TEMPO, CLIMA, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SAÚDE HUMANA

Cursos
climainfo

TEMPO, CLIMA, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SAÚDE HUMANA

SUMÁRIO

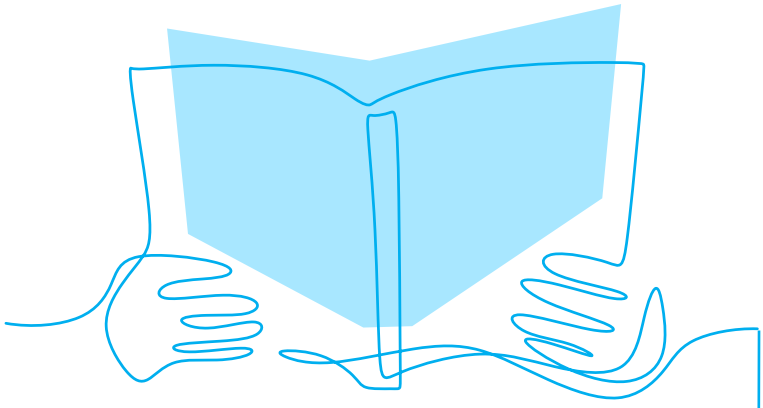
1 Conceitos básicos: tempo, clima, condições atmosféricas que afetam diretamente e indiretamente os seres vivos e as diferentes áreas de estudo

2 Efeito do clima nos seres humanos

3 Sistemas de alerta para Serviços de Saúde

4 Mudanças climáticas e impactos diretos e indiretos na saúde humana: conceitos, fundamentos e evidências atuais

5 Referências



1. Conceitos básicos:

tempo, clima, condições atmosféricas que afetam diretamente e indiretamente os seres vivos e as diferentes áreas de estudo

Todos os seres vivos são afetados pelas condições do clima e do tempo diário: temperatura ambiente, umidade e precipitação. E foi a adaptação às condições climáticas e ambientais que possibilitou a evolução das espécies. No entanto, estes processos ocorreram ao longo de milhares de anos. Atualmente, a grande preocupação relacionada às mudanças climáticas diz respeito não apenas à magnitude das variações, mas também ao fato dessas mudanças ocorrerem muito rapidamente, dificultando e até mesmo podendo inviabilizar a adequada adaptação das espécies, incluindo os seres humanos.

Os conceitos de tempo e clima são diferentes. Embora, muitas vezes, sejam usados como sinônimos ou de forma inadequada, o **tempo atmosférico** refere-se à condição física e complexa da atmosfera atual em um período de algumas horas ou até semanas, enquanto o conceito de **clima** refere-se aos aspectos de longo prazo.

Apesar desta relação ser conhecida há muitos séculos, estudos mais amplos e interdisciplinares sobre a influência no clima nos seres vivos tiveram início no século 20, no âmbito da área da **Meteorologia Aplicada**, conhecida também como **Biometeorologia.**

Biometeorologia:

é uma ciência interdisciplinar que estuda as interações entre os processos atmosféricos e os organismos vivos – plantas, animais e seres humanos. A pergunta mais importante que a biometeorologia visa responder é: como o clima e o tempo diário afetam o bem-estar de todos os seres vivos?"[1]

Atualmente, são variados os temas de estudo que a Biometeorologia ocupa. Além de estudos sobre o impacto do clima na saúde humana, incluem a relação entre produtividade agrícola e clima; os impactos do clima na saúde e bem-estar de animais domésticos; a tolerância de organismos a extremos ambientais e efeitos das mudanças climáticas no ciclo de vida das plantas; entre outros.

O campo voltado ao estudo da influência do clima e do tempo na saúde humana tem sido chamado de **Biometeorologia Humana** e é também uma ciência interdisciplinar, com forte interação entre a Biologia, Medicina e Saúde Pública.

É importante mencionar também o seu enfoque geográfico – o qual utiliza outras denominações para esse campo de relações entre Clima e Saúde, como **Bioclimatologia Humana** e **Geografia Médica**, por exemplo, também como a área de chamada **Geografia da Saúde**.[2]

Segundo Lecha[3], ao estudar como as condições climáticas afetam ou interagem com os seres vivos, incluindo com o ser humano, é necessário analisar influências associadas ao clima, mas não por efeito individual dos diferentes elementos meteorológicos, entretanto, sim, considerando o efeito integral de todo o Complexo Biometeorológico que atua simultaneamente. Assim, a condição complexa, única e irrepetível **do conjunto de elementos físicos que compõem a atmosfera**, para um determinado local e intervalo de tempo cronológico, deve ser utilizada. Esta condição complexa tem sido denominada de Estado de Tempo Diário (ETD).

O Estado do Tempo Diário é a característica predominante das condições meteorológicas em um intervalo de 24 horas. Por exemplo, um dia quente, ensolarado, entre outros. As classificações podem variar, dependendo do objetivo que se quer descrever ou estudar. Do ponto de vista de Saúde Humana, em geral, interessam as variáveis meteorológicas que interferem mais diretamente no balanço de calor do organismo humano ou aquelas relacionadas às mudanças bruscas.

[1] Sociedade Internacional de Biometeorologia, 2022.
[2] Souza e Sant'Anna Neto, 2008; Guimarães, 2016.
[3] Lecha, 2019.

Os primeiros estudos sobre a influência das condições meteorológicas na saúde humana são do início do século 20[4] e se intensificaram a partir de 1960, nos Estados Unidos da América. Embora o efeito das condições climáticas sobre a saúde fosse conhecido desde Hipócrates em seu conhecido tratado *"Os ares, as águas e os lugares"*, no qual recomendava que as pessoas construíssem suas casas em lugares altos e providos de sol e ventos saudáveis, como já explicado, os primeiros estudos sobre a influência do clima no organismo humano são do início do século 20 e se intensificaram a partir de 1960-1970.

Dricoll[5] estudou a relação entre tempo e mortalidade em dez áreas metropolitanas dos EUA (entre os anos de 1962- 1965); Temnikova N.S.[6] estudou a influência da pressão atmosférica sobre as doenças cardiovasculares; e Kalkstein e Davies (1989) publicaram um interessante estudo sobre a influência do tempo na mortalidade, considerando variações regionais e sazonais.

Entre os primeiros estudos sobre o tema, destaca-se o do professor Laurence S. Kalkstein (EUA), que relacionava a mortalidade humana com mudanças no tempo, especialmente durante a ocorrência de ondas de calor[7], e estudos sobre os efeitos de alguns tipos de massas de ar na saúde humana[8], que levaram ao desenvolvimento do primeiro Sistema de Alertas contra Ondas de Calor nos Estados Unidos, que foi aplicado na cidade da Filadélfia[9]. Hoje, existem sistemas de alerta deste tipo em várias cidades dos EUA, Canadá, Coreia do Sul e China, mas funcionam basicamente durante os meses de verão.

[4] Huntington, 1938; Petersen, 1938.
[5] Dricoll, 1971.
[6] Temnikova N.S., 1977.
[7] Kalkstein, 1995.
[8] Kalkstein, 1996.
[9] Kalkstein, Jamason e Greene, 1996.

2. Efeito do clima nos seres humanos

O ser humano é um ser homeotérmico, ou seja, tem a capacidade de manter a sua temperatura corporal interna constante, entre 36,5ºC e 37,5ºC, independente das variações da temperatura do ambiente externo, por meio de um sistema de termorregulação, que representa um importante aspecto da adaptabilidade da espécie. Este trabalho é mantido porque a produção de calor é um subproduto dos processos metabólicos (**termogênese**) ou pela regulação da perda de calor para o ambiente (**termólise**).

Dessa forma, quando o calor do ambiente excede a taxa de dissipação do corpo, a sensação produzida é de calor e o sistema termorregulador trabalha para que ocorra perda de calor (termólise). Nesse caso, é acionado o sistema de resfriamento do corpo, como, por exemplo, o suor.

Assim, a exposição a temperaturas mais elevadas impacta inicialmente o padrão respiratório e aumenta o risco de inflamações, predispondo ao risco de infecções por vírus e bactérias.

Alterações na pressão arterial e no padrão circulatório também podem ser observadas. Nos casos de exposições eventuais e por curtos períodos, o organismo rapidamente se adapta e as alterações se normalizam.

No entanto, no caso de exposição às temperaturas elevadas e por períodos prolongados, podem ocorrer quadros de hipertermia (quando a temperatura do corpo supera 40ºC) e efeitos mais graves como degradação dos tecidos musculares, inchaço das mãos e pés, problemas com a pressão arterial e ritmo cardíaco, insuficiência renal e acúmulo de líquido nos pulmões, por exemplo.

A exposição repetida pode ampliar os processos inflamatórios e outros efeitos adversos à saúde.

Caso a taxa de dissipação exceda o calor do ambiente — sensação de frio —, o sistema termorregulador trabalha para que haja manutenção do calor interno do organismo (termogênese) e, então, é acionado o sistema de produção de calor, como por exemplo, o calafrio.

A redução da temperatura corporal afeta a capacidade de resposta imunológica e deixa o organismo mais suscetível a infecções, em especial às respiratórias. O organismo trabalha para aumentar a produção de calor interno, seja eriçando os pelos para isolar a pele ou constringindo os vasos sanguíneos para evitar a exposição do sangue superficial ao frio e direcionando-o para órgãos mais internos, além do aumento do metabolismo das células. Todos estes processos demandam mais energia. Pessoas com problemas de saúde cardiovasculares, respiratórios ou músculo-esqueléticos[10] podem ter os quadros agravados. Em situações extremas, quando a temperatura do corpo fica abaixo de 35ºC (hipotermia), os sintomas podem progredir para sonolência, confusão, diminuição do ritmo cardíaco, coma e, mesmo, a morte em um tempo relativamente curto.

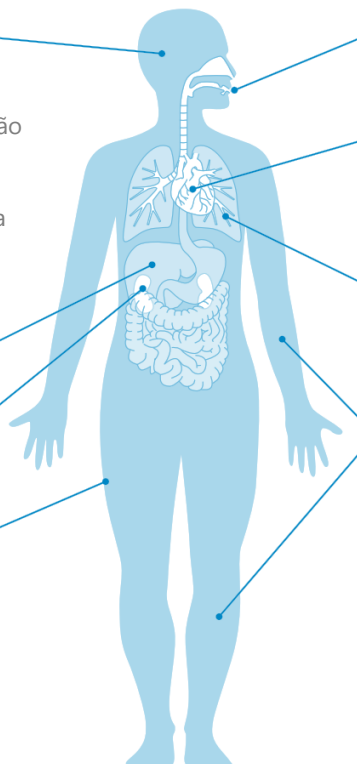
Em ambas as situações, excesso de calor ou frio, a sensação é de desconforto e ações comportamentais são importantes para auxiliar e reduzir os possíveis efeitos negativos ao organismo, como usar roupas mais leves no calor intenso e se agasalhar bem em dias de frio intenso; além de ajustar a alimentação (mais leve no verão e mais calórica no frio) e de procurar abrigos em ambientes protegidos e controlados, entre outros.

No entanto, durante o inverno, a permanência em ambientes fechados com maior número de pessoas pode favorecer a circulação de patógenos e a transmissão de doenças, em especial as doenças respiratórias.

Em geral, para a maioria das pessoas, as respostas fisiológicas internas às mudanças no ambiente ocorrem normalmente, mas, sob certas condições muito individuais, os limiares de assimilação são excedidos e reações de natureza patológica podem ser desencadeadas, em especial quando mudanças muito contrastantes do clima acontecem e/ou quando essas situações, que geram estas reações de estresse, são repetidas constantemente. Essas crises de saúde são chamadas de respostas meteorológicas-patológicas e o efeito inicial produzido pelas condições climáticas tem sido chamado de **efeito meteorotrópico**. A Figura abaixo resume as respostas fisiológicas principais que podem ser induzidas pela exposição ao calor intenso.

[10] O músculo esquelético é o que a maioria das pessoas conhecem como músculo, o tipo que pode ser contraído para mover as várias partes do corpo.

Fonte: *Global Heat Health Information Network*: https://ghhin.org/heat-and-health/



Cabeça
- dor de cabeça
- tontura
- irritabilidade
- perda de coordenação
- confusão
- delírio
- ansiedade
- perda de consciência
- convulsão
- derrame
- coma

Fígado
- doença hepática

Rins
- doença renal
- falência renal

Pele
- alergias cutâneas
- suor excessivo
- brotoejas

Boca
- sede intensa
- boca seca

Coração
- palpitação
- arritmia
- diminuição do fluxo cardíaco
- ataque cardíaco

Pulmões
- aumento de frequência respiratória
- piora de alergia respiratória e asma
- piora da tosse crônica
- doença pulmonar

Braços e Pernas
- câimbra de calor
- espasmo muscular
- fraqueza

Fisiologia Geral e Circunstâncias Únicas

Gerais
- desidratação
- desequilíbrio eletrolítico
- fadiga
- náuseas
- vômito
- queda de pressão arterial
- febre

Grávidas
- déficit nutricional fetal
- parto prematuro
- natimorto

3. Sistemas de alerta para Serviços de Saúde

Alguns países têm investido no desenvolvimento de sistemas de alertas. Cuba iniciou o desenvolvimento do primeiro Sistema de Alertas para Serviços de Saúde (SAAS) em 1996, para previsão biometeorológica, usando como base resultados de estudos de países socialistas do período 1981-1995[11]. Em seguida, o modelo numérico "*PronBiomet*" foi desenvolvido por Estrada (2007) para o serviço de previsões biometeorológicas em diversos países, visando detectar e prevenir os efeitos meteorotrópicos. O modelo "*PronBiomet*" foi baseado nos resultados bem-sucedidos alcançados por Ovcharova (1981), bem como nos acordos adotados pelos especialistas do Grupo de Biometeorologia dos Serviços Meteorológicos dos países socialistas, os quais recomendaram, para estudo dos efeitos do tempo na saúde humana, o uso de índices complexos, como o índice DOA, que se refere à densidade parcial de oxigênio no ar atmosférico.

Este modelo acessa as bases de dados do *Global Forecasting System* (GFS) e utiliza os valores previstos a partir da temperatura do ar a 2 metros acima do solo, da pressão atmosférica reduzida ao nível médio do mar e da umidade na superfície, em tempo real com 180 horas de antecedência (uma semana), que são os parâmetros necessários para fazer os cálculos da variação interdiária do índice DOA. Ou seja, esse índice complexo mostra a variação integrada em 24 horas de pressão atmosférica, temperatura e umidade do ar. Cada um desses elementos exerce uma influência específica na fisiologia humana, mas o índice DOA integra esses três elementos e fornece uma nova visão da atmosfera, muito útil também para as tarefas usuais de previsão geral do tempo[12].

Na Alemanha, as previsões biometeorológicas operacionais são fornecidas desde a década de 90. Hoje, contam com uma ampla gama de produtos que incluem os aplicativos customizados para celulares. Além disso, cientistas da Universidade de Freiburg e do Instituto de Biometeorologia do Serviço Meteorológico Alemão conseguiram métodos muito precisos para calcular o equilíbrio térmico do corpo humano[13], como o Índice Térmico Universal.

Outros índices e sistemas têm sido propostos[14]. Em geral, ter serviços de alerta precoce para a saúde humana com base em sistemas objetivos de previsão biometeorológica é completamente relevante, tanto na região sulamericana quanto em outras partes do mundo. Esses serviços especializados de previsão do tempo são uma ferramenta eficaz para lidar com os efeitos negativos da variabilidade do clima, pois, além de prevenir e mitigar os efeitos climáticos de curto prazo, contribuem para o desenvolvimento de estratégias de prevenção em saúde (adaptação) para enfrentar os efeitos potenciais das alterações climáticas na saúde humana em longo prazo. Sistemas similares também são muito empregados para orientar as atividades agropecuárias.

[11] Lecha e Delgado, 1996.
[12] Lecha, 2018.
[13] Jenditzky, et al., 1990.
[14] Gianaros et al, 2018; Błażejczyk et al, 2021; Di Napoli et al, 2021.

4. Mudanças climáticas e impactos diretos e indiretos na saúde humana:

conceitos, fundamentos e evidências atuais

A segunda metade do século 20 é um período muito marcante na história da humanidade, seja pelo desenvolvimento científico e tecnológico observado, pelos eventos geopolíticos e a instalação da Guerra Fria no período que se seguiu à Segunda Guerra Mundial, seja pelo intenso ritmo de produção industrial e tecnológica e pelas mudanças socioambientais observadas.

Como detalha Leite (2015), foi durante a Segunda Guerra Mundial que a meteorologia sofreu intenso desenvolvimento, com a formação de grandes redes, ampliação do número de meteorologistas formados, intenso desenvolvimento de recursos tecnológicos e investimentos em pesquisas como, por exemplo, os supercomputadores. Assim, a climatologia pôde avançar na compreensão da dinâmica planetária do clima e de seus fundamentos físicos e matemáticos, com a introdução da modelagem atmosférica, monitoramento por satélite, redes de coleta e compartilhamento de dados, entre outros.

Também nesse período, a Organização Meteorológica Mundial (WMO, sigla em inglês) é fundada em 1950 e é integrada ao sistema ONU. Em 1963, a WMO cria o Observatório Mundial do Tempo. Em 1968, cria o Programa Global de Pesquisa Atmosférica, cujo objetivo é estudar a circulação geral da atmosfera. As evidências de um aquecimento global antropogênico foram reforçadas na década de 1960 e 1970. Os debates organizados pela ONU sobre meio ambiente e desenvolvimento; as demandas urgentes relacionadas ao buraco na camada de ozônio sobre a Antártida e a sua relação com as emissões de CFCs; e a ocorrência de fenômenos climáticos extremos, como a onda de calor que afetou os Estados Unidos em 1987 e 1988, além de outras motivações políticas, levaram a WMO a propor a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês) em 1988.

O IPCC é um organismo científico e político, intergovernamental, apoiado pela WMO e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Seu objetivo é produzir relatórios abrangentes das evidências científicas sobre as mudanças climáticas e também dos seus impactos e respostas.

Todos os relatórios estão disponíveis em seu website na internet e seus relatórios se tornaram as referências principais no tema das mudanças climáticas, seja quanto à consolidação do conhecimento científico; à proposição e à análise de cenários futuros; à avaliação dos impactos; e à proposição de subsídios para políticas globais e regionais sobre medidas mitigadoras e de adaptação necessárias.

O segundo relatório de 1996 do IPCC – e, de forma mais enfática a partir do quarto relatório – os especialistas têm se ocupado de reunir as evidências dos estudos científicos sobre as relações entre Clima e Saúde das populações, em particular no âmbito do *Work Group* II, que aborda Impactos Vulnerabilidade e Adaptação. Vale destacar que o trabalho do IPCC tem foco nas mudanças climáticas globais e nas grandes regiões do planeta e que cabe, aos países, o desafio da realização de estudos, investimentos em monitoramento e recursos para o estudo e compreensão dos impactos destas mudanças em âmbito local e, ainda, o estudo das vulnerabilidades e necessidade de adaptações nas suas microrregiões e áreas urbanas.

Simultaneamente, também, a Organização Mundial da Saúde (WHO, sigla em inglês) tem trabalhado na consolidação do conhecimento sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde das populações e publicado relatórios periódicos com sínteses, recomendações e subsídios para políticas públicas, em especial aquelas voltadas à redução das vulnerabilidades e à adaptação[15].

[15] WHO, 1996, McMICHAEL et al., 2003, WHO, 2003.

Para o entendimento dos impactos das mudanças climáticas na saúde das pessoas, o conceito de vulnerabilidade é fundamental para o mapeamento das populações sob maior risco de serem atingidas e, consequentemente, para a tomada de decisão acerca de medidas de adaptação ou proteção da população contra os efeitos deletérios do clima na saúde. Assim, conceitos de adaptação e resiliência também são necessários de serem compreendidos. Esses conceitos principais são:

Mudança climática é uma mudança de longo prazo nas condições climáticas médias de uma região, como sua temperatura típica, chuva e ventos. A mudança climática significa que o conjunto de condições esperadas em muitas regiões mudará nas próximas décadas, também afetando a frequência e a intensidade das condições extremas.

Vulnerabilidade: Não há uma única definição para vulnerabilidade. Na literatura, podem ser encontradas diferentes definições e métodos de avaliação. No entanto, a **vulnerabilidade** está sempre relacionada a propensão ou predisposição de indivíduos, grupos de pessoas ou comunidades, a serem adversamente afetados pelos fatores ambientais e abrange uma variedade de outros conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos e a falta de capacidade para lidar e se adaptar ao evento[16].

Adaptação: é definida, nos sistemas humanos, como o processo de ajuste ao clima real ou esperado e a seus efeitos, a fim de moderar os danos ou de aproveitar oportunidades benéficas. Nos sistemas naturais, a adaptação é o processo de ajuste à realidade do clima e seus efeitos. A intervenção humana pode facilitar os processos de adaptação[17].

Resiliência: definida como a capacidade dos ecossistemas sociais e econômicos de lidar com um evento ou tendência perigosa ou perturbação, respondendo ou reorganizando de forma a manter sua função essencial, identidade e estrutura, bem como a biodiversidade em caso dos ecossistemas, mantendo, ao mesmo tempo, a capacidade de adaptação, a aprendizagem e a transformação.

Resiliência é um atributo positivo quando mantém tal capacidade de adaptação, aprendizagem e/ou transformação[18].

É importante ressaltar que o clima varia naturalmente de ano para ano e de década para década. Isso é causado por processos naturais que ligam a atmosfera, os oceanos e a terra, bem como variações na produção de calor do Sol. Além das mudanças climáticas que são causadas pela variabilidade natural do clima, as mudanças climáticas estão sendo causadas e potencializadas pela atividade humana, que se tornou o principal fator. Entre as causas principais, está a emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera e, entre eles, o principal é o dióxido de carbono, decorrente das atividades humanas associadas a queima de combustível fóssil, a queima de biomassa decorrente dos incêndios florestais e da devastação das florestas para ocupação agrícola; as atividades industriais e de produção de energia (petróleo e carvão) são as principais fontes do aquecimento global.

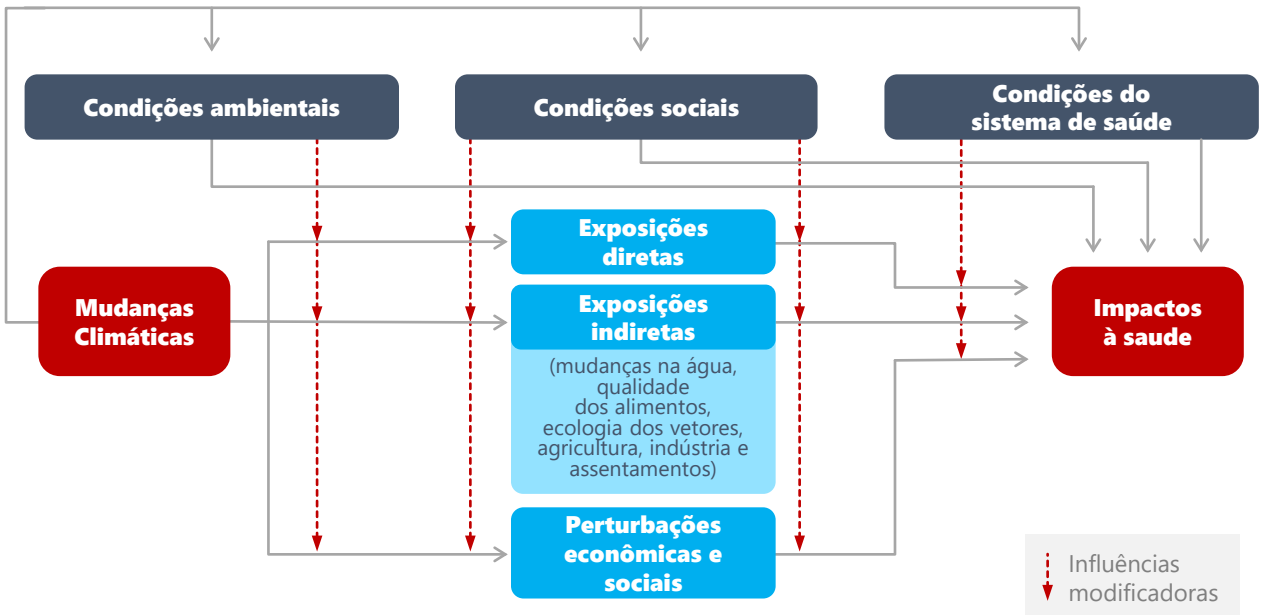
As mudanças climáticas podem ser analisadas em diferentes escalas temporais e espaciais. Mudanças climáticas globais, quando nos referimos às mundanas em escala global, mudanças climáticas regionais ou locais, quando nos referimos a abrangência de regiões: América do Sul, Europa, América do Norte, Ásia, Oceania ou abrangência de país ou intraregional (estados, municípios e microrregiões).

As mudanças climáticas globais, portanto, induzidas e/ou potencializadas pelas atividades humanas, em especial pela emissão de CO_2, irão produzir mudanças importantes nas condições do tempo e do clima em escalas locais e estas alterações terão significativas repercussões na saúde das pessoas.

[16] Adaptada de IPCC, 2022.
[17] Idem.
[18] Idem.

Para melhor compreender o conjunto de efeitos possíveis, o quarto relatório do IPCC[19] foi o primeiro a sistematizar e a propor um modelo mais geral dos caminhos pelos quais a saúde pode ser afetada por fatores climáticos como também, concomitantemente, a influência de ações diretas e condicionante/modificadores do ambiente e dos sistemas social e de saúde, como mostrado na Figura abaixo.

Diagrama esquemático das vias pelas quais as mudanças climáticas afetam a saúde e influências modificadoras dos fatores ambientais, sociais e do sistema de saúde



Fonte: CONFALONIERI et al., 2007.

Assim, de acordo com o modelo, os impactos das mudanças climáticas na saúde, foram classificados em três grupos principais:

Exposições diretas: as exposições diretas referem-se às influências diretas dos fatores físicos do clima sobre a fisiologia e a integridade do corpo humano (ondas de calor ou de frio afetando o sistema circulatório) e de eventos extremos como inundações, secas, tempestades e deslizamentos de terra que podem resultar em efeitos imediatos – mortes, traumas físicos e psicológicos, aumento da incidência de doenças infecciosas, como leptospirose, além de impactos diretos na infraestrutura de serviços de saúde, comprometendo seu funcionamento e a capacidade de resposta das comunidades.

Exposições indiretas: são as alterações ou transformações ambientais induzidas pelas mudanças do clima, afetando determinantes ambientais da saúde humana (por exemplo, queda na produção agrícola e aumento da escassez de alimentos, o que afeta o estado nutricional das pessoas; aumento de população de vetores de agentes infecciosos que aumentam o risco destas doenças; escassez hídrica que comprometendo o acesso à água; entre outros).

Rupturas sociais e econômicas: são efeitos indiretos resultantes de rupturas sociais geralmente determinadas por desastres climáticos (secas prolongadas, causando migrações de refugiados; inundações severas forçando o deslocamento temporário ou permanente das comunidades afetadas etc.).

[19] Confalonieri et al, 2007.

Embora esse relatório tenha reconhecido apenas poucos efeitos diretos à saúde e a maioria deles tenha ocorrido no hemisfério norte, como a mortalidade por ondas de calor ocorrida na Europa em 2003[20], esse modelo contribuiu para ampliar o olhar sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde das populações e chamado a atenção para a necessidade de abordagens mais complexas para além dos impactos diretos e, com isso, estimulou a realização de muitos outros estudos nos anos seguintes, inclusive no Brasil[21].

As exposições diretas estão relacionadas à ocorrência de ondas de calor e ou ondas de frio; às alterações nos padrões meteorológicos locais, como aumento das variações de temperatura e de precipitações ao longo das estações do ano e ocorrência de eventos extremos como inundações, tempestades e secas, os quais resultarão em efeitos imediatos à saúde da população, em especial mortes, doenças, traumas físicos e psicológicos. A magnitude dos efeitos adversos destes eventos depende não apenas da intensidade dos fenômenos climáticos e ambientais, mas também da vulnerabilidade e da capacidade de resposta da população afetada[22].

O aumento da frequência e da intensidade de ondas de calor estão relacionadas ao excesso de mortalidade relacionada. Em agosto de 2003, uma onda de calor na França causou a morte de mais de 14.800 pessoas[23]. Vários outros países da Europa e região também apresentaram excesso de mortalidade, com um total de mortes atingindo cerca de 35 mil em um período de cerca de 20 dias[24]. A magnitude dos efeitos é mais visível a partir da análise das taxas diárias de mortalidade, internações e atendimento em emergências, em especial por doenças respiratórias, renais e cardiovasculares, mais especificamente em idosos.

Muitos eventos de ondas de calor têm sido registrados a partir de 1970, a maioria em países do hemisfério norte, mas também tem sido encontrada em cidades do sul global, mais adaptadas ao calor intenso[25].

As consequências têm sido mais severas em áreas urbanas e variam com idade, condições de saúde da população exposta e também de acordo com tipo de habitação e hábitos individuais.

Populações idosas, moradores de rua, trabalhadores externos (por exemplo, controladores de tráfego e trabalhadores rurais) e populações residentes em habitações precárias, com baixo conforto térmico, são em geral mais afetadas.

Deve ser destacado também o risco de aumento de doenças em trabalhadores como aqueles que trabalham em atividades externas, expostos a ondas de calor e de frio. Há também o aumento do risco de acidentes, uma vez que a exposição a ambientes muito quentes pode aumentar a fadiga física e mental.

O clima tem um impacto direto e severo na ocorrência de doenças infecciosas transmitidas por vetores como mosquitos, carrapatos e insetos. As mudanças do clima interferem no ambiente natural e na distribuição dos vetores de doenças, como, por exemplo, os mosquitos transmissores de malária e dengue. O clima afeta diretamente o ciclo de vida dos vetores, os quais estão intimamente relacionados aos ecossistemas. Assim, fatores climáticos como temperatura, umidade, precipitação e mudanças na cobertura do solo afetam diretamente a ecologia dos vetores e, portanto, o risco de transmissão das doenças associadas a eles. O conhecimento da influência destes fatores climáticos em âmbitos locais, regionais ou nacional são fundamentais para subsidiar ações de prevenção e de mitigação destes impactos.

As doenças transmitidas por vetores já são uma importante causa de adoecimento e mortes no Brasil e no mundo. No Brasil, dengue, zika, chikungunya, malária, doença de Chagas, febre amarela, leishmaniose, além de outras, são doenças transmitidas por vetores de importância em saúde pública. O desmatamento e a ocupação de áreas de florestas naturais favorecem o contato da população com outros patógenos, ainda não conhecidos e adaptados à vida selvagem.

[20] Foillet et al, 2006.
[21] OPAS, 2009; Nobre, 2011.
[22] IPCC, 2007.
[23] O número elevado de mortes se deveu a uma combinação de fatores. Os apartamentos foram construídos para proteção contra o frio (paredes grossas e vidros duplos). Muitos idosos moravam sozinhos nestes apartamentos e, quando a onda de calor bateu, os parentes próximos estavam em viagens de verão. Até então não havia educação/treinamento para desidratação – ocorrendo um número alto de mortes por desidratação ou seus efeitos colaterais. Depois disso, houve campanhas de esclarecimento sobre a desidratação e a assistência social mapeou onde moram idosos solitários. Em caso de onda de calor, existe um contato constante - inclusive visitas, distribuição de água e monitoramento.
[24] Fouillet et al 2006, IPCC, 2007.
[25] McMichael et al 2008.

Aproximadamente 99% de todos os casos de malária no Brasil ocorrem na Amazônia, que é considerada uma região endêmica e inclui estados da região central do Brasil, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Tocantins, que, segundo os modelos do IPCC, estima-se que sejam os mais amplamente afetados pelas mudanças climáticas.

O aumento da frequência de ocorrência e da intensidade dos eventos extremos é outra grande preocupação global relacionada às mudanças climáticas. Entre os eventos de maior preocupação, estão a ocorrência de inundações/cheias, secas, furacões, tornados, tempestades, deslizamentos de terra, entre outros, os quais causam mortes, traumas e doenças com graves impactos socio-econômicos envolvidos direta ou indiretamente. No Brasil, os cenários de mudanças climáticas têm projetado aumentos de intensidade e extensão do semiárido, na região Nordeste e no extremo sul do país; das frequência e intensidade de chuvas intensas e tempestades na região Sudeste; no risco de extremos de chuva e inundações; e, por outro lado, os períodos de estiagem e risco de crises hídricas, ambos os eventos com graves consequências sociais e econômicas, como já tem sido observado nos últimos anos. Sobre os impactos das inundações na saúde da população, uma revisão recente sobre o tema é apresentada por Nardocci e Razzolini (2019).

O Brasil tem enfrentado severas estiagens com consequentes crises hídricas e graves impactos socioeconômicos, os quais deverão ser potencializados pelas mudanças climáticas. Um exemplo foi a crise hídrica enfrentada pela Região Metropolitana de São Paulo, quando a combinação de baixos índices pluviométricos nos verões de 2013-2014 e 2014-2015 com o crescimento da demanda de água, a ausência de planejamento adequado para o gerenciamento dos recursos hídricos e a inexistência de consciência coletiva dos consumidores brasileiros para o uso racional da água gerou a denominada "crise hídrica".[26]

[26] MARENGO et al, 2015.

Sobre desastres, a base de dados EM-DAT do Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (CRED, sigla em inglês) da Organização Mundial da Saúde (WHO, sigla em inglês), sediado na Universidade de Louvain, na Bélgica, consolida dados sobre a ocorrência dos desastres naturais desde o início do século 20, em nível global, e também informações sobre mortes, doenças e pessoas afetadas.

Na América Latina, importante fonte de informações sobre o impacto dos desastres na saúde das populações é a Organização Pan-americana da Saúde (PAHO, sigla em inglês) que também disponibiliza guias e orientações técnicas relacionadas ao tema para governos e serviços de saúde locais. Em nível nacional, o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID consolida os dados da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC.

No Brasil e em países do hemisfério sul, um importante fator de risco à saúde da população é a exposição à radiação ultravioleta que está associada principalmente ao aumento do risco de cataratas, de câncer de pele do tipo melanoma e de outras queimaduras provocadas pelo Sol. Além disso, alguns estudos apontam que a radiação UV pode também afetar o sistema imune e reduzir a eficácia de vacinas. Mas é importante enfatizar que a exposição moderada à radiação UV-B é importante fonte de vitamina D e tem impacto positivo à saúde das pessoas.

De grande relevância também são as exposições e os impactos indiretos das mudanças climáticas. Dentre esses fatores, as seguranças hídrica e alimentar devem ser destacadas. Eventos extremos como secas e inundações induzem a uma cadeia de eventos que levam a consequências desastrosas do ponto de vista socioeconômico e de saúde pública. As secas levam à escassez de água para abastecimento e higiene, à salinização de áreas de agricultura e à perda de produção agropecuária, às quais, entre outras consequências socioeconômicas, afetam a subsistência das populações, ampliando ou agravando cenários de fome, desnutrição e induzindo fluxos migratórios, ao aumento de doenças infecciosas.

Todos esses eventos têm severos impactos sociais, em especial para mulheres, crianças, idosos e populações mais pobres. As chuvas intensas, tempestades e inundações também podem afetar a qualidade de água disponível e a carga de doenças de veiculação hídrica.[27]

A qualidade do ar também pode ser afetada pelas mudanças climáticas e, por consequência, aumentar o risco de doenças e mortes associadas à poluição do ar. O aumento da temperatura associado a baixa precipitação, em especial em áreas urbanas, pode favorecer a produção de ozônio, que é formado por reações fotoquímicas envolvendo óxido de nitrogênio, compostos orgânicos voláteis na presença de luz solar com altas temperaturas. O transporte de poluentes também é afetado pelas condições climáticas, seja oriundo de produção industrial, fontes móveis, seja os produzidos por queima de biomassa, incluindo incêndios florestais naturais ou induzidos por atividades antrópicas, o transporte de poeiras originárias de regiões desérticas na África, Ásia é um exemplo disso.

Doenças alérgicas associadas aos eventos de produção e dispersão de pólen no hemisfério norte também podem ser potencializadas pelas mudanças do clima.

Estudos mais recentes também chamam a atenção para o impacto das mudanças climáticas na saúde mental das pessoas, seja por meio de impactos diretos causados, por exemplo, por ondas de calor, uma vez que a exposição a temperaturas mais elevadas gera fadiga e compromete a capacidade de julgamento e decisões, aumentando o risco de comportamentos agressivos, deficiência cognitiva ou por meio de traumas e estresses pós-traumáticos causados por eventos extremos e disrupturas sociais (Palinkas e Wong, 2020). Alguns estudos também apontam para aumento de casos de depressão e suicídio durante invernos intensos e prolongados[28]. Um resumo de como as mudanças climáticas podem afetar a saúde mental é apresentado na Figura abaixo.

[27] Nardocci e Razzolini, 2019.

[28] Basu, 2021.

Fonte: WHO (2022)

A mudança climática tem alto potencial de induzir ou ampliar as crises humanitárias regionais e globais, além de exacerbar fatores de riscos sociais e ambientais para problemas de saúde mental e psicossociais. É importante mencionar que a saúde mental de populações indígenas, de populações de países de renda baixa e média e, dentre elas, mulheres e crianças, é a mais impactada[29].

Importante considerar também o impacto que as mudanças climáticas podem induzir na infraestrutura de serviços públicos, como hospitais e serviços de saúde, escolas, rede de energia e abastecimento público, gerando elevados custos socioeconômicos, agravando situações de vulnerabilidade já existentes, reduzindo a capacidade de resposta e a resiliência destas comunidades e, muitas vezes, agravando os graves cenários de desigualdades existentes. Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (PAHO), *Pan American Health Organization*, na sigla em inglês, mais da metade dos 16 mil hospitais na América Latina e Caribe estão em áreas de alto risco de desastres.

A infraestrutura[30] crítica inadequada nas megacidades, o grande número de pessoas vivendo em áreas de riscos e em habitações precárias, a infraestrutura também precária de saneamento, alta densidade populacional das áreas urbanas e os cenários de desigualdades já existentes são fatores de vulnerabilidade que amplificam os impactos das mudanças climáticas. Populações mais pobres em todo mundo sofrem com maior carga de doenças e mortes associadas.

Portanto, a abordagem do impacto das mudanças climáticas na sociedade e, em particular, na saúde da população, demanda estudos complexos, informações qualificadas e confiáveis e a existência de sistemas de monitoramento e de coleta de dados ambientais, de saúde e socioeconômicos, a fim de que os cenários possam ser continuamente avaliados à luz dos novos conhecimentos.

A Organização Mundial da Saúde estima que entre 2030 e 2050, as mudanças climáticas serão responsáveis por aproximadamente 250 mil mortes anuais causadas apenas por desnutrição, malária, diarreia e ondas de calor e que os custos diretos com saúde deverão variar de 2 a 4 bilhões de dólares por ano. As regiões mais pobres e com infraestrutura de saúde mais precária – a maioria localizada em países em desenvolvimento – serão as mais afetadas e as que possuem menos condições para se adaptarem e responderem aos impactos.

A redução urgente das emissões de gases de efeito estufa, o uso de energia e produção de alimentos sustentáveis e a implementação de políticas públicas para redução efetiva das vulnerabilidades sociais e que induzem processos de adaptação são medidas fundamentais para a necessária redução dos impactos à saúde das populações.

Um resumo das informações apresentadas pode ser obtido nas figuras a seguir.

[29] WHO, 2022.
[30] Por exemplo, os primeiros meses da pandemia mostraram o que acontece quando um sistema de saúde fica sobrecarregado. E, tempos depois, mostrou como tornar esse mesmo sistema mais resiliente.

MUDANÇA DO CLIMA

VULNERABILIDADE

Fatores de Vulnerabilidade

- Fatores demográficos
- Fatores geográficos
- Fatores biológicos e de saúde
- Condições sociopolíticas
- Fatores socioeconômicos

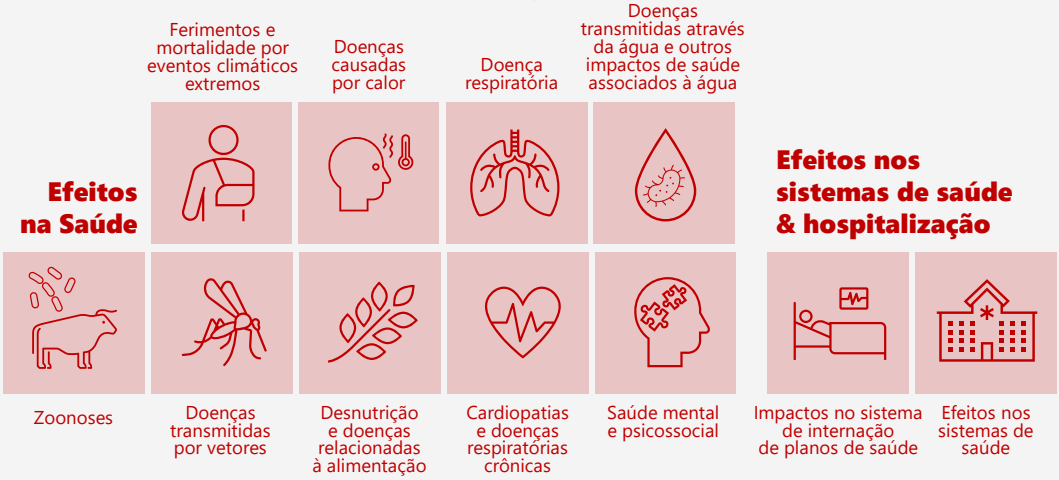
Caminhos de exposição

- Eventos climáticos extremos
- Forte calor
- Qualidade do ar
- Qualidade e quantidade de água
- Segurança e proteção alimentar
- Distribuição de vetores e ecologia

Capacidade e resiliência dos sistemas de saúde

- Liderança e governança
- Sistemas de informação de saúde
- Produtos e tecnologias médicas essenciais
- Entrega de serviços
- Financiamentos

RISCOS DE SAÚDE SENSÍVEIS AO CLIMA



Fonte: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health

Como a mudança climática afeta a saúde humana

Fonte: https://www.paho.org/en/topics/climate-change-and-health

IMPACTOS DIRETOS

FERIMENTOS, DOENÇAS E MORTES EM FUNÇÃO DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Aumento de frequência e intensidade de ondas de calor. Excesso de mortes por calor e de exaustão por calor.

Agravamento de doenças circulatórias, cardiovasculares, respiratórias e renais.

Povos Indígena e Tradicionais também devem ser os mais afetados.

Perda de saúde causada por desastres tais como tempestades, terremotos, tornados e enchentes.

A saúde é influenciada pelo clima e pela temperatura de várias maneiras e, por diferentes razões, é difícil se antever todos os impactos a ela.

IMPACTOS INDIRETOS ATRAVÉS DOS SISTEMAS NATURAIS

DOENÇAS E ALERGIAS DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

Doenças tais como asma e doenças alérgicas do sistema respiratório exacerbadas por aeroalérgenos.

Aumento de morte por razões cardiopulmonares por alto nível de materiais particulados e por níveis atmosféricos com alta toxicidade por ozônio.

DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS E ÁGUA

Projeção de aumento de 8% a 11% em risco de diarreias nos trópicos e subtrópicos até 2039.

Aceleração em crescimento, sobrevivência, persistência e transmissão microbiológica de patógenos.

Alteração de distribuição geográfica e sazonal de cólera, esquistossomose, por exemplo, e crescimento de algas danosas.

DOENÇAS VETORIAIS

O clima mais quente irá aumentar taxas de reprodução, resiliência e distribuição de doenças transmitidas por vetores. No caso da malária, estimativas recentes projetam que o número adicional de pessoas em risco de infecção por transmissão na América do Sul subirá de 25 milhões por ano em 2020 para 50 milhões até 2080.

IMPACTOS INDIRETOS ATRAVÉS DOS SISTEMAS SOCIOECONÔMICOS

INSEGURANÇAS ALIMENTAR E HÍDRICA E DESNUTRIÇÃO

Aumento do risco de desnutrição resultante de diminuição de produção (especialmente nos trópicos) e acesso a alimentos.

Efeitos combinados de desnutrição e doenças infecciosas.

Efeitos crônicos de subdesenvolvimento em crescimento e maturação muscular.

SAÚDE OCUPACIONAL E POPULAÇÕES VULNERÁVEIS

Risco de exaustão por calor, ataque cardíaco e aumento de acidentes do trabalho em trabalhadores ao ar livre e sem a devida proteção. Também são esperadas perda de capacidade de trabalho e redução de produtividade.

Idosos, crianças e pessoas em situação de pobreza, bem como populações indígenas e tradicionais, deverão ser as que mais sofrerão.

MIGRAÇÃO FORÇADA, DOENÇAS MENTAIS E STRESS

Aumento de stress em todos os indivíduos com saúde mental já afetada, criando suficientes níveis de stress nos saudáveis, ocasionando-lhes doenças tais como, depressão severa, aumento de agressividade e complexas psicopatologias; sensação de perda.

5. Referências

BASU, R. (2021). *California and Climate Changes: An Update*. In: Pinkerton, K.E., Rom, W.N. (eds) *Climate Change and Global Public Health. Respiratory Medicine*. Humana, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54746-2_11

BLAZEJCZYK, K., Błażejczyk, A. (2021). *Mapping the Universal Thermal Climate Index (In Different Scales)*. In: Krüger, E.L. (eds) *Applications of the Universal Thermal Climate Index UTCI in Biometeorology. Biometeorology*, vol 4. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76716-7_8

CONFALONIERI, U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue, R.S. Kovats, B. Revich and A. Woodward, 2007: *Human health. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 391-431.

DI NAPOLI, C. *et al.* (2021). *The Universal Thermal Climate Index as an Operational Forecasting Tool of Human Biometeorological Conditions in Europe*. In: Krüger, E.L. (eds) *Applications of the Universal Thermal Climate Index UTCI in Biometeorology. Biometeorology*, vol 4. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76716-7_10

DRISCOLL,DM. *The relationship between weather and mortality in ten major metropolitan areas in the United States, 1962-1965*. Int J Biometeorol. 1971 Mar;15(1):23-39. doi: 10.1007/BF01804716. PMID: 5088561.

FOUILLET, A., Rey, G., Laurent, F. *et al. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. Int Arch Occup Environ Health* **80,** 16–24 (2006). https://doi.org/10.1007/s00420-006-0089-4

GIANNAROS, T.M., Lagouvardos, K., Kotroni, V. *et al. Operational forecasting of human-biometeorological conditions. Int J Biometeorol* **62,** 1339–1343 (2018). https://doi.org/10.1007/s00484-018-1525-3

GUIMARÃES,RB. Geografia e saúde coletiva no Brasil. Saude soc. 25 (4) Oct-Dec 2016. https://doi.org/10.1590/S0104-12902016167769.

HUNTINGTON, E. (1930). *Weather and health: a study of daily mortality in New York City* (No. 75). National research council of the National academy of sciences. Huntington, E., 1938: *Season of Birth*, Wiley, New York.

IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

JENDRITZKY, G (1987) *Human biometeorological forecast procedures of the German weather service*. In: Proceedings of the WMO-WHOUNEP *Symposium on Climate and Human Health in Leningrad* Vol 1: 185–196.

KALKSTEIN, L.S. y Davis R.E. (1989): *Weather and human mortality: an evaluation of demographic and interregional responses in the United States. Annals of the Association of American Geographers*, 79, 1; 44-64.Kalkstein, 1995.

KALKSTEIN LS (1996) *A new spatial synoptic classification: application to air mass analysis*. Int J Climatol 16(8):1–22

KALKSTEIN LS, Jamason PF, Greene JS (1996) *The Philadelphia hot weather-health watch/warning system: development and application*. Bull Amer Met Soc 77(7):56–64

KALKSTEIN Laurence S. "*Lessons from a very hot summer.*" *The Lancet* 346.8979 (1995): 857-859.

LAWRENCE, A Palinkas, Marleen Wong, *Global climate change and mental health, Current Opinion in Psychology*, Volume 32, 2020, Pages 12-16.https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.06.023
LECHA, Estela, L.B. *Biometeorological forecasts for health surveillance and prevention of meteor-tropic effects*. Int J Biometeorol **62,** 741–771 (2018). https://doi.org/10.1007/s00484-017-1405-2

LECHA, L.B.E. *Pronósticos biometeorológicos*. Havana (Cuba). CITMATEL, 2019.

LECHA, L., and T. Delgado. "*On a regional health watch and warning system.*" *proceedings of the 14th Int. congress of biometeorology, Ljubljana, Slovenia*. Vol. 2. No. 3. 1996.

LEITE, J.C. (2015), Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico Sci. stud. 13 (3) July-Sep 2015 https://doi.org/10.1590/S1678-31662015000300008.

MARENGO, J. A., Nobre, C. . A., Seluchi, M. E., Cuartas, A., Alves, L. M., Mendiondo, E. M., Obregón, G., & Sampaio, G. (2015). A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo.*Revista USP*, (106), 31-44. https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p31-44

MCMICHAEL, AJ. Et al. *Climate change and human health RISKS AND RESPONSES. World Health Organization:* Geneva, 2003.

MCMICHAEL, A.J.; Wilkinson,P.; Kovats, R.S.; Pattenden, S.; Hajat, S.; et al. *International study of temperature, heat and urban mortality: the 'ISOTHURM' project. International Journal of Epidemiology*.v.37.2008.p.1121-1131

NARDOCCI, AC, Razzolini MTP Impactos das inundações na saúde da população de áreas urbana. In. Riscos e desastres: caminhos para o desenvolvimento sustentável / organizado por Hugo Tsugunobu Yoshida Yoshizaki, Carlos Augusto Morales Rodriguez, Larissa Ciccotti – São Carlos: RiMa Editora, 2019.

NOBRE, CA, Young AF. Vulnerabilidade das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. Relatório Final. INPE/NEPO-UNICAMP. 2011.

[OPAS] Organização Pan-Americana da Saude Mudança Climática e Saúde: um perfil do Brasil / Organização Pan-Americana da Saude; Ministério da Saúde – Brasília, Organização Pan-Americana da Saúde, 2009.

OVCHAROOVA, V.F. (1981): *Cálculo del contenido de oxígeno en el aire sobre la base de parámetros meteorológicos (presión, temperatura y humedad) para el pronóstico de los efectos de las condiciones de hipoxia [en ruso]. Prob. Climatoterapia, fisioterapia y rehabilitación*, 2; 29-34.Lecha, 2018.

PETERSEN, W. F. "*The Patient and the Weather, 4 vols.*"*Ann Arbor: Edwards Bros* (1938).

Sociedade Internacional de Biometeorologia. Disponível em: https://uwm.edu/biometeorology/, acessado em 12 de maio de 2022.

SOUZA, CG. Sant'Anna Neto JL. Geografia da saúde e climatologia médica: ensaios sobre a relação clima e vulnerabilidade. Hygeia 3(6):116-126, Jun/2008.

Temnikova N.S. (1977): *Influencia de la presión atmosférica sobre las enfermidades cardiovasculares [en ruso]*. Ed. Hidromet., Leningrado; 54 pp.

WHO, 1996. WHO, 2003. [WHO] *World Health Organization. Mental health and Climate Change: Policy Brief.* Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health

Saiba mais

1. Portais:

Pan American Health Organization: https://www.paho.org/en/topics/climate-change-and-health

World Health Organization: https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1

The Intergovernmental Panel on Climate Change: https://www.ipcc.ch/

Global Heat Health Information Network: https://ghhin.org/heat-and-health

The Lancet Planetary Health: https://www.thelancet.com/journals/lanplh/home

2. Documentos:

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGII_FactSheet_CentralSouthAmerica.pdf

Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar / Carlos A. Nobre e José A. Marengo (orgs). - - São José dos Campos, SP: INCT, 2017. ISBN 978-85-7917-463-6.

WHO. CLIMATE CHANGE AND HEALTH VULNERABILITY AND ADAPTATION ASSESSMENT. World Health Organization, 2021.

file:///Dhttps://www.who.int/publications/i/item/9789240036383529420/Downloads/9789240036383-eng.pdf

WHO. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s.World Health Organization: Geneva, 2014.

Expediente

Autora: Adelaide C. Nardocci

Edição: Tatiane Matheus

Revisão: Maria Luiza M.Stiepcich

Revisão técnica: Shigueo Watanabe

Diagramação e infográficos: Guilherme Boschi

Gerência administrativa-financeira: Renata Rodriguez

Direção-executiva: Délcio Rodrigues

Realização: Instituto ClimaInfo

Apoio: Programa SPIPA (*Strategic Partnerships for the Implementation of the Paris Agreement*) através do Instrumento de Parceria da União Europeia e do Ministério Federal Alemão para o Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear (BMU), no contexto da Iniciativa Climática Internacional (IKI).

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety of the Federal Republic of Germany

climainfo.org.br