde, agravando disparidades de gênero já existentes. Durante eventos climáticos extremos, a mortalidade entre mulheres tende a ser maior, reflexo de desigualdades em mobilidade, acesso à informação, recursos econômicos e poder de decisão. As mudanças climáticas também amplificam riscos à saúde de pessoas pertencentes a minorias sexuais e de gênero devido à discriminação institucionalizada, ao estigma e à violência de gênero, sobretudo em contextos de deslocamento, emergência humanitária e insegurança alimentar (Kilpatrick *et al.*, 2024; Simmonds *et al.*, 2022). Assim, é essencial reconhecer que a intersecção entre gênero e mudanças climáticas demanda políticas públicas sensíveis às desigualdades e baseadas na promoção dos direitos humanos. Incorporar essa perspectiva é indispensável para a construção de estratégias de adaptação e mitigação que sejam justas, inclusivas e eficazes.

POPULAÇÕES E INDIVÍDUOS EM MAIOR RISCO

Determinados grupos sociais encontram-se mais expostos aos riscos e impactos das mudanças climáticas, essencialmente pela expressão material dos determinantes sociais da saúde. Trabalhadores ao ar livre, como agricultores, ambulantes e operários da construção civil, por exemplo, enfrentam maior exposição às altas temperaturas durante ondas de calor, muitas vezes sem acesso a condições adequadas de proteção, hidratação ou pausas regulares.

Analisar o risco, portanto, exige ir além da exposição ambiental direta, incorporando ainda a noção de vulnerabilidade baseada, inclusive, numa compreensão ampliada da determinação social do processo saúde-doença. Isso implica reconhecer como estruturas de opressão – como o racismo, o machismo, o classismo, o etarismo, o capacitismo, entre outras formas de discriminação, e suas interseccionalidades, operam na produção e perpetuação de condições adversas à saúde de populações e indivíduos.

Saber identificar quem são esses grupos e indivíduos de maior risco permite que os profissionais de saúde forneçam orientações específicas para ajudá-los a se proteger contra esses impactos na saúde ou para organizar uma resposta comunitária e institucional.

Nesse sentido, é fundamental distinguir dois tipos de vulnerabilidade:

- Vulnerabilidades intrínsecas, associadas a características biológicas, fisiológicas, etárias ou individuais como crianças, gestantes, idosos e pessoas com doenças crônicas ou deficiência, que aumentam a suscetibilidade aos impactos climáticos.
- Vulnerabilidades socialmente produzidas, que caracterizam grupos vulnerabilizados, aqueles submetidos a condições historicamente construídas de desigualdade, exclusão e opressão. Nesse caso, a vulnerabilidade não está no indivíduo, mas em seu contexto social, político e econômico.

Em geral, deve-se ter atenção para os seguintes grupos:

Vulneráveis:

- Crianças e pessoas idosas.
- Gestantes.
- Pessoas com doenças crônicas e comorbidades.
- Pessoas com transtorno mental, principalmente as formas graves.
- Pessoas com transtorno do desenvolvimento intelectual.
- Pessoas dependentes de drogas ilícitas ou álcool.
- Pessoas acamadas ou com mobilidade limitada e em cuidados paliativos.
- População indígena menor de 5 anos.
- População indígena isolada e/ou de recente contato.

Vulnerabilizados:

- Mulheres.
- População LGBTQIA+.
- População negra.
- População indígena.
- Povos e comunidades tradicionais.
- Pessoas em maior risco de insegurança alimentar e nutricional e hídrica.
- Pessoas em situação de rua.
- Populações do campo, da floresta e das águas.
- Populações que vivem em localidades de difícil acesso geográfico.
- Pessoas em situação de vulnerabilidade socioeconômica.
- Pessoas que vivem em comunidades periféricas e/ou em ilhas urbanas de calor, com menor acesso a áreas verdes.

- Pessoas que vivem em áreas propensas a alagamentos e deslizamentos.
- Pessoas que vivem ou trabalham em áreas costeiras sob risco de fenômenos meteorológicos extremos.
- Pessoas que vivem ou trabalham próximas a locais com índices de qualidade do ar considerados prejudiciais à saúde humana.
- Trabalhadores expostos à poluição do ar em situações de queimadas (como bombeiros e brigadistas) e ao tráfego intenso (como motoristas).
- Pessoas sem acesso a ambientes climatizados.
- Trabalhadores ao ar livre e expostos ao sol.
- Trabalhadores do campo, das águas e das florestas.

IMPACTO NOS SERVIÇOS DE SAÚDE

As mudanças climáticas afetam a saúde humana de forma ampla, multissetorial e interdependente, o que, por consequência, impõe desafios crescentes aos serviços de saúde. Os impactos são observados a partir das necessidades emergentes das pessoas e de suas comunidades diante de fenômenos como extremos de temperatura e de precipitação, poluição do ar, insegurança alimentar e hídrica, migração forçada, agravamento de comorbidades, emergência de doenças transmissíveis e exposição a novos patógenos. Tais eventos afetam o processo de determinação social da saúde e comprometem os ecossistemas que sustentam a vida, exigindo respostas rápidas, integradas e adaptadas dos sistemas de saúde.

Ao mesmo tempo em que o setor saúde está na linha de frente para lidar com os efeitos da crise climática, ele também contribui para sua intensificação. Estima-se que os serviços de saúde sejam responsáveis por cerca de 4,4% das emissões globais de gases de efeito estufa (Karliner *et al.*, 2019). Dessa forma, torna-se fundamental equilibrar a manutenção de cuidados adequados e de qualidade com estratégias de prevenção, mitigação, preparação, adaptação, resposta e resiliência, incluindo a redução da pegada ambiental do próprio sistema (Braithwaite *et al.*, 2024).

Há, portanto, o risco de formação de um ciclo vicioso: quanto maior a demanda por cuidados de saúde induzida pelos efeitos da crise climática, maior a emissão de gases de efeito estufa associada à resposta assistencial, o que, por sua vez, contribui para a intensificação da própria crise (Braithwaite *et al.*, 2024).

A seguir, são apresentados alguns exemplos dos possíveis impactos das mudanças climáticas sobre os serviços de saúde.

Sobrecarga e demanda assistencial:

- Aumento da demanda por atendimento, exigindo a readequação de recursos humanos, físicos, estruturais e de insumos.
- Mudança no perfil epidemiológico de doenças transmissíveis e acidentes por animais peçonhentos, exigindo adaptação dos protocolos assistenciais e intensificação da vigilância epidemiológica.
- Aumento da pressão sobre os trabalhadores da saúde, que também são afetados pela crise climática e enfrentam jornadas mais intensas, escassez de insumos, estresse físico e emocional, além de riscos relacionados a doenças transmissíveis e falta de infraestrutura adequada.

Barreiras de acesso e logística:

- Dificuldades logísticas para transporte fluvial e aéreo em áreas indígenas, rurais e ribeirinhas devido à seca, à estiagem, às inundações ou aos incêndios florestais.
- Interrupção de comunicações por falhas no acesso à internet e telefonia durante eventos climáticos extremos.
- Falta de acesso à água potável nas unidades de saúde durante secas ou inundações.
- Interrupções no fornecimento de energia elétrica e outros serviços essenciais, comprometendo o funcionamento de equipamentos, conservação de medicamentos e atendimento emergencial.

Falhas na cadeia de suprimentos e infraestrutura:

- Comprometimento do abastecimento de medicamentos, insumos e equipamentos durante emergências climáticas.
- Falhas no sistema de ar-condicionado em períodos de calor extremo, prejudicando o conforto térmico e o armazenamento de medicamentos e insumos sensíveis.
- Alagamentos e danos estruturais em unidades de saúde não adaptadas para resistir a ventos fortes, enchentes ou calor extremo, evidenciando a falta de resiliência urbana (Mathur *et al.*, 2024).

Vulnerabilidades territoriais:

- A intensidade dos danos aos serviços de saúde é agravada por desigualdades socioeconômicas, condições demográficas e fatores geográficos específicos de cada território (Leichenko, 2011).
- Impactos climáticos sobre o território – como destruição de moradias, deslocamento populacional ou insegurança alimentar – afetam diretamente a capacidade de resposta e a pressão sobre os serviços de saúde locais.

RECOMENDAÇÕES PARA OS SERVIÇOS DE SAÚDE

A oferta de serviços de saúde com resiliência climática e baixo impacto ambiental traz benefícios relevantes, como a melhoria da saúde da população por meio da redução da poluição e das emissões de gases de efeito estufa, além de tornar os sistemas mais eficientes e econômicos, fortalecendo as economias locais (WBG, 2017; WHO, 2023). Em regiões com recursos limitados e infraestrutura energética precária, a adoção de soluções de baixo carbono pode ampliar o acesso à saúde, reforçar a capacidade de resposta a eventos climáticos extremos e contribuir para a efetivação do princípio da universalidade (Braithwaite *et al.*, 2024).

Para que isso se concretize, os sistemas de saúde podem fortalecer sua resiliência climática a partir de duas frentes complementares: (1) a redução das emissões de gases de efeito estufa e do impacto ambiental das atividades de saúde; e (2) adaptação do sistema de saúde a partir do fortalecimento da capacidade institucional, operacional e comunitária para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas. A seguir, serão apresentadas recomendações estratégicas que podem orientar gestores e profissionais na implementação de ações de prevenção, mitigação, preparação, adaptação e resposta no âmbito do SUS (Brasil, 2024g). Entre as ações para sistemas de saúde mais resilientes recomenda-se:

Fortalecimento institucional e da capacidade de adaptação:

- Ampliar a capacidade do sistema de saúde para enfrentar os impactos das mudanças climáticas na saúde humana.
- Desenvolver planos de adaptação do setor saúde às mudanças climáticas em cada esfera de governança do sistema de saúde, considerando a regionalização e a organização em rede.
- Incluir nos planejamentos de gestão em saúde ações de prevenção, preparação e resposta para emergências climáticas, considerando as ameaças, as vulnerabilidades e os recursos financeiros, logísticos e humanos disponíveis nos territórios sanitários.
- Criar e fortalecer sistemas de alerta precoce e vigilância em saúde para doenças e agravos sensíveis ao clima.
- Elaborar painéis e indicadores para o monitoramento contínuo de eventos climáticos extremos e seus efeitos sobre a saúde pública.

Promoção de práticas clínicas sustentáveis e baseadas em evidência:

- Estimular a prática clínica baseada em evidências com uso racional de medicamentos, exames e recursos, priorizando tecnologias leves e sociais baseadas nos saberes tradicionais e práticas populares de cuidado dos territórios.
- Avaliar e considerar a descentralização de cuidados em saúde, com o uso, quando possível, de tecnologias como telessaúde e telemedicina, reduzindo deslocamentos desnecessários.

- Priorizar medicamentos eficazes que tenham menor impacto ambiental, como a substituição de inaladores em spray (MDI) por inaladores de pó seco (DPI) sempre que possível, minimizando a emissão de gases de efeito estufa.
- Garantir que alternativas de menor carbono resultem em benefícios iguais ou superiores para o cuidado em saúde, sendo aceitas pela população usuária.

Educação, formação e comunicação em saúde:

- Investir na formação técnica e permanente dos trabalhadores da saúde do SUS sobre os impactos das mudanças climáticas.
- Incluir os temas de mudanças climáticas nos currículos da graduação, em materiais didáticos e nos programas de educação continuada.
- Identificar barreiras de conhecimento e resistências que dificultam a adoção de práticas sustentáveis pelos profissionais de saúde.
- Promover campanhas e ações educativas sobre saúde, mudanças climáticas, mitigação, adaptação e resiliência, com foco na Atenção Primária à Saúde.
- Reforçar estratégias de educação, comunicação e vigilância popular em saúde, valorizando os saberes locais e promovendo a participação comunitária.

Infraestrutura e sustentabilidade dos serviços:

- Estimular ações que promovam a sustentabilidade nos serviços, como o uso de energia renovável, eficiência energética, transporte sustentável, descarte seguro de resíduos e uso responsável da água.
- Incentivar a transição agroecológica, a aquisição de alimentos locais, orgânicos e aqueles produzidos de forma sustentável nas compras públicas da saúde.
- Avaliar e promover a adequação das infraestruturas de unidades de saúde às novas realidades climáticas, especialmente em regiões vulneráveis.
- Melhorar o saneamento ambiental e o acesso à água potável nas unidades de saúde.

- Reduzir a pegada de carbono ao longo das cadeias de suprimentos da saúde, desde a produção até a entrega de insumos.
- Promover ações locais e comunitárias, como hortas, quintais produtivos e sistemas agroflorestais, que contribuam para a segurança alimentar e nutricional, incentivem o uso de Plantas Alimentícias Não Convencionais (Panc) e plantas medicinais, e fortaleçam a sustentabilidade territorial dos serviços de saúde.

Pesquisa, financiamento e intersetorialidade:

- Fomentar pesquisas sobre os efeitos das mudanças climáticas na saúde e sobre estratégias de mitigação e adaptação no setor saúde.
- Financiar ações intersetoriais de baixo carbono em saúde e em áreas correlatas (educação, agricultura, transporte, saneamento), com ênfase na promoção da equidade e da justiça climática.
- Desenvolver e apoiar programas como o Saúde na Escola e ações intersetoriais de educação ambiental voltadas à sustentabilidade e à resiliência comunitária.

Organização e processo de trabalho:

- Construir planos de preparação para futuras Emergências em Saúde Pública (ESP), que contemplem ações de prevenção, promoção e cuidado à saúde mental dos trabalhadores dos serviços de saúde.
- Realizar formação, capacitação e treinamentos continuados para preparação dos trabalhadores da saúde para atuação em situações de ESP.
- Estabelecer diretrizes e protocolos objetivos que organizem e ajustem as rotinas de trabalho para evitar a exposição dos trabalhadores a riscos psicossociais.
- Combater o estigma, a discriminação, o assédio e a violência física e/ou moral, garantindo um ambiente de trabalho acolhedor e seguro.
- Promover cuidado e apoio psicossocial aos trabalhadores respeitando as especificidades de cada território.

PRINCIPAIS EFEITOS NA SAÚDE RELACIONADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

SISTEMA CARDIOVASCULAR

SISTEMA RESPIRATÓRIO

SISTEMA RENAL

ALTERAÇÕES OFTALMOLÓGICAS

SISTEMA TEGUMENTAR

DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS

SISTEMA GASTROINTESTINAL

SISTEMA NEUROLÓGICO

SAÚDE MENTAL

SAÚDE GESTACIONAL E PERINATAL

SISTEMA ENDOCRINOLÓGICO

SISTEMA CARDIOVASCULAR

As mudanças climáticas afetam o sistema cardiovascular por meio de uma série de mecanismos complexos e inter-relacionados. O aumento das temperaturas globais, eventos climáticos extremos e a poluição do ar são fatores que contribuem significativamente para a morbidade e mortalidade cardiovascular. Eventos climáticos extremos, como secas e enchentes, não apenas aumentam a exposição a poluentes, mas também podem interromper o acesso aos cuidados de saúde, complicando o manejo de condições crônicas e aumentando o estresse mental, que também está associado a riscos cardiovasculares.

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

O calor elevado pode ocasionar uma variedade de síndromes clínicas resultantes da interrupção da termorregulação em pessoas expostas. Essas síndromes variam desde uma gravidade leve, como edema pelo calor, até gravidade alta no caso de insolação, com a presença de uma disfunção termorreguladora grave (Floss; Santiago, 2024). O estresse por calor pode produzir de sintomas leves a severos, levando inclusive ao coma e à morte. Os sintomas leves incluem edema, câibras musculares associadas à atividade física (principalmente ao ar livre), e *rash* por calor (miliária rubra). Os sintomas moderados incluem: colapso ou desmaio relacionado à atividade física (síncope por calor) e estresse por calor (ou exaustão por calor). E como sintoma grave a insolação, que, apesar de o nome utilizado ser “insolação”, a pessoa não precisa, necessariamente, ter sido exposta ao sol, apenas à extremos de temperatura (Floss; Santiago, 2024). Além disso, é comum confundir doenças relacionadas ao calor com desidratação, porém, a desidratação pode fazer parte do quadro, mas não é uma entidade nosológica em si (veja o Quadro 1).

QUADRO 1 Principais doenças causadas pelo calor e suas fisiopatologias

| GRAVIDADE | TIPO | PATOFISIOLOGIA | SINTOMAS | CONDUTA INICIAL |
|-------------|---|---|--|--|
| Leve | Edema por calor | Vasodilatação cutânea, resultando em aumento do líquido intersticial. | Edema e ocasionalmente flush facial. | 1. Levar a pessoa para um local fresco e arejado. 2. Elevar as extremidades inferiores. O uso de diuréticos não é indicado. |
| | Cãibras musculares associadas à atividade física (principalmente ao ar livre) | Uso excessivo de músculos devido à atividade física ou similar, hiperatividade neuromuscular, depleção de líquidos e eletrólitos. | Espasmos musculares, pele molhada e fria, temperatura corporal normal. | 1. Levar a pessoa para um local fresco e arejado. 2. Orientar repouso. 3. Realizar a elevação dos membros inferiores, alongamento e massagem. 4. Realizar a reposição de eletrólitos/líquidos por via oral. |
| | Rash por calor (miliária rubra) | Vasodilatação dos vasos da pele com dutos/poros sudoríparos obstruídos; possibilidade de infecção secundária. | Erupção de pápulas ou pústulas vermelhas, principalmente no pescoço, membros superiores, tronco e virilha. | 1. Levar a pessoa para um local fresco e arejado. 2. Retirar a roupa da pessoa. 3. Deixar o corpo esfriar por evaporação. 4. Desaconselhar o uso de cremes tópicos. |

continua

continuação

| GRAVIDADE | TIPO | PATOFISIOLOGIA | SINTOMAS | CONDUTA INICIAL |
|-----------------|--|---|--|--|
| Moderado | Desmaio relacionado à atividade física (síncope por calor) | Vasodilatação periférica profunda, depleção de volume e diminuição do tônus vasomotor, diminuição do retorno venoso e subsequente síncope ou pré-síncope. | Tontura, ortostase, perda transitória de consciência imediatamente após interromper a atividade. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Levar a pessoa para um local fresco e arejado. 2. Posicionar a pessoa em decúbito dorsal. 3. Elevar os membros inferiores. 4. Iniciar a reidratação oral ou intravenosa. 5. Se recuperação prolongada ou fatores de risco cardiovasculares significativos, revisar uso de medicamentos e monitoramento do paciente; considerar, com cautela, a suspensão de substâncias que podem agravar os sintomas*. |
| | Exaustão pelo calor | Disfunção termorreguladora leve, hipovolemia com vasoconstrição e hipotensão esplâncnica, disfunção multiorgânica precoce. | Sede, cefaleia, fadiga, taquicardia, fraqueza, ataxia, síncope, náusea, vômito, diarreia, pele fria e úmida, temperatura central de 38,3°C a 40°C. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Levar a pessoa para um local fresco e arejado. 2. Posicionar a pessoa em decúbito dorsal. 3. Elevar os membros inferiores 4. Iniciar o resfriamento em região de dobras. 5. Iniciar reidratação intravenosa ou oral. 6. Se a pessoa não responder às medidas iniciais em até 30 minutos ou tiver piora do quadro, demanda avaliação adicional laboratorial e encaminhamento para emergência. |

continua

conclusão

| GRAVIDADE | TIPO | PATOFISIOLOGIA | SINTOMAS | CONDUTA INICIAL |
|--------------|-----------------|---|---|--|
| Grave | Golpe de calor* | Disfunção termorreguladora grave, resultando em extravasamento de endotoxinas, síndrome de resposta inflamatória sistêmica, apoptose celular e disfunção de múltiplos órgãos. | Estado mental alterado, convulsões, coma, taquicardia, hipotensão, hiperventilação, sudorese (a pele pode estar úmida ou seca no momento do colapso), temperatura central > 40°C. | <p>É UMA EMERGÊNCIA! Contate Samu 192 ou serviço de emergência.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gerenciar vias aéreas. 2. Realizar o ABCDE** da emergência. 3. Levar a pessoa para um local fresco e arejado. 4. Realizar a imersão do corpo da pessoa em água fria/gelada ou colocar compressas frias em região de dobras. 5. Iniciar reidratação intravenosa. 6. Encaminhar a pessoa para emergência. |

Fonte: TelessaúdeRS-UFRGS, (Floss; Santiago, 2024) adaptado de (Eifling *et al.*, 2024; Gauer; Meyers, 2019).

*Este guia adota as terminologias “golpe pelo calor” e “colapso pelo calor” como equivalentes ao termo popularmente conhecido como “insolação”. Embora este último seja amplamente difundido no Brasil, sua utilização tende a associar de forma inadequada a condição clínica exclusivamente à exposição direta ao sol. No entanto, o quadro pode ocorrer em qualquer ambiente com temperatura elevada e ventilação insuficiente, independentemente da presença de radiação solar. Assim, os termos “golpe pelo calor”, “colapso pelo calor” e “insolação” são reconhecidos neste documento como designações do estado mais grave dentro do espectro das Doenças Relacionadas ao Calor (DRC), caracterizado pela falência dos mecanismos de termorregulação, com risco de morte.

**ABCDE: A: desobstrução de vias aéreas (Airway); B: Respiração e ventilação (Breathing); C: Circulação (Circulation); D: Disfunção neurológica (Disability); E: Exposição e controle do ambiente (Exposition).

*Substâncias que podem agravar os sintomas do estresse por calor e insolação, contribuindo para sua sintomatologia e/ou afetando o mecanismo de adaptação ao calor, são: álcool, anfetaminas, cocaína, antiadrenérgicos, antiarrítmicos, anticolinérgicos, antidepressivos, anti-histamínicos, agentes antiparkinsonianos, antipsicóticos, betabloqueadores, bloqueadores do canal de cálcio, diuréticos, inibidores da colinesterase e simpaticomiméticos.

BOX 3 Atenção profissional de saúde!

Em vigência de uma onda de calor, os profissionais de saúde devem estar atentos para suspeitar de doenças relacionadas ao calor. Caso um paciente, durante esses eventos, apresente confusão mental e temperatura axilar acima de 40°C, deve-se considerar estresse por calor e até insolação. O diagnóstico rápido e o resfriamento efetivo são cruciais para evitar a evolução para a insolação, que pode progredir para lesão irreversível ou morte. A sobrevivência depende do resfriamento imediato, seja com imersão em água fria ou com compressas geladas, toalhas ou lençóis em regiões de dobras como axila, região inguinal e nuca. Lembrando que medicamentos antitérmicos, como o paracetamol (acetaminofeno), e outras medicações de ação central como benzodiazepínicos podem piorar o quadro (Floss; Barros, 2020). Para mais informações, veja a seção Orientações para Pessoas e Comunidades.

FRIO

Os mecanismos fisiopatológicos associados à exposição ao frio são diversos. Temperaturas mais baixas provocam vasoconstrição, elevação da pressão arterial, hipercoagulabilidade e comprometimento da barreira epitelial das vias respiratórias, favorecendo infartos, acidente vascular cerebral (AVC), infecções e crises respiratórias (Arbuthnott *et al.*, 2018). Além dos efeitos diretos, o frio também contribui para riscos indiretos, como o aumento de infecções virais e o agravamento de doenças crônicas. Essas interações complexas nem sempre são imediatamente reconhecidas na prática clínica, exigindo atenção especial dos profissionais de saúde para que riscos climáticos sejam incorporados à anamnese, ao diagnóstico diferencial e às estratégias de vigilância. Reconhecer o frio como determinante ambiental relevante é essencial para fortalecer a resposta do SUS diante dos eventos climáticos extremos.

Estudo de Alahmad *et al.* (2023), que analisou mais de 32 milhões de óbitos por causas cardiovasculares em 567 cidades de 27 países, evidenciou a relevância da mortalidade associada ao frio. Os mecanismos fisiológicos propostos incluem vasoconstrição, aumento da resistência vascular periférica e elevação da pressão arterial, o que sobrecarrega o sistema cardiovascular, especialmente em pessoas idosas e com doenças cardíacas preexistentes (Alahmad *et al.*, 2023).

A combinação entre baixas temperaturas e poluentes atmosféricos, especialmente o dióxido de nitrogênio (NO₂), intensifica os riscos de mortalidade cardiovascular, com efeito mais evidente em idosos e em pessoas com comorbidades (Duan *et al.*, 2019). Além disso, a mortalidade cardiovascular apresenta um padrão sazonal marcado, com elevação nos meses de inverno, mesmo em países com sistemas de saúde estruturados, sugerindo que medidas de prevenção devem ser reforçadas neste período (Marti-Soler; Marques-Vidal, 2015). A fisiopatologia cardiovascular associada ao frio inclui o aumento da viscosidade sanguínea, alterações eletrolíticas e maior ativação do sistema simpático, fatores que aumentam o risco de arritmias, infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral.

POPULAÇÕES EM RISCO

Populações em risco de agravamento de doenças cardiovasculares devido ao frio e ao calor extremo compartilham fatores biológicos e sociais que aumentam sua vulnerabilidade. Os idosos, por apresentarem menor capacidade de termorregulação e na sua maioria convivem com doenças crônicas como insuficiência cardíaca ou hipertensão, que se descompensam em temperaturas extremas (Alahmad *et al.*, 2023; Arbuthnott *et al.*, 2018). Pessoas em situação de vulnerabilidade socioeconômica, do mesmo modo, pessoas acamadas, em cuidados paliativos ou com mobilidade reduzida, sofrem com a limitação na adaptação ao ambiente térmico (Guterman, 2024).

O risco também se estende a crianças, gestantes e pessoas que vivem ou trabalham em áreas sem acesso a aclimação adequada, como zonas rurais e regiões de clima severo. Em relação ao calor, atletas, trabalhadores expostos ao sol e pessoas em situação de rua também integram o grupo de risco, pois estão mais sujeitos à desidratação e sobrecarga cardiovascular, induzida pelo estresse térmico (Floss; Barros, 2020; Khraishah *et al.*, 2025).

POLUIÇÃO DO AR

A poluição do ar é uma das principais causas de morbidade e mortalidade cardiovascular no mundo. Condições atmosféricas extremas gerando seca e calor são favoráveis para poluição atmosférica elevada e baixa qualidade do ar. A exposição a poluentes atmosféricos, em especial o material particulado fino (MP), derivados da queima de biomassa e combustão de combustíveis fósseis (destaca-se o uso para a mobilidade urbana), está associada a eventos cardiovasculares agudos, como síndrome coronariana aguda e acidente vascular cerebral, bem como a condições crônicas, como aterosclerose e insuficiência cardíaca (Floss *et al.*, 2022).

As mortes por poluição do ar são atribuíveis à exposição de longo prazo (semanas, meses e anos) e de curto prazo (horas e dias). Os riscos resultantes da poluição atmosférica são classificados como: de ar exterior (ambiente ou outdoor) e domiciliar (interno ou indoor). Em estimativa global, a poluição do ar foi responsável por 8,1 milhões de mortes em 2021, tornando-se o segundo principal fator de risco para morte, incluindo para crianças menores de 5 anos (Floss *et al.*, 2022), (HEI, 2024). No Brasil, conforme dados disponibilizados no Painel VigiAr, do Ministério da Saúde, estima-se que a proporção de óbitos atribuíveis a exposição ao MP_{2.5} (µg/m³), entre 2021 e 2023, esteja concentrada principalmente na Região Sudeste e Norte do País (Brasil, 2025d). Ressalta-se que a poluição do ar domiciliar ou doméstica é causada principalmente pelo uso da queima de biomassa (ex.: lenha) para cocção de alimentos, iluminação ou aquecimento do ambiente dentro de residências, e tem um impacto importante em doenças cardiovasculares e respiratórias (WHO, 2014).

Ao mesmo tempo, a poluição do ar está associada a alterações na variabilidade da frequência cardíaca e ao aumento da pressão arterial, como demonstrado em estudos que analisam a exposição a poluentes relacionados ao tráfego (Zhang *et al.*, 2022).

A exposição crônica à poluição do ar leva ao desenvolvimento de fatores de risco como: vasoconstrição e aumento da pressão arterial, aumento da resistência à insulina e hiperglicemia, dislipidemia e disfunção do HDL, além de outros fatores de risco como disfunção endotelial, inflamação do sistema nervoso central e modificações epigenéticas (Hadley;

Baumgartner; Vedanthan, 2018). Os principais caminhos fisiopatológicos são o estresse oxidativo e a inflamação, a entrada na circulação sistêmica e o reflexo neural e desbalanceamento autonômico.

As modificações no risco individual, podem levar ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares subclínicas como: remodelamento cardiovascular e fibrose, progressão de aterosclerose e hipertensão sistêmica e pulmonar. A exposição aguda a altas concentrações de poluentes atmosféricos, atua diretamente nos mecanismos fisiopatológicos de doenças cardiovasculares como: vasoconstrição pulmonar e sistêmica, comprometimento da vasodilatação coronariana, disfunção endotelial, ativação de cascatas trombóticas, redução da fibrinólise, necessidade aumentada de oxigênio pelo miocárdio, aumento do tônus simpático, aumento do ritmo cardíaco. Dessa forma, as consequências são eventos cardiovasculares como: síndrome coronariana aguda, acidente vascular encefálico, arritmia, descompensação de insuficiência cardíaca, hospitalizações, morbidade e mortalidade (Hadley; Baumgartner; Vedanthan, 2018).

Adicionar ao raciocínio clínico os impactos da poluição do ar na saúde pode auxiliar na conduta mais adequada, assim como observar o nível de poluentes e saber orientar populações em risco pode ajudar a prevenir eventos cardiovasculares (Floss; Barros, 2020). No Quadro 2, será apresentada uma ferramenta de triagem clínica para identificação de risco pela poluição do ar. A ferramenta contém três perguntas que abordam os principais preditores estabelecidos de exposição à poluição do ar domiciliar e externa. Para cada resposta afirmativa, são sugeridas perguntas complementares que auxiliam na identificação de fatores que podem agravar a exposição e orientam intervenções personalizadas para o paciente. Embora fundamentada em dados existentes sobre a relação entre exposição e efeitos à saúde, a ferramenta ainda está em processo de validação. Para recomendações e cuidados, veja a seção Orientações para Pessoas e Comunidade.

QUADRO 2 Proposta de ferramenta de triagem clínica para identificação de risco pela poluição do ar

| POLUIÇÃO DO AR DOMÉSTICA | | |
|--|-----|-----|
| Na sua casa, queima-se combustíveis sólidos (por exemplo, lenha, carvão vegetal, esterco, resíduos agrícolas, querosene ou lixo) para cozinhar, aquecer, iluminar ou outros fins? | Sim | Não |
| <p>Se "sim":</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qual tipo de combustível você usa? • Qual o tipo de fogão tem na sua casa? • Com que frequência você queima combustíveis sólidos? • Quanto tempo você passa em torno do fogo? • Você queima combustíveis sólidos dentro de casa? • Como você realiza a ventilação da fumaça na sua casa? | | |
| POLUIÇÃO DO AR AMBIENTE (EXTERNA) | | |
| Você reside ou trabalha em um centro industrial urbano? | Sim | Não |
| <p>Se "sim":</p> <ul style="list-style-type: none"> • Você está ciente de alguma fonte de poluição perto de sua casa? • Você realiza atividade/esforço físico em ambiente externo? | | |
| Você passa algum tempo próximo ao trânsito intenso (por exemplo, estradas, trabalhando no sinal de trânsito, reside na rua, motoristas)? | Sim | Não |
| <p>Se "sim":</p> <ul style="list-style-type: none"> • Você se desloca no trânsito intenso? • Você está exposto ao ar livre (janelas abertas) enquanto se desloca/dirige? • Você reside próximo a uma via de tráfego intenso? | | |
| Você está exposto a regiões de queimadas de florestas ou queimadas agrícolas? | Sim | Não |
| <p>Uma resposta afirmativa para qualquer uma destas questões está associada a um aumento do risco cardiovascular da pessoa exposta.</p> | | |

Fonte: Telessaúde RS-UFRGS (2023), adaptado de Hadley *et al.* (2018).

POPULAÇÕES EM RISCO

Pessoas com comorbidades preestabelecidas (doenças cardiovasculares, doenças respiratórias, diabetes e obesidade), idosos, crianças, gestantes, a população negra, indígena, os povos e as comunidades tradicionais (Khraishah *et al.*, 2025); pessoas em situação de vulnerabilidade social, com maior chance de exposição à poluição do ar proveniente de queima de lixo, moradia próxima a tráfego intenso, com poeira em suspensão, uso de lenha ou outros materiais para se aquecer, cozinhar ou iluminar o ambiente, e profissões com riscos ocupacionais como: motoristas, pessoas que trabalham em usinas de carvão e pessoas que trabalham com queima de biomassa, como canaviais ou roças, entre outras profissões que envolvam a queima de materiais (Floss; Cabral, 2023).

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: SECA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

SECA

As secas são eventos meteorológicos extremos que podem exacerbar condições cardiovasculares preexistentes e aumentar o risco de eventos agudos, como infarto e acidente vascular cerebral. Isso ocorre por meio de mecanismos como estresse térmico, desidratação e piora da qualidade do ar. Esses eventos não ocorrem isoladamente: as secas frequentemente se associam à elevação de temperaturas e ao aumento do risco de incêndios florestais, ampliando o impacto sobre a saúde.

No Brasil, a ocorrência simultânea de estiagens prolongadas, calor extremo e queimadas em regiões como o Nordeste, Sudeste e os biomas Amazônico e Pantanal (Libonati *et al.*, 2022) aumenta a liberação de partículas finas ($PM_{2.5}$), as quais estão diretamente relacionadas ao aumento da mortalidade cardiovascular e da incidência de hipertensão, arritmias e insuficiência cardíaca. Além disso, o estresse ambiental prolongado afeta infraestruturas de saúde, abastecimento de água e energia, agravando o cuidado de pessoas com doenças crônicas. Desse modo, a necessidade de intervenções abrangentes, voltadas à mitigação

das mudanças climáticas e à adaptação dos sistemas de saúde, é urgente para reduzir os riscos cardiovasculares relacionados às secas (De Vita *et al.*, 2024; Khraishah *et al.*, 2022).

ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Eventos extremos como chuvas intensas, enchentes, inundações, tempestades e ciclones estão associados a um aumento significativo na incidência de doenças cardiovasculares, incluindo infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral e insuficiência cardíaca (Ghosh *et al.*, 2022; Yamaoka-Tojo; Tojo, 2024). Esses agravos são impulsionados tanto por estressores agudos durante os eventos (como medo, perda de bens e deslocamento) quanto pelas consequências estruturais e sociais prolongadas (como a interrupção dos serviços de saúde, da mobilidade urbana e do abastecimento de água, energia e alimentos) (Khraishah *et al.*, 2025; Yamaoka-Tojo; Tojo, 2024).

Do mesmo modo, há evidências de que esses eventos agravam condições cardiovasculares já existentes, como hipertensão e arritmias. O acesso desigual à saúde, à informação e à proteção ambiental acen-tua esses efeitos.

POPULAÇÕES EM RISCO

Idosos, crianças, pessoas com doenças cardiovasculares preexistentes, comunidades de baixa renda, povos indígenas, negros, quilombolas e outros grupos em situação de vulnerabilidade social estão desproporcionalmente expostos aos impactos cardiovasculares dos eventos climáticos extremos (Esmaeili *et al.*, 2024; Khraishah *et al.*, 2022, 2025).

SISTEMA RESPIRATÓRIO

O aumento de eventos meteorológicos extremos como secas, enchentes, inundações, tempestades, ondas de calor e queimadas, impactam diretamente o sistema respiratório, causando diversas doenças respiratórias como doença pulmonar obstrutiva crônica (Dpoc), asma, bronquite e condições alérgicas como rinite alérgica (Balakrishnan *et al.*, 2023; Zhao *et al.*, 2019). Há também evidências de aumento de doenças respiratórias relacionadas à sazonalidade proveniente do aumento da produção do pólen, proteínas bioalergênicas, incluindo bactérias, vírus, fungos, plantas, que se alteram durante as estações do ano levando a mudança na distribuição espacial desses fatores (Lake *et al.*, 2017).

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

Estresse por calor está relacionado a um aumento na mortalidade cardiorrespiratória, e esse efeito é agravado pela poluição do ar. As mudanças climáticas aumentam a frequência e a intensidade das ondas de calor (Rai *et al.*, 2023) e a exposição a índices de calor mais elevados está correlacionada com um aumento nas exacerbações, hospitalizações e visitas ambulatoriais de doenças respiratórias, como asma, bronquite (Fishe *et al.*, 2022) e Dpoc (Zhao *et al.*, 2019), com variações observadas de acordo com o período do ano, idade e etnia (Fishe *et al.*, 2022).

Além disso, a distribuição de pólen pode ser significativamente afetada por ondas de calor, o que, por sua vez, impacta nas doenças respiratórias (Pacheco *et al.*, 2021). Estudos indicam que a elevação das temperaturas e as mudanças climáticas estão associadas a um aumento na produção de pólen e a uma extensão das estações de pólen, o que pode acentuar condições respiratórias alérgicas, como asma e rinite (Barnes, 2018). Ainda, a combinação de calor extremo com poluição do ar pode ter efeitos sinérgicos, aumentando ainda mais o risco de exacerbações respiratórias (D'Amato, G.; D'Amato, M., 2023).

Dados brasileiros sobre doenças respiratórias relacionadas ao calor indicam que há uma associação significativa entre altas temperaturas e hospitalizações por doenças respiratórias. Um estudo nacional, que analisou dados de 5.572 municípios brasileiros entre 2008 e 2018, encontrou que as admissões hospitalares por doenças respiratórias apresentaram um risco relativo (RR) de 1,29 (IC 95%: 1,26-1,32) associado à exposição ao calor extremo (Requia *et al.*, 2023). Outro estudo focado na Dpoc revelou que, para cada aumento de 5°C na temperatura média diária, houve aumento de 5% nas hospitalizações por Dpoc, com efeitos mais pronunciados na temporada quente tardia e em indivíduos com 75 anos ou mais (Zhang *et al.*, 2022). Ainda, um estudo brasileiro demonstrou que o aumento da temperatura pode aumentar as hospitalizações relacionadas à asma, especialmente em idosos (Wu *et al.*, 2021).

O aumento nas condições respiratórias durante ondas de calor pode ser explicado por vários mecanismos fisiopatológicos. O calor extremo afeta diretamente a barreira epitelial das vias aéreas, perturbando as proteínas estruturais e desencadeando inflamação e hiperreatividade. Isso pode aumentar o volume corrente e a frequência respiratória, afetando o sistema termorregulador e causando resistência específica das vias aéreas e broncoconstrição reflexa (Çelebi Sözüner *et al.*, 2023).

Pelas alterações do sistema respiratório estarem muito interconectadas com o sistema cardiovascular, recomenda-se ver a seção Sistema Cardiovascular em especial o Quadro 1. Para mais informações e ações sobre calor, veja a seção Orientações para Pessoas e Comunidades.

FRIO

A exposição ao frio é um fator de risco reconhecido para o agravamento de doenças respiratórias, especialmente entre indivíduos com asma, Dpoc e outras condições crônicas. Estudos populacionais demonstram que sintomas como falta de ar, tosse persistente, chiado, produção de escarro e dor torácica são significativamente mais frequentes em períodos frios, sobretudo entre pessoas com asma mal controlada (Hyrkäs *et al.*, 2016; Hyrkäs-Palmu *et al.*, 2022). A inalação de ar frio provoca alterações funcionais nas vias aéreas, como ressecamento da mucosa,

broncoconstrição e aumento da inflamação, podendo levar ao agravamento e a maior demanda por serviços de saúde (D'Amato *et al.*, 2018). A gravidade dos sintomas tende a ser mais intensa entre fumantes e pessoas com índice de massa corporal muito baixo ou elevado, indicando uma interação entre fatores individuais e ambientais na resposta ao frio (Hyrkäs *et al.*, 2016).

No Brasil, dados indicam maior incidência de internações por doenças respiratórias nos meses mais frios, especialmente entre crianças menores de 9 anos e idosos com mais de 80 anos – grupos com maior vulnerabilidade biológica e social aos efeitos do frio (Fante; Armond, 2016). A combinação de temperaturas baixas, a redução da umidade relativa do ar e o aumento da concentração de poluentes atmosféricos nos meses de inverno favorecem o agravamento de doenças respiratórias, com destaque para infecções respiratórias, exacerbações de asma e Dpoc (D'Amato *et al.*, 2018). Esses efeitos são ainda mais expressivos em contextos de vulnerabilidade socioespacial, como moradias precárias ou falta de acesso a sistemas de climatização e aquecimento. Por isso, estratégias de adaptação às mudanças climáticas devem incluir medidas específicas para a prevenção de agravos respiratórios durante o frio, com foco na equidade e na proteção dos grupos mais suscetíveis (Fante; Armond, 2016).

POPULAÇÕES EM RISCO

Crianças e idosos, indivíduos com condições respiratórias preexistentes e comorbidades, pessoas em condições de habitação inadequadas, falta de acesso a conforto térmico e que vivem próximo a ilhas urbanas de calor também estão em maior risco. Os extremos etários – especialmente crianças menores de 9 anos e idosos acima de 80 anos – apresentam maior risco de internação por doenças respiratórias, devido à imaturidade ou ao declínio da função imunológica e da menor capacidade de regulação térmica (Fante; Armond, 2016). Há risco maior também para pessoas com asma mal controlada, em especial os fumantes ou com obesidade/sobrepeso (Hyrkäs-Palmu *et al.*, 2022).

POLUIÇÃO DO AR

Fontes de poluição do ar que *causam* as mudanças climáticas, como queima de biomassa (lenha, florestas) e combustão de combustíveis fósseis, emitem gases e material particulado que, inalados, são fatores de risco diretos, especialmente para doenças crônicas, em especial para o sistema respiratório como doença pulmonar obstrutiva crônica (Dpoc), infecções de vias aéreas inferiores e câncer de pulmão (Nishida; Yatera, 2022). A poluição do ar, composta por material particulado (em especial $MP_{2,5}$), ozônio, dióxido de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, está associada a um aumento na morbidade e mortalidade por doenças respiratórias (Manisalidis *et al.*, 2020), de forma que a saúde respiratória de uma população é inversamente proporcional ao nível de poluição do ar (WHO, 2024a). No Brasil, a poluição do ar esteve associada a aproximadamente 40 mil mortes por doenças respiratórias, 10 mil por Dpoc e 8 mil por câncer de pulmão, segundo dados do Painel VigiAr (Brasil, 2025d).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que os níveis de $MP_{2,5}$ estejam abaixo de $5 \mu g/m^3$ (média anual) (WHO, 2021b). No entanto, não há níveis seguros de exposição à poluição do ar (Independent Particulate Matter Review Panel, 2020). Aumentos de $10 \mu g/m^3$ em $PM_{2,5}$ podem corresponder a uma exposição a até 5,5 cigarros passivamente fumados por dia, conforme demonstrado por Van Der Zee, Fischer e Hoek (2016). A OMS, em 2021, estimou que 99% da população mundial estava vivendo em locais cujos níveis estão acima das recomendações (WHO, 2021b). Um estudo no Rio de Janeiro encontrou que concentrações elevadas de PM_{10} , SO_2 e CO estavam associadas a um aumento nas hospitalizações de emergência por doenças respiratórias, especialmente em crianças menores de 5 anos e idosos acima de 65 anos (Sousa *et al.*, 2012). Além disso, a poluição relacionada ao tráfego em São Paulo foi associada a um aumento na incidência e mortalidade por câncer respiratório, com efeitos mais pronunciados em regiões de menor status socioeconômico (Ribeiro *et al.*, 2019).

Há evidências substanciais na literatura que ligam a queima da Floresta Amazônica à poluição do ar e ao aumento de doenças respiratórias no Brasil. Estudos demonstram que os incêndios florestais na Amazônia contribuem significativamente para a poluição do ar, especialmente mediante o aumento das concentrações de material particulado fino (PM_{2.5}), que está associado a um aumento nas admissões hospitalares por doenças respiratórias (Requia *et al.*, 2021; Ribeiro *et al.*, 2024; Ye *et al.*, 2021).

A poluição do ar afeta o sistema respiratório principalmente por meio de mecanismos de estresse oxidativo, inflamação e disfunção imunológica (Kayalar *et al.*, 2024). O epitélio das vias aéreas é um mecanismo de barreira e defesa contra os poluentes inalados e podem ter sua função comprometida devido a exposição à poluição do ar e alterações na arquitetura das células epiteliais, em especial o MP que, por ser muito pequeno, atravessa as barreiras biológicas e pode levar à exacerbação das respostas inflamatórias (Aghapour *et al.*, 2022). Quando a integridade da barreira é comprometida, há maior penetração de alérgenos, patógenos e outros agentes nocivos que podem desencadear uma cascata de resposta inflamatória, incluindo citocinas e quimiocinas que recrutam e ativam células do sistema imunológico (Frey, Andreas *et al.*, 2020; Kayalar *et al.*, 2024). A exposição crônica a poluentes pode levar a alterações na plasticidade epitelial com transições do epitélio e remodelação das vias aéreas, em especial em doenças como asma e Dpoc, além de aumentar a suscetibilidade a infecções respiratórias (Van Der Zee; Fischer; Hoek, 2016).

É possível verificar na seção Sistema Cardiovascular orientações sobre como identificar pessoas em risco de poluição do ar tanto em ambientes externos quanto no domicílio. Para recomendações, veja a seção Orientações para Pessoas e Comunidades.

POPULAÇÕES EM RISCO

Crianças e indivíduos com doenças pulmonares preexistentes, como asma e doença pulmonar obstrutiva crônica, são particularmente suscetíveis. Crianças que vivem em áreas urbanas com alta poluição industrial e de tráfego são mais propensas a desenvolver asma e outras doenças respiratórias devido à exposição a poluentes como material particulado e compostos orgânicos voláteis (Paciência; Cavaleiro Rufo; Moreira, 2022).

A população negra e outras populações em situação de vulnerabilidade podem apresentar maior exposição à poluição intradomiciliar devido ao uso de queima de biomassa e dificuldades de ventilação, além de apresentarem uma exposição desproporcional à carga de poluição do ar em ambientes externos, em especial ao $MP_{2,5}$ (Geldsetzer *et al.*, 2024; Josey *et al.*, 2023). Pessoas que vivem próximas a regiões de queimadas de florestas, em especial na região da Floresta Amazônica, também estão em grande risco de internações hospitalares e morbimortalidade relacionadas à poluição do ar (Ribeiro *et al.*, 2024).

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: SECA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

SECA

A saúde respiratória pode ser afetada de forma significativa pelas secas, especialmente devido à piora da qualidade do ar (Smith *et al.*, 2014). Um estudo realizado na Região Amazônica do Brasil demonstrou que condições de seca estão associadas ao aumento das hospitalizações por doenças respiratórias em crianças, principalmente por conta do crescimento das emissões de aerossóis durante incêndios florestais (D'Amato *et al.*, 2020).

Além disso, a alteração nos padrões de precipitação e nos períodos de seca interfere na concentração e circulação de alérgenos ambientais como o pólen, cuja estação de polinização tem seu início, duração e intensidade modificados pelas mudanças climáticas. Os alérgenos de pólen e mofo são capazes de desencadear a liberação de mediadores pró-inflamatórios e imunomoduladores, acelerando o início da sensibilização alérgica mediada por IgE, e contribuindo para asma e rinite alérgica.

ENCHENTES E INUNDAÇÕES

As enchentes, inundações e tempestades chuvosas estão diretamente relacionadas ao agravamento de diversas doenças respiratórias, sobretudo pela proliferação de mofo em ambientes úmidos e pela exposição a poluentes atmosféricos. Durante e após enchentes, há um aumento significativo da presença de partículas finas ($PM_{2,5}$), que são conhecidas

por agravar condições respiratórias crônicas (Poole *et al.*, 2019). Além disso, a deterioração da qualidade do ar interno, provocada pela umidade, pelo mofo e pela ventilação inadequada em abrigos temporários, contribui para o agravamento de quadros respiratórios.

O mofo formado após enchentes ou umidade excessiva pode causar infecções micóticas das vias aéreas, assim como aumentar o risco de pneumonia e infecções respiratórias agudas, especialmente quando há contaminação da água e do ambiente por patógenos (veja mais na seção Doenças Transmissíveis) (Mulder *et al.*, 2019).

Esses impactos são agravados por condições de vida precárias durante e após os eventos, incluindo situações de aglomeração, falta de ventilação e exposição direta à água contaminada das enchentes, que pode estar carregando microrganismos prejudiciais à saúde respiratória. A necessidade de hospitalizações por doenças respiratórias, portanto, tende a crescer em contextos de enchente, exigindo atenção especial dos serviços de saúde.

POPULAÇÕES EM RISCO

Crianças e idosos, bem como indivíduos com condições respiratórias pre-existent e outras comorbidades, estão mais expostos aos riscos associados aos eventos meteorológicos extremos, como secas e enchentes. Além disso, pessoas que vivem ou trabalham em abrigos temporários, devido a problemas de ventilação e exposição a patógenos, podem estar mais suscetíveis a afecções respiratórias.

BOX 4 Abrigos temporários e riscos para a saúde respiratória

Após desastres socioambientais, como enchentes, as condições nos abrigos temporários podem aumentar o risco de transmissão de doenças infecciosas, inclusive tuberculose, devido à superlotação, à falta de ventilação adequada e às condições sanitárias precárias. Estudos indicam que a habitabilidade dos abrigos é crucial para garantir a saúde e o bem-estar dos migrantes climáticos (Kim, M.; Kim, K.; Kim, E., 2021). A qualidade do ar interno em abrigos temporários também pode ser comprometida com contaminação fúngica, sendo um problema significativo, especialmente em regiões frias, onde a umidade relativa alta e a falta de isolamento térmico podem aumentar a concentração de fungos no ar. Isso pode exacerbar condições respiratórias, como asma, e aumentar o risco de infecções respiratórias (Poole *et al.*, 2019).

SISTEMA RENAL

As mudanças climáticas e suas consequências, como aumento das temperaturas, eventos extremos de calor e poluição do ar, estão sendo fatores importantes para o desenvolvimento de transtornos no sistema renal. Podendo provocar distúrbios eletrolíticos, descompensação cardiovascular em indivíduos com doença renal já estabelecida, aumento ao risco de cálculos renais, desfechos de doença renal aguda, crônica e insuficiência renal aguda em casos de contaminação por água e vetores, como em indivíduos mais vulneráveis às mudanças climáticas (Sasai *et al.*, 2023).

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

A exposição ao calor pode causar danos progressivos aos tecidos renais e contribuir para o risco de doença renal aguda ou crônica por meio de vários mecanismos patofisiológicos (Chapman *et al.*, 2020; Goto; Kinoshita; Oshima, 2023; Luna-Cerón *et al.*, 2024; Roncal-Jimenez *et al.*, 2017; Schlader *et al.*, 2019). O aumento de hospitalizações por causas renais no Brasil está relacionado com aumento da temperatura (Goto; Kinoshita; Oshima, 2023; Wen *et al.*, 2022).

Um dos efeitos mais reconhecidos por profissionais da saúde é a desidratação, porém o estresse por calor atua em diversas vias e de forma mais complexa, sendo que a desidratação é um dos efeitos do calor e não uma entidade nosológica em si. O estresse por calor reduz o fluxo sanguíneo renal devido à redistribuição do sangue para a pele para dissipar o calor, o que pode causar isquemia renal e hipóxia, especialmente nos túbulos renais. Isso pode ser exacerbado pela ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, que ocorre em resposta à hipovolemia induzida pelo calor (Chapman *et al.*, 2020; Goto; Kinoshita; Oshima, 2023; Luna-Cerón *et al.*, 2024; Roncal-Jimenez *et al.*, 2017; Schlader *et al.*, 2019). Do mesmo modo, o aumento da temperatura corporal central pode induzir estresse oxidativo e inflamação nos rins, contribuindo para a lesão tubular (Sato *et al.*, 2019). A ativação do sistema imunológico inato, incluindo neutrófilos e macrófagos, também desempenha um papel significativo na lesão renal induzida pelo calor e insolação.

A condição mais grave de doença relacionada ao calor é a insolação, esta é caracterizada por disfunção do sistema nervoso central e uma temperatura corporal central superior aos valores normais, alcançando temperatura maior que 40°C. Isso significa que, quando o ganho de calor excede a perda de calor (fase não compensatória), a temperatura corporal segue aumentando e desencadeando distúrbios circulatórios, citotoxicidade e respostas inflamatórias mal-adaptativas, que induzem disfunção multiorgânica, incluindo lesão renal aguda. Essa insuficiência renal aguda causada por insolação pode evoluir para doença renal crônica (Goto; Kinoshita;

Oshima, 2023). A hipovolemia, a rabdomiólise e a coagulação intravascular disseminada, provocada pelo calor, podem desencadear lesão renal. Além disso, o colapso pelo calor está associado à Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica (Sirs) e à elevação da creatina quinase (Satirapoj *et al.*, 2016).

O calor também pode provocar quadros de infecção urinária e urolitíase, o último principalmente por meio de mecanismos relacionados à desidratação e alterações na composição urinária, em parte devido à desidratação que leva a volumes urinários mais baixos e maior concentração de solutos na urina (Fram *et al.*, 2017; Maline; Goldfarb, 2024; Zhang *et al.*, 2020b), podendo aumentar a excreção urinária de cálcio e a supersaturação de oxalato de cálcio e fosfato de cálcio, fatores que contribuem para a formação de cálculos (Eisner *et al.*, 2012).

O estresse por calor, durante o trabalho físico em ambientes quentes, aumenta a susceptibilidade dos rins à lesão renal aguda, e a exposição repetida e prolongada ao calor, com desidratação crônica pode levar a alterações estruturais nos rins, como fibrose e inflamação intersticial, que são características da progressão para doença renal crônica (Schlader *et al.*, 2019). A relação entre as mudanças climáticas e doença renal crônica de origem não tradicional envolve múltiplos fatores como exposição ao calor, estresse térmico ocupacional, inflamação, desidratação frequente e hiperosmolaridade resultante ao trabalho em calor extremo, além de rabdomiólise subclínica causada pelo esforço físico, condição que libera mioglobina uma substância nefrotóxica. São condições mais comuns em trabalhadores expostos a ambientes quentes e fatores que contribuem para a lesão renal e que podem evoluir para doença renal crônica de origem não tradicional. Por isso, é importante considerar a vulnerabilidade em relação às características contextuais da população (Schlader *et al.*, 2019).

Há outras apresentações relacionadas ao estresse pelo calor, incluindo síncope pelo calor, exaustão, fadiga e câibras pelo calor. Essas condições também podem estar associadas a anormalidades eletrolíticas e lesão renal (veja mais informações no item calor na seção Sistema Cardiovascular).

FRIO

A exposição a temperaturas extremamente baixas pode impactar negativamente a função renal, especialmente entre indivíduos com doenças crônicas como diabetes, hipertensão e doença renal crônica (DRC). Embora a maior parte das evidências científicas esteja centrada nos efeitos do calor, dados recentes indicam que a função renal também pode se deteriorar em ambientes muito frios, particularmente abaixo de -10°C (Park *et al.*, 2024). Acredita-se que o frio intenso possa provocar vasoconstrição, aumento da pressão arterial e alterações hemodinâmicas que comprometem a perfusão renal, contribuindo para a piora da função renal em indivíduos vulneráveis. Embora os achados sobre o frio ainda não tenham alcançado significância estatística robusta, eles apontam para a necessidade de mais estudos e de estratégias de monitoramento da função renal durante períodos de frio extremo, especialmente entre pessoas com comorbidades preexistentes.

POPULAÇÕES EM RISCO

Pacientes em diálise, idosos (principalmente aqueles com doença renal crônica), crianças, gestantes, pacientes com comorbidades (especialmente doenças renais, diabetes, doenças cardiovasculares relacionadas), população negra, pessoas em situações de vulnerabilidade social, pessoas acamadas e em cuidados paliativos, trabalhadores expostos às intempéries, inclusive frio (trabalhadores da construção civil, agricultores), pessoas em situação de rua e gestantes, pessoas em insegurança hídrica e acesso limitado à água potável também podem estar em risco (veja mais na seção Segurança Alimentar e Hídrica).

QUADRO 3 Principais alterações renais relacionadas às mudanças climáticas

| ALTERAÇÕES RENAIS |
|---|
| NEFROLITÍASE |
| Concentração urinária de sais insolúveis secundária à desidratação comuns quando exposição a altas temperaturas. |
| INSUFICIÊNCIA RENAL AGUDA |
| Lesão das células tubulares renais por hipertermia, filtração glomerular diminuída secundária à hipotensão, desidratação e miogloblinúria por rabdomiólise. |
| INSUFICIÊNCIA RENAL CRÔNICA |
| Lesão crônica das células tubulares renais por hipertermia, filtração glomerular diminuída secundária à hipotensão, desidratação e miogloblinúria por rabdomiólise. Tratamento inadequado da hipertensão arterial sistêmica. |
| DOENÇA RENAL CRÔNICA DE ETIOLOGIA NÃO TRADICIONAL (DRCNT) |
| Possível estresse térmico ocupacional com reação inflamatória, desidratação repetida com hiperosmolaridade, rabdomiólise subclínica, temperatura corporal elevada com uricosúria e cristalúria. |
| DISTÚRBIOS HIDROELETROLÍTICOS DEVIDOS AO COLAPSO PELO CALOR |
| Sirs por hipertermia. |

Fonte: adaptado de (Brasil, 2024f).

POLUIÇÃO DO AR

A poluição do ar tem sido associada como risco importante a alterações do sistema renal. Já é de conhecimento consistente que a exposição prolongada a substâncias nocivas como material particulado fino ($MP_{2,5}$), ozônio (O_3) e dióxido de nitrogênio (NO_2) está ligada a um aumento do risco de disfunção renal aguda e crônica por alterações patofisiológicas, como inflamação sistêmica crônica e estresse oxidativo, que evoluem para o desenvolvimento de doenças renais (Kuźma *et al.*, 2021). A poluição do ar pode exacerbar fatores de risco tradicionais para doenças renais, como hipertensão e diabetes, acelerando assim a progressão da doença (Lao *et al.*, 2024). Um estudo de coorte longitudinal nos Estados Unidos mostrou que a exposição a $MP_{2,5}$, NO_2 e O_3 está associada a um aumento no risco de

primeira hospitalização por doença renal aguda (Lee *et al.*, 2023). No quadro de lesão renal aguda, a exposição a essas toxinas, foi associada a um risco aumentado de hospitalizações e pode agravar a lesão renal isquêmica-reperfusional, aumentando a resposta inflamatória local e a disfunção mitocondrial (Kuzma *et al.*, 2021).

POPULAÇÕES EM RISCO

Os grupos mais vulneráveis estarão entre os que mais são expostos à poluição do ar, como também pacientes em diálise, particularmente idosos, pois são mais suscetíveis a poluentes atmosféricos. As alterações climáticas também podem afetar o desenvolvimento renal fetal durante a gestação, a exposição ao calor e outros fatores climáticos associados ao baixo peso ao nascer e ao parto prematuro, podendo resultar em menor número de néfrons e disfunção renal na vida adulta (Alvarez-Elias; Brenner; Luyckx, 2024; Zhang *et al.*, 2018). Além disso, crianças podem ter elevação da pressão arterial, provocada pela poluição do ar e consequentes efeitos de alteração na taxa estimada de filtração glomerular (Alvarez-Elias; Brenner; Luyckx, 2024; Guo *et al.*, 2022; Huang *et al.*, 2021; Salerno *et al.*, 2023).

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: SECA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

SECA

A seca pode ter um impacto significativo sobre a saúde renal, especialmente quando associada ao estresse térmico. A pouca disponibilidade de água de boa qualidade para consumo humano associado às frequentes elevações de temperatura, expõe a população ao risco de desidratação, um fator de risco bem estabelecido tanto para lesão renal aguda (LRA) quanto para o desenvolvimento ou agravamento da doença renal crônica (DRC). A perda de fluido corporal leva à hipovolemia, o que reduz a perfusão renal e ativa o sistema renina-angiotensina-aldosterona, contribuindo para lesão renal (Johnson *et al.*, 2019, 2016). A desidratação crônica também aumenta o risco de formação de cálculos renais, devido à maior concentração urinária.

Populações rurais e ribeirinhas são particularmente vulneráveis durante secas, devido à exposição a riscos geoambientais e agroambientais, como a má qualidade da água e o uso de produtos químicos agrícolas, que podem aumentar o risco de nefropatia tóxica (Wilke *et al.*, 2019). Adicionalmente, regiões com escassez hídrica são descritas como áreas de risco para doenças renais, dada a exposição a toxinas renais ambientais, como arsênio e pesticidas, cujos efeitos são potencializados pelas mudanças climáticas (Contreras Nieves *et al.*, 2024).

ENCHENTES E INUNDAÇÕES

As enchentes e inundações estão frequentemente associadas ao aumento do risco de doenças infecciosas, incluindo aquelas transmitidas pela água contaminada ou por vetores, que podem levar a lesões renais agudas. Essa exposição pode resultar em infecções bacterianas, virais ou parasitárias, causas conhecidas de LRA, especialmente em regiões tropicais (veja mais informações na seção Doenças Transmissíveis) (Freidin; Hayes; Struthers, 2024; Young; Khoshnaw; Johnson, 2023).

Além disso, enchentes e inundações causam frequentemente deslocamento populacional e interrupção no acesso a cuidados médicos essenciais, como o fornecimento de diálise, medicamentos e água potável, o que pode agravar doenças renais preexistentes e aumentar o risco de desidratação e complicações agudas (Young; Khoshnaw; Johnson, 2023). Os pacientes em diálise ou com transplante renal são especialmente vulneráveis pela sua dependência de infraestruturas tecnológicas complexas, que frequentemente colapsam em situações de desastre (Sever *et al.*, 2023b).

Crianças com doenças renais, em especial aquelas em terapia de substituição renal, enfrentam riscos elevados devido aos desafios logísticos para continuidade do cuidado em emergências (Sever *et al.*, 2023b; Sever, M.; Sever, V., 2020). Da mesma forma, populações do campo, das águas e das florestas afetadas por enchentes e inundações enfrentam barreiras geográficas e estruturais no acesso aos serviços de saúde, o que aumenta o risco de desfechos adversos.

ALTERAÇÕES OFTALMOLÓGICAS

As mudanças climáticas impõem uma ampla gama de riscos à saúde ocular, ainda pouco explorados nos planos de vigilância e adaptação em saúde. Temperaturas extremas, poluição atmosférica, secas, queimadas, enchentes e inundações podem afetar diretamente os olhos, por meio de mecanismos inflamatórios, infecciosos, nutricionais e degenerativos. Revisões recentes apontam que a exposição a fatores ambientais exacerbados pelas mudanças climáticas está associada ao aumento da incidência de doenças como olho seco, conjuntivite, catarata, pterígio, glaucoma, retinopatias e degeneração macular relacionada à idade (Alryalat *et al.*, 2024; Waisberg *et al.*, 2024; Wong *et al.*, 2024).

Além disso, alterações nas condições ambientais contribuem para a circulação de patógenos oportunistas e o agravamento de infecções oculares (Garg *et al.*, 2024; Waisberg *et al.*, 2024). As populações mais vulneráveis, como crianças, idosos, pessoas com doenças preexistentes, e aquelas vulnerabilizadas, como trabalhadores expostos ao ar livre e moradores de áreas com saneamento precário, enfrentam riscos ampliados (Okenwa-Vincent; Riel; Pagani, 2025; Wong *et al.*, 2024).

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

Altas temperaturas favorecem a evaporação da lágrima e o desenvolvimento ou agravamento da síndrome do olho seco (*Dry Eye Disease* – DED), especialmente em crianças (Garg *et al.*, 2024). O calor extremo também ativa vias inflamatórias, como a HSP90–AKT–NF- κ B, provocando dor, vermelhidão e inchaço ocular (Garg *et al.*, 2024). Há ainda evidências de que o calor contribui para a recorrência de infecções virais oculares e pode interferir na biomecânica da córnea, afetando a pressão intraocular (Waisberg *et al.*, 2024).

FRIO

Baixas temperaturas, por sua vez, estão associadas ao aumento de casos de glaucoma agudo por fechamento angular, especialmente em idosos e

mulheres (Waisberg *et al.*, 2024), e ao agravamento de sintomas de olho seco por exposição ao ar frio e seco (Garg *et al.*, 2024).

POLUIÇÃO DO AR

A exposição a poluentes atmosféricos, como PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, O₃, CO e SO₂, está fortemente associada ao aparecimento de sintomas e ao desenvolvimento de diversas doenças oculares. Conjuntivite, olho seco, uveíte, pterígio, blefarite, catarata, glaucoma e degeneração macular relacionada à idade são algumas das condições mais citadas na literatura (Alryalat *et al.*, 2024; Echevarría-Lucas *et al.*, 2021; Okenwa-Vincent; Riel; Pagani, 2025). Os mecanismos envolvem inflamação crônica, estresse oxidativo e disfunção da barreira epitelial ocular.

Pessoas que vivem em regiões urbanas densamente poluídas, próximas a indústrias ou rodovias, ou que utilizam combustíveis sólidos em ambientes fechados (como lenha e carvão), enfrentam risco significativamente maior (Okenwa-Vincent; Riel; Pagani, 2025).

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: SECA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES SECA

Eventos extremos, como secas prolongadas e inundações, também afetam a saúde ocular. A seca e a insegurança alimentar aumentam o risco de desnutrição e deficiência de vitamina A, com consequências como xeroftalmia e catarata (Garg *et al.*, 2024; Okenwa-Vincent; Riel; Pagani, 2025).

ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Durante enchentes e inundações, a exposição à água contaminada pode levar a surtos de conjuntivite hemorrágica, ceratite por microrganismos oportunistas e retinocoroidite por toxoplasmose (Waisberg *et al.*, 2024; Wong *et al.*, 2024). Ao mesmo tempo, doenças transmitidas por vetores, como dengue, Zika e chikungunya, podem desencadear complicações oculares como uveíte, retinite e neuropatias ópticas (Waisberg *et al.*, 2024).

POPULAÇÕES EM RISCO

Diversos estudos apontam que os efeitos das mudanças climáticas na saúde ocular são amplificados em populações vulneráveis como crianças, idosos e mulheres; e em populações vulnerabilizadas, como pessoas negras, comunidades indígenas, populações em situação de rua ou sem acesso a saneamento básico que enfrentam riscos desproporcionais (Okenwa-Vincent; Riel; Pagani, 2025; Waisberg *et al.*, 2024; Wong *et al.*, 2024).

Trabalhadores informais e do campo, pescadores e pessoas que vivem em regiões expostas à poluição do ar, queimadas ou em situação de insegurança hídrica têm maior probabilidade de sofrer agravos oculares relacionados ao ambiente (Alryalat *et al.*, 2024; Echevarría-Lucas *et al.*, 2021). As desigualdades ambientais, somadas à menor disponibilidade de serviços oftalmológicos, comprometem o diagnóstico precoce e o acesso ao tratamento (Campbell; Al-Qureshi, 2022).

QUADRO 4 Principais alterações oftalmológicas associadas às mudanças climáticas

| FATOR CLIMÁTICO/CAUSAS DE FATORES CLIMÁTICOS | CONDIÇÕES OFTALMOLÓGICAS OSSIVELMENTE ASSOCIADAS |
|--|--|
| Altas temperaturas | Olho seco, conjuntivite, ceratite, infecções virais, alterações na Pressão Intraocular (PIO), deslocamento de retina |
| Baixas temperaturas | Glaucoma agudo por fechamento angular, olho seco, alterações visuais transitórias |
| Poluição do ar (PM _{2.5} , NO ₂ , O ₃ , e outros) | Olho seco, conjuntivite, uveíte, pterígio, catarata, glaucoma, Degeneração Macular Relacionada à Idade (DMRI), retinopatia diabética |
| Seca/Estiagem | Xeroftalmia, catarata (por deficiência nutricional) |
| Inundações | Conjuntivite hemorrágica, ceratite, retinocoroidite por toxoplasmose |
| Queimadas | Olho seco, conjuntivite, ceratite química, exposição a material particulado |

Fonte: elaboração própria.

SISTEMA TEGUMENTAR

Fatores relacionados às mudanças climáticas impactam a capacidade da pele de manter a homeostase, contribuindo para uma variedade de doenças cutâneas. Temperaturas elevadas relacionadas às mudanças climáticas induzem a ruptura do microbioma da pele, impactando assim a dermatite atópica, acne vulgar e psoríase. Além disso, altas temperaturas estão associadas à exacerbação de doenças de pele e ao aumento do risco de insolação. Eventos meteorológicos extremos, como enchentes e queimadas, são relevantes, pois estão implicados em lesões cutâneas, infecções de pele e agravamento agudo de distúrbios inflamatórios da pele.

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

A incidência de doenças imunológicas da pele, especialmente dermatite atópica e eczema, aumentou nas últimas décadas, e fatores ambientais, como as mudanças climáticas, foram implicados como um mecanismo potencial. A exposição ao calor pode induzir ao excesso de sudorese que se acumula na superfície da pele, que pode provocar prurido e irritação na pele. A transpiração causada pelo calor e o desequilíbrio de fluidos e eletrólitos podem ser indutores para agravamento de lesões cutâneas (Huang *et al.*, 2022).

Muita perda de água transepidérmica interrompe a função da barreira cutânea por meio de uma variedade de mecanismos, de modo que a pele ficará mais sensível a estimulantes físicos e químicos. Outro fator é que, por usar roupas mais leves em ondas de calor, deixaria mais áreas da pele diretamente expostas à radiação ultravioleta, poluentes do ar e microrganismos prejudiciais para a pele (Huang *et al.*, 2022). Dessa forma, em situações de aumento de temperatura, associada com maior exposição a raios ultravioletas, deve-se estar atento para condições como eritema solar, queimadura de sol e câncer de pele.

FRIO

A exposição ao frio pode desencadear agravos dermatológicos como a urticária ao frio e a dermatite atópica. A primeira é caracterizada por urticas e angioedema após contato com temperaturas baixas, podendo evoluir para anafilaxia em casos graves. Já a dermatite atópica, induzida pelo frio, apresenta maior incidência em períodos frios, com agravamento dos sintomas devido à disfunção da barreira cutânea induzida por citocinas inflamatórias e ativação de canais sensoriais. Ambas as condições afetam a qualidade de vida e requerem medidas preventivas, como evitar exposição ao frio e uso de anti-histamínicos ou hidratantes específicos (Hui-Beckman *et al.*, 2023; Maltseva *et al.*, 2021).

POLUIÇÃO DO AR

A poluição do ar pode comprometer a função da barreira cutânea, contribuindo para condições como a dermatite atópica e o fotoenvelhecimento. A exposição a poluentes atmosféricos, como material particulado (MP), está associada ao aumento do estresse oxidativo na pele. Além disso, a exposição a poluentes pode desencadear respostas inflamatórias e imunológicas, exacerbando os sintomas das dermatites e atopia (Bocheva; Slominski; Slominski, 2023; Pan *et al.*, 2023).

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: SECA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

SECA

A seca pode ter um impacto significativo na saúde da pele, principalmente devido à redução da umidade ambiental, que afeta a barreira da pele. Ambientes com baixa umidade, como em períodos de seca, podem levar a um aumento na perda de água transepidérmica, resultando em pele seca e irritação. Essa condição pode exacerbar dermatoses preexistentes, como a dermatite atópica, devido à diminuição da função de barreira da pele e ao aumento da suscetibilidade a irritantes e alérgenos (Belzer; Parker, 2023; Engebretsen *et al.*, 2016).

ENCHENTES E INUNDAÇÕES

As enchentes e inundações aumentam a prevalência de doenças dermatológicas infecciosas e não infecciosas, como impetigo, leptospirose, *tinea corporis*, e condições inflamatórias como dermatite de contato irritativa (Dayrit *et al.*, 2018) (veja mais informações na seção Doenças Transmissíveis).

QUADRO 5 Principais alterações da pele associadas às mudanças climáticas

| CALOR, RAIOS SOLARES ULTRAVIOLETA E UMIDADE |
|--|
| ERITEMA SOLAR |
| Inflamação da pele causada por exposição aguda e excessiva aos raios solares ultravioletas. |
| QUEIMADURA DE SOL |
| Exposição prolongada aos raios solares ultravioletas: queimaduras por radiação ultravioleta. |
| CÂNCER DE PELE |
| Exposição crônica aos raios solares ultravioletas. |
| DERMATOMICOSES |
| A umidade estimula o crescimento de fungos. |
| LEISHMANIOSE TEGUMENTAR |
| A umidade promove a sobrevivência do vetor (mosquito-palha). |

Fonte: adaptado de Opas, 2020.

DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS

As mudanças climáticas exercem forte influência sobre a ocorrência e a distribuição de doenças infecciosas. Doenças transmitidas por alimentos e água, como doenças diarreicas agudas, ou por vetores, como mosquitos e carrapatos – a exemplo da malária, dengue, chikungunya, febre amarela e Zika –, são particularmente suscetíveis a ambientes mais quentes, úmidos e instáveis, que se tornam cada vez mais frequentes com o agravamento da crise climática (Semenza, 2024; Titcomb *et al.*, 2024).

Estudo indica que mais de 50% das doenças infecciosas conhecidas podem ser agravadas por fatores climáticos (Mora *et al.*, 2022). Isso ocorre porque eventos como ondas de calor, secas, enchentes, incêndios florestais e alterações no uso do solo podem alterar tanto o comportamento dos vetores quanto o ambiente em que vivem os patógenos, aproximando-os das populações humanas. Além disso, esses eventos extremos podem reduzir a resistência imunológica das pessoas, aumentando sua vulnerabilidade a infecções.

O surgimento de doenças infecciosas depende, fundamentalmente, do contato entre um patógeno e uma pessoa suscetível, as mudanças climáticas podem facilitar esse contato ao favorecer a sobrevivência e proliferação de agentes infecciosos ou ao comprometer as defesas do organismo humano diante de situações de estresse, como as causadas por desastres climáticos (Mora *et al.*, 2022). Nesse sentido, as ações de adaptação são fundamentais para alterar a exposição humana a esses patógenos e reduzir a vulnerabilidade das populações serem infectadas (Titcomb *et al.*, 2024).

Os casos de transbordamento viral são preocupantes, pois os patógenos previamente restritos a animais selvagens passam a infectar seres humanos. Vírus como o ebola, por exemplo, já foi associado à migração forçada de morcegos, roedores e primatas em busca de alimento ou abrigo após eventos como secas intensas e incêndios florestais – fenômenos cuja frequência tende a aumentar com o aquecimento global (Mora *et al.*, 2022).

Por fim, as mudanças climáticas também influenciam o aumento na ocorrência de acidentes por animais peçonhentos (Freitas Barroso *et al.*, 2025; Guerra-Duarte *et al.*, 2023; Needleman; Neylan; Erickson, 2018; Ureta *et al.*, 2020). Registros do Ministério da Saúde no Brasil, com exceção dos acidentes ofídicos, mostram uma tendência de aumento nos acidentes por animais peçonhentos de interesse à saúde pública nos últimos cinco anos, sendo importante aprofundar as análises sobre a relação desse aumento com o impacto das mudanças climáticas no País (Brasil, 2023a, 2024b; Souza *et al.*, 2022). É importante considerar que nos últimos anos o Brasil sofreu os impactos da intensificação do fenômeno El Niño.

QUADRO 6 Exemplos de como mudanças ambientais podem afetar a ocorrência de doenças transmissíveis

| MUDANÇAS AMBIENTAIS | DOENÇAS | VIAS DE IMPACTO |
|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| Represas, canais e irrigação | Esquistossomose | ↑ habitat de caramujos hospedeiros, ↑ contato humano |
| | Malária | ↑ locais de reprodução de mosquitos |
| | Helmintíases | ↑ contato larval devido à umidade do solo |
| | Oncocercose | ↓ reprodução do mosquito (<i>Simulium</i> spp.), ↓ doença |
| Intensificação da agricultura | Malária | ↑ Inseticidas da lavoura e ↑ resistência do vetor |
| | Febre hemorrágica Venezuelana | ↑ abundância do roedor, ↑ contato |
| Urbanização e superpopulação urbana | Cólera/doenças diarreicas agudas | ↓ saneamento, ↓ higiene, ↑ contaminação da água |
| | Esquistossomose | |
| | Dengue | ↑ lixo/recipientes que armazenam água, ↑ locais de reprodução dos mosquitos <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> |
| | Zika | |
| | chikungunya | |
| | Malária | ↑ modificação dos habitats do vetor e interação com populações humanas |
| | Leishmaniose tegumentar | ↑ contato com o vetor mosquito-palha (<i>Lutzomyia</i> spp.) |
| | Leptospirose | ↓ saneamento, ↓ higiene, ↑ acúmulo de lixo, ↑ proliferação de roedores |

continua

conclusão

| MUDANÇAS AMBIENTAIS | DOENÇAS | VIAS DE IMPACTO |
|-------------------------------------|---------------------------|--|
| Desmatamento e novas áreas ocupadas | Malária | ↑ locais de reprodução e dos vetores, ↑ imigração e populações vulneráveis |
| | Febre amarela | ↑ contato, baixa imunização |
| | Febre do Oropouche | ↑ contato, reprodução vetores |
| | Leishmaniose visceral | ↑ contato com o vetor mosquito-palha (<i>Lutzomyia</i> spp.) |
| | Hantavirose | ↑ alimento disponível, de habitat e abundância de roedores |
| Aquecimento do oceano | Maré vermelha | ↑ proliferação de algas tóxicas |
| Precipitação elevada e enchentes | Dengue | ↑ acúmulo de água para a proliferação de mosquitos vetores |
| | Leptospirose | ↑ contato urina de roedores |
| | Esquistosomose | ↑ dispersão caramujo vetor, ↑ dispersão da doença |
| | Doenças diarreicas agudas | ↑ Contato e consumo de água contaminada e alimentos inseguros |

Fonte: adaptada de (WHO, 2003).

DOENÇAS TRANSMITIDAS POR VETORES

Doenças transmitidas por vetores são causadas por patógenos que dependem de organismos vivos – como mosquitos, flebotomíneos, triatomíneos, moluscos e outros artrópodes – para serem transportados entre humanos ou de animais para humanos. Essas doenças são sensíveis às variações ambientais e climáticas, o que as torna especialmente relevantes no contexto das mudanças climáticas (WHO, 2024c).

Entre as principais doenças de transmissão vetorial não virais destacam-se:

- Malária (transmitida por mosquitos *Anopheles*).
- Doença de Chagas (transmitida por triatomíneos).
- Leishmaniose (transmitida por flebotomíneos).
- Esquistossomose (transmitida por caramujo).

Essas doenças são causadas principalmente por protozoários e apresentam elevada carga de morbidade, sobretudo em populações vulneráveis. Sua transmissão é influenciada por fatores ambientais como temperatura, umidade, precipitação e alterações no uso do solo.

Já as arboviroses constituem um grupo específico de doenças vetoriais causadas por vírus transmitidos por artrópodes hematófagos. Para essas doenças não existe tratamentos etiológicos específicos, apenas tratamento de suporte, sendo as medidas de prevenção importantes estratégias de saúde pública para o enfrentamento. Entre as principais arboviroses de importância em saúde pública estão:

- Dengue, Zika e chikungunya, cujos vetores são mosquitos das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*.
- Febre amarela, tendo como principais vetores nas Américas os mosquitos dos gêneros *Haemagogus*, *Sabethes* e o *Aedes aegypti*.
- Febre do Oropouche, transmitida principalmente por insetos da espécie *Culicoides paraensis* (maruim).

Há evidências robustas que indicam a relação entre fatores climáticos e a incidência dessas doenças, no qual a dinâmica de transmissão depende de determinantes ambientais diretamente influenciados pelas mudanças climáticas (Shapiro; Whitehead; Thomas, 2017; Winokur *et al.*, 2020), como:

- Disponibilidade de criadouros, influenciada por padrões de precipitação e uso do solo.
- Taxa de sobrevivência e reprodução dos vetores, afetada pela temperatura ambiente.

- Frequência das picadas, relacionada à umidade e ao volume de chuvas.
- Tempo de incubação do patógeno dentro do vetor, que é acelerado por temperaturas elevadas.

Estudos demonstram que há uma faixa de temperatura para a viabilidade e transmissão de diferentes patógenos, como os causadores da malária, dengue e Zika (Blagrove *et al.*, 2020) (Blagrove *et al.*, 2020). Por exemplo, no caso da dengue, a capacidade de transmissão pelos mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* aumentou 8,9% e 15,0%, respectivamente, em 2018 em comparação com o cenário de 1950 (Watts *et al.*, 2021).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, as mudanças climáticas poderão colocar, até 2050, cerca de 200 milhões de pessoas em risco de contrair malária e 520 milhões em risco de dengue, ampliando significativamente o desafio para os sistemas de saúde pública (Hales, 2014).

QUADRO 7 Principais doenças transmitidas por vetores no Brasil em que o patógeno e/ou o vetor demonstraram ser sensíveis às mudanças climáticas, ordenadas de acordo com o vetor pelo qual são transmitidas

| VETOR | | DOENÇA CAUSADA | TIPO DO PATÓGENO |
|-------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|
| Mosquito | <i>Aedes</i> | Chikungunya Dengue Zika | Vírus Vírus Vírus |
| | <i>Haemagogus; Sabethes Aedes</i> | Febre amarela | Vírus |
| | <i>Anopheles</i> | Malária | Parasito |
| | <i>Culex</i> | Filariose linfática Febre do Oeste do Nilo | Parasito Vírus |
| | <i>Culicoides</i> | Febre do Oropouche | Vírus |
| Caramujos aquáticos | | Esquistossomose (doença do caramujo) | Parasito |
| Moscas negras | | Onicocercose (cegueira dos rios) | Parasito |
| Flebotomíneos | | Leishmaniose | Parasito |
| Carrapatos | | Febre maculosa Encefalite transmitida por carrapatos Tularemia | Bactéria Vírus Bactéria |
| Percevejos triatomíneos | | Doença de Chagas (tripanosomíase americana) | Parasito |
| Moscas tse-tse | | Doença do sono (tripanosomíase africana) | Parasito |

Fonte: adaptado (WHO, 2024c).

BOX 5 A doença de Chagas e as mudanças climáticas

Os fatores ambientais influenciam diretamente no ciclo de vida dos triatomíneos, seu comportamento e sua distribuição no território. Notifica-se em território nacional 68 espécies diferentes (Sousa *et al.*, 2020), com ciclos de vida, ecótopos, habitats e distribuição distintas. A elevação da temperatura leva à maior dispersão dos triatomíneos, ampliando a sua distribuição no território, e encurta os seus ciclos de vida, aumentando o risco de transmissão do *Trypanosoma cruzi*, uma vez que há um aumento das populações de triatomíneos em um curto período. Em contrapartida, a redução da temperatura aumenta o tempo do ciclo de vida dos triatomíneos.

Ademais, o aumento da temperatura e seca em áreas sem abastecimento adequado de água, como o que ocorre em locais com risco de ocorrência de casos agudos, pode impossibilitar as práticas de higiene adequadas, como a lavagem dos frutos consumidos in natura, e, assim, aumentar o risco de infecção oral.

Considerando que a doença de Chagas é uma condição crônica, que leva aproximadamente 40% dos indivíduos infectados a desenvolverem sinais clínicos com envolvimento cardíaco e/ou digestivo, é importante acompanhar as pessoas com a enfermidade, tendo em vista a fisiopatologia das doenças cardiovasculares em relação aos riscos climáticos, além do impacto na saúde materno-infantil, considerando o contexto da transmissão vertical.

BOX 6 Malária e as mudanças climáticas

A transmissão da malária é fortemente influenciada por fatores ambientais, especialmente temperatura, umidade e precipitação, que afetam diretamente o ciclo de vida dos mosquitos do gênero *Anopheles*, vetores do *Plasmodium*. O aumento da temperatura acelera o desenvolvimento desses vetores e do parasita em seu interior, reduzindo o período extrínseco de incubação e, assim, ampliando o risco de transmissão, inclusive em áreas de maior altitude e regiões anteriormente consideradas não endêmicas (Caminade *et al.*, 2014; Ryan *et al.*, 2019).

Outro importante fator relacionado às mudanças climáticas é o risco de introdução, ou reintrodução, da malária em áreas onde a doença historicamente não ocorre ou foi eliminada, como a região extra-amazônica brasileira. O aquecimento global e as alterações nos padrões de precipitação criam condições ambientais favoráveis para a expansão geográfica dos vetores, permitindo que espécies antes restritas à Região Amazônica se estabeleçam em novas áreas. A convergência entre mudanças climáticas, mobilidade populacional aumentada e presença de vetores receptivos estabelece um cenário de risco crescente para a introdução da malária em regiões anteriormente livres da doença, exigindo vigilância epidemiológica intensificada e estratégias de controle adaptadas a esse novo contexto epidemiológico (Garcia *et al.*, 2022; Ramos *et al.*, 2024).

As alterações nos regimes de precipitação e umidade também favorecem a formação e persistência de criadouros, ampliando a distribuição geográfica dos vetores. Na Amazônia brasileira, o desmatamento e as modificações ambientais associadas às mudanças climáticas têm sido correlacionados ao aumento da incidência da malária, em função da transformação dos habitats naturais e da maior exposição de populações humanas vulneráveis (Oliveira-Ferreira *et al.*, 2010).

conclusão

Um aspecto preocupante é a invasão de vetores exóticos, como o *Anopheles stephensi*, espécie originalmente asiática que vem se estabelecendo em regiões urbanas da África e é considerada uma ameaça à saúde pública global. Essa espécie apresenta alta adaptabilidade a ambientes urbanos, utiliza recipientes artificiais para reprodução e demonstra resistência a múltiplos inseticidas, o que dificulta o controle vetorial (Liu *et al.*, 2024; Olatunji *et al.*, 2024; Ryan *et al.*, 2023).

Eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e enchentes, impactam indiretamente a incidência da malária ao comprometer a capacidade dos sistemas de saúde de implementar ações de prevenção, diagnóstico e tratamento, além de dificultarem o controle vetorial. Esses fatores agravam a vulnerabilidade de populações expostas, sobretudo em áreas remotas e com limitada infraestrutura (WHO, 2023).

Compreender os impactos das mudanças climáticas sobre os ciclos biológicos dos vetores e do parasita é essencial para o fortalecimento das estratégias de vigilância e controle. A integração entre políticas ambientais e de saúde pública é cada vez mais necessária para mitigar os efeitos da malária em um contexto de aquecimento global.

Fonte: Brasil (2018).

BOX 7 A esquistossomose e as mudanças climáticas

A esquistossomose é uma importante doença ocupacional, causada pela infecção por *Schistosoma mansoni*, que tem por vetor caramujos de água doce do gênero *Biomphalaria*, portanto, o controle das populações de caramujos é fundamental para reduzir o risco de transmissão (De Leo *et al.*, 2020; Glidden *et al.*, 2024).

Frequentemente adquirida por meio de atividades em ambientes de água doce, como lavar roupas, pescar ou nadar. O aumento das temperaturas, associado às mudanças climáticas, tende a intensificar o uso recreativo e doméstico de rios, elevando o risco de exposição ao parasita (De Leo *et al.*, 2020; Glidden *et al.*, 2024).

As enchentes exercem papel significativo na dispersão das *Biomphalaria* spp., moluscos vetores da esquistossomose, favorecendo a colonização de novas áreas (De Leo *et al.*, 2020). Esses eventos extremos transportam caramujos infectados para regiões anteriormente não endêmicas e criam condições propícias à sua proliferação, como corpos-d'água estagnados com vegetação aquática. A frequência ampliada de contato humano com águas contaminadas durante e após enchentes agrava o risco de infecção (Silva *et al.*, 2020).

Além disso, alterações no curso de rios e a conexão entre habitats promovem a mobilidade dos vetores, tornando fundamental a incorporação da gestão de inundações nas estratégias de vigilância e controle da doença (Glidden *et al.*, 2024).

Fatores antrópicos, como urbanização desordenada, desmatamento e práticas agrícolas inadequadas, também influenciam a distribuição dos vetores (Glidden *et al.*, 2024; Scholte *et al.*, 2014). A ausência ou deficiência de sistemas de esgoto, aliada à falta de acesso à água potável e encanada, contribuem para o estabelecimento e a persistência de focos de transmissão da esquistossomose (Fonseca *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2020).

POPULAÇÕES EM RISCO

As populações vulneráveis a doenças transmitidas por vetores no contexto das mudanças climáticas incluem principalmente aquelas em regiões tropicais e subtropicais, onde a transmissão de doenças como dengue, febre amarela, chikungunya, Zika e malária é mais alta (Escobar *et al.*, 2016; Sargent *et al.*, 2022). As crianças são particularmente vulneráveis devido à sua imaturidade imunológica e dependência de cuidadores, o que pode limitar sua capacidade de resposta a surtos (Chitre *et al.*, 2024). Ao mesmo tempo, populações em áreas urbanas densamente povoadas enfrentam riscos aumentados devido ao efeito de ilhas de calor urbanas, que podem exacerbar a transmissão de doenças como a dengue (Aminuddin; Dom; Yatim, 2025; Barkhad *et al.*, 2025).

No caso da doença de Chagas, a principal estratégia preventiva é evitar a formação de colônias do inseto vetor (*Triatoma* spp., conhecido como “barbeiro”) no interior das residências, o que requer melhorias habitacionais, controle vetorial e vigilância ativa em regiões endêmicas. Para a esquistossomose, uma das principais estratégias de prevenção é o controle do caramujo vetor (*Biomphalaria* spp.) em coleções hídricas de localidades endêmicas, bem como melhorias de saneamento básico. As mudanças climáticas estão expandindo os habitats de mosquitos, caramujos e carrapatos, introduzindo vírus transmitidos por vetores em populações imunologicamente suscetíveis. Além disso, os eventos meteorológicos extremos podem causar migrações em larga escala e destruição de sistemas de saúde, o que pode aumentar a vulnerabilidade de populações deslocadas e sobrecarregar os sistemas de saúde locais (Chitre *et al.*, 2024).

DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR

As doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA) continuam a representar uma contribuição significativa para a carga global de doenças. Esse grupo de doenças pode ser causado por bactérias e suas toxinas, vírus, parasitas intestinais oportunistas e substâncias químicas (Brasil, 2024a). A exposição aos agentes e patógenos pode ocorrer por meio da ingestão de água e alimentos contaminados. Dentro das DTHA, as doenças diarreicas agudas (DDA) tem destaque especial, sendo apontadas como a segunda principal causa de morte entre crianças com menos de 5 anos, segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2024b). Nesse sentido, as mudanças climáticas intensificam os fatores de risco relacionados às DTHA. Condições climáticas como o aumento da temperatura, chuvas intensas e escoamento superficial favorecem tanto a sobrevivência e o crescimento dos agentes patógenos quanto sua disseminação nos ambientes aquáticos e alimentares, ampliando a exposição de populações vulneráveis e vulnerabilizadas.

Secas prolongadas estão associadas a um aumento no risco de doenças diarreicas em crianças menores de 5 anos em países de baixa e média renda. A falta de água potável e as condições inadequadas de saneamento durante períodos de seca intensificam a exposição a patógenos (Wang *et al.*, 2022). As enchentes, especialmente as severas e de longa duração, aumentam o risco de diarreia, com efeitos mais pronunciados quando precedidas por secas (Wang *et al.*, 2023). Esses eventos climáticos extremos comprometem a qualidade da água e a eficácia dos sistemas de tratamento de água, aumentando a vulnerabilidade das populações dependentes de águas superficiais (Alexander; Heaney; Shaman, 2018).

A variabilidade hidrológica e as mudanças rápidas na qualidade da água, impulsionadas por eventos climáticos, podem comprometer os processos convencionais de tratamento de água, aumentando o risco de doenças transmitidas através da água (Alexander; Heaney; Shaman, 2018). Além disso, práticas inadequadas de saneamento e higiene agravam a situação, especialmente em regiões vulnerabilizadas e com infraestrutura deficiente (Dimitrova *et al.*, 2023).

QUADRO 8 Doenças de transmissão hídrica e alimentar sensíveis às mudanças climáticas

| CATEGORIAS DE PATÓGENOS | SUBGRUPOS E AGENTES |
|-------------------------|---|
| Patógenos bacterianos | Bactérias causadoras de doenças mediadas principalmente por uma toxina pré-formada: <i>Bacillus cereus</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> . |
| | Bactérias causadoras de doenças gastrointestinal: <i>Vibrio</i> spp., <i>Salmonella</i> spp., <i>Campylobacter</i> spp., <i>Shigella</i> spp., <i>Aeromonas</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Yersinia enterocolite</i> . |
| Patógenos virais | Norovírus; rotavírus, astrovírus, adenovírus, sapovírus. |
| Patógenos protozoários | <i>Toxoplasma gondii</i> , <i>Cryptosporidium</i> spp., <i>Giardia intestinalis</i> , <i>Cyclospora cayetanensis</i> ; <i>Entamoeba histolytica</i> . |
| Cestoides e nematoides | <i>Diphyllobothrium latum</i> . <i>Ascaris lumbricoides</i> , <i>Trichuris trichiura</i> . |

Fonte: adaptado (Cissé, 2019).

POPULAÇÕES EM RISCO

Populações em maior risco de doenças transmitidas por alimentos e pela água incluem crianças pequenas, idosos, gestantes e indivíduos imuno-comprometidos e pessoas em situação de vulnerabilidade, inclusive expostas a ambientes com saneamento básico precário.

Acesse o site do Ministério da Saúde para as recomendações sobre as vigilâncias epidemiológicas das DTHA, cólera, toxoplasmose, febre tifoide e das DDA, bem como o manejo do paciente com diarreia.

ZOONOSES SENSÍVEIS AO CLIMA

Entre as zoonoses, algumas têm demonstrado maior relação de alteração no padrão de transmissão devido às mudanças climáticas. Nesse sentido, destacam-se a leptospirose, a febre maculosa, a hantavirose e a doença de Chagas.

LEPTOSPIROSE

A leptospirose é uma zoonose de grande relevância em países tropicais, particularmente em áreas urbanas com infraestrutura precária e exposição frequente a enchentes. É causada por bactérias do gênero *Leptospira*, geralmente transmitidas por meio do contato com água ou solo contaminados pela urina de animais infectados, principalmente roedores. Com as mudanças climáticas, há um aumento na frequência e intensidade de eventos extremos, como chuvas intensas e enchentes, que ampliam o risco de exposição da população humana a ambientes contaminados. Esses eventos promovem o deslocamento de roedores para áreas residenciais, favorecendo a contaminação de alimentos, utensílios e ambientes domésticos. Particularmente em áreas urbanas, chuvas e inundações são um dos principais fatores de risco para leptospirose, porque as inundações aproximam as bactérias e seus hospedeiros animais dos seres humanos (Coelho; Massad, 2012; Sykes *et al.*, 2022).

Estudos realizados no Brasil demonstram uma correlação direta entre o volume de precipitação e o aumento das internações hospitalares por leptospirose, com um incremento médio de até 31,5% na taxa de admissões a cada 20 mm de chuva (Coelho; Massad, 2012). Além disso, análises internacionais indicam que as alterações climáticas, associadas ao crescimento populacional e à urbanização, podem intensificar significativamente a carga global da leptospirose nos próximos anos (Sykes *et al.*, 2022). Diante desse cenário, é fundamental que profissionais de saúde estejam atentos à associação entre eventos climáticos extremos e surtos da doença, adotando medidas preventivas e de vigilância em saúde, em consonância com a abordagem de Uma Só Saúde, ou seja, o conhecimento de que a saúde humana tem interdependência entre a saúde animal e meio ambiente (Coelho; Massad, 2012; Sykes *et al.*, 2022).

HANTAVIROSE

Por outro lado, a hantavirose é uma zoonose causada por hantavírus transmitidos por roedores silvestres, por meio do contato com urina, fezes ou saliva contaminadas, principalmente via inalação de aerossóis. Fatores ambientais e climáticos influenciam diretamente a dinâmica populacional de roedores e a taxa de infecção viral em ambientes rurais e silvestres.

Estudos longitudinais apontam que alterações na temperatura, umidade e disponibilidade de alimentos – muitas vezes associadas a mudanças climáticas – afetam a densidade de roedores e, consequentemente, o risco de transmissão ao ser humano (Dearing; Disney, 2010; Klempa, 2009; Mello; Muylaert; Grelle, 2024).

O deslocamento de habitats naturais devido a queimadas, enchentes ou alterações no uso da terra pode aproximar esses animais da população humana, elevando os riscos de surtos. Nesse contexto, torna-se imprescindível que os serviços de saúde incorporem critérios ambientais em suas estratégias de prevenção, diagnóstico e manejo de doenças infecciosas emergentes e reemergentes (Klempa, 2009).

FEBRE MACULOSA

A febre maculosa é uma zoonose grave causada por bactérias do gênero *Rickettsia*, transmitidas por carrapatos, principalmente *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma aureolatum*. Embora a incidência nacional seja relativamente baixa, a doença apresenta alta letalidade, podendo atingir até 60% em algumas regiões, especialmente quando o diagnóstico é tardio ou o tratamento não é iniciado nos primeiros dias de sintomas (Brasil, 2022). Diversos fatores ambientais e antrópicos favorecem a manutenção do ciclo de transmissão, incluindo a expansão de áreas urbanas sobre habitats naturais, a presença de hospedeiros amplificadores como capivaras e cães em áreas periurbanas, e a circulação dos vetores em ambientes modificados. O calor e a umidade aumentam a atividade e sobrevivência dos carrapatos vetores; chuvas intensas e inundações contribuem para o crescimento da vegetação, o que cria ambientes favoráveis para os carrapatos e seus hospedeiros, enquanto períodos de seca podem reduzir a disponibilidade de hospedeiros e de ambientes ideais para a sobrevivência dos carrapatos, limitando sua capacidade de reprodução (Araújo; Navarro; Cardoso, 2015; Brasil, 2022).

A variabilidade climática, somada à intensificação do uso da terra e à ocupação desordenada de áreas naturais, contribui para a expansão da febre maculosa para áreas antes não endêmicas (Araújo; Navarro; Cardoso, 2015; Estrada-Peña, 2008). A sazonalidade da doença, mais evidente na primavera e no início do verão, coincide com a maior atividade das fases jovens dos carrapatos (De Paula *et al.*, 2022). Em razão de seus

sintomas inespecíficos nos estágios iniciais – como febre, mialgia e náuseas – a doença pode ser confundida com outras infecções febris agudas, o que reforça a importância da sensibilização dos profissionais de saúde, principalmente em regiões de risco (Brasil, 2022). A abordagem intersectorial, com articulação entre vigilância epidemiológica, ambiental e clínica, é essencial para a detecção precoce, prevenção e resposta adequada à febre maculosa no contexto das mudanças climáticas.

POPULAÇÕES EM RISCO

A exposição a zoonoses sensíveis ao clima está associada a contextos de vulnerabilidade social, ocupacional e ambiental. No caso da leptospirose, a transmissão é fortemente vinculada ao meio urbano, especialmente em áreas periféricas com infraestrutura precárias (Reis *et al.*, 2008). Grupos em maior risco incluem moradores de comunidades com deficiência de saneamento básico, pessoas em situação de rua, trabalhadores da limpeza urbana, da construção civil, catadores de materiais recicláveis e trabalhadores da agricultura, pesca e mineração (Galan; Schneider; Roess, 2023; Leibler *et al.*, 2018; Teles *et al.*, 2023). Esses grupos frequentemente estão expostos a ambientes contaminados por água e solo com urina de roedores infectados, sobretudo durante enchentes e alagamentos, eventos que tendem a se intensificar com as mudanças climáticas (Fernandes *et al.*, 2018).

Já a hantavirose ocorre principalmente em zonas rurais, sendo transmitida por roedores silvestres infectados. Populações em maior risco incluem trabalhadores rurais, como cortadores de cana-de-açúcar, agricultores e comunidades indígenas, especialmente em regiões como a Amazônia, Centro-Oeste e Norte do País (Muylaert *et al.*, 2019). A expansão de fronteiras agrícolas e a conversão de vegetação nativa em áreas cultivadas promovem o aumento da interação entre humanos e roedores, ampliando o risco de transmissão precária (Maia *et al.*, 2023). A febre maculosa, por sua vez, está relacionada à exposição ocupacional ou recreativa em áreas com presença de carrapatos infectados, frequentemente em locais habitados por capivaras, como margens de rios, represas e áreas verdes urbanas. Profissionais de campo, militares, pescadores, trabalhadores da construção civil e moradores de áreas periurbanas próximas a fragmentos florestais compõem os grupos mais vulneráveis.

ACIDENTES POR ANIMAIS PEÇONHENTOS

As mudanças climáticas têm contribuído significativamente para a intensificação dos acidentes por animais peçonhentos no Brasil. Fatores como o aumento das temperaturas médias, chuvas intensas, períodos prolongados de seca e alterações nos habitats naturais favorecem a expansão geográfica e a proliferação de espécies como escorpiões, serpentes e aranhas (Freitas Barroso *et al.*, 2025; Needleman; Neylan; Erickson, 2018). Essas condições são especialmente propícias para espécies como *Tityus serrulatus*, cuja reprodução partenogenética e adaptação a ambientes urbanos facilitam seu crescimento populacional mesmo em áreas densamente povoadas (Guerra-Duarte *et al.*, 2023). A série histórica de dados do Sinan revela um aumento expressivo desses acidentes entre 2000 e 2022, saltando de cerca de 32 mil para mais de 292 mil casos, com o escorpionismo liderando em número absoluto (Brasil, 2023a, 2024b).

Além disso, há evidências de que eventos climáticos extremos – como enchentes, queimadas e desmatamento – estão relacionados ao deslocamento de animais peçonhentos para áreas de maior contato com a população humana (Needleman; Neylan; Erickson, 2018). Esses fatores ambientais alteram os ecossistemas e aumentam a exposição humana, sobretudo em contextos de urbanização desordenada e ocupação de áreas vulneráveis. A abordagem de Uma Só Saúde, que reconhece a interdependência entre saúde humana, animal e ambiental, é essencial para compreender e mitigar esses riscos ampliados pelas mudanças climáticas (Guerra-Duarte *et al.*, 2023). Nesse cenário, torna-se imprescindível que os profissionais de saúde incorporem a variável climática em suas análises epidemiológicas, estratégias de vigilância e protocolos de atendimento. Isso não inclui apenas o diagnóstico e manejo clínico dos agravos, mas também ações preventivas, campanhas de educação em saúde e o fortalecimento da capacidade de resposta dos serviços de saúde frente a cenários de maior risco.

Acesse o Guia de Animais Peçonhentos do Ministério da Saúde e os materiais disponíveis on-line para informações sobre a vigilância e o manejo.

DOENÇAS SENSÍVEIS AO CLIMA DE TRANSMISSÃO DIRETA ENTRE HUMANOS

Embora tradicionalmente não estejam associadas à dinâmica ecológica dos vetores ou do ambiente, diversas doenças transmitidas diretamente entre pessoas – por via respiratória, fecal-oral, sexual ou vertical – também podem ser influenciadas pelas mudanças climáticas. Fatores como migrações forçadas, insegurança alimentar e hídrica, colapsos nos sistemas de saneamento e saúde pública durante eventos climáticos extremos, bem como aumento das desigualdades sociais favorecem a disseminação dessas doenças e dificultam seu controle.

Além disso, algumas doenças transmissíveis possuem um perfil epidemiológico de sazonalidade com períodos de exacerbação em determinadas estações do ano, tal como em períodos de chuva e/ou frio há tendência de aglomeração em ambientes internos o que eleva o risco de transmissão, de tal modo pode se intensificar com a ocorrência de eventos climáticos extremos (Moriyama; Hugentobler; Iwasaki, 2020). Logo, ambientes internos com ventilação insuficiente aumentam a probabilidade de transmissão respiratória de agentes etiológicos, necessitando de estratégias para melhorar a ventilação (CDC, 2025), bem como ações de prevenção e controle específicas para cada tipo de doença (Brasil, 2024c).

Essas doenças exigem estratégias específicas de adaptação e resposta do sistema de saúde, tanto na vigilância quanto na organização do cuidado, com enfoque em populações em maior risco.

QUADRO 9 Doenças sensíveis ao clima de transmissão direta entre humanos

| DOENÇA | VIA DE TRANSMISSÃO | COMO O CLIMA INFLUENCIA | POPULAÇÕES VULNERÁVEIS |
|---|-------------------------------------|--|--|
| Influenza (gripe) | Respiratória (gotículas/aerossóis). | Alterações de temperatura e umidade afetam a sazonalidade e a propagação do vírus. | Idosos, crianças, imunocomprometidos. |
| Covid-19 | Respiratória e contato. | Mudanças climáticas favorecem desequilíbrios ecológicos e sociais, aumentando risco de zoonoses e pandemias. | Idosos, pessoas com comorbidades, populações vulnerabilizadas. |
| Hepatite A | Fecal-oral. | Inundações e escassez de água potável comprometem a higiene e aumentam o risco de surtos. | Crianças, comunidades sem acesso a saneamento básico. |
| Diarreias virais (rotavírus, norovírus) | Fecal-oral. | Associadas a falhas no saneamento em períodos de chuva intensa ou seca prolongada. | Crianças pequenas, populações em áreas precárias. |
| Tuberculose | Respiratória. | Agravada por migração, pobreza, insegurança alimentar e colapso dos serviços de saúde em desastres. | Populações em situação de rua, privadas de liberdade. |

continua

continuação

| DOENÇA | VIA DE TRANSMISSÃO | COMO O CLIMA INFLUENCIA | POPULAÇÕES VULNERÁVEIS |
|---------------------|--|---|---|
| HIV/aids | Sexual, sanguínea, vertical. | Vulnerabilidade social ampliada por eventos climáticos pode dificultar acesso ao diagnóstico e tratamento. | Populações LGBTQIA+, gestantes, usuários de drogas. |
| Sífilis congênita | Vertical (gestante-feto). | Falhas no pré-natal e nas redes de cuidado durante emergências climáticas agravam o risco de transmissão vertical. | Gestantes em contextos de desigualdade. |
| Coqueluche/difteria | Respiratória, por meio de gotículas de secreção da orofaringe. | Aglomeración em ambientes fechados e sem ventilação natural (domicílios, escolas, abrigos, alojamentos, creches etc.), por conta das baixas temperaturas favorecem a transmissão de vírus e bactérias por via respiratória. | Pessoas não vacinadas ou com esquema incompleto apresentam maior vulnerabilidade para adoecer. Lactentes de mães não vacinadas, crianças, pessoas maiores de 60 anos, pessoas com doenças ou condições imunossupressoras ou com doenças pulmonares apresentam maior vulnerabilidade para complicações ou óbito. |

continua

conclusão

| DOENÇA | VIA DE TRANSMISSÃO | COMO O CLIMA INFLUENCIA | POPULAÇÕES VULNERÁVEIS |
|-----------|---|---|---|
| Sarampo | Respiratória, por meio de gotículas de secreção da orofaringe. Também tem sido descrito o contágio por dispersão de aerossóis com partículas virais no ar, em ambientes fechados. | Aglomeración em ambientes fechados por conta das baixas temperaturas favorecem a transmissão de vírus e bactérias por via respiratória. | Pessoas não vacinadas ou com esquema incompleto apresentam maior vulnerabilidade para adoecer. Lactentes de mães não vacinadas, crianças menores de 5 anos, crianças desnutridas, gestantes e pessoas com doenças ou condições imunossupressoras apresentam maior vulnerabilidade para complicações ou óbito. |
| Meningite | Respiratória, por meio de gotículas de secreção da orofaringe. Em menor proporção de casos, também ocorre a transmissão fecal-oral, através da ingestão de água e alimentos contaminados e contato com fezes. | Aglomeración em ambientes fechados por conta das baixas temperaturas favorecem a transmissão de vírus e bactérias por via respiratória. | Crianças menores de 5 anos, principalmente as menores de 1 ano, pessoas maiores de 60 anos, pessoas com doenças ou condições imunossupressoras. |

Fonte: elaboração própria.

SISTEMA GASTROINTESTINAL

As mudanças climáticas, podem estar relacionadas a diversos transtornos gastrointestinais, infecções, intoxicações e distúrbios ao sistema digestivo, como diarreias, que são sensíveis ao clima. Além disso, também nos chama atenção quanto sua forte associação à insegurança alimentar e hídrica, que está comprometida com eventos climáticos extremos, e pode levar a um aumento nas infecções entéricas (veja a seção de Segurança Alimentar e Hídrica e Doenças Transmissíveis).

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

O estresse por calor pode comprometer a integridade da barreira epitelial intestinal, isso ocorre devido à hipertermia e hipóxia, que resultam em redistribuição do fluxo sanguíneo, levando a um “intestino permeável”. Essa condição permite a translocação de antígenos luminais, endotoxinas e bactérias patogênicas, desencadeando inflamação local e sistêmica. O estresse por calor está associado ainda ao aumento da produção de citocinas pró-inflamatórias e ao estresse oxidativo, que contribuem para a disfunção da barreira intestinal (Lian *et al.*, 2020).

Soma-se a isso o aumento do risco de hospitalizações devido a infecções gastrointestinais causadas após a exposição ao calor (veja mais na seção Doenças Transmissíveis). Casos mais graves de estresse por calor levam à insolação, que causa disfunção da barreira intestinal e aumenta o risco de infecções gastrointestinais (Ghazani *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2022).

Do mesmo modo, a insolação está associada a um aumento nos níveis de endotoxinas e citocinas pró-inflamatórias no sangue, o que pode contribuir para a disfunção de múltiplos órgãos (Lee, Ben J. *et al.*, 2024). Ainda, sintomas gastrointestinais como náuseas, vômitos e diarreia são comuns em pacientes com insolação e estão associados a piores desfechos clínicos, incluindo maior tempo de internação em unidades de terapia intensiva e aumento da mortalidade (Wang *et al.*, 2024).

POPULAÇÕES EM RISCO

Crianças, idosos, pessoas com doenças crônicas e em situação de vulnerabilidade social. Estudos indicam que crianças, especialmente menores de 1 ano, são particularmente suscetíveis a infecções gastrointestinais durante ondas de calor, devido à sua menor capacidade de regular a temperatura corporal e à maior exposição a patógenos em ambientes quentes (He *et al.*, 2025; Zhao *et al.*, 2022). A pessoa idosa apresenta maior risco de danos à barreira intestinal e inflamação sistêmica quando exposta ao calor, o que pode exacerbar condições preexistentes e aumentar a morbidade (McKenna *et al.*, 2025). Além disso, pessoas com doenças crônicas, como doenças cardiovasculares e renais, podem ter suas condições agravadas pelo estresse térmico, aumentando o risco de complicações gastrointestinais (Arsad *et al.*, 2022). Fatores socioeconômicos, como baixa renda e falta de acesso a ar-condicionado ou aclimação, também aumentam a vulnerabilidade, pois limitam a capacidade de mitigar os efeitos do calor extremo.

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: SECA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Os eventos meteorológicos extremos estão mais relacionados às doenças transmissíveis devido à contaminação alimentar e hídrica, e estas atuando sobre o sistema gastrointestinal.

SECAS

As secas podem reduzir a disponibilidade de água potável, levando a práticas de higiene inadequadas e aumentando a concentração de patógenos em fontes de água, o que eleva o risco de doenças diarreicas (Levy *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2022).

ENCHENTES E INUNDAÇÕES

As enchentes e inundações podem causar a contaminação das fontes de água com esgoto e outros resíduos, aumentando a exposição a patógenos e, consequentemente, o risco de diarreia e outras doenças (Dimitrova *et al.*, 2023).

Por fim, migrantes climáticos podem ter problemas de saúde agravados, saneamento básico prejudicado e alternativas menos seguras de acesso à água (veja mais na seção Doenças Transmissíveis).

SISTEMA NEUROLÓGICO

As mudanças climáticas podem contribuir para o aumento da incidência de determinados distúrbios neurológicos (Sisodiya *et al.*, 2024). Fatores como aumento da temperatura, a maior frequência de eventos climáticos extremos e as alterações nos ecossistemas naturais têm sido associados ao agravamento de condições como acidente vascular cerebral (AVC), doença de Alzheimer e doença de Parkinson (Louis *et al.*, 2023). Além disso, as mudanças climáticas podem intensificar a exposição a toxinas ambientais, como metais pesados (por exemplo, chumbo e cádmio) e compostos orgânicos voláteis na água potável, em decorrência de práticas insustentáveis de uso da terra, como o uso extensivo de agrotóxicos (Nabi; Tabassum, 2022). A exposição crônica a contaminantes ambientais está relacionada ao aumento do risco de desenvolvimento de distúrbios neurológicos e comportamentais, evidenciando a inter-relação entre fatores ambientais, climáticos e saúde neurológica.

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

As ondas de calor podem exacerbar várias doenças neurológicas, especialmente aquelas que já comprometem a termorregulação e a função autonômica dos pacientes (Bongioanni *et al.*, 2021). Entre as condições mais afetadas estão as doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer, a doença de Parkinson e as doenças do Neurônio Motor, incluindo a esclerose lateral amiotrófica (ELA) (Bongioanni *et al.*, 2022; Yin *et al.*, 2023). Estudos indicam que a exposição a altas temperaturas pode aumentar a incidência e a gravidade dessas doenças, possivelmente devido ao estresse oxidativo, à inflamação e à disfunção termorregulatória (Zhou *et al.*, 2024).

As ondas de calor têm sido associadas a um aumento no risco de acidente vascular cerebral (AVC), particularmente o AVC isquêmico (Louis *et al.*, 2023; Sisodiya *et al.*, 2024). Os mecanismos propostos para essa associação incluem uma combinação de fatores fisiológicos e patológicos que são exacerbados pela exposição ao calor, embora os mecanismos não estejam bem elucidados ainda (Zhou *et al.*, 2024).

FRIO

A exposição ao frio pode desencadear agravos neurológicos relevantes, especialmente entre indivíduos com doenças neurodegenerativas e condições crônicas. Estudos indicam que temperaturas extremamente baixas aumentam o risco de morte por demência, Alzheimer e outras formas de neurodegeneração, com maior impacto em pessoas idosas, mulheres e pessoas com baixa escolaridade (Yin *et al.*, 2023). O frio também pode atuar como fator precipitante para acidentes vasculares cerebrais, por meio da elevação da pressão arterial, vasoconstrição e aumento da coagulabilidade sanguínea – efeitos fisiológicos observados mesmo após exposições moderadas (Arbuthnott *et al.*, 2018). Esses achados reforçam a necessidade de atenção especial às pessoas com doenças neurológicas preexistentes durante períodos de frio intenso.

POLUIÇÃO DO AR

A poluição do ar tem um impacto significativo no sistema neurológico, afetando tanto o desenvolvimento neurocognitivo em crianças quanto a progressão de doenças neurodegenerativas em adultos. Além de estar envolvido no aumento do risco de AVC, podendo desencadear a doença mesmo após exposição a curto prazo ou, ainda, aumentar o risco de eventos futuros (exposição de médio à longo prazo). Poluentes atmosféricos, como material particulado fino (MP), em especial MP_{2,5}, óxidos de nitrogênio (NOx) e ozônio (O₃) são os principais envolvidos nestes riscos (Toubasi; Al-Sayegh, 2023).

A exposição ao material particulado fino transportado pelo ar é responsável por desencadear neuroinflamação, estresse oxidativo, ativação microglial, disfunção cerebrovascular e ruptura da barreira hematoencefálica

(Hussain *et al.*, 2023). Além disso, a partir de estudo epidemiológico, demonstrou-se haver associação entre a exposição à poluição do ar e um risco aumentado de doença de Alzheimer e declínio cognitivo (Olloquequi *et al.*, 2024).

POPULAÇÕES EM RISCO

Os idosos e pacientes com doenças cardiovasculares, por ter aumento no risco de demência (Qiang *et al.*, 2024); os residentes urbanos, especialmente em proximidade a complexos industriais ou rodovias de tráfego intenso (Choi *et al.*, 2023), por estarem expostas a níveis mais altos de poluição do ar; as pessoas em situação de rua (Sethi *et al.*, 2024). Fatores socioeconômicos como renda, acesso a recursos de saúde e disponibilidade de espaços verdes e instalações esportivas podem modular os impactos da poluição do ar na saúde neurológica (Sethi *et al.*, 2024). Ao mesmo tempo, a exposição de crianças à poluição do ar está associada a um risco aumentado de distúrbios neurológicos, devido à maior vulnerabilidade durante o desenvolvimento neurobiológico (Morgan *et al.*, 2023).

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: SECA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Após um evento climático extremo, como secas, enchentes e inundações, o estresse – que gradualmente se instala como resultado de dificuldades econômicas ou deslocamento forçado – pode desencadear sintomas pós-traumático (veja a seção Saúde Mental). Durante esses eventos meteorológicos, ocorre comprometimento da qualidade da água para consumo humano, aumentando o risco de contaminações por toxinas ambientais. Além disso, é comum que o acesso à água de má qualidade aumente a ocorrência de doenças de transmissão hídrica (veja seção Doenças Transmissíveis).

Pessoas já vulnerabilizadas, com condições neurológicas de base, podem estar sob maior risco de sofrerem durante eventos climáticos extremos ou terem seu tratamento e acompanhamento prejudicado após essas situações. Especial atenção deve ser dada a pessoas com doenças demenciais e pessoas em cuidados paliativos que tenham sua

mobilidade comprometida ou capacidade de interação social prejudicadas. Podendo afetar a mortalidade por condições neuropsiquiátricas (veja mais detalhes na seção Saúde Mental).

SAÚDE MENTAL

As mudanças climáticas afetam a saúde mental por meio de mecanismos complexos e interligados considerados fundamentais para compreender o fenômeno de sofrimento na sua dimensão coletiva (APA, 2023; Cianconi; Betrò; Janiri, 2020). Eventos climáticos extremos, como enchentes, inundações, secas e tempestades, podem provocar sofrimento psicossocial, não apenas durante sua ocorrência, mas também, e principalmente, nos períodos que sucedem essas experiências. A carga emocional associada a esses eventos costuma ser intensa, especialmente quando envolve perdas significativas, como a morte de entes queridos, o deslocamento forçado, as alterações socioeconômicas ou a destruição de bens e perda do território de pertencimento (APA, 2024; Cianconi; Betrò; Janiri, 2020).

Milhares de pessoas são afetadas pelas mudanças graduais do clima, como secas prolongadas ou temperaturas médias elevadas, que, mesmo ocorrendo de forma lenta, impõem um estresse cotidiano e persistente. Estimativas mundiais registram que, atualmente, mais pessoas são deslocadas internamente por desastres socioambientais relacionados ao clima do que por conflitos armados, e a tendência é que esse número cresça nos próximos anos, à medida que os efeitos das mudanças climáticas se intensifiquem (IDMC, 2021). Além disso, há evidências de que ondas de calor e níveis elevados de poluição do ar impactam diretamente na saúde mental da população – o calor excessivo, por exemplo, pode agravar sintomas em pessoas com condições em saúde mental já diagnosticadas, aumentando o risco de descompensações e internações (APA, 2024; Thompson *et al.*, 2023).

Nesse sentido, tem papel importante a Atenção Psicossocial no Brasil, que historicamente busca avançar no sentido de atender as necessidades de saúde mental no País frente ao desafio de adaptar-se para conseguir

apoiar pessoas em sofrimento no contexto das mudanças climáticas (Brasil, 2025e). Esse desafio reforça a importância de se pensar o impacto de forma ampliada e coletiva, sempre considerando que populações vulnerabilizadas têm maior risco de sofrerem as piores consequências

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

O calor pode afetar a saúde mental por meio de diversos mecanismos biológicos e sociais, impactando especialmente as populações mais vulneráveis, como pessoas idosas e indivíduos com condições em saúde mental preexistentes. A regulação da temperatura corporal é um processo fisiológico complexo que pode ser prejudicado em ambientes quentes, principalmente entre pacientes com quadros moderados a severos, cuja percepção ambiental pode estar comprometida. Além disso, o uso de psicofármacos, como antipsicóticos e estabilizadores de humor, pode interferir na termorregulação, exacerbando os efeitos adversos do calor (Yoo *et al.*, 2021). Portanto, é muito importante que os profissionais de saúde estejam atentos às prescrições medicamentosas durante esses episódios. O calor também afeta negativamente a qualidade do sono, fator que agrava sintomas em pessoas com condições em saúde mental, especialmente durante períodos de ondas de calor (Löhmus, 2018).

Há evidências consistentes de que o aumento da temperatura e a ocorrência de ondas de calor estão associados ao aumento das taxas de suicídio (Burke *et al.*, 2018; Mullins; White, 2019; Thompson *et al.*, 2023). Observa-se maior risco de internações psiquiátricas, particularmente entre pessoas com transtorno bipolar, esquizofrenia e outros transtornos psicóticos. Pessoas com demência, incluindo aquelas com doença de Alzheimer, podem apresentar maior agitação, confusão e desorganização cognitiva durante períodos de calor extremo (Nori-Sarma *et al.*, 2022). A mortalidade por uso de álcool e outras drogas também aumenta nesse contexto.

Ademais, pessoas com condições em saúde mental que vivem em áreas altamente poluídas podem ser mais vulneráveis aos efeitos dos extremos de temperatura, já que a poluição do ar pode potencializar os impactos

negativos do calor. A exposição de curto prazo a poluentes atmosféricos está relacionada ao agravamento de sintomas depressivos, de ansiedade e ao aumento do risco de suicídio (Yoo *et al.*, 2021). Entre populações indígenas, os efeitos das mudanças climáticas, incluindo o calor extremo, contribuem para a intensificação de problemas como estresse, ansiedade e depressão (Grande, *et al.*, 2024). De forma geral, estudos apontam aumento da mortalidade entre pessoas com condições em saúde mental durante eventos de calor extremo (Yoo *et al.*, 2021).

FRIO

O estresse térmico causado por frio intenso – que é um fenômeno esperado dentro das mudanças climáticas – pode afetar a saúde mental. Pesquisas mostram que a exposição a temperaturas muito baixas pode aumentar o risco de crises entre pessoas com diagnóstico de esquizofrenia (He *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2020a). Parece haver um padrão sazonal na incidência dessas condições, com aumento de casos nos meses de inverno e início da primavera, períodos que costumam apresentar níveis elevados de poluição atmosférica (Wei *et al.*, 2020). Essa combinação pode ter um impacto sinérgico na saúde mental, aumentando a vulnerabilidade de populações já expostas a múltiplos fatores de risco (Duan *et al.*, 2019; He *et al.*, 2022).

POPULAÇÕES EM RISCO

Pessoas idosas, pessoas com deficiência intelectual, autismo e outras condições em saúde mental, como esquizofrenia e bipolaridade, estão em maior risco de crises e hospitalizações devido ao calor (Park *et al.*, 2024). Populações indígenas são particularmente vulneráveis devido à sua dependência dos recursos naturais para subsistência e à sua conexão cultural e espiritual com a terra, de maneira que o calor pode intensificar as condições socioeconômicas adversas, aumentando o estresse psicológico e os problemas de saúde mental (Grande *et al.*, 2023). Além disso, pessoas com abuso de substâncias apresentam maior vulnerabilidade para variações térmicas extremas, de calor ou frio (Schmeltz; Gamble, 2017), assim como pessoas de baixa renda, que trabalham/vivem em áreas rurais, pessoas em situação de rua, também podem estar mais suscetíveis.

POLUIÇÃO DO AR

O impacto da poluição do ar na saúde mental é um tema emergente na pesquisa científica, com diversas revisões evidenciando uma associação entre a exposição a altos níveis de poluentes atmosféricos e o aumento das condições em saúde mental (Bhui *et al.*, 2023; Fan *et al.*, 2024). Embora seja mais conhecida por seus impactos sobre o sistema respiratório (veja seção Sistema Respiratório) e cardiovascular (veja seção Sistema Cardiovascular), a evidência acumulada nas últimas décadas sugere que a poluição do ar afeta negativamente a saúde mental. Sugere-se que a poluição do ar esteja associada ao aumento de sintomas e comportamentos depressivos e ansiosos, e a alterações em regiões do cérebro implicadas no risco de psicopatologias (Zundel *et al.*, 2022).

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: SECA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

SECA

A seca pode gerar uma ampla gama de efeitos negativos sobre a saúde mental, especialmente em comunidades rurais e agrícolas. Os impactos incluem o aumento de estresse psicológico, podendo gerar sintomas de ansiedade e depressão, aumento no uso de álcool e outras drogas e, em alguns casos, risco de suicídio. Esses efeitos estão relacionados à incerteza sobre o futuro, às perdas na produção agrícola, à quebra das redes sociais, ao isolamento geográfico e à migração forçada, além da interrupção de atividades (Padrón-Monedero *et al.*, 2024; Vins *et al.*, 2015).

Entre os povos indígenas aldeados, os efeitos da seca são ainda mais profundos. O estresse ambiental causado pela seca acentua sintomas de ansiedade, estresse e depressão (Grande, *et al.*, 2023; Grande, *et al.*, 2024). Importante destacar que as condições em saúde mental associadas à seca podem persistir por meses ou anos, afetando não apenas indivíduos, mas famílias e comunidades inteiras, prolongando os efeitos muito além do evento climático extremo em si.

ENCHENTES E INUNDAÇÕES

A exposição a enchentes e inundações está associada a um aumento na prevalência de condições de saúde mental, incluindo transtorno de estresse pós-traumático (TEPT), depressão e ansiedade (Carvalho; Oliveira, 2020). Estressores secundários após enchentes – como deslocamento forçado, dificuldades com indenizações, perdas materiais e descontinuidade dos serviços públicos – intensificam o sofrimento psicossocial das populações afetadas (McKenzie *et al.*, 2022). Pessoas com condições em saúde mental prévias também podem apresentar agravamento dos sintomas (Rafaloski *et al.*, 2020).

Populações urbanas em áreas de alta vulnerabilidade social são particularmente afetadas. Estudos indicam um aumento de morbidades agudas e sintomas depressivos após enchentes, com efeitos psicossociais que tendem a ser mais prolongados do que entre grupos com menor vulnerabilidade socioeconômica (Escobar Carías *et al.*, 2022). Esses impactos demonstram que os efeitos das enchentes e inundações não se limitam ao momento do desastre, mas produzem consequências emocionais, sociais e simbólicas duradouras, atingindo o bem-estar psicossocial de indivíduos, famílias e comunidades (Carvalho; Oliveira, 2020).

POPULAÇÕES EM RISCO

Pessoas em situação de vulnerabilidade, pessoas de baixa renda (como pessoas em situação de rua, residentes de áreas de risco), especialmente mulheres em situação de vulnerabilidade, pessoas idosas, pessoas acamadas e em cuidados paliativos, crianças e adolescentes. Em geral, pessoas que podem perder sua moradia e bens ou necessitam migrar durante eventos meteorológicos extremos (Escobar Carías *et al.*, 2022; Nöthling *et al.*, 2024). Populações indígenas, do campo, da água e das florestas também estão em risco, pela possibilidade de perder sua subsistência ou formas de vida (Vins *et al.*, 2015). No Brasil, ameaças aos territórios de populações indígenas e tradicionais, como resultado de desastres e mudanças climáticas, podem estar associadas a sofrimento, afetando sua saúde mental de forma ampla, especialmente devido à centralidade do território na construção do Bem-Viver e da identidade coletiva (Lacerda *et al.*, 2024).

BOX 8 Mudanças climáticas e migrações

As mudanças climáticas intensificam os fatores ambientais que impactam a migração de pessoas. Mudanças nos padrões climáticos e eventos climáticos extremos, como ciclones, enchentes, secas prolongadas e incêndios florestais, podem forçar as pessoas a se deslocarem de seus territórios e podem afetar a migração por meio de seus efeitos adversos nos fatores socioeconômicos, incluindo o comprometimento da produção, os impactos negativos na saúde pública, além do surgimento ou intensificação de conflitos (IOM, 2025).

Nos últimos anos, a crise climática tem provocado não apenas impactos ambientais e físicos, mas também profundas consequências para a saúde mental das populações. A crescente preocupação com o futuro do planeta tem levado ao surgimento de novos termos (ansiedade climática, ecoansiedade, luto ecológico, entre outros) para descrever o sofrimento psicológico associado às mudanças climáticas (WHO, 2022). A complexidade dessas reações exige uma compreensão mais aprofundada desses fenômenos, sem negligenciar as particularidades das vulnerabilidades envolvidas e os riscos associados a diferentes grupos sociais.

O sofrimento psicossocial relacionado às mudanças climáticas refere-se às respostas emocionais e sociais naturais que as pessoas apresentam diante das adversidades ambientais, como ansiedade, tristeza e preocupação com o futuro. Diferentemente dos diagnósticos formais em saúde mental, que envolvem critérios clínicos específicos e demandam intervenções profissionais, esse tipo de sofrimento não necessariamente configura um transtorno mental. Trata-se de uma reação compreensível ao estresse e à incerteza causados pela crise climática, que pode afetar temporariamente o bem-estar psicossocial, mas também pode estimular processos de resiliência e adaptação.

Assim, é importante diferenciar essas experiências para evitar a medicalização excessiva e garantir que as respostas oferecidas sejam adequadas ao contexto e às necessidades reais das pessoas afetadas

(WHO, 2022). De acordo com Barroso, Da Silva e Maximino (2024), a tendência em medicalizar esses sentimentos de desconforto podem encobrir uma dimensão afetiva e motivacional que mobiliza politicamente os sujeitos e os coletivos para a ação (Barroso; Da Silva; Maximino, 2024).

SAÚDE GESTACIONAL E PERINATAL

Exposições ambientais relacionadas às mudanças climáticas têm um efeito desigual sobre gestantes e crianças, influenciando aspectos como: segurança alimentar e nutricional e hídrica, ocorrência de conflitos, eventos meteorológicos extremos, disseminação de doenças e diversos desfechos adversos de saúde. A exposição ao calor, por exemplo, tem sido associada a um aumento nas taxas de parto prematuro, natimortos, anomalias congênitas e diabetes gestacional (Alvarez-Elias; Brenner; Luyckx, 2024). Do mesmo modo, as crianças no período perinatal (entre 22 semanas de gestação e 7 dias completos do nascimento) são especialmente vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas devido às particularidades do seu desenvolvimento. Poluição do ar, calor extremo, desastres socioambientais, insegurança alimentar e mudanças na epidemiologia de doenças infecciosas são vias pelas quais a saúde infantil é impactada (ver também a seção Doenças Transmissíveis).

As gestantes, especialmente negras e indígenas, são desproporcionalmente afetadas pelas mudanças climáticas devido à sobreposição de fatores fisiológicos, socioeconômicos, raciais e ambientais (Olson; Metz, 2020). A exposição crônica a calor extremo, fumaça de incêndios florestais, seca, enchentes e infecções relacionadas ao clima está associada a desfechos adversos, como baixo peso ao nascer, parto prematuro e pré-eclâmpsia. Esses fatores afetam o desenvolvimento renal fetal, com redução do número de néfrons, maior risco de disfunção renal e pressão arterial elevada ao longo da vida, contribuindo para a lesão renal cumulativa no período pós-natal (Alvarez-Elias; Brenner; Luyckx, 2024).

Assim, a menor eficácia na termorregulação durante a gestação e a fase perinatal torna essas pessoas mais suscetíveis à desidratação e a infecções. As mudanças climáticas não apenas intensificam as desigualdades

sociais, como também comprometem a justiça reprodutiva e climática (Weaver; Gad; Zota, 2023).

Entre as gestantes, aquelas com menos de 21 anos ou mais de 35 anos podem estar mais suscetíveis aos impactos das mudanças climáticas, especialmente quando há presença de comorbidades. Grupos vulnerabilizados, como mulheres em situação de insegurança alimentar e nutricional, comunidades de baixa renda, populações negras, indígenas, povos e comunidades tradicionais, mulheres do campo, das águas e das florestas, moradoras de periferias urbanas e pessoas migrantes também enfrentam riscos ampliados devido às desigualdades sociais, econômicas e ambientais (Bryson *et al.*, 2021; Olson; Metz, 2020; Weaver; Gad; Zota, 2023).

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

Alterações anatômicas e fisiológicas durante a gestação alteram as respostas termorregulatórias. O aumento do débito cardíaco e do volume plasmático, além do calor gerado pelo metabolismo fetal e depósitos adicionais de gordura, aumentam a vulnerabilidade das gestantes à exposição ao calor, especialmente nos estágios finais da gravidez (Dalugoda *et al.*, 2022; Dervis *et al.*, 2021; Samuels *et al.*, 2022). Quando a temperatura ambiente excede a temperatura corporal central da gestante, ela causa vasodilatação cutânea e secreção de suor, o que pode diminuir o fluxo sanguíneo uterino e do cordão umbilical (Poeran *et al.*, 2016). Ainda, o aumento da vasodilatação e da sudorese auxiliam na dissipação do calor e na manutenção de um gradiente térmico para perda de calor do feto, mas essas respostas são atenuadas se a gestante tiver condições médicas subjacentes como hipertensão, hemorragia, sepse, diabetes entre outras (Dalugoda *et al.*, 2022).

Os riscos relacionados ao calor durante a gravidez incluem parto prematuro, natimorto, baixo peso ao nascer (nascidos vivos com menos de 2.500 g), diabetes gestacional, ruptura prematura de membranas, anomalias congênitas, aumento de distúrbios hipertensivos e eventos cardiovasculares durante o parto (Bakhtsiyarava *et al.*, 2022; Chersich *et al.*, 2020;

Dalugoda *et al.*, 2022; Haghighi *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2023). Essas condições não afetam apenas os resultados da gravidez, mas também têm implicações de longo prazo para parturientes e crianças (Mao *et al.*, 2023). Além disso, o calor agrava as doenças transmissíveis (veja mais na seção Doenças Transmissíveis).

FRIO

A exposição a temperaturas muito baixas representa risco aumentado de hipotermia para o corpo humano. Nesse contexto, é importante considerar que, com o agravamento das mudanças climáticas, os eventos extremos tendem a se intensificar, incluindo ondas de frio mais severas. Gestantes, dada a maior demanda fisiológica, podem enfrentar uma sobrecarga adicional para manter a termorregulação em ambientes frios, além da possibilidade de elevação dos níveis de hormônio de estresse materno em situação de temperatura ambiente extremamente baixa. Tais quadros aumentam o risco de desfechos adversos no parto, com risco aumentado de parto prematuro, baixo peso ao nascer e natimorto (Ruan *et al.*, 2023). Do mesmo modo, a exposição prolongada à umidade – mesmo em temperaturas amenas – pode levar à hipotermia, o que pode ocorrer, por exemplo, durante enchentes e inundações.

Outro ponto de atenção são os meses mais frios do ano, quando há aumento na incidência de infecções respiratórias. Nesses períodos, é fundamental orientar gestantes sobre os cuidados necessários com sua saúde, especialmente em ambientes com baixa ventilação ou aglomeração.

POLUIÇÃO DO AR

A combinação de ondas de calor e poluição do ar pode ter efeitos sinérgicos, aumentando ainda mais o risco de partos prematuros (Sun *et al.*, 2020). Esses riscos são intensificados por fatores como o acesso limitado a serviços de saúde, maior exposição a ambientes poluídos e condições de vida precárias, que agravam os efeitos da poluição do ar, especialmente entre populações vulnerabilizadas (Zhang *et al.*, 2024).

Estudos forneceram evidências de que a exposição de gestantes à poluição do ar e fumaça de queimadas durante a gravidez aumenta o risco de baixo peso ao nascer, prematuridade e restrição do crescimento intrauterino, transtornos renais e outros que implicam nos resultados dos nascimentos (Westergaard *et al.*, 2017). No Brasil, evidências locais corroboram esses achados, com destaque para as regiões amazônicas durante os períodos de queimadas, onde estudos têm documentado alterações significativas nos desfechos perinatais (Cândido da Silva *et al.*, 2014; Moore *et al.*, 2024; Requia; Moore; Yang, 2024).

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO: SECA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

SECA

A seca, especialmente quando combinada com ondas de calor, tem efeitos significativos sobre a saúde gestacional e perinatal, particularmente em regiões com maior vulnerabilidade socioambiental. Por sua vez, a exposição de gestantes a temperaturas elevadas está associada a desfechos adversos na gestação, como baixo peso ao nascer. Estudos realizados na Região Norte do Brasil encontraram associação positiva e estatisticamente significativa entre o aumento da temperatura aparente e o baixo peso ao nascer, especialmente quando a exposição ocorre no segundo trimestre da gestação (Requia; Koutrakis; Papatheodorou, 2022).

Esses efeitos estão relacionados às condições climáticas adversas, potencializadas por fatores como o desmatamento e a mudança do uso do solo, que contribuem para o estresse térmico ambiental. Adicionalmente, a exposição ao calor extremo durante a gravidez tem sido associada ao aumento no risco de defeitos congênitos, afetando os sistemas digestivo, circulatório e musculoesquelético (Requia; Papatheodorou, 2024). Esses achados são particularmente preocupantes diante do cenário de intensificação dos eventos de seca e calor atribuídos às mudanças climáticas (Libonati *et al.*, 2022).

Outro fator crítico em períodos de seca é a insegurança alimentar e nutricional, que afeta especialmente mulheres gestantes em situação de vulnerabilidade, comprometendo a variedade alimentar e a nutrição materna (Ramalho *et al.*, 2020). A desnutrição durante a gestação é um conhecido fator de risco para baixo peso ao nascer. Além disso, a dificuldade de acesso aos serviços de saúde durante secas prolongadas, sobretudo em regiões que dependem do transporte hidroviário, é um desafio adicional para o cuidado pré-natal e o acompanhamento da gestação de risco (De Freitas Rocha *et al.*, 2024; Xu *et al.*, 2019) (veja mais na seção Segurança Alimentar e Hídrica no Contexto das Mudanças Climáticas).

ENCHENTES E INUNDAÇÕES

As enchentes e inundações também apresentam impactos importantes sobre a saúde gestacional e infantil, especialmente em países do sul global como o Brasil. Em estudo realizado com 33 países, a exposição a inundações durante a gravidez foi associada a aumento no risco de perda gestacional, sendo o risco mais acentuado entre gestantes com menos de 21 anos, mais de 35 anos e em estágios mais avançados da gravidez. Esses riscos são agravados entre mulheres com baixa renda e escolaridade (He *et al.*, 2024).

Além disso, a exposição a enchentes e inundações está relacionada ao aumento do risco de baixo peso ao nascer (Biswas *et al.*, 2024) e à redução do acesso aos serviços de saúde materno-infantil, cuja oferta pode ser interrompida ou dificultada durante eventos extremos (Baten *et al.*, 2020; Halmenschlager *et al.*, 2025). A interrupção no acompanhamento pré-natal, no parto assistido e no acesso a cuidados neonatais representa um risco adicional para a saúde da gestante e do recém-nascido.

Tanto secas quanto enchentes (e ondas de calor) podem contribuir para o aumento da transmissão de doenças infecciosas, como malária e arbovírus, que afetam desproporcionalmente gestantes. A infecção placentária por esses agentes pode levar a complicações como parto prematuro, mortalidade perinatal e baixo peso ao nascer. Em particular, a infecção por vírus Zika durante a gestação, está associada a um aumento no risco de microcefalia em recém-nascidos – um grave desfecho que evidencia a importância de medidas de prevenção e vigilância (ver seção Doenças Transmissíveis).

Recomendações para a saúde materno-infantil no contexto de eventos climáticos:

- Proteção à poluição do ar: em ambientes externos, usar máscaras N-95, PFF2 ou P100 e proteger o bebê; em ambientes internos, fechar janelas e portas, isolando o ar externo poluído; não fazer exercícios ao ar livre; se possível, afastar-se ao máximo das áreas sujeitas a queimadas e incêndios florestais; e preferir ambientes climatizados.
- Proteção às ondas de calor: buscar áreas arborizadas, à sombra ou climatizadas; manter uma boa hidratação; reforçar a livre demanda na amamentação exclusiva; oferecer água às crianças; usar roupas leves (mãe e bebê); evitar toda e qualquer atividade física durante as horas mais quentes do dia.
- Proteção às doenças infecciosas: manter a vacinação em dia (mãe e bebê); usar repelente (gestantes) e mosquiteiros; tampar caixas-d'água; não deixar água parada; reforçar o acesso à água tratada para consumo humano; proteger as fontes de água; manter uma reserva de água purificada; utilizar preferencialmente água da chuva para irrigação.

SISTEMA ENDOCRINOLÓGICO

As mudanças climáticas afetam o sistema endocrinológico por meio de uma série de mecanismos complexos e inter-relacionados, principalmente interagindo com outros sistemas, de forma que se recomenda a leitura das outras seções em conjunto. As ondas de calor e a poluição do ar são fatores que contribuem significativamente para a morbidade e mortalidade, especialmente de pessoas com comorbidades em que se destaca o diabetes.

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

Como o sistema endocrinológico facilita as adaptações fisiológicas às mudanças de temperatura, doenças com base endocrinológica têm o potencial de afetar a termorregulação e aumentar o risco de doenças relacionadas ao calor (Ver mais na seção de Calor dentro do Sistema Cardiovascular). Dessa forma, a exposição a temperaturas mais altas, como em ondas de calor, está associada a alterações na regulação hormonal, que podem afetar a termorregulação e aumentar o risco de doenças relacionadas ao calor, especialmente em indivíduos com doenças endócrinas (Hannan *et al.*, 2024). As ondas de calor parecem aumentar o risco de mortalidade e de morbidade em pacientes com diabetes, mesmo após dez dias da exposição, principalmente com temperaturas iguais ou maiores do que 40°C (Moon, 2021).

Por sua vez, as mulheres são particularmente vulneráveis, haja vista as mudanças hormonais experienciadas ao longo da vida. A menopausa – caracterizada pelo fim da menstruação e da capacidade reprodutiva da mulher, normalmente ocorrida entre os 45 e 55 anos de idade – acarreta uma série de impactos negativos na saúde desse período em diante. Embora consista em fenômeno complexo e multidimensional, evidências sugerem que as condições geográficas e ambientais influenciam tanto o desencadeamento da menopausa como também a experiência dos sintomas (asseverando-os ou amenizando-os) e outros efeitos de longo prazo na saúde da mulher (Chauhan; Rahman, 2024). Nesse sentido, embora ainda seja necessário maior acúmulo científico para definir o impacto de fatores climáticos nos determinantes que influenciam a experiência individual da menopausa, o aumento da temperatura média e os eventos extremos de calor influenciam a manifestação de sintomas vasomotores e tendem a afetar sintomas relacionados à termorregulação na menopausa (Cucinella; Tiranini; Nappi, 2023).

BOX 9 O impacto dos micro e nanoplásticos

Os derivados do plástico representam um problema crescente tanto para a saúde humana quanto para as mudanças climáticas, uma vez que estão intrinsecamente ligados à cadeia de produção do petróleo e têm baixas taxas de reciclagem. No Brasil, apenas 23% dos plásticos são reciclados, contribuindo para o acúmulo de resíduos no meio ambiente (ABREMA, 2024). A presença disseminada de microplásticos já se configura como uma preocupação ambiental global, suscitando questionamentos sobre sua ocorrência no corpo humano e seus potenciais efeitos nocivos à saúde (Amato-Lourenço *et al.*, 2024; Eberhard *et al.*, 2024; Emenike *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2024; Marfella *et al.*, 2024).

Esses pequenos fragmentos de plástico, com menos de 5 milímetros (microplásticos) e menores que 100 nanômetros (nanoplásticos), têm a capacidade de entrar no corpo humano de diversas formas e causar danos à saúde. Embora muitos desses riscos ainda estejam sendo investigados, a crescente evidência científica aponta para uma série de possíveis efeitos adversos. A toxicidade dos micro e nanoplásticos parece depender de fatores como o tamanho das partículas, a concentração, a forma, a carga superficial e os poluentes associados (Xu *et al.*, 2022). Estudos indicam que os micro e nanoplásticos podem atravessar barreiras biológicas, como a placentária e a hematoencefálica, potencialmente causando toxicidade citotóxica, neurotóxica, reprodutiva e de desenvolvimento (Chakraborty *et al.*, 2024). A inalação e a ingestão dos microplásticos, assim como a sua identificação em diversos sistemas do corpo humano, têm sido cientificamente documentada, mostrando a presença de microplásticos no sistema pulmonar (Amato-Lourenço *et al.*, 2021), nervoso (Amato-Lourenço *et al.*, 2024), cardiovascular (Marfella *et al.*, 2024), digestório (Horvatits *et al.*, 2022) e reprodutor (Halfar *et al.*, 2023; Montano *et al.*, 2023; Ragusa *et al.*, 2021).

Além disso, partículas de microplásticos foram detectadas na placenta e no líquido amniótico, e estudos recentes começam a esclarecer os mecanismos de translocação e os possíveis impactos biológicos associados. Entre as consequências já observadas destacam-se os processos inflamatórios e a contribuição para a formação de ateromas e placas arteriais, agravando os riscos cardiovasculares (Marfella *et al.*, 2024).

POLUIÇÃO DO AR

A exposição a poluentes atmosféricos, especialmente ao material particulado (PM), pode atuar como um desregulador endócrino, interferindo na atividade estrogênica e androgênica (Gea *et al.*, 2024; Plunk; Richards, 2020). Compostos presentes no PM têm potencial para ativar ou inibir receptores hormonais, afetando eixos hormonais essenciais, como o eixo Hipotálamo-Hipófise-Gonadal (Gea *et al.*, 2024; Plunk; Richards, 2020). Além disso, poluentes como o dióxido de nitrogênio (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂), ozônio (O₃) e monóxido de carbono (CO), podem alterar a produção hormonal da tireoide, contribuindo para o risco de disfunções endócrinas e reprodutivas (Plunk; Richards, 2020).

Nesse contexto, as mulheres são particularmente vulneráveis, e evidências apontam para os impactos da exposição ampliada a poluentes e toxinas ambientais na modulação dos mecanismos de envelhecimento ovariano e possível influência sobre o desencadeamento da menopausa (com seus múltiplos impactos negativos na saúde da mulher). Sobre a correlação entre poluição do ar e menopausa, pesquisas apontam para uma média de 1,4 ano a mais no início da menopausa em mulheres residentes em localidades mais arborizadas, após ajuste para a poluição do ar e outros fatores tradicionais que afetam o desencadeamento da menopausa (Triebner *et al.*, 2019).

Em suma, a poluição atmosférica tem sido considerada um mecanismo importante que correlaciona as alterações climáticas ao aumento da incidência de uma série de doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares e metabólicas, igualmente moduladas pela menopausa, o que sugere que a combinação desses fatores pode vir a aprofundar os impactos sobre a saúde e a expectativa de vida da mulher (Cucinella; Tiranini; Nappi, 2023). Tal quadro indica ainda a necessidade de aprofundamento de pesquisas futuras com foco nas implicações da mudança climática para a saúde das mulheres.

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL



As mudanças climáticas, ao alterar padrões climáticos globais e locais, aumentam a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos, como secas, enchentes e queimadas/incêndios florestais, que afetam diretamente e indiretamente a segurança alimentar e nutricional, especialmente de povos e comunidades tradicionais e comunidades rurais que dependem diretamente dos seus territórios para produção de alimentos (roças, pesca, caça e outros) (Ebi; Hess, 2020).

Os sistemas alimentares industriais – baseados na monocultura, na produção em larga escala e no uso intensivo de agrotóxicos e insumos químicos – são reconhecidos como um dos grandes causadores das mudanças climáticas, sendo responsáveis por cerca de 30% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) (Crippa *et al.*, 2021).

No Brasil, o cenário é ainda mais alarmante: estima-se que mais de 70% das emissões nacionais de GEE estejam relacionadas a esses modelos produtivos (Rittl *et al.*, 2023). De acordo com a *Lancet Countdown* de 2023, 57% das emissões do setor agrícola em 2020 foram atribuídas à produção de carne vermelha e leite (Romanello *et al.*, 2023). Esse número é ainda maior se for considerado o desmatamento provocado pela expansão agrícola, um dos principais fatores de desmatamento no País (Datta; Krishnamoorti, 2022). Nesse sentido, percebe-se a importância de o Brasil repensar o sistema de produção alimentar como forma de contribuir para redução das emissões de gases do efeito estufa, mas também para garantir a segurança alimentar. A produção de carne pode ser um bom exemplo, pois é um alimento fonte de micronutrientes essenciais e desempenha um papel importante na segurança alimentar e na geração de renda em populações vulneráveis e vulnerabilizadas. No entanto, sua produção em monocultura de larga escala representa um desafio para a segurança alimentar global, pois a demanda por ração animal compete com cultivos destinados ao consumo humano, como arroz, feijão e hortaliças. Além disso, a expansão das áreas agrícolas para a produção de ração pode levar ao deslocamento de populações e ameaçar meios de subsistência, intensificando os impactos sociais e ambientais (Swinburn *et al.*, 2019).

A insegurança alimentar e nutricional e a insegurança hídrica afetam especialmente as populações vulnerabilizadas, como populações de baixa renda, tanto nas áreas urbanas quanto nas rurais e comunidades tradicionais

(FAO *et al.*, 2020). Mulheres são particularmente afetadas pela insegurança alimentar e hídrica, especialmente em territórios do campo, das águas e das florestas, em áreas remotas e comunidades periféricas. Gestantes estão mais vulneráveis aos efeitos adversos dessas inseguranças e podem ter desfechos ruins, como mortalidade perinatal e baixo peso ao nascer. Ao mesmo tempo, a higiene menstrual pode ser prejudicada durante eventos climáticos extremos devido à dificuldade de acesso a cuidados e produtos (Bryson *et al.*, 2021).

A diversidade do Brasil implica que os desafios relacionados à segurança alimentar e nutricional não são homogêneos, exigindo abordagens específicas para cada parte do País. Territórios com risco de escassez hídrica associado à vulnerabilidade socioeconômica, por exemplo, são mais suscetíveis aos efeitos das mudanças climáticas na segurança alimentar e nutricional. Em estados do sul e sudeste do Brasil, o uso de agrotóxicos na agricultura é elevado, aumentando o risco de danos à saúde humana e ao meio ambiente. Por outro lado, a Região Amazônica, que possui uma grande biodiversidade alimentar disponível, apresenta altos níveis de insegurança alimentar e desnutrição infantil, mostrando que, além da disponibilidade de alimentos, o acesso, a utilização e a estabilidade dos nutrientes são fundamentais para garantir segurança alimentar e nutricional nessas populações (FAO *et al.*, 2024).

Compreender essas e outras diferenças entre estados e regiões é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas de segurança alimentar e nutricional e de mudanças climáticas mais eficazes e adaptadas às realidades locais (Norde *et al.*, 2023). Diante dos diversos impactos das mudanças climáticas, algumas estratégias importantes que auxiliam e devem ser fortalecidas são o *Guia Alimentar para a População Brasileira* e o *Guia Alimentar para Crianças Brasileiras Menores de 2 anos* (Brasil, 2014, 2019, 2024, p. 11). Esses materiais são importantes, pois norteiam a escolha de alimentos com base na alimentação saudável e adequada e priorizam os alimentos de melhor qualidade perante o cenário climático. Por fim, conceitos e formas de identificar a insegurança alimentar e nutricional estão apresentadas no Quadro 10.

QUADRO 10 Conceitos relacionados à alimentação e mudanças climáticas e como avaliar na prática de profissionais da saúde

| CONCEITO | DEFINIÇÃO | COMO AVALIAR? |
|---|--|---|
| Segurança alimentar e nutricional (SAN) | Existe quando todas as pessoas em qualquer momento têm acesso físico e econômico a alimentos em quantidade suficiente, seguros e nutritivos capazes de atingir as necessidades nutricionais e estão de acordo com as preferências alimentares para uma vida saudável (FAO, 1996). | Por meio de escalas validadas como a EBIA (Escala Brasileira de Insegurança Alimentar). Para povos indígenas e comunidades tradicionais, deve-se medir por intermédio de metodologias construídas localmente com a comunidade. A ideia de SAN difere em cada contexto (Brasil, 2023, 2025; Feitosa, 2023). |
| Fome | A fome é uma sensação física desconfortável ou dolorosa causada pelo consumo insuficiente de energia dietética. Ela se torna crônica quando a pessoa não consome uma quantidade suficiente de calorias regularmente para levar uma vida normal, ativa e saudável (FAO <i>et al.</i> , 2024). | Por décadas, a FAO tem usado o indicador Prevalência de Subnutrição para estimar a extensão da fome no mundo, portanto, “fome” também pode ser chamada de subnutrição (FAO <i>et al.</i> , 2024). |
| Segurança dos alimentos | Inclui atividades, processos e políticas que compreendem cadeia de suprimento de alimentos com o objetivo de garantir comida segura para o consumo (FAO, 1996). | Observar boas práticas de manipulação de alimentos, uso da água de forma culturalmente apropriada (Brasil, 2014). |
| Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) | Direito humano indivisível, universal e não discriminatório que assegura a qualquer ser humano uma alimentação saudável e condizente com seus hábitos culturais. É dever do Estado estabelecer políticas que melhorem o acesso à alimentação (Abrandh, 2012). | Existem diversas políticas e programas que podem ser articulados para satisfazer o DHAA, como a Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae) (Brasil, 2025h), Programa de Fortalecimento Emergencial do Atendimento do Cadastro Único no Sistema Único da Assistência Social (Procad-SUAS) (Brasil, 2023). |

continua

conclusão

| CONCEITO | DEFINIÇÃO | COMO AVALIAR? |
|--------------------|---|---|
| Desnutrição | Expressão biológica da carência prolongada da ingestão de nutrientes essenciais à manutenção, ao crescimento e ao desenvolvimento do organismo humano. Refere-se normalmente ao tipo de desnutrição energético-proteica (Brasil, 2013). | Por meio de indicadores antropométricos adequados para cada contexto; marcadores bioquímicos de deficiências nutricionais; e marcadores de consumo alimentar (Brasil, 2024d). |

Fonte: elaboração própria.

As mudanças climáticas exacerbam a insegurança hídrica por meio de eventos climáticos extremos, como secas e enchentes, que afetam a disponibilidade e a qualidade da água, exacerbando as pressões sobre os sistemas hídricos e alimentares. A variabilidade hidrológica (tanto secas como enchentes) e a qualidade da água podem comprometer os processos de tratamento de água, aumentando a vulnerabilidade das populações dependentes de águas superficiais (Alexander; Heaney; Shaman, 2018). Além disso, o aumento da frequência de secas e altas temperaturas pode afetar diretamente a quantidade de água disponível para irrigação de alimentos e para higienização adequada e preparo de alimentos. Somando se a isso, favorece as perdas de alimentos, uma vez que alimentos frescos estragam mais rápido a altas temperaturas, contribuindo para insegurança alimentar e hídrica.

Em período de seca severa, os solos ficam mais compactos, o que prejudica a absorção de água que flui em direção aos rios e provoca lixiviação dos solos contaminados, aumentando o risco de poluição dos lençóis freáticos e, conseqüentemente, transtornos gastrointestinais ao consumo dessa água contaminada. A seca pode aumentar a concentração de contaminantes na água, diminuir a pressão da água nos sistemas de água potável e causar contaminação cruzada.

As flutuações de temperatura contribuem para a volatilidade, os contaminantes encontrados no solo – como agrotóxicos e antiparasitários usados nos cultivos de monocultura e nos animais – que também acabam nos rios e na cadeia alimentar, provocando intoxicação pela exposição crônica a essas substâncias (Bombardi, 2023).

A elevação da temperatura da água do mar parece levar a diversas intoxicações, seja por contaminação de peixes (Box 10) ou de algas e cianobactérias. A proliferação da microalga *Gambierdiscus toxicus*, produtora de toxinas, e o consumo de grandes peixes carnívoros contaminados por essas toxinas causa sintomas gastrointestinais como cólicas, diarreia, náuseas e vômitos. Quadros neurológicos podem ocorrer nos casos mais graves, embora isso seja raro (Meng *et al.*, 2024; Tester; Litaker; Berdalet, 2020).

Ainda, em relação ao consumo de peixes, eles são fundamentais para a segurança alimentar e nutricional de algumas comunidades tradicionais, e são fontes importantes de nutrientes como proteína, ferro e ácidos graxos essenciais. No entanto, vem sendo relatada diminuição da qualidade e quantidade de peixes, além de peixes cada vez mais contaminados com mercúrio, dependendo da sua proximidade com garimpo ilegal de ouro, intimamente relacionado com a poluição do ar por queimadas. Além disso, as queimadas que reduzem as árvores frutíferas também diminuem a disponibilidade desse alimento para os peixes (Hacon *et al.*, 2020; Vasconcellos *et al.*, 2021). A mortalidade relacionada com alimentação e nutrição (isso significa insegurança alimentar e nutricional e segurança dos alimentos e seus respectivos desfechos para a saúde) que é atribuída à mudança climática poderá exceder a mortalidade relacionada ao calor, aos alagamentos, à malária e à dengue juntas (Springmann *et al.*, 2016).

Com relação às cianobactérias, quando o clima é mais quente e as chuvas são abundantes ocorrem as florações de algas nocivas junto com cianobactérias e suas cianotoxinas, que acabam na água potável, nos corpos-d'água usados para atividades recreativas e na cadeia alimentar. As cianotoxinas mais estudadas incluem microcistinas, cilindrospermopsinas, anatoxinas e saxitoxinas. As microcistinas, por exemplo, são conhecidas por causar danos ao fígado, e foram associadas a distúrbios metabólicos e renais em humanos expostos cronicamente (Drobac Backovi; Tokodi, 2024).

Vários casos de gastroenterite e doença hepática têm sido atribuídos ao consumo de água contaminada por florações de cianobactérias, principalmente quando a floração se decompõe naturalmente ou é destruída intencionalmente, o que libera quantidades enormes de cianotoxinas. Crianças e pessoas com hepatite, cirrose hepática ou lesão renal são mais suscetíveis aos danos causados pelas cianotoxinas.

ACIDENTES E VIOLÊNCIAS

ACIDENTES

VIOLÊNCIAS

Há também a variabilidade hidrológica e a qualidade da água que podem comprometer os processos de tratamento de água, especialmente em regiões dependentes de águas superficiais.

Os efeitos das mudanças climáticas podem ocasionar traumas e lesões, aumentando a morbimortalidade por agravos (Cissé; McLeman, 2023; FHWA, 2020; OMS, 2024). Além disso, as mudanças climáticas têm o potencial de desarticular a organização social de comunidades e aprofundar iniquidades e vulnerabilidades sociais, econômicas e políticas (Castellanos; Lemos, 2023; OPAS, 2021), que contribuem para aumentar a ocorrência de violências e acidentes (Cissé; McLeman, 2023; FHWA, 2020; OMS, 2024).

Em virtude da gravidade das lesões provocadas por esses agravos, as pessoas afetadas podem precisar de atendimento ambulatorial, internação hospitalar ou reabilitação relacionada às sequelas físicas e/ou psicológicas (Brasil, 2021). Nesse contexto, torna-se fundamental para o setor saúde reconhecer as implicações dos efeitos das mudanças climáticas na ocorrência de violências e acidentes para orientar as ações de atenção, prevenção, promoção e vigilância em saúde.

BOX 10 Ciguatera: intoxicação alimentar relacionadas às mudanças climáticas

O aquecimento dos oceanos, uma consequência das mudanças climáticas, está associado a um aumento na incidência de envenenamento por ciguatera. A ciguatera é uma intoxicação alimentar causada pela ingestão de peixes de recife contaminados com ciguatoxinas (CTXs), que são neurotoxinas produzidas por dinoflagelados bentônicos dos gêneros *Gambierdiscus* e *Fukuyoa* (Gingold; Strickland; Hess, 2014; Zheng *et al.*, 2020). Essas toxinas são lipossolúveis e se acumulam na cadeia alimentar marinha, afetando principalmente peixes carnívoros como pargos, garoupas e barracudas (Chinain *et al.*, 2021). Clinicamente, a ciguatera se manifesta por uma ampla gama de sintomas, incluindo distúrbios gastrointestinais (diarreia, dor abdominal, náuseas), neurológicos (parestias, disgeusia, alterações na percepção de temperatura) e cardiovasculares (bradicardia, hipotensão) (Résière *et al.*, 2022). Os sintomas neurológicos são particularmente notáveis e podem persistir ou reaparecer após a fase aguda da intoxicação (L'Herondelle *et al.*, 2020). Embora a ciguatera seja mais comumente associada a regiões do Pacífico e do Caribe, a presença desses organismos no Brasil indica que eventos de ciguatera podem ocorrer, embora possam ser subnotificados devido à falta de reconhecimento e monitoramento sistemático (Chinain *et al.*, 2021).

ACIDENTES

Os efeitos das mudanças climáticas podem interferir no aumento da ocorrência de acidentes como traumas, afogamentos, quedas e outras lesões, e em casos mais graves podem resultar em morte (FHWA, 2020; OMS, 2024). A OMS estimou que 75% das mortes decorrentes de inundações, entre os anos de 2000 e 2019, ocorreram por afogamento.

A OMS ressalta ainda que o aumento das temperaturas contribui para a ocorrência de afogamentos, uma vez que, em dias mais quentes, as pessoas tendem a buscar ambientes aquáticos – como rios, lagos, mares e piscinas – para amenizar o calor. Evidências encontradas na Austrália apontaram que o risco de mortes por afogamento pode aumentar em 18% durante períodos de onda de calor (OMS, 2024).

As condições climáticas adversas também representam riscos para o trânsito, o transporte e a mobilidade, comprometendo a segurança de todos. Os eventos meteorológicos impactam a produtividade ao interromper o acesso às vias e elevar os custos de operação e manutenção da infraestrutura rodoviária (FHWA, 2020). No caso das vias públicas, deslizamentos de terra, danos ao pavimento e trechos alagados são comuns durante condições meteorológicas adversas. Após o recuo das águas, podem ser expostas camadas de rochas, e o pavimento pode estar parcial ou totalmente danificado, dificultando ou até impedindo a circulação de veículos e pedestres (FHWA, 2020).

Em situações em que as moradias são inacessíveis ou inabitáveis, é comum o uso de abrigos improvisados em escolas, igrejas e outros espaços coletivos (Unicef, 2024b). Nesses casos, a segurança e a dignidade das pessoas acolhidas devem ser prioritariamente asseguradas.

Fatores associados ao ambiente físico como piso escorregadio, tapetes soltos, objetos em áreas de circulação, ausência de barras de apoio e corrimãos, móveis instáveis e iluminação inadequada podem aumentar o risco de quedas (Ambrose; Paul; Hausdorff, 2013).

VIOLÊNCIAS

A violência possui uma natureza complexa e multicausal, resultado da interação de múltiplos fatores de ordem individual, social, econômica, ambiental e cultural (OMS, 2002). Assim, há a necessidade de considerar que as mudanças climáticas podem agravar os fatores que contribuem para as situações de violência. Evidências indicam que os efeitos das alterações

climáticas — como as desigualdades socioeconômicas, o aumento de deslocamentos forçados, a interrupção de serviços essenciais e os impactos na saúde mental das populações — podem agravar vulnerabilidades já existentes (Castellanos; Lemos, 2023; OPAS, 2021), contribuindo para o aumento das diferentes formas de violência (Cissé; McLeman, 2023; Cuartas *et al.*, 2025; Spotlight initiative, 2025; UN Women, 2023).

Nesse contexto, destaca-se que as mudanças climáticas não são a causa direta da violência, mas seus efeitos podem desencadear instabilidade econômica, comprometimento da infraestrutura, insegurança alimentar e nutricional, escassez de água, rompimento de vínculos sociais e fragilidades institucionais (Castellanos; Lemos, 2023; UN Women, 2023). Estudos demonstraram o aumento da incidência de violências sexuais após a ocorrência de desastres, sendo meninas e mulheres os grupos mais atingidos (Bradley *et al.*, 2023; Fisher, 2010; O'bryan, 2016; Oladeji *et al.*, 2021). Além disso, a insegurança econômica pode favorecer o aliciamento de pessoas, principalmente mulheres e crianças, para o tráfico de seres humanos e exploração sexual (OIM, 2024). Esses impactos são ainda maiores em grupos populacionais em situação de maior vulnerabilidade, como pessoas negras, indígenas, LGBTQIA+ e pessoas com deficiências (OIM, 2024). Dessa forma, é importante dar visibilidade aos grupos mais vulneráveis às alterações do clima e enfatizar a importância do enfrentamento e da mitigação dos efeitos dos danos ambientais às violências contra grupos específicos (Castellanos; Lemos, 2023; Frey, Klaus; Gutberlet, 2019; Unicef, 2024b).

Apesar de as evidências demonstrarem o aumento da violência sexual em situações de desastre, o que se observa, paradoxalmente, é uma redução no registro dessas ocorrências. Fatores como a interrupção ou sobrecarga dos serviços de saúde e assistência, a desorganização dos sistemas de vigilância, o deslocamento das vítimas (Castellanos; Lemos, 2023; OPAS, 2021; Unicef, 2024b), o medo de retaliação, a ausência de privacidade e de espaços seguros para os relatos, além da priorização de demandas emergenciais que visibilizam as violências, podem explicar a subnotificação. Nesse sentido, destaca-se a importância das ações de vigilância de violências para a produção de dados epidemiológicos e para a promoção do cuidado e da proteção.

A notificação de violências interpessoais e autoprovocadas é compulsória em todos os serviços de saúde públicos e privados do Brasil (Brasil, 2017b). A partir de 2014, a obrigatoriedade de notificação imediata (em até 24 horas) dos casos de violência sexual e de tentativa de suicídio foi estabelecida na esfera municipal (Brasil, 2017b), com o propósito de garantir a intervenção oportuna e adequada nesses casos. Deve-se notificar todo caso suspeito e confirmado de violência contra crianças, adolescentes, mulheres, pessoas idosas, pessoas com deficiência, indígenas e população LGBTQIA+, bem como homens vítimas de violência doméstica/intrafamiliar, sexual ou autoprovocada, e casos de tráfico de pessoas, trabalho escravo, trabalho infantil, tortura e intervenção legal (Brasil, 2016).

Ao realizar a notificação de um caso de violência interpessoal ou autoprovocada, é fundamental que os profissionais de saúde atentem para o preenchimento completo e adequado de todos os campos da ficha de notificação. O preenchimento correto contribui para a qualidade das informações registradas, subsidiando a análise e a compreensão do evento de violência notificado.

POPULAÇÕES EM RISCO

CRIANÇAS E ADOLESCENTES

Crianças e adolescentes são especialmente vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas devido ao seu estágio de desenvolvimento, que os tornam mais suscetíveis a estressores ambientais e sociais. Dependem diretamente de adultos para proteção, alimentação, moradia, educação e acesso a serviços (Cerna-Turoff *et al.*, 2021; Cuartas *et al.*, 2025; Save the Children international, 2025; Unicef, 2024b).

MENINAS E MULHERES

Meninas e mulheres também estão mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas, uma vez que esses eventos tendem a reforçar desigualdades e interferir nas dinâmicas de poder, normas de gênero e padrões discriminatórios, contribuindo para o aumento da violência contra mulheres e meninas (Spotlight initiative, 2025; UN Women, 2023). Além disso, por assumirem majoritariamente responsabilidades de cuidado no ambiente doméstico, as mulheres enfrentam sobrecarga física e emocional, agravando sua vulnerabilidade social (Olivera *et al.*, 2021)

PESSOAS IDOSAS

Após eventos climáticos extremos, há um aumento significativo de vulnerabilidades que expõem as pessoas idosas a diversas formas de violência, especialmente a negligência, o maior risco de abandono, a exploração financeira e econômica, além da perda de acesso a redes de apoio fundamentais (Makaroun; Bachrach; Rosland, 2020).

Em pessoas idosas, fatores como mobilidade reduzida, doenças crônicas, deficiências, entre outros, aumentam a vulnerabilidade às consequências de acidentes, resultando em períodos mais prolongados de internação e reabilitação, além de um maior risco de dependência futura e mortalidade (Bodstein; Lima; Barros, 2014).

Os impactos psicossociais desses eventos em pessoas idosas são profundos, podendo levar a depressão, ansiedade, estresse pós-traumático e sentimentos de medo, solidão e insegurança (Güngörmüş; Özgüç, 2025; Jia *et al.*, 2010)

IMUNIZAÇÕES E INTEGRIDADE DA CADEIA DE FRIO



A Rede de Frio de Imunobiológicos é um sistema constituído por uma estrutura física e técnico-administrativa, orientado pelas diretrizes do Programa Nacional de Imunizações (PNI), por meio de processos normativos, de planejamento, avaliação, financiamento, provimento e distribuição de imunobiológicos, bem como pelo controle de qualidade. Essas ações abrangem as três esferas de gestão do Sistema Único de Saúde (SUS), federal, estadual e municipal, com o objetivo de garantir a manutenção, a expansão e o funcionamento adequado da Cadeia de Frio, que consiste no processo logístico para a conservação dos imunobiológicos, abrangendo a infraestrutura e as atividades de produção, armazenagem, conservação, manuseio, distribuição e transporte dos produtos termolábeis (sensíveis à temperatura), desde os laboratórios produtores até o cidadão (Brasil, 2017a, 2024e).

Para a manutenção da potência dos imunizantes, ou seja, a relação entre a resposta imunológica induzida e a dose administrada, a temperatura deve ser rigorosamente monitorada em todas as etapas da Cadeia. A manutenção das condições adequadas de conservação assegura a qualidade, a segurança e a eficácia das vacinas utilizadas nas ações de imunização contribuindo para a concretização dos objetivos do PNI, colaborando, direta ou indiretamente, para o sucesso da Vigilância em Saúde no âmbito do SUS (Brasil, 2017a, 2024e).

Diante desse cenário complexo, os fatores climáticos têm influência direta e significativa na Cadeia de Frio, impactando no seu êxito por meio da exposição a temperaturas inadequadas, sejam elas elevadas ou excessivamente baixas. As vacinas são produtos biológicos sensíveis, e sua degradação ocorre quando expostas a variações de temperatura fora da faixa recomendada, e por um período de tempo acima do preconizado, resultando na perda de eficácia e, consequentemente, na inativação das substâncias ativas (Brasil, 2017a; OMS, 2023).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, entre os anos de 2030 e 2050 a crise climática será responsável por aproximadamente 250 mil mortes no mundo por ano por desnutrição, malária, diarreia e estresse térmico. Também, segundo a OMS, até 2030 os serviços de saúde arcarão com custos da ordem de US\$ 2 a 4 bilhões por ano para responder a esses desafios. Além do impacto direto no custo, a crise climática também

aumenta o risco de falhas nos sistemas de refrigeração, especialmente em locais que têm infraestruturas de energia vulneráveis e climas adversos (Brasil, 2024e; OMS, 2023; Unicef, 2024a).

A maioria das vacinas deve ser mantida entre +2°C e +8°C, desde a sua produção até a administração (Brasil, 2017a, 2024e). Manter essa temperatura constante é crucial para garantir a potência e a segurança do imunobiológico. Contudo, a variação da temperatura e ocorrência dos eventos extremos devido a condições climáticas podem afetar essa estabilidade de diversas maneiras (Barcellos; Corvalán; Silva, 2022; Unicef, 2024a):

- Exposição ao calor excessivo: a elevação da temperatura aumenta a pressão sobre a Cadeia de Frio, exigindo mais investimentos em equipamentos, monitoramento e estratégias para manter as condições ideais de armazenamento. Imunobiológicos são sensíveis ao calor e podem perder sua potência se a temperatura ideal for ultrapassada, mesmo que temporariamente e de forma recorrente.
- Exposição ao frio excessivo: estudos de estabilidade dos imunobiológicos evidenciam que a exposição a temperaturas abaixo de +2°C e consequente congelamento pode comprometer a eficácia de algumas vacinas. Essa é uma falha recorrente e importante na Cadeia de Frio, apontada em estudos atuais (Ballalai; Bravo, 2020; Hasanat *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2018; OMS, 2023; Silva *et al.*, 2023).
- Interrupção da Cadeia de Frio: eventos climáticos extremos, como ondas de calor, tempestades e enchentes, podem causar interrupções no fornecimento de energia, afetando o funcionamento dos equipamentos de refrigeração e comprometendo a integridade das vacinas, sendo esta uma das principais causas de perdas de imunobiológicos no Brasil. Os temporais podem causar quedas de árvores que interrompem linhas de energia, enquanto inundações danificam equipamentos essenciais. A destruição de armazéns e centros de distribuição levam a perdas consideráveis de vacinas e medicamentos, comprometendo tratamentos e campanhas de imunização.

Além desses fatores, também é imprescindível levar em consideração o gerenciamento dos resíduos, principalmente no que tange aos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) que, quando gerenciados inadequadamente,

em quaisquer de seus processos de manejo, podem causar diversos danos à natureza, assim como ao meio ambiente, poluindo água, solo e ar, alterando fatores químicos, físicos e microbiológicos ambientais. Os RSS são particularmente importantes pelo risco potencial que apresentam à saúde pública e ao meio ambiente (Brasil, 2017a).

A manutenção da qualidade das vacinas exige a conservação de suas propriedades integrais, o que é garantido pelo manuseio correto dos equipamentos de refrigeração e pelo posicionamento adequado dos imunizantes em suas temperaturas apropriadas. A falha nesse processo pode levar a prejuízos econômicos e logísticos, além de colocar a saúde pública em risco ao dificultar o controle de surtos e epidemias (Brasil, 2017a, 2024e). Assim sendo, a interação com estabelecimento de parcerias entre os governos, instâncias da Rede de Frio, fabricantes, transportadoras, profissionais de saúde e usuários faz-se imprescindível para identificar e mitigar riscos em conjunto, em situações que demandem o gerenciamento de crises, secundárias aos desastres climáticos e suas repercussões.

Vale ressaltar a importância da educação em saúde, com campanhas e ações locais dialogadas, a fim de sensibilizar os cidadãos e disseminar informações seguras, respaldadas nas evidências científicas, quanto à importância da imunização para manutenção da saúde global, ao rigoroso controle de qualidade, aos processos logísticos e aos cuidados necessários para manutenção da eficiência da Cadeia de Frio, aos impactos das mudanças climáticas para a saúde, entre outros. Além de reforçar a importância da participação do cidadão como parceiro no controle de qualidade e proteção desta Cadeia de Frio, combatendo o negacionismo às vacinas e a hesitação vacinal (Brasil, 2017a; Instituto Butantan, 2023).

Ao considerar os contextos interno (infraestrutura, equipamentos, treinamento) e externo (condições climáticas, regulamentações), como também os fatores humanos (adesão a protocolos, comunicação eficaz), o gerenciamento de riscos auxilia na elaboração de estratégias e planos de contingências que visem garantir a integridade dos imunobiológicos e na tomada de decisões assertivas e oportunas, fundamentadas sobre procedimentos e investimentos, contribuindo para a melhoria contínua do sistema de gestão da Cadeia de Frio.

Gerenciar os riscos à saúde em meio aos efeitos da mudança do clima exigirá sistemas de saúde capazes de antecipar-se, preparar-se, responder rapidamente e recuperar-se dos desafios existentes e futuros trazidos pela mudança do clima. Assim, o microplanejamento de ações preventivas a partir das realidades locais são prioritários, estabelecendo-se parcerias intersetoriais e intergovernamentais. A união de esforços de diferentes áreas e instâncias, com ações protocoladas e previamente planejadas, garantirão a preservação dos imunobiológicos durante eventos climáticos extremos, sendo essencial, portanto, implementar medidas que fortaleçam a Cadeia de Frio frente aos desafios impostos por ondas de calor, tempestades, enchentes e interrupções no fornecimento de energia. Baseado nas evidências científicas e nas diretrizes nacionais no Programa Nacional de Imunizações e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), mais recentes, destacam-se as seguintes estratégias (Brasil, 2017a; CDBL, 2024; OMS, 2023):

- Investimento em infraestrutura resiliente e tecnologia avançada para Rede de Frio: garantir o funcionamento das Centrais de Rede de Frio nas três esferas (nacional, estadual e municipal), com espaços apropriados, dimensionados e climatizados, conforme os volumes de imunobiológicos regionais. Equipamentos de refrigeração eficientes e robustos, com monitoramento eletrônico contínuo da temperatura, com sistemas de alarme, monitoramento e redundância técnica, são fundamentais para manter os imunobiológicos dentro da faixa ideal, mesmo durante picos de calor intenso ou quedas de energia. A instalação de geradores de energia e fontes alternativas, como painéis solares, reforça a segurança e promove uma Rede de Frio com maior sustentabilidade ambiental.
- Planos de contingência específicos para eventos extremos: os estados devem elaborar e atualizar regularmente planos que garantam a transferência rápida de vacinas para locais seguros em caso de enchentes, incêndios ou queda do sistema elétrico. A capacitação permanente das equipes para atuação emergencial, com protocolos claros de resposta, assegura rápida mitigação dos riscos.
- Monitoramento e controle rigorosos da cadeia logística: o uso de sistemas automatizados de registro das temperaturas (datalogger e outros) durante todo o transporte e estocagem permite a identificação precoce

de falhas, diminuindo perdas. Veículos climatizados e rotas alternativas (aéreas, fluviais etc.) devem ser planejadas para superar obstáculos provocados por eventos climáticos severos.

- Integração intersetorial e vigilância epidemiológica adaptativa: a articulação intersetorial – em âmbito local, entre saúde, meio ambiente, instituições meteorológicas, concessionárias de energia, órgão policial, corpo de bombeiros e defesa civil – propicia respostas rápidas e coordenadas, minimizando impactos sobre a saúde pública e assegurando o funcionamento dos serviços essenciais e de uma atuação conjunta caso ocorram as situações de crise. Com isso, sugere-se integrar dados climáticos e epidemiológicos para previsão de demandas e riscos, utilizando sistemas de informação em saúde aliados à meteorologia; promover ações educativas junto à comunidade e profissionais de saúde, enfatizando a importância da Rede de Frio e boas práticas diante dos efeitos das mudanças climáticas; articular parcerias intersetoriais para suporte logístico preventivo e resposta rápida.
- Avaliação contínua da vulnerabilidade local: mapear áreas mais suscetíveis a eventos extremos permite priorizar investimentos e ações preventivas, garantindo que os imunobiológicos estejam protegidos especialmente em regiões de maior risco climático. Medidas preventivas podem ser programadas, como: adaptação de prédios (elevação de equipamentos, barreiras para enchentes) e priorização do transporte aéreo em caso de estradas bloqueadas; programação de estoques de emergência de imunobiológicos e insumos críticos em locais alternativos de fácil acesso e menor risco climático; utilização de veículos de transporte climatizados e monitorados, com rotas alternativas planejadas para distribuição em situações de emergências, entre outras.
- Comunicação às instâncias gestoras e relatórios técnicos: notificar imediatamente qualquer evento adverso que coloque em risco a preservação dos imunobiológicos às instâncias superiores da Rede de Frio componentes do PNI, assim como elaborar relatórios técnicos periódicos sobre a situação da Rede de Frio, incluindo indicadores de não conformidade e planos de melhoria contínua.

Essas medidas combinadas para a adaptação da Cadeia de Frio às mudanças climáticas garantem a manutenção da eficácia, segurança e disponibilidade dos imunobiológicos, que são produtos termolábeis sensíveis, protegendo a saúde da população mesmo diante dos efeitos adversos das mudanças climáticas internacionais e nacionais. Outrossim, é primordial o comprometimento de todos os gestores e trabalhadores da Rede de Frio para mudanças estruturais que garantirão a integridade da Cadeia de Frio dos imunobiológicos, desde investimentos em novas tecnologias para reduzir o uso de recursos naturais até a sensibilização da população quanto à importância da preservação do meio ambiente, tendo em vista que, com as mudanças climáticas severas, a vida no planeta não será mais a mesma. Com isso, serão necessárias adaptações, por meio de novos hábitos e protocolos diante dos eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes.

O QUE COMUNICAR À COMUNIDADE?

AÇÕES PARA ENFRENTAR
OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS NA SAÚDE

RECOMENDAÇÕES DE CUIDADO
EM EVENTOS EXTREMOS

Este capítulo busca subsidiar os profissionais da saúde para a comunicação em saúde com as pessoas e as comunidades. Essas orientações referem-se a ações de adaptação e de mitigação em relação às mudanças climáticas, tanto de forma individual quanto coletiva. Lembrando que cada indivíduo, sua família, comunidade e território apresenta suas especificidades de forma que a construção conjunta com estas pessoas e comunidades é fundamental para o enfrentamento das mudanças climáticas.

É essencial que todas as pessoas tenham a consciência de que as maiores emissões dos gases de efeito estufa são provenientes de grandes indústrias e corporações, principalmente as instaladas em países desenvolvidos, que fazem uso da queima de combustíveis fósseis, como petróleo, carvão mineral e gás natural, e que atividades como o desmatamento e a agropecuária também contribuem para essas emissões (IPCC *et al.*, 2023).

Ter o conhecimento de quais são os seguimentos maiores impulsionadores da emissão de gases de efeito estufa contribui para o movimento de cobrança da população aos líderes mundiais, gestores e tomadores de decisões, para que desenvolvam ações de mitigação, adaptação e resiliência para redução das emissões dos gases de efeito estufa e atividades de impacto à saúde das pessoas e do planeta – de forma a não individualizar a responsabilidade pelas mudanças climáticas.

Por outro lado, é importante que cada pessoa se perceba como parte essencial e agente do processo de transformação para que se possa unir forças na construção de ações, decisões, comportamentos, atitudes individuais e coletivas em torno de um olhar ampliado da saúde levando em consideração os determinantes socioambientais.

Para reforçar a resiliência do sistema de saúde, a análise de vulnerabilidade de riscos climáticos previstos e as consequências de possíveis eventos deve ser realizada com base em dados locais e incorporar projeções de mudanças climáticas (Sherman *et al.*, 2023).

Aqui, elencou-se orientações que podem ser adotadas tanto no âmbito individual quanto no coletivo. Algumas delas podem ser acessadas diretamente pela sociedade, mas é fundamental que os profissionais de saúde que atuam nos territórios as conheçam para orientar adequadamente

a população local. Dessa forma, é essencial que esses profissionais estejam preparados para apoiar a construção de medidas efetivas de adaptação das comunidades aos fatores climáticos em transformação, bem como para contribuir com a redução dos impactos dessas mudanças sobre a saúde. Após as recomendações gerais, serão apresentadas aquelas que são específicas, conforme os eventos extremos relacionados às mudanças climáticas em análise ao longo de todo o guia.

AÇÕES PARA ENFRENTAR OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SAÚDE

Reforça-se que todas as orientações devem ser consideradas à luz do contexto social, cultural e econômico das populações envolvidas, respeitando também os aspectos físicos, mentais e espirituais de cada indivíduo e comunidade (Ansah *et al.*, 2024):

ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL E SUSTENTÁVEL

- Orientar e estimular uma alimentação saudável, de menor impacto ambiental e com baixa pegada de carbono, priorizando o consumo de alimentos oriundos da agricultura familiar, de sistemas agroecológicos e de hortas comunitárias que respeitam os ciclos naturais dos ecossistemas, evitam agrotóxicos e valorizam a biodiversidade e a saúde do solo.
- Orientar a redução do consumo de alimentos ultraprocessados (biscoitos recheados, macarrão instantâneos, refrigerantes, entre outros), embutidos (salsichas, salames, linguiças, entre outros) e incentivar o consumo de alimentos frescos e minimamente processados (verduras, legumes e frutas).

MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

- Promover o uso de transporte ativo (bicicletas, caminhada) e transporte público, considerando as condições do território e a segurança.
- Incentivar, sempre que possível, o uso compartilhado de veículos em grupos de confiança e a aquisição, quando possível, de meios de transporte com baixa emissão de carbono e poluentes.

GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS

- Estimular a coleta seletiva e a destinação adequada de resíduos secos e orgânicos.
- Buscar apoio da gestão municipal para viabilizar a coleta seletiva onde ela ainda não existe.
- Incentivar a redução da geração de resíduos e o consumo consciente, estimulando a economia circular e adotando atitudes como repensar, recusar, reduzir, reutilizar, reciclar e reparar.
- Apoiar cooperativas de reciclagem, inclusive para o descarte adequado de resíduos contaminados.
- Evitar o uso de produtos descartáveis de uso único e priorizar itens duráveis, recicláveis ou compostáveis.
- Estimular a compostagem, inclusive em serviços de saúde, como estratégia para reduzir a poluição do ar e do solo, seja por empresas especializadas ou por iniciativas caseiras e comunitárias.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E USO RACIONAL DE RECURSOS

- Promover ações de eficiência energética, como desligar luzes e aparelhos fora de uso, optar por lâmpadas LED, ajustar termostatos e adquirir eletrodomésticos com selo de eficiência energética.
- Incentivar a conservação da água, evitando desperdícios, consertando vazamentos e reaproveitando-a sempre que possível para uso externo.

- Reduzir o uso de papel, priorizando documentos digitais e fluxos de trabalho eletrônicos.

CUIDADO INTEGRAL EM SAÚDE

- Promover o cuidado integral e racional à saúde, considerando os princípios da prevenção quaternária na solicitação de exames e prescrição de medicamentos e procedimentos.
- Valorizar a reconexão com a natureza como forma de autocuidado e promoção da saúde, por meio de atividades ao ar livre e do cultivo de áreas verdes.
- Estimular práticas educativas e de comunicação em saúde e clima com base em informações confiáveis e compartilhá-las com familiares, amigos e comunidades.
- Apoiar o uso de produtos livres de substâncias tóxicas à saúde humana, animal e ambiental.

PARTICIPAÇÃO SOCIAL

- Fortalecer tecnologias coletivas, como associações e conselhos locais de saúde, para a construção de planos comunitários de adaptação às mudanças climáticas.
- Desenvolver, de forma coletiva, o planejamento de ações de adaptação e mitigação às mudanças climáticas em âmbito local, identificando os principais riscos e vulnerabilidades humanas e ambientais, bem como as potencialidades que os territórios possuem ou podem produzir para enfrentar os efeitos das mudanças climáticas.
- Estimular ações de Vigilância Popular em Saúde nos territórios a partir do monitoramento de indicadores locais de saúde, ambiente e clima.
- Articular com diversos setores para apoiar projetos voltados às mudanças climáticas e à equidade em saúde no território.
- Estimular o contato com representantes políticos para reivindicar o compromisso com políticas públicas de mitigação, adaptação e resiliência às mudanças climáticas.

- Reivindicar melhores condições de trabalho, equidade de gênero e justiça socioambiental, com garantia de direitos como saúde, educação e moradia de qualidade.
- Apoiar empresas comprometidas com a responsabilidade socioambiental, sem estimular o consumo excessivo.
- Incentivar a cultura da paz, solidariedade e de cuidado mútuo, incorporados a uma relação comunitária forte e resiliente.

RECOMENDAÇÕES DE CUIDADO EM EVENTOS EXTREMOS

Com a ocorrência de eventos climáticos extremos é possível reduzir seus impactos sobre a saúde por meio de medidas de preparação, resposta e cuidado adequadas. A seguir, apresentam-se sugestões e orientações que podem apoiar profissionais de saúde em ações de mitigação, adaptação e enfrentamento durante tais eventos. As recomendações devem ser sempre adaptadas às especificidades do território, da população atendida e das condições de infraestrutura e recursos disponíveis.

EXTREMOS DE TEMPERATURA

CALOR

Hospitalizações e mortes durante ondas de calor podem ser evitadas com medidas articuladas em conjunto entre os profissionais da saúde, outros setores e com o apoio da comunidade local. A organização popular pode contribuir para reconhecer quem está mais vulnerável aos efeitos do calor – como crianças, pessoas idosas, gestantes, pessoas com doenças crônicas, com deficiência ou em situação de rua e população indígena – e adotar estratégias de proteção, prevenção e adaptação às altas temperaturas. Cada pessoa, família e comunidade pode se preparar para enfrentar esses períodos, considerando as características do seu território, seus recursos e sua realidade local.

Durante os períodos de calor intenso, é importante adotar medidas que ajudem a proteger a saúde de toda a comunidade. A seguir, algumas orientações para calor extremo:

- Em casa: abra as janelas no início da manhã e à noite para deixar o ar mais fresco circular. Durante o dia, mantenha cortinas ou persianas fechadas e evite deixar as janelas abertas se o ar estiver mais quente do lado de fora (veja recomendação adequada em caso de elevada poluição do ar quando incêndio florestal e queimada).
- Hidrate-se bem: beba líquidos com frequência, mesmo sem sentir sede. Prefira água ou sucos naturais, evitando bebidas alcoólicas ou com muito açúcar. A recomendação mínima é de 2 litros por dia.
- Vista-se com conforto: use roupas leves, largas e de cores claras sempre que possível, de tecidos naturais como o algodão que ajudam o corpo a respirar melhor. Evite roupas sintéticas e mantenha a pele hidratada.
- Refresque-se: tome banhos frios durante o dia, principalmente antes de dormir.
- Alimente-se de forma leve: sempre que puder escolher, prefira refeições frescas e naturais, como frutas, legumes e saladas.
- Cuide de quem mais precisa: identifique pessoas próximas que estejam em maior risco – como pessoas idosas, crianças, gestantes, pessoas com deficiência ou em situação de rua – e ofereça apoio (consulte a seção Equidade em Saúde e Mudanças Climáticas).
- Busque locais frescos: permaneça em ambientes ventilados, sombreados ou climatizados sempre que possível.
- Evite esforços nos horários mais quentes: das 10h às 16h, procure não realizar atividades físicas intensas ou trabalhos pesados, e evite aglomerações.
- Para quem trabalha ao ar livre: faça pausas frequentes na sombra, beba bastante água e fique atento a sinais de estresse térmico ou insolação.
- Nunca permaneça em veículos parados: evite ficar por muito tempo dentro de carros estacionados, especialmente se não estiverem climatizados – o calor interno pode aumentar rapidamente e causar riscos graves à saúde.

BOX 11 Cuidados dos ambientes escolares em vigência de uma onda de calor

Caso não haja aclimação em ambiente escolar, deve-se proteger as crianças das ondas de calor e evitar, se possível, as atividades escolares até o fim da onda de calor, considerando os riscos de exposição a ambientes sem aclimação a depender do território. Se houver aclimação, é importante a realização de atividades teóricas e práticas em ambientes climatizados, bem como a disponibilidade de pontos de hidratação e a flexibilização ao uso de roupas mais frescas e leves.

BOX 12 Cuidado para os trabalhadores na vigência de uma onda de calor

Deve-se fornecer espaços adequados para os funcionários realizarem as pausas necessárias em locais com sombra, climatizados, com menor temperatura e com fonte de hidratação. Deve-se considerar a flexibilização de horários e funções de trabalho a pessoas que não podem ficar expostas ao sol devido a comorbidades de saúde, como quadros renais e outras condições crônicas sensíveis ao calor. Bem como a revisão pelos órgãos competentes das regras de exposição ao calor, incluindo trabalhos em áreas externas e pessoas que possam estar em risco.

FRIO

Durante períodos de frio intenso, é importante adotar medidas de proteção para preservar a saúde, especialmente para pessoas em maior situação de vulnerabilidade, como crianças, pessoas idosas, gestantes e pessoas com limitação de mobilidade, além das populações vulnerabilizadas como pessoas em situação de rua.

- Manter os ambientes internos protegidos do vento e do frio, vedando janelas e frestas, mas garantindo ventilação adequada para evitar o acúmulo de gases ou poluentes.
- Utilizar roupas em camadas, com tecidos quentes, protegendo especialmente extremidades como mãos, pés e cabeça.
- Usar cobertores e roupas de cama adequadas durante o sono, especialmente para crianças, pessoas idosas e pessoas acamadas.
- Manter o ambiente seco em locais com alta umidade, evitando mofo e agravamento de doenças respiratórias.
- Evitar banhos com água muito fria e limitar a exposição prolongada a ambientes externos.
- Monitorar pessoas com mobilidade reduzida ou dificuldade de comunicação, garantindo que estejam aquecidas.
- Utilizar aquecedores com segurança, mantendo os ambientes ventilados; evitar a utilização de carvão para o aquecimento, por aumentar o risco de intoxicação por monóxido de carbono.
- Manter alimentação equilibrada e ingestão adequada de líquidos, mesmo durante os dias frios.
- Organizar ações comunitárias para apoiar pessoas em situação de rua ou com vulnerabilidade social, fornecendo roupas, cobertores e alimentos quentes.
- Identificar e divulgar abrigos ou pontos de apoio emergencial disponíveis na comunidade.
- Observar sinais de hipotermia, como tremores intensos, extremidades muito frias, confusão mental e lentidão nos movimentos, e procurar atendimento em unidades de saúde em caso de suspeita.

POLUIÇÃO DO AR

Para além das ações individuais, melhorar a qualidade do ar exige a implementação de políticas públicas estruturantes, como o fortalecimento do urbanismo verde, a melhoria da mobilidade urbana, o incentivo

ao reflorestamento e a interrupção do desmatamento e de queimadas irregulares. Essas medidas são fundamentais para promover ambientes mais saudáveis e resilientes, especialmente nos centros urbanos.

No entanto, é possível identificar riscos e promover cuidados imediatos a partir da decisão compartilhada entre profissionais de saúde e pacientes. Para isso, é importante considerar aspectos como a exposição à poluição em ambientes domésticos, trajetos diários e situações de trabalho. A seguir, são apresentadas algumas orientações práticas que podem ser utilizadas no cuidado e no aconselhamento em saúde frente à poluição do ar (Abelsohn; Stieb, 2011; Floss *et al.*, 2022; Janjua *et al.*, 2021; Jiang; Mei; Feng, 2016; WHO, 2024d):

- Evitar a poluição do ar domiciliar, resultante da queima de lenha e outros combustíveis sólidos. Durante episódios críticos de poluição do ar, recomenda-se evitar atividades que possam agravar a poluição no ambiente interno, como o uso de fogões a lenha, lareiras para aquecimento ou iluminação e o consumo de tabaco. Ao orientar as famílias, é importante considerar limitações financeiras e aspectos culturais, reforçando a importância de manter os espaços bem ventilados – inclusive em dias frios – para reduzir a concentração de poluentes no interior das residências.
- A filtragem do ar interno é uma medida recomendada de controle ambiental, especialmente para pessoas com doenças respiratórias crônicas. Os filtros HEPA (*High Efficiency Particulate Air*, ou Ar Particulado de Alta Eficiência) são capazes de reter partículas muito pequenas presentes no ar, contribuindo para a melhoria da qualidade do ambiente interno. Embora barreiras financeiras e de viabilidade devam ser consideradas, recomenda-se avaliar a possibilidade de incorporação desses sistemas em serviços de saúde, escolas e outros equipamentos públicos, de forma a ampliar a proteção de grupos vulneráveis.
- Equipamentos públicos, como escolas e unidades de saúde, devem monitorar a qualidade do ar ambiente por meio de sistemas adequados de controle e aferição. Em especial, escolas localizadas em áreas rurais próximas a canais ou roçados sujeitos a queimadas, ou em regiões afetadas por incêndios florestais, devem ser orientadas acerca da

importância de sistemas de filtragem do ar. Essa recomendação é especialmente importante no caso de crianças, que têm maior dificuldade no uso correto de máscaras. Vale destacar que máscaras do tipo N95 só são efetivas quando bem ajustadas ao rosto, o que pode ser um desafio em crianças.

- Deve-se estimular os cobenefícios meio-ambiente e saúde com o transporte ativo, como o uso de bicicletas (e similares), mais itinerários a pé ou transporte público coletivo e aconselhar a compra de meios de transporte com baixa emissão de carbono e poluentes.
- Dentro de automóveis, pode-se recomendar o uso do filtro do ar (ventilação interna) e o fechamento das janelas. Em locais com monitoramento da qualidade do ar, podem-se observar os horários com menores picos de poluição do ar para deslocamentos.
- Oriente pacientes a permanecerem em casa sempre que possível durante períodos com alertas de poluição do ar em vigor, considerando a realidade social e familiar de cada pessoa. Reforce a importância de ter um plano de evacuação e um kit de emergência preparado, especialmente para populações mais vulneráveis. Caso haja uma onda de calor concomitante, a recomendação de evitar a exposição a ambientes externos torna-se ainda mais relevante, visando reduzir os riscos à saúde.
- Identificar e orientar as pessoas mais expostas ou sensíveis nos territórios e comunidades.
- Para os trabalhadores expostos a níveis elevados de poluição do ar, principalmente devido à fumaça de queimadas, o ideal é usar uma boa máscara de proteção, respirador com filtro adequado para o tipo de poluição e que esteja devidamente ajustada e funcione corretamente. Consulte um técnico em segurança do trabalho e peça ao seu empregador para fornecer a máscara adequada.
- A população deve ser informada sobre os riscos de residir próximo a rodovias, levando em consideração a realidade e as possibilidades de cada indivíduo, de forma a estimular ações de resiliência em comunidades como a criação de espaços verdes.

- Orientar o acompanhamento por parte da população das previsões meteorológicas locais, boletins, alertas e informes oficiais sobre a qualidade do ar. Em episódios de má qualidade do ar, devem seguir as recomendações das autoridades de saúde para reduzir sua exposição. Em casos extremos, a evacuação temporária de áreas severamente afetadas pode ser indicada pelas autoridades competentes.
- Orientar a população para que esteja atenta às diretrizes locais de descarte e destinação de resíduos sólidos, conforme estabelecido pelo serviço municipal de limpeza urbana e manejo de resíduos. Recomenda-se evitar a queima de lixo e incentivar práticas como a separação de materiais, reciclagem e reuso.
- Auxiliar pessoas que praticam atividades físicas regularmente, indicando os melhores locais e horários para a realização desses exercícios. Quando disponível, o monitoramento da qualidade do ar pode ser útil para essa escolha.
- Em locais abertos, em vigência de eventos agudos como queimadas, o uso de máscaras como N95 ou R95 são adequadas para reduzir a inalação de partículas finas. O uso dessas máscaras é eficaz na filtragem de poluentes particulados, mas não para gases. Além disso, deve-se considerar os custos financeiros e ambientais dessas máscaras devido à poluição gerada por elas. Atenção: máscaras cirúrgicas ou caseiras não são recomendadas para essa finalidade.
- Estimular a cessação do tabagismo, bem como a redução de outros fatores de risco para doenças cardiovasculares e respiratórias. O tabagismo em si é uma das fontes de poluição do ar em um espaço fechado como uma sala, além de ter seu próprio papel patogênico.
- Gases anestésicos, como desflurano e óxido nitroso, contribuem com a maioria das emissões dos principais gases de efeito estufa; também, gases de tamponamento de retina tem uma longa vida útil na atmosfera (até 10 mil anos), possuindo assim o potencial de contribuir para as mudanças climáticas a longo prazo de forma que a adaptação e redução do uso desses gases são necessárias.

EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO

ESTIAGEM E SECAS

- Evitar o desperdício de água e proteger as fontes de abastecimento.
- Manter uma reserva de água potável devidamente armazenada.
- Coletar e armazenar água da chuva para uso não potável, como irrigação de plantações e descarga sanitária.
- Identificar pessoas em maior situação de vulnerabilidade ou sensibilidade à escassez hídrica.
- Realizar o tratamento da água utilizando hipoclorito de sódio, disponível no SUS, ou por meio da fervura para o consumo humano.
- Observar sinais e sintomas de doenças transmissíveis de transmissão hídrica e buscar orientação em unidades de saúde, quando necessário.

ENCHENTES E INUNDAÇÕES

- Verificar se a residência ou o local de trabalho está localizado em área de risco. Em caso positivo, recomenda-se evacuar o local preventivamente, mesmo diante de cenários de menor gravidade. Com a previsão de chuvas intensas, a evacuação deve ocorrer com antecedência.
- Levantar informações sobre os abrigos e pontos de apoio disponíveis no território para situações de risco climático.
- Identificar pessoas em maior situação de vulnerabilidade na vizinhança para apoio em caso de emergência, com atenção redobrada a sinais de negligência, abandono, violência doméstica ou institucional.
- Manter os cuidados e a vacinação de animais de estimação em dia, além de prever um plano de evacuação que os inclua.
- Manter o terreno ao redor das residências limpo, evitando acúmulo de lixo e materiais que possam representar risco.
- Cobrir e vedar corretamente caixas-d'água e outros recipientes de armazenamento de água.

- Proteger as residências contra a entrada de animais silvestres, que podem buscar abrigo durante enchentes.
- Organizar e participar de mutirões para manter os bairros e as comunidades limpos e preparados.
- Preparar um kit de emergência com contatos úteis, documentos, receitas médicas, medicamentos de uso contínuo e demais itens essenciais para situações de evacuação.
- Estocar alimentos duráveis e de fácil armazenamento, assim como água potável em local acessível.
- Manter à disposição lanterna, rádio a pilha ou bateria e pilhas extras.
- Ao sinal de aumento do nível da água, proteja seus pertences de valor, guarde produtos de limpeza, medicamentos e alimentos em locais elevados e busque abrigo em área segura.
- Desligar o fornecimento de gás, água e a chave geral de energia elétrica antes de deixar o imóvel.
- Em caso de uso de geradores, gás propano ou churrasqueiras a carvão, posicioná-los a pelo menos 6 metros de distância da residência.
- Evitar trafegar de carro durante enchentes e inundações, devido aos riscos de afogamento e acidentes.
- Não entre ou atravesse áreas alagadas, mesmo que seja para socorrer outras pessoas. Acione sempre o resgate profissional, jogue um objeto que flutue e aguarde os socorristas.
- Fique atento às orientações das autoridades locais em relação à liberação das vias para o tráfego seguro de pedestres e veículos.
- Não consumir nem utilizar água proveniente de enchentes e inundações para higiene ou alimentação.
- Evitar o contato direto com a água de enchentes e inundações, utilizando botas, luvas e capas protetoras durante deslocamentos.
- Quando for necessário sair da residência, busque abrigo em locais seguros que sejam reconhecidos pelas autoridades e procure permanecer em grupos, principalmente mulheres, crianças, adolescentes e pessoas idosas.

- Em ambientes de abrigamento ou alojamento, certifique-se de manter os caminhos livres de obstáculos para facilitar a circulação segura das pessoas.
- Utilize pulseiras de identificação em crianças, adolescentes, pessoas idosas e pessoas com deficiência.
- Esteja atento para identificar qualquer situação suspeita de violência e, caso identifique, informe imediatamente a algum profissional da rede de proteção ou utilize os canais de denúncia: Disque 100 e/ou ligue 180.
- Após o evento, observar sinais e sintomas de doenças infecciosas de transmissão hídrica e, se necessário, buscar atendimento em unidades de saúde.

REFERÊNCIAS

- ABELSOHN, A.; STIEB, D. M. **Health effects of outdoor air pollution Approach to counseling patients using the Air Quality Health Index**. [S. l.]: 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21841106/>.
- ABRANDH, A. B. N. D. H.-. **Direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar**. [S. l.]: Abrandh, 2012.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Mudança climática e recursos hídricos**. Brasília, DF: Ana, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/mudancas-climaticas-recursos-hidricos/mudancas-climaticas-e-recursos-hidricos-nova-2025>. Acesso em: 14 ago. 2025.
- AGHAPOUR, M. *et al.* Role of air pollutants in airway epithelial barrier dysfunction in asthma and COPD. **European Respiratory Review**, v. 31, n. 163, p. 210112, 31 mar. 2022.
- ALAHMAD, B. *et al.* Associations Between Extreme Temperatures and Cardiovascular Cause-Specific Mortality: Results From 27 Countries. **Circulation**, v. 147, n. 1, p. 35-46, 3 jan. 2023.
- ALEXANDER, K. A.; HEANEY, A. K.; SHAMAN, J. Hydrometeorology and flood pulse dynamics drive diarrheal disease outbreaks and increase vulnerability to climate change in surface-water-dependent populations: A retrospective analysis. **PLOS Medicine**, v. 15, n. 11, p. e1002688, 8 nov. 2018.
- ALPINO, T. D. M. A. *et al.* Os impactos das mudanças climáticas na Segurança Alimentar e Nutricional: uma revisão da literatura. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 1, p. 273-286, jan. 2022.

ALRYALAT, S. A. *et al.* The impact of air pollution and climate change on eye health: a global review. **Reviews on Environmental Health**, v. 39, n. 2, p. 291-303, 25 jun. 2024.

ALVAREZ-ELIAS, A. C.; BRENNER, B. M.; LUYCKX, V. A. Climate change and its influence in nephron mass. **Current Opinion in Nephrology & Hypertension**, v. 33, n. 1, p. 102-109, jan. 2024.

AMBROSE, A. F.; PAUL, G.; HAUSDORFF, J. M. Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. **Maturitas**, v. 75, n. 1, p. 51-61, maio 2013.

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. **How heat affects the mind**. Washington, DC: APA, 2024. Disponível em: <https://www.apa.org/monitor/2024/06/heat-affects-mental-health>. Acesso em: 9 maio 2025.

AMINUDDIN, M. A. M.; DOM, N. C.; YATIM, S. R. M. Implication of heat islands on dengue incidence in urban areas: a systematic review. **Journal of Public Health and Development**, v. 23, n. 1, p. 292-310, 1 jan. 2025.

ANSAH, E. W. *et al.* Health systems response to climate change adaptation: a scoping review of global evidence. **BMC Public Health**, v. 24, n. 1, p. 2015, 29 jul. 2024.

ARAÚJO, R. P. D.; NAVARRO, M. B. M. D. A.; CARDOSO, T. A. D. O. Febre maculosa no Brasil: estudo da mortalidade para a vigilância epidemiológica. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 23, n. 4, p. 354-361, dez. 2015.

ARBUTHNOTT, K. *et al.* What is cold-related mortality? A multi-disciplinary perspective to inform climate change impact assessments. **Environment International**, v. 121, p. 119-129, dez. 2018.

ARSAD, F. S. *et al.* The Impact of Heatwaves on Mortality and Morbidity and the Associated Vulnerability Factors: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 23, p. 16356, 6 dez. 2022.

BAKHTSIYARAVA, M. *et al.* Ambient temperature and term birthweight in Latin American cities. **Environment International**, v. 167, p. 107412, set. 2022.

BALAKRISHNAN, B. *et al.* Climate Change for the Pulmonologist. **Chest**, v. 164, n. 4, p. 963-974, out. 2023.

BALBUS, J. M. *et al.* Implications of global climate change for the assessment and management of human health risks of chemicals in the natural environment. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 32, n. 1, p. 62-78, 1 jan. 2013.

BALLALAI, I.; BRAVO, F. (org.). **Imunização: tudo o que você sempre quis saber – Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIm)**. 4. ed. Rio de Janeiro: Rmcom, 2020. Disponível em: <https://sbim.org.br/images/books/imunizacao-tudo-o-que-voce-sempre-quis-saber-200923.pdf>. Acesso em: 8 maio 2025.

BARCELLOS, C.; CORVALÁN, C.; SILVA, E. L. (org.). **Mudanças Climáticas, Desastres e Saúde**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2022.

BARKHAD, A. *et al.* The Ecological, Biological, and Social Determinants of Dengue Epidemiology in Latin America and the Caribbean: A Scoping Review of the Literature. **EcoHealth**, 27 mar. 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s10393-025-01706-0>. Acesso em: 8 maio 2025.

BARNES, C. S. Impact of Climate Change on Pollen and Respiratory Disease. **Current Allergy and Asthma Reports**, v. 18, n. 11, p. 59, nov. 2018.

BAROUKI, R. A toxicological perspective on climate change and the exposome. **Frontiers in Public Health**, v. 12, p. 1361274, 8 abr. 2024.

BARROSO, R.; DA SILVA, M. I.; MAXIMINO, C. **Psychology of Climate Change: a critical approach**. 20 jun. 2024. Disponível em: <https://osf.io/2wdsm>. Acesso em: 15 ago. 2025.

BATEN, A. *et al.* Impact of Recurrent Floods on the Utilization of Maternal and Newborn Healthcare in Bangladesh. **Maternal and Child Health Journal**, v. 24, n. 6, p. 748-758, jun. 2020.

BELZER, A.; PARKER, E. R. Climate Change, Skin Health, and Dermatologic Disease: a Guide for the Dermatologist. **American Journal of Clinical Dermatology**, v. 24, n. 4, p. 577-593, jul. 2023.

BHUI, K. *et al.* Air quality and mental health: evidence, challenges and future directions. **BJPsych Open**, v. 9, n. 4, p. e120, jul. 2023.

BISWAS, S. *et al.* Investigating the association between floods and low birth weight in India: Using the geospatial approach. **Science of The Total Environment**, v. 912, p. 169593, fev. 2024.

BITENCOURT, D. P. *et al.* The climatology of cold and heat waves in Brazil from 1961 to 2016. **International Journal of Climatology**, v. 40, n. 4, p. 2464-2478, 30 mar. 2020.

BLAGROVE, M. S. C. *et al.* Potential for Zika virus transmission by mosquitoes in temperate climates. Proceedings of the Royal Society B: **Biological Sciences**, v. 287, n. 1930, p. 20200119, 8 jul. 2020.

BOCHEVA, G.; SLOMINSKI, R. M.; SLOMINSKI, A. T. Environmental Air Pollutants Affecting Skin Functions with Systemic Implications. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 13, p. 10502, 22 jun. 2023.

BODSTEIN, A.; LIMA, V. V. A. D.; BARROS, A. M. A. D. A vulnerabilidade do idoso em situações de desastres: necessidade de uma política de resiliência eficaz. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 157-174, jun. 2014.

BOMBARDI, L. M. **Agrotóxicos e colonialismo químico**. [S. l.: s. n.], 2023.

BONGIOANNI, P. *et al.* Climate change and neurodegenerative diseases. **Environmental Research**, v. 201, p. 111511, out. 2021.

BONGIOANNI, P. *et al.* Effects of Global Warming on Patients with Dementia, Motor Neuron or Parkinson's Diseases: a Comparison among Cortical and Subcortical Disorders. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 20, p. 13429, 18 out. 2022.

BRADLEY, T. *et al.* Gender and Disaster: The Impact of Natural Disasters on Violence Against Women in Nepal. **Journal of Asian and African Studies**, v. 58, n. 3, p. 354-371, maio 2023.

BRAITHWAITE, J. *et al.* Strategies and tactics to reduce the impact of healthcare on climate change: systematic review. **BMJ**, p. e081284, 8 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instituto Nacional de Meteorologia – INMET**. Brasília, DF: MAPA, [2025]. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia>. Acesso em: 12 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE)**. Brasília, DF: MDR, 2020a. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade.pdf. Acesso em: 12 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes brasileiras para o diagnóstico e Tratamento de intoxicação por agrotóxicos**. Brasília, DF: MS, 2020b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doença de Transmissão Hídrica e Alimentar**. Brasília, DF: MS, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/dtha>. Acesso em: 8 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Febre maculosa**: aspectos epidemiológicos, clínicos e ambientais. Brasília, DF: MS, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Glossário temático**: alimentação e nutrição. Brasília, DF: MS, 2013. (Série A. Normas e manuais técnicos). Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/glossario_tematico_alimentacao_nutricao_2ed.pdf. Acesso em: 8 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos**. Brasília, DF: MS, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-quer-me-alimentar-melhor/Documentos/pdf/guia-alimentar-para-criancas-brasileiras-menores-de-2-anos.pdf/view>. Acesso em: 8 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para população brasileira**. Brasília, DF: MS, 2014. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/publicacoes-para-promocao-a-saude/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf/view. Acesso em: 8 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Animais Peçonhentos do Brasil**. Brasília, DF: MS, 2024b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de vigilância em saúde**. 6. ed. rev. Brasília, DF: MS, 2024c. v. 3.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia para a organização da Vigilância Alimentar e Nutricional na Atenção Primária à Saúde**. Brasília, DF: MS, 2024d. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_organizacao_vigilancia_alimentar_nutricional.pdf. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Informes Queimadas**. Brasília, DF: MS, 2025a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-ambiental/vigiar/informes-queimadas>. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Normas e Procedimentos para Vacinação**. 2. ed. rev. Brasília, DF: MS, 2024e. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_normas_procedimentos_2edrev.pdf. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de rede de frio do programa nacional e imunização**. 5 ed. Brasília, DF: MS, 2017a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Mudança do clima para profissionais da saúde: Guia de bolso**. Brasília, DF: MS, 2024f. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/54510>. Acesso em: 10 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Ondas de calor**. Brasília, DF: MS, 2025b. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/o/ondas-de-calor/ondas-de-calor>. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Painel da Qualidade do ar**. Brasília, DF: MS, 2025c. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/cnie/painel-da-qualidade-do-ar/painel-da-qualidade-do-ar>. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Painel VigiAR**. Brasília, DF: MS, 2025d. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNmRhODQwNzltN-ThlOS00ZmQ4LWJjZmltZDYxOTNhOTRmYmFhliwidCI6IjIhN-TU0YVWQzLWI1MmltNDg2Mi1hMzZmLTg0ZDg5MWU1YzcuNSJ9>. Acesso em: 3 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos não Transmissíveis no Brasil 2021-2030**. Brasília, DF: MS, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 4, de 28 de Setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre os sistemas e os subsistemas do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF: MS, 2017b. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0004_03_10_2017.html#ANEXO1ANEXOV. Acesso em: 3 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas para Doença de Chagas**: relatório de Recomendação. Brasília, DF: MS, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/doenca-de-chagas/protocolo-clinico-e-diretrizes-terapeuticas-para-doenca-de-chagas_-_relatorio-de-recomendacao.pdf/view. Acesso em: 8 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Rede de Atenção Psicossocial (RAPS)**. Brasília, DF: MS, 2025e. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saes/desmad/raps/raps>. Acesso em: 9 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde de A a Z**: Enchentes. Brasília, DF: MS, 2025f. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/e/enchentes/enchentes>. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde mental dos trabalhadores dos serviços de saúde**: diretrizes para formulação de políticas públicas em Emergências em Saúde Pública. Brasília, DF: MS, 2024g.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secas**. Brasília, DF: MS, 2025g. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/secas/secas>. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Série histórica de acidentes por animais peçonhentos – 2000-2022**. Brasília, DF: MS, 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/animais-peconhentos/publicacoes/serie-historica-de-acidentes-por-animais-peconhentos-2000-2022/view>. Acesso em: 8 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância em Saúde Ambiental na Perspectiva da Agenda 2030**. Brasília, DF: MS, 2023b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Viva**: instrutivo notificação de violência interpessoal e autoprovocada. Brasília, DF: MS, 2016.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. **Brasil Sem Fome**. Brasília, DF: MDS, 2025h. Disponível em: <https://paineis.mds.gov.br/public/extensions/BSF/BSF.html>. Acesso em: 13 maio 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. **Programa de Fortalecimento Emergencial do Atendimento do Cadastro Único no Sistema Único da Assistência Social (PROCAD – SUAS)**. Brasília, DF: MDS, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/servicos/sagi/sagi-em-numeros/programa-de-fortalecimento-emergencial-do-atendimento-do-cadastro-unico-no-sistema-unico-da-assistencia-social-procad-2013-suas>. Acesso em: 13 maio 2025.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 11.936, de 5 de março de 2024**. Dispõe sobre a composição da cesta básica de alimentos no âmbito da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e da Política Nacional de Abastecimento Alimentar. Brasília, DF: Casa Civil, 2024h. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d11936.htm. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRYSON, J. M. *et al.* Seasonality, climate change, and food security during pregnancy among Indigenous and non-Indigenous women in rural Uganda: Implications for maternal-infant health. **PLOS ONE**, v. 16, n. 3, p. e0247198, 24 mar. 2021.

CAMINADE, C. *et al.* Impact of climate change on global malaria distribution. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 9, p. 3286-3291, 4 mar. 2014.

CAMPBELL, T. G.; AL-QURESHI, S. Ophthalmologists and climate change. **Clinical & Experimental Ophthalmology**, v. 50, n. 3, p. 274-279, abr. 2022.

CÂNDIDO DA SILVA, A. M. *et al.* Low birth weight at term and the presence of fine particulate matter and carbon monoxide in the Brazilian Amazon: a population-based retrospective cohort study. **BMC Pregnancy and Childbirth**, v. 14, n. 1, p. 309, dez. 2014.

CARVALHO, M. M. D.; OLIVEIRA, S. S. Aspectos psicossociais em desastres socioambientais de origem geoclimática: uma revisão integrativa da literatura. **Saúde em Debate**, v. 44, p. 334-352, jul. 2020. N. especial.

CASTELLANOS, E. J.; LEMOS, M. F. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. [S. l.]: Cambridge University Press, 2023. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/identifiser/9781009325844/type/book>. Acesso em: 15 ago. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DE DIAGNÓSTICO LABORATORIAL. Laboratorial. **Crise climática desafia cadeia de frio na área da saúde**. [S. l.]: CBDL, 24 set. 2024. Disponível em: <https://cbd.org.br/crise-climatica-desafia-cadeia-de-frio-na-area-da-saude/>. Acesso em: 15 ago. 2025.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. National Center for Immunization and Respiratory Diseases. **Ventilation Can Reduce Exposure to Respiratory Viruses in Indoor Spaces**. [S. l.]: CDC, 15 maio 2025. Disponível em: <https://www.cdc.gov/ncird/whats-new/ventilation-respiratory-viruses.html>. Acesso em: 11 jul. 2025.

ÇELEBI SÖZENER, Z. *et al.* Global warming and implications for epithelial barrier disruption and respiratory and dermatologic allergic diseases. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 152, n. 5, p. 1033-1046, nov. 2023.

CERNA-TUOFF, I. *et al.* The pathways between natural disasters and violence against children: a systematic review. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1, p. 1249, dez. 2021.

CHAPMAN, C. L. *et al.* Both hyperthermia and dehydration during physical work in the heat contribute to the risk of acute kidney injury. **Journal of Applied Physiology**, v. 128, n. 4, p. 715-728, 1 abr. 2020.

CHAUHAN, V.; RAHMAN, S. A Systematic Literature Review of the Impact of Climate Change on Menopause: Altering the Age, Severity of Symptoms and Long-Term Effects. **Open Journal of Obstetrics and Gynecology**, v. 14, n. 7, p. 1018-1026, 2024.

CHERSICH, M. F. *et al.* Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: systematic review and meta-analysis. **BMJ**, m3811, 4 nov. 2020.

CHINAIN, M. *et al.* Ciguatera poisonings: a global review of occurrences and trends. **Harmful Algae**, v. 102, p. 101873, fev. 2021.

CHITRE, S. D. *et al.* The impact of anthropogenic climate change on pediatric viral diseases. **Pediatric Research**, v. 95, n. 2, p. 496-507, jan. 2024.

CHOI, J. Y. *et al.* Ambient air pollution and the risk of neurological diseases in residential areas near multi-purposed industrial complexes of korea: A population-based cohort study. **Environmental Research**, v. 219, p. 115058, fev. 2023.

CISSÉ, G. Food-borne and water-borne diseases under climate change in low- and middle-income countries: Further efforts needed for reducing environmental health exposure risks. **Acta Tropica**, v. 194, p. 181-188, jun. 2019.

CISSÉ, G.; MCLEMAN, R. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. [S. l.]: Cambridge University Press, 2023. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9781009325844/type/book>. Acesso em: 15 ago. 2025.

COELHO, M. S. Z. S.; MASSAD, E. The impact of climate on Leptospirosis in São Paulo, Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v. 56, n. 2, p. 233-241, mar. 2012.

CONTRERAS NIEVES, M. *et al.* Kidney disease hotspots and water balance in a warming world. **Current Opinion in Nephrology & Hypertension**, v. 33, n. 1, p. 122-129, jan. 2024.

CRIPPA, M. *et al.* Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. **Nature Food**, v. 2, n. 3, p. 198-209, 8 mar. 2021.

CUARTAS, J. *et al.* Climate Change, Families, and Human Development: Review of the Evidence. **Journal of Cognition and Development**, p. 1-23, 3 mar. 2025.

CUCINELLA, L.; TIRANINI, L.; NAPPI, R. E. Impact of climate and environmental change on the menopause. **Maturitas**, v. 178, p. 107825, dez. 2023.

DALUGODA, Y. *et al.* Effect of Elevated Ambient Temperature on Maternal, Foetal, and Neonatal Outcomes: A Scoping Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 3, p. 1771, 4 fev. 2022.

D'AMATO, G. *et al.* The effects of climate change on respiratory allergy and asthma induced by pollen and mold allergens. **Allergy**, v. 75, n. 9, p. 2219-2228, set. 2020.

D'AMATO, G.; D'AMATO, M. Climate change, air pollution, pollen allergy and extreme atmospheric events. **Current Opinion in Pediatrics**, v. 35, n. 3, p. 356-361, jun. 2023.

D'AMATO, M. *et al.* The impact of cold on the respiratory tract and its consequences to respiratory health. **Clinical and Translational Allergy**, v. 8, n. 1, p. 20, dez. 2018.

DATTA, A.; KRISHNAMOORTI, R. Understanding the Greenhouse Gas Impact of Deforestation Fires in Indonesia and Brazil in 2019 and 2020. **Frontiers in Climate**, v. 4, p. 799632, 8 fev. 2022.

DAYRIT, J. F. *et al.* Impact of climate change on dermatological conditions related to flooding: update from the International Society of Dermatology Climate Change Committee. **International Journal of Dermatology**, v. 57, n. 8, p. 901–910, ago. 2018.

DE FREITAS ROCHA, A. R. *et al.* Maternal food insecurity increases the risk of low birth weight babies: Systematic review and meta-analysis. **Acta Paediatrica**, p. apa.17327, 19 jun. 2024.

DE LEO, G. A. *et al.* Schistosomiasis and climate change. **BMJ**, p. m4324, 16 nov. 2020.

DE PAULA, L. G. F. *et al.* Seasonal dynamics of *Amblyomma sculptum*: a review. **Parasites & Vectors**, v. 15, n. 1, p. 193, 6 jun. 2022.

DE VITA, A. *et al.* The Impact of Climate Change and Extreme Weather Conditions on Cardiovascular Health and Acute Cardiovascular Diseases. **Journal of Clinical Medicine**, v. 13, n. 3, p. 759, 28 jan. 2024.

DEARING, M. D.; DIZNEY, L. **Ecology of hantavirus in a changing world**. [S. l.: s. n.]: 2010.

DERVIS, S. *et al.* Heat loss responses at rest and during exercise in pregnancy: A scoping review. **Journal of Thermal Biology**, v. 99, p. 103011, jul. 2021.

DIMITROVA, A. *et al.* Uncovering social and environmental factors that increase the burden of climate-sensitive diarrheal infections on children. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 120, n. 3, . e2119409120, 17 jan. 2023.

DONEV, J. M. K. C. **Natural vs anthropogenic climate change – Energy Education**. 2024. Disponível em: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Natural_vs_anthropogenic_climate_change. Acesso em: 2 jul. 2025.

DROBAC BACKOVIĆ, D.; TOKODI, N. Cyanotoxins in food: Exposure assessment and health impact. **Food Research International**, v. 184, p. 114271, maio 2024.

DUAN, Y. *et al.* Effect of changes in season and temperature on cardiovascular mortality associated with nitrogen dioxide air pollution in Shenzhen, China. **Science of The Total Environment**, v. 697, p. 134051, dez. 2019.

EBI, K. L.; HESS, J. J. Health Risks Due To Climate Change: Inequity In Causes And Consequences: Study examines health risks due to climate change. **Health Affairs**, v. 39, n. 12, p. 2056-2062, 1 dez. 2020.

ECHEVARRÍA-LUCAS, L. *et al.* Impact of Climate Change on Eye Diseases and Associated Economical Costs. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 13, p. 7197, 5 jul. 2021.

EIFLING, K. P. *et al.* Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Heat Illness: 2024 Update. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 35, p. 112S-127S, mar. 2024. Suppl. 1.

EISNER, B. H. *et al.* The effects of ambient temperature, humidity and season of year on urine composition in patients with nephrolithiasis. **BJU International**, v. 110, n. 11c, dez. 2012. Disponível em: <https://bjui-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1464-410X.2012.11186.x>. Acesso em: 23 abr. 2025.

ENGBRETSSEN, K. A. *et al.* The effect of environmental humidity and temperature on skin barrier function and dermatitis. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, v. 30, n. 2, p. 223-249, fev. 2016.

ESCOBAR CARÍAS, M. S. *et al.* Flood disasters and health among the urban poor. **Health Economics**, v. 31, n. 9, p. 2072-2089, set. 2022.

ESCOBAR, L. E. *et al.* Declining Prevalence of Disease Vectors Under Climate Change. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 39150, 16 dez. 2016.

ESMAEILI, S. V. *et al.* Impact of Climate Change on Public Health in Iran: A Systematic Review. **Health in Emergencies and Disasters Quarterly**, v. 10, n. 1, p. 3-20, 1 ago. 2024.

ESTRADA-PEÑA, A. Climate, niche, ticks, and models: what they are and how we should interpret them. **Parasitology Research**, v. 103, n. S1, p. 87-95, dez. 2008.

FAN, H. *et al.* Linking ambient air pollution to mental health: evidence based on the two-sample Mendelian randomization and colocalization study. **Translational Psychiatry**, v. 14, n. 1, p. 489, 18 dez. 2024.

FANTE, K. P.; ARMOND, N. B. Ondas de frio e enfermidades respiratórias: análise na perspectiva da vulnerabilidade climática. **Geography Department University of Sao Paulo**, p. 145, 24 out. 2016. N. especial.

FEITOSA, I. **Insegurança alimentar e nutricional nas retomadas guarani e kaiowá**: um estudo em cinco territórios indígenas do Mato Grosso do Sul. Brasília, DF: FIAN Brasil, 2023.

FERNANDES, J. *et al.* Rodent-borne viruses survey in rural settlers from Central Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 114, n. 0, 17 dez. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0074-02762019000100401&lng=en&tlng=en. Acesso em: 8 maio 2025.

FHWA, F. H. A. **Hydraulic Design of Highway Culverts**. 2020. Disponível em: <https://pdhonline.com/courses/h136/FHWA-NHI-01-020.pdf>.

FISHE, J. *et al.* Environmental effects on acute exacerbations of respiratory diseases: A real-world big data study. **Science of The Total Environment**, v. 806, p. 150352, fev. 2022.

FISHER, S. Violence Against Women and Natural Disasters: Findings From Post-Tsunami Sri Lanka. **Violence Against Women**, v. 16, n. 8, p. 902-918, ago. 2010.

FLOSS, M. *et al.* **Curso EAD sobre Saúde Planetária**: módulo 1: saúde planetária e mudanças climáticas. Porto Alegre : TelessaúdeRS-UFRGS, 2024.

FLOSS, M. *et al.* Poluição do ar: uma revisão de escopo para recomendações clínicas para a medicina de família e comunidade. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 17, n. 44, p. 3038, 19 nov. 2022.

FLOSS, M.; BARROS, E. F. Estresse por calor na Atenção Primária à Saúde: uma revisão clínica. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 15, n. 42, p. 1948, 14 fev. 2020.

FLOSS, M.; CABRAL, C. G. T. **Qual o impacto da poluição do ar na saúde e como abordar na APS?** 2023. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/telessauders/perguntas/qual-o-impacto-da-poluicao-do-ar-na-saude-e-como-abordar-na-aps/>. Acesso em: 10 abr. 2025.

FLOSS, M.; SANTIAGO, A. S. S. **O que são doenças relacionadas ao calor e qual o manejo na APS?** 2024. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/telessauders/perguntas/o-que-sao-doencas-relacionadas-ao-calor-e-qual-o-manejo-na-aps/>. Acesso em: 10 abr. 2025.

FONSECA, F. *et al.* Spatial modeling of the schistosomiasis mansoni in Minas Gerais State, Brazil using spatial regression. **Acta Tropica**, v. 133, p. 56-63, maio 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of Food and Agriculture**. [S. l.]: FAO, 1996. Disponível em: <https://www.fao.org/4/w1358e/w1358e00.htm>. Acesso em: 13 maio 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; INTERNATIONAL FUND FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT; UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND; THE WORLD FOOD PROGRAMME; WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The State of Food Security and Nutrition in the World**, 2024. [S. l.]: FAO: IFAD: UNICEF: WFP: WHO, 2024. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd1254en>. Acesso em: 13 maio 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; INTERNATIONAL FUND FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT; UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND; THE WORLD FOOD PROGRAMME; THE WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The State of Food Security and Nutrition in the World** 2020. [S. l.]: FAO: IFAD: UNICEF: WFP: WHO, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9692en>. Acesso em: 13 maio 2025.

FRAM, E. B. *et al.* Geographic location is an important determinant of risk factors for stone disease. **Urolithiasis**, v. 45, n. 5, p. 429-433, out. 2017.

FREIDIN, N.; HAYES, E.; STRUTHERS, S. A. Implications of climate change on acute kidney injury. **Current Opinion in Nephrology & Hypertension**, v. 33, n. 1, p. 83-88, jan. 2024.

FREITAS BARROSO, R. D. *et al.* Climate change increases public health risks from Tityus scorpion stings in Brazil. **Toxicon**, v. 258, p. 108326, abr. 2025.

FREY, A. *et al.* More Than Just a Barrier: The Immune Functions of the Airway Epithelium in Asthma Pathogenesis. **Frontiers in Immunology**, v. 11, p. 761, 28 abr. 2020.

FREY, K.; GUTBERLET, J. **Governança e planejamento ambiental: adaptação e políticas públicas na macrometrópole Paulista**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019. (Série Letra Capital acadêmica).

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA. **Esforços globais de imunização salvaram pelo menos 154 milhões de vidas nos últimos 50 anos**. 2024a. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/esforços-globais-de-imunizacao-salvaram-pelo-menos-154-milhoes-de-vidas>. Acesso em: 14 ago. 2025.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA. **Guia para Respostas a Desastres e Alojamento Emergencial Centrados em Crianças e Adolescentes**. 2024b. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/relatorios/guia-para-respostas-desastres-e-alojamento-emergencial-centrados-em-criancas-e-adolescentes>.

GALAN, D. I.; SCHNEIDER, M. C.; ROESS, A. A. Leptospirosis Risk among Occupational Groups in Brazil, 2010-2015. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 109, n. 2, p. 376-386, 2 ago. 2023.

GARCIA, K. K. S. *et al.* Malaria time series in the extra-Amazon region of Brazil: epidemiological scenario and a two-year prediction model. **Malaria Journal**, v. 21, n. 1, p. 157, dez. 2022.

GARG, P. *et al.* Climatic shifts and vision: understanding the impact of climate change on ocular health. **International journal of health sciences**, v. 8, n. S1, p. 547-552, 19 abr. 2024.

GAUER, R.; MEYERS, B. K. **Heat-Related Illnesses**. [S. l.: s. n.], 2019.

GEA, M. *et al.* Atmospheric endocrine disruptors: A systematic review on oestrogenic and androgenic activity of particulate matter. **Chemosphere**, v. 349, p. 140887, fev. 2024.

GELDSETZER, P. *et al.* Disparities in air pollution attributable mortality in the US population by race/ethnicity and sociodemographic factors. **Nature Medicine**, v. 30, n. 10, p. 2821-2829, out. 2024.

GHAZANI, M. *et al.* Temperature Variability and Gastrointestinal Infections: A Review of Impacts and Future Perspectives. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 4, p. 766, 16 abr. 2018.

GHOSH, A. K. *et al.* Impact of Hurricanes and Associated Extreme Weather Events on Cardiovascular Health: a Scoping Review. **Environmental Health Perspectives**, v. 130, n. 11, 116003, nov. 2022.

GINGOLD, D. B.; STRICKLAND, M. J.; HESS, J. J. Ciguatera Fish Poisoning and Climate Change: Analysis of National Poison Center Data in the United States, 2001-2011. **Environmental Health Perspectives**, v. 122, n. 6, p. 580-586, jun. 2014.

GLIDDEN, C. K. *et al.* Climate and urbanization drive changes in the habitat suitability of *Schistosoma mansoni* competent snails in Brazil. **Nature Communications**, v. 15, n. 1, 4838, 19 jun. 2024.

GOTO, H.; KINOSHITA, M.; OSHIMA, N. Heatstroke-induced acute kidney injury and the innate immune system. **Frontiers in Medicine**, v. 10, 1250457, 8 ago. 2023.

GRANDE, Antonio Jose *et al.* Climate change and mental health of Indigenous peoples living in their territory: a concept mapping study. **Frontiers in Psychiatry**, v. 14, 1237740, 6 nov. 2023.

GRANDE, Antonio José *et al.* Environmental degradation, climate change and health from the perspective of Brazilian Indigenous stakeholders: a qualitative study. **BMJ Open**, v. 14, n. 9, e083624, set. 2024.

GUERRA-DUARTE, C. *et al.* Scorpion envenomation in Brazil: Current scenario and perspectives for containing an increasing health problem. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 17, n. 2, e0011069, 9 fev. 2023.

GÜNGÖRMÜŞ, Z.; ÖZGÜÇ, S. Psychosocial problems observed in older adults after disaster. **Psychogeriatrics**, v. 25, n. 2, e70001, mar. 2025.

GUO, C. *et al.* Multi-pollutant air pollution and renal health in Asian children and adolescents: An 18-year longitudinal study. **Environmental Research**, v. 214, 114144, nov. 2022.

GUTTERMAN, S. **Impact of Climate Change on Cold-related Mortality**. [S. l.: s. n.], 2024.

HACON, S. D. S. *et al.* Mercury Exposure through Fish Consumption in Traditional Communities in the Brazilian Northern Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 15, p. 5269, 22 jul. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/15/5269>. Acesso em: 13 maio 2025.

HADLEY, M. B.; BAUMGARTNER, J.; VEDANTHAN, R. Developing a Clinical Approach to Air Pollution and Cardiovascular Health. **Circulation**, v. 137, n. 7, p. 725-742, 13 fev. 2018.

HAGHIGHI, M. *et al.* Impacts of High Environmental Temperatures on Congenital Anomalies: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 9, p. 4910, 5 maio 2021.

HALES, S. (org.). **Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s**. Geneva: WHO, 2014.

HALMENSCHLAGER, V. *et al.* The Effects of Hydrological Disasters on the Population's Health in the Northeast Region of Brazil. **Health Economics**, v. 34, n. 5, p. 855-868, maio 2025.

HANNAN, F. M. *et al.* Endocrine effects of heat exposure and relevance to climate change. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 20, n. 11, p. 673-684, nov. 2024.

HARTINGER, S. M. *et al.* The 2023 Latin America report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for health-centred climate-resilient development. **The Lancet Regional Health – Americas**, v. 33, 100746, maio 2024.

HASANAT, R. T. *et al.* An IoT based Real-time Data-centric Monitoring System for Vaccine Cold Chain. *In*: 2020 IEEE EAST-WEST DESIGN & TEST SYMPOSIUM, set. 2020. **2020 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)** [...]. Varna, Bulgaria: IEEE, set. 2020. p. 1–5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9225047/>. Acesso em: 14 ago. 2025.

HE, C. *et al.* Flood exposure and pregnancy loss in 33 developing countries. **Nature Communications**, v. 15, n. 1, p. 20, 2 jan. 2024.

HE, W.-Q. *et al.* Extreme Heat Stress and Unplanned Hospital Admissions. **Pediatrics**, v. 155, n. 1, e2024068183, 1 jan. 2025.

HE, Y. *et al.* The impact of cold spells on schizophrenia admissions and the synergistic effect with the air quality index. **Environmental Research**, v. 212, p. 113243, set. 2022.

HEI, H. E. I. **State of Global AIR 2024**. [S. l.: s. n.], 2024. Disponível em: <https://www.stateofglobalair.org/resources/report/state-global-air-report-2024>.

HUANG, M. *et al.* Effects of Ambient Air Pollution on Blood Pressure Among Children and Adolescents: a Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of the American Heart Association**, v. 10, n. 10, e017734, 18 maio 2021.

HUANG, Y. *et al.* Heat and outpatient visits of skin diseases – A multisite analysis in China, 2014–2018. **Heliyon**, v. 8, n. 10, e11203, out. 2022.

HUI-BECKMAN, J. W. *et al.* The impact of temperature on the skin barrier and atopic dermatitis. **Annals of Allergy, Asthma & Immunology**, v. 131, n. 6, p. 713-719, dez. 2023.

HUSSAIN, R. *et al.* Air pollution, glymphatic impairment, and Alzheimer's disease. **Trends in Neurosciences**, v. 46, n. 11, p. 901-911, nov. 2023.

HYRKÄS, H. *et al.* Asthma control and cold weather-related respiratory symptoms. **Respiratory Medicine**, v. 113, p. 1-7, abr. 2016.

HYRKÄS-PALMU, H. *et al.* Subtypes of Asthma and Cold Weather-Related Respiratory Symptoms. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 14, p. 8790, 19 jul. 2022.

IDMC, I. D. M. C. **Internal displacement in a changing climate**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.internal-displacement.org/global-report/grid2021/>. Acesso em: 9 maio 2025.

INSTITUTO BUTANTAN. **Hesitação vacinal é multifatorial e deve ser enfrentada com diálogo e evidências científicas**. 2023. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/hesitacao-vacinal-e-multifatorial-e-deve-ser-enfrentada-com-dialogo-e-evidencias-cientificas>. Acesso em: 14 ago. 2025.

IOM, I. O. for M. **Environmental Migration**. 2025. Disponível em: <https://environmentalmigration.iom.int/environmental-migration>.

IPCC *et al.* **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. Geneva: IPCC, 25 jul. 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 9 abr. 2025.

JACKSON, J. B. C. *et al.* Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. **Science**, v. 293, n. 5530, p. 629-637, 27 jul. 2001.

JANJUA, S. *et al.* Individual-level interventions to reduce personal exposure to outdoor air pollution and their effects on people with long-term respiratory conditions. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2021, n. 8, 9 ago. 2021. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD013441.pub2>. Acesso em: 14 maio 2025.

JIA, Z. *et al.* Are the elderly more vulnerable to psychological impact of natural disaster? A population-based survey of adult survivors of the 2008 Sichuan earthquake. **BMC Public Health**, v. 10, n. 1, p. 172, dez. 2010.

JIANG, X.-Q.; MEI, X.-D.; FENG, D. Air pollution and chronic airway diseases: what should people know and do? **Journal of Thoracic Disease**, v. 8, n. 1, 2016.

JOHNSON, R. J. *et al.* Climate Change and the Kidney. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 74, n. Suppl. 3, p. 38-44, 2019.

JOHNSON, R. J. *et al.* Metabolic and Kidney Diseases in the Setting of Climate Change, Water Shortage, and Survival Factors. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 27, n. 8, p. 2247-2256, ago. 2016.

JOSEY, K. P. *et al.* Air Pollution and Mortality at the Intersection of Race and Social Class. **New England Journal of Medicine**, v. 388, n. 15, p. 1396-1404, 13 abr. 2023.

KARLINER, J. *et al.* **Health care's climate footprint how the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action.** [S. l.]: Health Care Without Harm: Arup, 2019. Disponível em: https://global.noharm.org/sites/default/files/documents-files/5961/HealthCaresClimateFootprint_092319.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

KAYALAR, Ö. *et al.* Impact of particulate air pollution on airway injury and epithelial plasticity; underlying mechanisms. **Frontiers in Immunology**, v. 15, p. 1324552, 8 mar. 2024.

KHRAISHAH, H. *et al.* Climate change and cardiovascular disease: implications for global health. **Nature Reviews Cardiology**, v. 19, n. 12, p. 798-812, dez. 2022.

KHRAISHAH, H. *et al.* Climate Change and Cardiovascular Disease: Who Is Vulnerable? **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 45, n. 1, p. 23-36, jan. 2025.

KIM, M.; KIM, K.; KIM, E. Problems and Implications of Shelter Planning Focusing on Habitability: a Case Study of a Temporary Disaster Shelter after the Pohang Earthquake in South Korea. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 6, p. 2868, 11 mar. 2021.

KLEMPA, B. Hantaviruses and climate change. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 15, n. 6, p. 518-523, jun. 2009.

KRENAK, A. **Ideias para adiar o fim do mundo.** [S. l.]: Companhia das Letras, 2019. Disponível em: <https://www.companhiadasletras.com.br/livro/9788535933581/ideias-para-adiar-o-fim-do-mundo-nova-edicao>. Acesso em: 14 maio 2025.

KUŹMA, Ł. *et al.* Exposure to air pollution and renal function. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 11419, 1 jun. 2021.

LACERDA, L. F. B. *et al.* Apoio psicossocial a povos indígenas em desastres e emergências em saúde pública. **PSI UNISC**, v. 8, n. 3, p. 29-46, 20 dez. 2024.

LAKE, I. R. *et al.* Climate Change and Future Pollen Allergy in Europe. **Environmental Health Perspectives**, v. 125, n. 3, p. 385-391, mar. 2017.

LAO, X. Q. *et al.* Environmental pollution to kidney disease: an updated review of current knowledge and future directions. **Kidney International**, v. 106, n. 2, p. 214-225, ago. 2024.

LEE, B. J. *et al.* Markers of enterocyte damage, microbial translocation, and systemic inflammation following 9 h of heat exposure in young and older adults. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 49, n. 9, p. 1241-1251, 1 set. 2024.

LEE, W. *et al.* Air Pollution and Acute Kidney Injury in the U.S. Medicare Population: a Longitudinal Cohort Study. **Environmental Health Perspectives**, v. 131, n. 4, 047008, abr. 2023.

LEIBLER, J. H. *et al.* Self-reported Animal and Ectoparasite Exposure among Urban Homeless People. **Journal of Health Care for the Poor and Underserved**, v. 29, n. 2, p. 664-675, 2018.

LEICHENKO, R. **Climate change and urban resilience**. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 3, n. 3, p. 164-168, 1 maio 2011.

LEVY, K. *et al.* Untangling the Impacts of Climate Change on Waterborne Diseases: a Systematic Review of Relationships between Diarrheal Diseases and Temperature, Rainfall, Flooding, and Drought. **Environmental Science & Technology**, v. 50, n. 10, p. 4905-4922, 17 maio 2016.

L'HERONDELLE, K. *et al.* Neurological Disturbances of Ciguatera Poisoning: Clinical Features and Pathophysiological Basis. **Cells**, v. 9, n. 10, 2291, 14 out. 2020.

LIAN, P. *et al.* Beyond Heat Stress: Intestinal Integrity Disruption and Mechanism-Based Intervention Strategies. **Nutrients**, v. 12, n. 3, p. 734, 11 mar. 2020.

LIBONATI, R. *et al.* Drought–heatwave nexus in Brazil and related impacts on health and fires: A comprehensive review. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1517, n. 1, p. 44-62, nov. 2022.

- LIU, Q. *et al.* Possible potential spread of *Anopheles stephensi*, the Asian malaria vector. **BMC Infectious Diseases**, v. 24, n. 1, p. 333, 20 mar. 2024.
- LOUIS, S. *et al.* Impacts of Climate Change and Air Pollution on Neurologic Health, Disease, and Practice: **A Scoping Review. Neurology**, v. 100, n. 10, p. 474-483, 7 mar. 2023.
- LUNA-CERÓN, E. *et al.* Molecular Challenges and Opportunities in Climate Change-Induced Kidney Diseases. **Biomolecules**, v. 14, n. 3, p. 251, 21 fev. 2024.
- MAIA, R. M. *et al.* Seroprevalence of Hantavirus among Manual Cane Cutters and Epidemiological Aspects of HPS in Central Brazil. **Viruses**, v. 15, n. 11, p. 2238, 10 nov. 2023.
- MAKAROUN, L. K.; BACHRACH, R. L.; ROSLAND, A.-M. Elder Abuse in the Time of COVID-19—Increased Risks for Older Adults and Their Caregivers. **The American Journal of Geriatric Psychiatry**, v. 28, n. 8, p. 876-880, ago. 2020.
- MALINE, G. E.; GOLDFARB, D. S. **Climate change and kidney stones.** Current Opinion in Nephrology & Hypertension, v. 33, n. 1, p. 89-96, jan. 2024.
- MALTSEVA, N. *et al.* Cold urticaria – What we know and what we do not know. **Allergy**, v. 76, n. 4, p. 1077-1094, abr. 2021.
- MANISALIDIS, I. *et al.* Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. **Frontiers in Public Health**, v. 8, p. 14, 20 fev. 2020.
- MAO, Y. *et al.* Associations between extreme temperature exposure and hypertensive disorders in pregnancy: a systematic review and meta-analysis. **Hypertension in Pregnancy**, v. 42, n. 1, 2288586, 31 dez. 2023.
- MARTI-SOLER, H.; MARQUES-VIDAL, P. Weather and cardiovascular mortality. **Heart**, v. 101, n. 24, p. 1941-1942, 15 dez. 2015.
- MATHUR, M. *et al.* Urban Health Resilience: Strategies for Strengthening Public Health Systems in Response to Urbanization Challenges. **Indian Journal of Community Medicine**, v. 49, p. S159-S163, dez. 2024. Suppl 2.

MCKENNA, Z. J. *et al.* Gastrointestinal permeability and kidney injury risk during hyperthermia in young and older adults. **Experimental Physiology**, v. 110, n. 1, p. 79-92, jan. 2025.

MCKENZIE, J. W. *et al.* Insurance Issues as Secondary Stressors Following Flooding in Rural Australia—A Mixed Methods Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 11, p. 6383, 24 maio 2022.

MELLO, J. H. F.; MUYLEAERT, R. L.; GRELLE, C. E. V. **Hantavirus Expansion Trends in Natural Host Populations in Brazil**. [*S. l.*: s. n], 2024.

MENG, R. *et al.* Does climate change increase the risk of marine toxins? Insights from changing seawater conditions. **Archives of Toxicology**, v. 98, n. 9, p. 2743-2762, set. 2024.

MONTEIRO DOS SANTOS, D. *et al.* Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas. **Plos one**, v. 19, n. 1, e0295766, 24 jan. 2024.

MOON, J. The effect of the heatwave on the morbidity and mortality of diabetes patients; a meta-analysis for the era of the climate crisis. **Environmental Research**, v. 195, 110762, abr. 2021.

MOORE, J. P. *et al.* Ambient air pollution and low birth weight in Brazil: A nationwide study of more than 10 million births between 2001 and 2018. **Chemosphere**, v. 366, 143469, out. 2024.

MORA, C. *et al.* Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change. **Nature Climate Change**, v. 12, n. 9, p. 869-875, set. 2022.

MORGAN, Z. E. M. *et al.* Prenatal exposure to ambient air pollution is associated with neurodevelopmental outcomes at 2 years of age. **Environmental Health**, v. 22, n. 1, p. 11, 24 jan. 2023.

MORIYAMA, M.; HUGENTOBLE, W. J.; IWASAKI, A. Seasonality of Respiratory Viral Infections. **Annual Review of Virology**, v. 7, n. 1, p. 83-101, 29 set. 2020.

MULDER, A. C. *et al.* "Sickenin' in the rain" – increased risk of gastrointestinal and respiratory infections after urban pluvial flooding in a population-based cross-sectional study in the Netherlands. **BMC Infectious Diseases**, v. 19, n. 1, p. 377, dez. 2019.

MUYLAERT, R. *et al.* Spatiotemporal Dynamics of Hantavirus Cardiopulmonary Syndrome Transmission Risk in Brazil. **Viruses**, v. 11, n. 11, 1008, 31 out. 2019.

NABI, M.; TABASSUM, N. Role of Environmental Toxicants on Neurodegenerative Disorders. **Frontiers in Toxicology**, v. 4, 837579, 11 maio 2022.

NEEDLEMAN, R. K.; NEYLAN, I. P.; ERICKSON, T. Potential Environmental and Ecological Effects of Global Climate Change on Venomous Terrestrial Species in the Wilderness. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 29, n. 2, p. 226-238, jun. 2018.

NISHIDA, C.; YATERA, K. The Impact of Ambient Environmental and Occupational Pollution on Respiratory Diseases. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 5, 2788, 27 fev. 2022.

NORDE, M. M. *et al.* Measuring food systems sustainability in heterogenous countries: The Brazilian multidimensional index updated version applicability. **Sustainable Development**, v. 31, n. 1, p. 91-107, 2023.

NÖTHLING, J. *et al.* Change in emotional distress, anxiety, depression and PTSD from pre- to post-flood exposure in women residing in low-income settings in South Africa. **Archives of Women's Mental Health**, v. 27, n. 2, p. 201-218, abr. 2024.

O'BRYAN, J. **A Systematic Review Of Sexual Violence And Hiv In The Post-Disaster Context**: Latin America And The Caribbean. [S. l.: s. n], 2016.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL PARA MIGRAÇÕES. **O tráfico de pessoas no contexto de degradação ambiental no Brasil**. [S. l.]: OIM, 2024.

OKENWA-VINCENT, E. E.; RIEL, N.; PAGANI, L. S. A Systematic Review of Risks Associated with Environmental Change on Refractive and Non-refractive Ocular Health: Special Focus on Africa. **Hygiene and Environmental Health Advances**, p. 100128, maio 2025.

OLADEJI, O. *et al.* Sexual Violence–Related Pregnancy Among Internally Displaced Women in an Internally Displaced Persons Camp in Northeast Nigeria. **Journal of Interpersonal Violence**, v. 36, n. 9-10, p. 4758-4770, maio 2021.

OLATUNJI, G. *et al.* Anopheles stephensi and the impending challenge to malaria eradication in Africa. **New Microbes and New Infections**, v. 58, 101232, abr. 2024.

OLIVEIRA, M. M. *et al.* Eventos críticos na manutenção da conservação de vacinas. **Revista de Enfermagem UFPE on line**, v. 12, n. 6, p. 1781, 2 jun. 2018.

OLIVEIRA-FERREIRA, J. *et al.* Malaria in Brazil: an overview. **Malaria Journal**, v. 9, n. 1, p. 115, dez. 2010.

OLIVERA, M. *et al.* **A dimensão de gênero no Big Push para a Sustentabilidade no Brasil.** [S. l.: s. n], 2021.

OLLOQUEQUI, J. *et al.* From Inhalation to Neurodegeneration: Air Pollution as a Modifiable Risk Factor for Alzheimer’s Disease. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 13, p. 6928, 25 jun. 2024.

OLSON, D. M.; METZ, G. A. S. Climate change is a major stressor causing poor pregnancy outcomes and child development. **F1000Research**, v. 9, p. 1222, 9 out. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Clima, Saneamento e saúde.** [S. l.]: OMS, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/discussion-paper-climate-sanitation-and-health>. Acesso em: 14 ago. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Climate change.** Genebra: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>. Acesso em: 14 ago. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Global status report on drowning prevention 2024**. Genebra: WHO, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/publications/b/74845>. Acesso em: 14 ago. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **World report on violence and health**. Genebra: WHO, 2002.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Resolução da Assembleia Geral A/RES/64/292**. The human right to water and sanitation. [S. l.]: ONU, 2010.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Agenda para as Américas sobre Saúde, Meio Ambiente e Mudança Climática 2021–2030**. Brasília, DF: Opas, 2021. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55385>. Acesso em: 14 ago. 2025.

PACHECO, S. E. *et al.* Climate change and global issues in allergy and immunology. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 148, n. 6, p. 1366-1377, dez. 2021.

PACIÊNCIA, I.; CAVALEIRO RUFO, J.; MOREIRA, A. Environmental inequality: Air pollution and asthma in children. **Pediatric Allergy and Immunology**, v. 33, n. 6, p. 13818, jun. 2022.

PADRÓN-MONEDERO, A. *et al.* Impact of drought on mental and behavioral disorders, contributions of research in a climate change context. A narrative review. **International Journal of Biometeorology**, v. 68, n. 6, p. 1035-1042, jun. 2024.

PAN, Z. *et al.* Impact of Air Pollution on Atopic Dermatitis: A Comprehensive Review. **Clinical Reviews in Allergy & Immunology**, v. 65, n. 2, p. 121-135, 28 fev. 2023.

PARK, J. *et al.* Heat and hospital admission via the emergency department for people with intellectual disability, autism, and mental disorders in South Korea: a nationwide, time-stratified, case-crossover study. **The Lancet Psychiatry**, v. 11, n. 5, p. 359-367, maio 2024.

PATZ, J. A.; OLSON, S. H. Climate change and health: global to local influences on disease risk. **Annals of Tropical Medicine & Parasitology**, v. 100, n. 5-6, p. 535-549, ago. 2006.

PLUNK, E. C.; RICHARDS, S. M. Endocrine-Disrupting Air Pollutants and Their Effects on the Hypothalamus-Pituitary-Gonadal Axis. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 23, p. 9191, 2 dez. 2020.

POERAN, J. *et al.* The Impact of Extremes in Outdoor Temperature and Sunshine Exposure on Birth Weight. **Journal of Environmental Health**, v. 78, n. 6, 2016.

POOLE, J. A. *et al.* Impact of weather and climate change with indoor and outdoor air quality in asthma: A Work Group Report of the AAAAI Environmental Exposure and Respiratory Health Committee. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 143, n. 5, p. 1702-1710, maio 2019.

QIANG, N. *et al.* Associations of long-term exposure to low-level PM2.5 and brain disorders in 260,922 middle-aged and older adults. **Chemosphere**, v. 362, 142703, ago. 2024.

RAFALOSKI, A. R. *et al.* Saúde mental das pessoas em situação de desastre natural sob a ótica dos trabalhadores envolvidos. **Saúde em Debate**, v. 44, n. 2, p. 230-241, jul. 2020. N. especial.

RAI, M. *et al.* Heat-related cardiorespiratory mortality: Effect modification by air pollution across 482 cities from 24 countries. **Environment International**, v. 174, 107825, abr. 2023.

RAMALHO, A. A. *et al.* Food Insecurity during Pregnancy in a Maternal–Infant Cohort in Brazilian Western Amazon. **Nutrients**, v. 12, n. 6, 1578, 28 maio 2020.

RAMOS, R. E. S. *et al.* Sociodemographic aspects, time series and high-risk clusters of malaria in the extra-Amazon region of Brazil: a 22-year study. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 57, e00421-2024, 2024.

REIS, R. B. *et al.* Impact of Environment and Social Gradient on *Leptospira* Infection in Urban Slums. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 2, n. 4, e228, 23 abr. 2008.

REQUIA, W. J. *et al.* Association of high ambient temperature with daily hospitalization for cardiorespiratory diseases in Brazil: A national time-series study between 2008 and 2018. **Environmental Pollution**, v. 331, 121851, ago. 2023.

REQUIA, W. J. *et al.* Health impacts of wildfire-related air pollution in Brazil: a nationwide study of more than 2 million hospital admissions between 2008 and 2018. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, 6555, 12 nov. 2021.

REQUIA, W. J.; KOUTRAKIS, P.; PAPTAEODOROU, S. The association of maternal exposure to ambient temperature with low birth weight in term pregnancies varies by location: In Brazil, positive associations may occur only in the Amazon region. **Environmental Research**, . 214, 113923, nov. 2022.

REQUIA, W. J.; MOORE, J. P.; YANG, J. Air pollution exposure during pregnancy and preterm birth in Brazil. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 285, 117116, out. 2024.

REQUIA, W. J.; PAPTAEODOROU, S. Maternal exposure to ambient temperature and birth defects in Brazil: a nationwide case–control study of over 11 million newborns. **International Journal of Biometeorology**, v. 68, n. 11, 2297-2305, nov. 2024.

RÉSIIÈRE, D. *et al.* Clinical Characteristics of Ciguatera Poisoning in Martinique, French West Indies—A Case Series. **Toxins**, v. 14, n. 8, p. 535, 3 ago. 2022.

RIBEIRO, A. G. *et al.* Incidence and mortality for respiratory cancer and traffic-related air pollution in São Paulo, Brazil. **Environmental Research**, v. 170, p. 243-251, mar. 2019.

RIBEIRO, M. R. *et al.* Amazon Wildfires and Respiratory Health: Impacts during the Forest Fire Season from 2009 to 2019. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 21, n. 6, p. 675, 24 maio 2024.

RITTL, C. *et al.* **Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2022.** 2023. Disponível em: https://oc.eco.br/wp-content/uploads/2023/11/Relatorio-SEEG_gases-estufa_2023FINAL.pdf. Acesso em: 14 ago. 2025.

RIZZOTTO, M. L. F. *et al.* Saúde Única – um conceito ambíguo sob debate. **Saúde em Debate**, v. 48, n. 143, e143ED, out. 2024.

ROMANELLO, M. *et al.* **Relatório 2023 do Lancet Countdown sobre saúde e mudanças climáticas:** o imperativo de uma resposta focada na saúde em um mundo que enfrenta danos irreversíveis. 2023. Disponível em: https://www.thelancet.com/pb-assets/Lancet/Hubs/countdown/translations/PortuguesBR_Lancet_Countdown_2023_Executive_Summary-1700054103900.pdf. Acesso em: 14 ago. 2025.

RONCAL-JIMENEZ, C. A. *et al.* Effects of exogenous desmopressin on a model of heat stress nephropathy in mice. **American Journal of Physiology-Renal Physiology**, v. 312, n. 3, p. F418-F426, 1 mar. 2017.

RUAN, T. *et al.* Association between low ambient temperature during pregnancy and adverse birth outcomes: A systematic review and meta-analysis. **Chinese Medical Journal**, v. 136, n. 19, p. 2307-2315, 5 out. 2023.

RYAN, S. J. *et al.* Global expansion and redistribution of Aedes-borne virus transmission risk with climate change. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 3, e0007213, 28 mar. 2019.

RYAN, S. J. *et al.* Mapping current and future thermal limits to suitability for malaria transmission by the invasive mosquito *Anopheles stephensi*. **Malaria Journal**, v. 22, n. 1, p. 104, 21 mar. 2023.

SALERNO, P. R. V. D. O. *et al.* Excesso de Pressão Arterial Sistólica Associada com Poluição Aérea por Material Particulado Fino Acima da Diretriz da OMS no Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 120, n. 11, e20230347, 7 dez. 2023.

SAMUELS, L. *et al.* Physiological mechanisms of the impact of heat during pregnancy and the clinical implications: review of the evidence from an expert group meeting. **International Journal of Biometeorology**, v. 66, n. 8, p. 1505-1513, ago. 2022.

SARGENT, K. *et al.* Predicting Transmission Suitability of Mosquito-Borne Diseases under Climate Change to Underpin Decision Making. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 20, p. 13656, 21 out. 2022.

SASAI, F. *et al.* Climate change and nephrology. **Nephrology Dialysis Transplantation**, v. 38, n. 1, p. 41-48, 23 jan. 2023.

SATO, Y. *et al.* Increase of core temperature affected the progression of kidney injury by repeated heat stress exposure. **American Journal of Physiology-Renal Physiology**, v. 317, n. 5, p. F1111-F1121, 1 nov. 2019.

SAVE THE CHILDREN INTERNATIONAL. **Born into the Climate Crisis 2: an unprecedented life: protecting children's rights in a changing climate.** 2025. Disponível em: <https://resourcecentre.savethechildren.net/pdf/Born-into-the-Climate-Crisis-2.-An-Unprecedented-Life-Protecting-Childrens-Rights-in-A-Changing-Climate.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2025.

SCHLADER, Z. J. *et al.* The Potential for Renal Injury Elicited by Physical Work in the Heat. **Nutrients**, v. 11, n. 9, p. 2087, 4 set. 2019.

SCHMELTZ, M. T.; GAMBLE, J. L. Risk characterization of hospitalizations for mental illness and/or behavioral disorders with concurrent heat-related illness. **Plos one**, v. 12, n. 10, e0186509, 16 out. 2017.

SCHOLTE, R. G. C. *et al.* Predictive risk mapping of schistosomiasis in Brazil using Bayesian geostatistical models. **Acta Tropica**, v. 132, p. 57-63, abr. 2014.

SEMENZA, J. C. Climate Change and Contagion: The Circuitous Impacts From Infectious Diseases. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 229, n. 4, p. 928-930, 12 abr. 2024.

SETHI, Y. *et al.* Impact of Air Pollution on Neurological and Psychiatric Health. **Archives of Medical Research**, v. 55, n. 7, 103063, nov. 2024.

SEVER, L. *et al.* Management of pediatric dialysis and kidney transplant patients after natural or man-made disasters. **Pediatric Nephrology**, v. 38, n. 2, p. 315-325, fev. 2023a.

SEVER, M. S. *et al.* Disasters and kidney care: pitfalls and solutions. **Nature Reviews Nephrology**, v. 19, n. 10, p. 672-686, out. 2023b.

SEVER, M. S.; SEVER, L.; VANHOLDER, R. Disasters, children and the kidneys. **Pediatric Nephrology**, v. 35, n. 8, p. 1381-1393, ago. 2020.

SHAPIRO, L. L. M.; WHITEHEAD, S. A.; THOMAS, M. B. Quantifying the effects of temperature on mosquito and parasite traits that determine the transmission potential of human malaria. **PLOS Biology**, v. 15, n. 10, e2003489, 16 out. 2017.

SHARPE, I.; DAVISON, C. M. A Scoping Review of Climate Change, Climate-Related Disasters, and Mental Disorders among Children in Low- and Middle-Income Countries. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 5, 2896, 2 mar. 2022.

SHERMAN, J. D. *et al.* Sustainable and Resilient Health Care in the Face of a Changing Climate. **Annual Review of Public Health**, v. 44, n. 1, p. 255-277, 3 abr. 2023.

SILVA, A. I. F. D. *et al.* Community Perceptions on Schistosomiasis in Northeast Brazil. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 103, n. 3, p. 1111-1117, 2 set. 2020.

SILVA, G. A. F. da *et al.* Os desafios do processo logístico da cadeia de frio e a relação com a importação de imunobiológicos para combate à Covid-19. **Revista Gestão e Organizações**, v. 8, n. 1, 2023.

SISODIYA, S. M. *et al.* Climate change and disorders of the nervous system. **The Lancet Neurology**, v. 23, n. 6, p. 636-648, jun. 2024.

SMITH, L. T. *et al.* Drought impacts on children's respiratory health in the Brazilian Amazon. **Scientific Reports**, v. 4, n. 1, p. 3726, 16 jan. 2014.

SOUSA, S. I. V. *et al.* Short-term effects of air pollution on respiratory morbidity at Rio de Janeiro – Part II: Health assessment. **Environment International**, v. 43, p. 1-5, ago. 2012.

SOUSA, O. M. F. *et al.* **Triatomíneos da Bahia**: manual de identificação e orientações para o serviço. Salvador: Oxente, 2020. Disponível em: <https://www.saude.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/Livro-triatom%C3%ADneos-da-Bahia-E-BOOK.pdf>. Acesso em: 16 out. 2025.

SOUZA, T. C. D. *et al.* Tendência temporal e perfil epidemiológico dos acidentes por animais peçonhentos no Brasil, 2007-2019.

Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 31, n. 3, e2022025, 2022.

SPOTLIGHT INITIATIVE. **Colliding crises**: how the climate crisis fuels gender-based violence. [S. l.: s. n.], 2025.

SPRINGMANN, M. *et al.* Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. **The Lancet**, v. 387, n. 10031, p. 1937-1946, maio 2016.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, 1259855, 13 fev. 2015.

SUN, Y. *et al.* Examining the joint effects of heatwaves, air pollution, and green space on the risk of preterm birth in California. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 10, 104099, 1 out. 2020.

SWINBURN, B. A. *et al.* The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. **The Lancet**, v. 393, n. 10173, p. 791-846, fev. 2019.

SYKES, J. E. *et al.* A global one health perspective on leptospirosis in humans and animals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 260, n. 13, p. 1589-1596, 1 out. 2022.

TELES, A. J. *et al.* Socio-geographical factors and vulnerability to leptospirosis in South Brazil. **BMC Public Health**, v. 23, n. 1, p. 1311, 7 jul. 2023.

TESTER, P. A.; LITAKER, R. W.; BERDALET, E. Climate change and harmful benthic microalgae. **Harmful Algae**, v. 91, p. 101655, jan. 2020.

THOMPSON, R. *et al.* Ambient temperature and mental health: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet Planetary Health**, v. 7, n. 7, p. e580-e589, jul. 2023.

TITCOMB, G. *et al.* Infectious disease responses to human climate change adaptations. **Global Change Biology**, v. 30, n. 8, p. e17433, ago. 2024.

TOUBASI, A.; AL-SAYEGH, T. N. Short-term Exposure to Air Pollution and Ischemic Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. **Neurology**, v. 101, n. 19, 7 nov. 2023. Disponível em: <https://www.neurology.org/doi/10.1212/WNL.0000000000207856>. Acesso em: 25 abr. 2025.

TRIEBNER, K. *et al.* Residential surrounding greenspace and age at menopause: A 20-year European study (ECRHS). **Environment International**, v. 132, p. 105088, nov. 2019.

UNITED NATIONS ENTITY FOR GENDER EQUALITY AND THE EMPOWERMENT OF WOMEN. **Women, Feminist Climate Justice: a Framework for Action**. [S. l.]: UN Women, 2023. Disponível em: <https://www.unwomen.org/en/digital-library/publications/2023/11/feminist-climate-justice-a-framework-for-action>. Acesso em: 25 abr. 2025

URETA, C. *et al.* Climate change will have an important impact on scorpion's fauna in its most diverse country, Mexico. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 18, n. 2, p. 116-123, abr. 2020.

VAN DER ZEE, S. C.; FISCHER, P. H.; HOEK, G. Air pollution in perspective: Health risks of air pollution expressed in equivalent numbers of passively smoked cigarettes. **Environmental Research**, v. 148, p. 475-483, jul. 2016.

VASCONCELLOS, A. C. S. D. *et al.* Health Risk Assessment of Mercury Exposure from Fish Consumption in Munduruku Indigenous Communities in the Brazilian Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 15, p. 7940, 27 jul. 2021.

VIDAL, A. C. F.; HORA, A. B. da. Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia. **BNDES Setorial**, n. 33, mar. 2011, p. 261-314, 2011.

VINS, H. *et al.* The Mental Health Outcomes of Drought: a Systematic Review and Causal Process Diagram. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 12, n. 10, p. 13251-13275, 22 out. 2015.

WAISBERG, E. *et al.* Climate change and eye health. **The Pan-American Journal of Ophthalmology**, v. 6, n. 3, maio 2024. Disponível em: https://journals.lww.com/10.4103/pajo.pajo_25_24. Acesso em: 15 maio 2025.

WANG, P. *et al.* Associations between long-term drought and diarrhea among children under five in low- and middle-income countries. **Nature Communications**, v. 13, n. 1, p. 3661, 30 jun. 2022.

WANG, P. *et al.* Floods and Diarrhea Risk in Young Children in Low- and Middle-Income Countries. **Jama Pediatrics**, v. 177, n. 11, p. 1206, 1 nov. 2023.

WANG, Y.-C. *et al.* Gastrointestinal manifestations of critical ill heatstroke patients and their associations with outcomes: a multicentre, retrospective, observational study. **World Journal of Gastroenterology**, v. 30, n. 4, p. 346-366, 28 jan. 2024.

WATTS, N. *et al.* The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come. **The Lancet**, v. 392, n. 10163, p. 2479-2514, dez. 2018.

WATTS, N. *et al.* The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. **The Lancet**, v. 397, n. 10269, p. 129-170, jan. 2021.

WBG, W. B. G. **Climate-Smart Healthcare Low-Carbon and Resilience Strategies for the Health Sector**. 2017. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/322251495434571418/pdf/113572-WP-PUBLIC-FINAL-WBG-Climate-smart-Healthcare-002.pdf>. Acesso em: 15 maio 2025.

WEAVER, E. B.; GAD, L.; ZOTA, A. R. Climate change as a threat multiplier to environmental reproductive justice. **Seminars in Perinatology**, v. 47, n. 8, 151843, dez. 2023.

WEI, Q. *et al.* Association between floods and hospital admissions for schizophrenia in Hefei, China: The lag effects of degrees of floods and time variation. **Science of The Total Environment**, v. 698, p. 134179, jan. 2020.

WEN, B. *et al.* Association between ambient temperature and hospitalization for renal diseases in Brazil during 2000–2015: A nationwide case-crossover study. **The Lancet Regional Health – Americas**, v. 6, 100101, fev. 2022.

WESTERGAARD, N. *et al.* Ambient air pollution and low birth weight – are some women more vulnerable than others? **Environment International**, v. 104, p. 146-154, jul. 2017.

WILKE, R. A. *et al.* Chronic Kidney Disease in Agricultural Communities. **The American Journal of Medicine**, v. 132, n. 10, p. e727-e732, out. 2019.

WINOKUR, O. C. *et al.* Impact of temperature on the extrinsic incubation period of Zika virus in *Aedes aegypti*. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 14, n. 3, e0008047, 18 mar. 2020.

WONG, Y. L. *et al.* Impacts of climate change on ocular health: A scoping review. **The Journal of Climate Change and Health**, v. 15, 100296, jan. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ambient (outdoor) air pollution**. Genebra: WHO, 24 out. 2024a. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). Acesso em: 22 abr. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Climate Change and Human Health: Risks and Responses**. Geneva: WHO, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diarrhoea**. Genebra: WHO, 2024b. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/diarrhoea>. Acesso em: 7 maio 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Manual for Investigating Suspected Outbreaks of Illnesses of Possible Chemical Etiology: Guidance for Investigation and Control**. Geneva: WHO, 2021a.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Operational framework for building climate resilient and low carbon health systems.**

Genebra: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240081888>. Acesso em: 14 maio 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Vector-borne diseases.** Genebra:

WHO, 2024c. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>. Acesso em: 6 maio 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide.** Genebra: WHO, 2021b.

Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for Indoor Air Quality: Household Fuel Combustion.** Geneva: WHO, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for indoor air quality: Household fuel combustion.** Genebra: WHO, 2024d. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241548885>. Acesso em: 14 maio 2025.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Extreme weather.** [S. l.]: WMO, 9 fev. 2023. Disponível em: <https://wmo.int/topics/extreme-weather>. Acesso em: 3 jul. 2025.

WU, Y. *et al.* Temperature variability and asthma hospitalisation in Brazil, 2000–2015: a nationwide case-crossover study. **Thorax**, v. 76, n. 10, p. 962-969, out. 2021.

XU, R. *et al.* The association between heat exposure and hospitalization for undernutrition in Brazil during 2000–2015: A nationwide case-crossover study. **Plos Medicine**, v. 16, n. 10, e1002950, 29 out. 2019.

YAMAOKA-TOJO, M.; TOJO, T. Prevention of Natural Disaster-Induced Cardiovascular Diseases. **Journal of Clinical Medicine**, v. 13, n. 4, 1004, 9 fev. 2024.

YE, T. *et al.* Risk and burden of hospital admissions associated with wildfire-related PM_{2.5} in Brazil, 2000–15: a nationwide time-series study. **The Lancet Planetary Health**, v. 5, n. 9, p. e599-e607, set. 2021.

YIN, P. *et al.* Temperature-related death burden of various neurodegenerative diseases under climate warming: a nationwide modelling study. **Nature Communications**, v. 14, n. 1, 8236, 12 dez. 2023.

YOUNG, S. E.; KHOSHNAW, L. J.; JOHNSON, R. J. Climate and the Nephrologist. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**: CJASN, v. 18, n. 3, p. 411-417, mar. 2023.

YU, P. *et al.* Loss of life expectancy from PM_{2.5} in Brazil: a national study from 2010 to 2018. **Environment International**, v. 166, p. 107350, ago. 2022.

ZHANG, M. *et al.* Maternal Exposure to Ambient Particulate Matter ≤ 2.5 μm During Pregnancy and the Risk for High Blood Pressure in Childhood. **Hypertension**, v. 72, n. 1, p. 194-201, jul. 2018.

ZHANG, Q. *et al.* Cardiovascular effects of traffic-related air pollution: A multi-omics analysis from a randomized, crossover trial. **Journal of Hazardous Materials**, v. 435, 129031, ago. 2022.

ZHANG, S. *et al.* The effect of temperature on cause-specific mental disorders in three subtropical cities: A case-crossover study in China. **Environment International**, v. 143, 105938, out. 2020a.

ZHANG, Yangchang *et al.* Ambient temperature and major structural anomalies: A retrospective study of over 2 million newborns. **Science of The Total Environment**, v. 882, 163613, jul. 2023.

ZHANG, Yiwen *et al.* Wildfire-sourced fine particulate matter and preterm birth risks in Brazil: A nationwide population-based cohort study. **Journal of Hazardous Materials**, v. 480, 136290, dez. 2024.

ZHANG, Yucong *et al.* The impact of ambient temperature on the incidence of urolithiasis: a systematic review and meta-analysis. **Scandinavian Journal of Work, Environment & Health**, v. 46, n. 2, p. 117-126, mar. 2020b.

ZHAO, Q. *et al.* Ambiente heat and hospitalisation for COPD in Brazil: a nationwide case-crossover study. **Thorax**, v. 74, n. 11, p. 1031-1036, nov. 2019.

ZHAO, Q. *et al.* High ambient temperature and risk of hospitalization for gastrointestinal infection in Brazil: A nationwide case-crossover study during 2000–2015. **Science of The Total Environment**, v. 849, p. 157836, nov. 2022.

ZHENG, L. *et al.* Modeling the time-lag effect of sea surface temperatures on ciguatera poisoning in the South Pacific: Implications for surveillance and response. **Toxicon**, v. 182, p. 21-29, jul. 2020.

ZHOU, X. *et al.* Potential mechanisms of ischemic stroke induced by heat exposure. **Science of The Total Environment**, v. 952, p. 175815, nov. 2024.

ZUNDEL, C. G. *et al.* Air pollution, depressive and anxiety disorders, and brain effects: A systematic review. **NeuroToxicology**, v. 93, p. 272-300, dez. 2022.

EQUIPE TÉCNICA

Elaboração:

Guillierme Chervenski Figueira – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Mayara Floss – SBMFC

Isadora Vianna Fernandes – SBMFC

Lucilene Antônio Afonso Bertoldo – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Carla Simone Giroto de Almeida Pina – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Colaboração:

Andreza Silva dos Santos – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Ana Maria de Castro Tavares da Costa – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Cristilene de Oliveira Delfino – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Giulia Bede Bomfim – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Gustavo dos Santos Souza – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Julia Maria Costa Aires da Silva – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Pedro Fernandes de Souza Neto – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Tiago Henrique Monteiro – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Vanessa de Souza Hacon – CGCLIMA/DVSAT/SVSA/MS

Ágata Cristina Lima Dias – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS

Carolina Ventura da Silva – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS

Daniel Valencia Cárdenas – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS

Demetrius Brito Viana – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS

Denise Piccirillo Barbosa da Veiga – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS

Eliane Ignotti – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS

Fábio David Reis – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS

Fernanda Junqueira Salles – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS

Isadora Vianna Fernandes – SBMFC

Julia Placido Moore – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS

Kauara Brito Campos – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS

Mayara Floss – Secretaria Municipal de Saúde de Florianópolis
Mayron Moraes Almeida – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS
Paulo Augusto Marques da Silveira Mello – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS
Ranieri Flávio Viana de Sousa – CGVAM/DVSAT/SVSA/MS
Thayssa Neiva da Fonseca Viter – CGGI/DPNI/SVSA/MS
Sheila Nara Borges da Silva – CGGI/DPNI/SVSA/MS
Leilane Lacerda Anunciação – CGGI/DPNI/SVSA/MS
Sacha Ramalho Machado de Araújo – CGGI/DPNI/SVSA/MS
Glenda Macedo Mota – CGGI/DPNI/SVSA/MS
Karla Calvette Costa – CGGI/DPNI/SVSA/MS
João Gabriel Castelo Branco Alves – CGGI/DPNI/SVSA/MS
Bruno Farias de Carvalho – CGGI/DPNI/SVSA/MS
Eder Gatti Fernandes – DPNI/SVSA/MS
José Lucas Pinho da Fonseca – Demsp/SVSA/MS
Thiago Basílio Mendoza – Demsp/SVSA/MS
Rafaela dos Santos – Demsp/SVSA/MS
Arthur de Almeida Medeiros – CGSPD/Daet/Saes/MS
Ana Priscila da Silva Teixeira – CGSPD/Daet/Saes/MS
Flávia Nogueira e Ferreira de Sousa – CGVATS/Degerts/SGTES/MS
Érica Cristina Silva Bowes – CGVATS/Degerts/SGTES/MS
Luisa Cruz de Melo – CGVATS/Degerts/SGTES/MS
Soraya Oliveira dos Santos – CGGIE/Demas/Seidigi/MS
Aline Martins de Carvalho – Sustentarea USP
Enrique Falceto de Barros – SBMFC
Luísa Teixeira Francisco e Gontijo – SBMFC
Micheline de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho – Monash University
Paulo Hilário Saldiva Nascimento – Fmusp
Ylana Elias Rodrigues – Ensp/Fiocruz

Conte-nos o que pensa sobre esta publicação.

CLIQUE AQUI e responda a pesquisa.

Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde:
bvsms.saude.gov.br



MINISTÉRIO DA
SAÚDE

Governo
Federal