

INTERAÇÕES ENTRE O CLIMA, O TEMPO E A SAÚDE HUMANA

Denise Maria Sette¹ e Helena Ribeiro²

Resumo

O artigo analisa as interações entre o clima, o tempo e a saúde de seres humanos e seu interesse no quadro das mudanças climáticas globais. Mostra a diferença entre os conceitos de clima e tempo, ressaltando a importância de uma visão de totalidade através do holorritmo, ou totalidade dos ritmos (físico, biológico e social). Em seguida, discorre-se sobre a relação entre a saúde ambiental e estudos do clima, com enfoque na geografia médica e na biometeorologia. Apresenta alguns efeitos diretos e indiretos na saúde humana pela ação dos atributos climáticos, exemplificando-se com estudos realizados no Brasil. Por fim, são discutidos os conceitos de riscos à saúde e de vulnerabilidade face às mudanças climáticas induzidas pelos homens em escalas local e global.

Palavras-chave: Clima, vulnerabilidade, mudanças climáticas, saúde humana

INTERACTIONS BETWEEN THE CLIMATE, WEATHER AND THE HUMAN HEALTH

Abstract

The paper analyzes the interactions between climate, weather and health of human beings and their interest in the context of global climate change. Shows difference between the concepts of weather and climate, pointing out the importance of a vision of wholeness (totality) through the holorritmo concept, or the composition of all rhythms (physical, biological and social). Then, discuss about the relationship between environmental health and climate studies, basing on medical geography and biometeorology. Presents some direct and indirect effects on human health by the action of climatic attributes, exemplifying with case studies in Brazil. Finally, we discuss the concepts of health risks and vulnerability to climate change induced by men on local and global scales.

Key words: Climate, vulnerability, climate change, health of human

1 Geógrafa, Doutora em Geografia Física com Pós-Doutorado em Saúde Pública na USP. Professora Doutora da Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis. settedm@ufmt.br

2 Geógrafa, Doutora em Geografia Física e Livre-docente em Saúde Pública. Professora titular do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP. lena@usp.br

Introdução

O presente artigo analisa as interações entre o clima, o tempo e a saúde de seres humanos e seu interesse no quadro das mudanças climáticas globais.

“O(s) clima(s) é (são) uma composição da totalidade dos ritmos dos estados da atmosfera sobre um lugar na superfície da Terra, para uma determinada relação espaço-tempo” (TARIFA, 2001).

Para TARIFA E ARMANI (2001), “a realidade climática ‘natural’ em diferentes níveis de hierarquia (local, meso e topo climático) guarda estreita relação com as várias superposições temporais: anuais, sazonais, diárias (dia e noite)”, pois existem momentos ou durações em que os fenômenos e ritmos urbanos se impõem, mas existem outros, em que os ritmos da circulação atmosférica são dominantes. Neste sentido, a natureza do espaço (que inclui a forma e os conteúdos) torna-se uma categoria fundamental para ser analisada.

As diferenças sociais estão contidas nos espaços, onde as variações do tempo meteorológicos são sempre mais sentidas pelos seres humanos que vivem nas áreas vulneráveis e riscos.

Clima e tempo

Os estudos referentes ao clima evoluíram juntamente com o conjunto de ciências, e foram incorporando a visão de mundo de acordo com o momento histórico e a cultura de cada lugar, assim como se utilizando dos instrumentos disponíveis a cada época. “... No desenvolvimento histórico, a idéia de clima é inseparável das preocupações biológicas. Os primeiros registradores não foram instrumentos de medida, mas sim registradores naturais, em particular a sensibilidade do homem”... (SORRE, 1934).

A climatologia é uma área de estudo interdisciplinar. Entretanto, a climatologia geográfica considera o clima pelo que representa no conjunto de relações natureza e sociedade. Ou seja, o importante é a interação da atmosfera com a litosfera, a hidrosfera e a biosfera no espaço social. A dinâmica dos atributos climáticos se dá por meio de vários ritmos, inter-relacionados, que irão repercutir e interagir nas atividades humanas e no ambiente. Também os ritmos internos dos corpos estão indissolúvelmente ligados a determinadas condições limítrofes de gravidade, temperatura, luz, umidade e oxigênio, evoluídas e produzidas em tempos e ciclos longos e relativamente dentro de certos padrões de regularidade ou variações temporais que permitem adaptações às mudanças (TARIFA, 2002).

O conceito clássico de HANN (1882), da escola alemã de climatologia, define o clima como “o estado médio da atmosfera em um determinado lugar”. Trata-se de método estatístico-analítico separatista, no qual os elementos do clima são trabalhados de forma isolada. Sorre (1934) enfatizara no livro *Traité de Climatologie Biologique et Médicale*, as insuficiências da definição de clima de Hann:

“A definição clássica e suas insuficiências... Ora, o ritmo é um dos elementos essenciais do clima. As descrições de Hann escapam frequentemente a esses inconvenientes”. ... A que nós proporemos deverá levar em conta o fator tempo (duração). Não é perfeita, sem dúvida. Contudo, corresponde melhor às nossas concepções”.

SORRE (1951) critica a exagerada importância dada à noção de temperatura média, e propõe “substituí-la por uma fórmula mais diretamente utilizável pelos biólogos: o clima, num determinado local, é a série dos estados da atmosfera, em sua sucessão habitual. E o tempo nada mais é que cada um desses estados isoladamente. Essa definição conserva o caráter sintético da noção de clima, enfatiza seu aspecto global, ao mesmo tempo, evidencia o seu caráter dinâmico, introduzindo as ideias de variações e de combinação de propriedades a que chamamos de elementos do clima... queremos apenas insistir sobre os aspectos biológicos do assunto”. Para enfatizar o caráter conceitual de sua proposta, acrescentou cinco regras de influência à saúde:

- 1) “Os valores numéricos que devem ser guardados para as escalas são os valores críticos para as principais funções orgânicas”;
- 2) “Uma definição climatológica deve abranger a totalidade dos elementos do clima suscetíveis de agir sobre o organismo”;
- 3) “Os elementos climáticos devem ser considerados em suas interações”;
- 4) “Qualquer classificação climática deve acompanhar de perto a realidade viva”;
- 5) “O fator tempo (duração) é essencial na definição dos climas”.

O conceito de clima, proposto por Sorre, juntamente com as regras que o acompanham, o interpretam como uma síntese dos estados atmosféricos, a partir da totalidade (tipos de tempo), e de suas interações com os vários ritmos. Destacam as anomalias, consideradas críticas para as funções biológicas e a necessidade de se apreender a realidade viva.

Conforme Monteiro (1971), “é a sequência que conduz ao ritmo, e o ritmo é a essência da análise dinâmica”. A metodologia da análise rítmica proposta pelo referido autor, procura explicar a gênese das variações diárias e até horárias dos elementos climáticos associados à circulação atmosférica regional de um determinado espaço geográfico. Sette (2000) acrescentou, nesta postura metodológica, a noção de holorrítmo, que contempla a totalidade dos ritmos (físico, biológico e social), a energia global que conduz a sequência. O ritmo nos diversos sentidos é movimento, mas, em se tratando de clima, se traduz como dinâmica climática, que se repete a intervalos regulares (estações do ano) ou não, numa sucessão de eventos habituais ou anômalos (disritmias), no conjunto fluente (atmosfera) e sua interação com as outras esferas (biosfera, hidrosfera, antroposfera) - holorrítmo. O conjunto de atributos e controles climáticos caracteriza o clima de cada lugar, marca o ritmo e compõe a paisagem (SETTE, 2000).

Tarifa (2002) usa a ritmanálise, definida como “teoria e método de entender as polirritmias dos corpos e dos espaços”. Os ritmos em sua unicidade ou multiplicidade são repetitivos, quase iguais, porém diferentes. Esta mesma dialética atinge a profundidade do ritmo dos corpos (interior-exterior) ou das relações entre o espaço e o tempo. Em uma pessoa sã, os ritmos são sincrônicos, tais como o respiratório, o circulatório e o cardíaco.

O tempo meteorológico é uma condição complexa e mutável da atmosfera em escala temporal de minutos a até no máximo 15 dias, trata-se do tempo atual ou tempo a ser previsto pelos meteorologistas. Os tipos de tempos têm sua sequência, na qual a repetição da ausência ou da presença de um fenômeno atmosférico conduz às situações de riscos (seca, estiagem, chuvas, enchentes, vendavais, geada).

Já o clima urbano depende do porte da cidade (megalópole, metrópole, grande, médio ou pequeno), bem como da sua posição no relevo e da compartimentação intra-urbana. Considerando-se tais elementos, têm-se as seguintes escalas utilizadas nos estudos de clima urbano: regional, local, meso e topo-clima (MONTEIRO, 1976 e OKE, 1978). Quando se desdobram as unidades de grandeza em unidades menores, o número de variáveis que intervêm no processo torna-se significativamente maior. Acontece uma superposição, ou melhor, uma interação entre controles e atributos estruturais de uma determinada ordem de grandeza (ex. nível global), com os outros novos elementos e ordem de grandeza imediatamente inferior e assim sucessivamente até as menores unidades possíveis junto ao solo. Da mesma forma, à medida que se reduzem as dimensões de espaço, a velocidade das mudanças temporais também se altera, exigindo um ajuste da unidade de tempo adequada para captar as mudanças que fluem em ritmos diferenciados para cada unidade de grandeza.

Saúde Ambiental e Clima

O estudo dos climas (fato natural), do clima urbano (fato social) e da saúde (fato biológico) necessita de fundamentos de uma visão ampla e complexa. O saber ambiental excede as “ciências ambientais” para abrir-se ao terreno dos valores éticos, dos conhecimentos práticos e dos saberes tradicionais. O saber ambiental, fundamentado no pensamento complexo, integra fenômenos naturais e sociais e articula processos materiais que conservam sua especificidade ontológica e epistemológica, irreduzível a um metaprocessos e a um logos unificador (LEFF, 2001). Para Leff (2001), o saber ambiental se constrói através de processos políticos, culturais e sociais, para transformar as relações sociedade-natureza. O objeto das “ciências ambientais” não surge da recomposição interdisciplinar dos campos atuais do conhecimento, nem da ecologização das ciências sociais. É um processo teórico que se dá através de movimentos sociais e mudanças institucionais que incidem na concretização do conceito de ambiente.

A Agenda 21 situa o ser humano no centro de seus objetivos. O primeiro princípio da Declaração do Rio proclama que: “Os seres humanos constituem o centro das preocupações relacionadas com o desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável e produtiva em harmonia com a natureza”. Como consequência da Reunião de Cúpula do Rio, a Organização Mundial da Saúde elaborou uma Estratégia Mundial de Saúde e Meio Ambiente, na qual destaca os amplos vínculos existentes entre a saúde e o meio ambiente no contexto do desenvolvimento sustentável.

A visão da saúde ambiental mostra a necessidade de se estudar as causas sociais da doença, como também de se abandonar concepções ecologistas reducionistas. Portanto, a saúde ambiental abre um campo mais amplo à saúde pública para atender as condições das maiorias empobrecidas, mas também as novas doenças de gêneses ambientais (LEFF, 2001, pg 312). O próprio conceito de saúde é ampliado quando relacionado com a temática ambiental e quando integrado com a saúde dos ecossistemas.

Problemas de saúde e ambiente precisam ser compreendidos de forma a incorporar a pluralidade de dimensões e perspectivas que caracterizam sua complexidade. A análise dos diferentes fenômenos envolvidos pode ser realizada por várias disciplinas e abordagens que produzem recortes particulares da realidade

analisada. Contudo, abordagens técnicas restritas, mono ou multidisciplinares, são ineficientes para analisar e enfrentar problemas complexos que envolvam múltiplas dimensões e relações entre dinâmicas globais e locais. A complexidade dependerá das escalas espaciais e temporais envolvidas, das incertezas associadas aos problemas ambientais, e das dinâmicas sociais que articulam os interesses e processos decisórios em torno dos problemas (FREITAS e PORTO 2006 p. 27 e 28)

Os estudos de clima e saúde fazem parte da Geografia Médica, que tem suas origens em estudos de Hipócrates, juntamente com a história da medicina, e com a publicação da importante e famosa obra “Dos ares, das águas e dos lugares” em 480 a.C. Para Hipócrates, o médico deveria investigar a origem das enfermidades no ambiente de vida do homem (LACAZ, 1972). Desde então, a relação dos fatores ambientais com o aparecimento de doenças estava posta.

Assim, os efeitos do tempo e do clima sobre a vida humana, animais e plantas são reconhecidos desde a Antiguidade, mas os estudos sistemáticos se desenvolveram no início do século XX. As investigações foram direcionadas para o estudo e classificação dos estados do tempo diário e seu impacto sobre atividades humanas, a exemplo a produção de trigo, nas regiões centrais da antiga União Soviética (Fedorov, 1925 apud LECHA, 2009), Entre 1934 e 1938, William F. Petersen, da Universidade de Illinois, E.U.A., escreveu várias monografias na série “O paciente e o tempo”. Estes artigos são relacionados com influências meteorológicas na pessoa normal e no paciente (LECHA, 2009).

“O corpo humano responde às mudanças climáticas incomuns e variações sazonais. As respostas do corpo humano a estas mudanças podem ser vistas, principalmente através do aumento da atividade nervosa, das mudanças abruptas do sistema de termorregulação e do balanço de calor do corpo e atividade cardiovascular.” (Voronin, Ovcharova e Spiridonov, 1963 apud LECHA, 2009).

Grande parte destas respostas internas depende da adaptabilidade do ser humano. Entretanto, sob certas condições específicas, quando excedem determinados limites de impacto, as reações pessoais podem ocorrer associadas a condições patológicas contrastantes do tempo meteorológico.

O ser humano é homeotérmico, com uma temperatura do corpo entre 36 e 37°C. Abaixo destes valores há hipotermia e mecanismos de controle são acionados, como a vaso-constricção, tiritar, arrepios, aumento da taxa metabólica, na tentativa de se elevar a temperatura corporal. Estas são respostas de curto prazo, há respostas mais longas, com o aumento dos depósitos de gordura, gordura subcutânea e outros mecanismos. Para o caso de hipertermia, acima de 37°C, temos o suor, a vaso-dilatação e respostas também de mais longo prazo. Portanto, o conforto se dá quando nenhum destes mecanismos foi acionado, gerando um estado de neutralidade.

Mas as relações entre clima e saúde humana são complexas porque dependem da intensidade e duração da mudança de tempo (grau de contraste) e sensibilidade do receptor, sendo que esses fatores mudam continuamente de local, indivíduos e populações. Os efeitos meteoro-trópicos³ tendem a ocorrer de forma

3 Efeito Meteoro – tropico: ação complexa e diversificada que a variabilidade do tempo tem sobre a saúde das pessoas.

sincrônica em um grande território, sob a influência das mesmas condições de tempo e afetar significativamente a população local. Eles podem ser específicos e inespecíficos.

Os efeitos meteoro-trópicos específicos do clima sobre a saúde humana ocorrem quando há uma ação direta de elementos meteorológicos em uma seqüência de ações inter-relacionadas, por exemplo, chuvas torrenciais, inundações, contaminação das águas que resultam em surtos de doenças diarréicas e aumento de populações de vírus e vetores, provocando surtos de doenças transmissíveis (LECHA, 2009).

Os estudos de clima e saúde fazem parte da biometeorologia, que trata das inter-relações entre o ambiente geofísico e geoquímico da atmosfera e os organismos vivos, plantas, animais e o homem. A Biometeorologia Humana, por sua vez, estuda a influência do clima e do tempo no homem. Está intimamente ligada à geografia, à ecologia, à epidemiologia e à saúde ambiental. Em todos esses casos, o tempo meteorológico faz parte das relações entre o ambiente físico e social e tem influência na ocorrência de doenças e dispersão de organismos patogênicos.

A interação entre o meio e saúde humana, especialmente o clima, foi destacada por SORRE (1984), ressaltando o papel dos atributos climáticos e os efeitos na saúde humana conforme Quadro 01. Correlacionou a ocorrência de determinadas doenças a tipos climáticos específicos, introduzindo o conceito de complexo patogênico, ou “complexos patogênicos” (SORRE, 1984, p. 45), compostos de três planos: o físico, o biológico e o social.

“A diversidade dos agentes e transmissores, bem como as diversas etapas da infecção contagiosa, justificam o termo criado, que designa exatamente a teia de relações entre o meio e o natural, o ser vivo e o homem, vivendo lado a lado e mantendo entre si relações mais ou menos intensas e duradouras. Juntamente com o homem e o agente causal da doença, compreende a existência dos seres humanos.” (SORRE, 1984, p.13)

Quadro 1: EFEITOS NA SAÚDE DO HOMEM PELA AÇÃO DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS

Atributos Climáticos	Limites	Efeitos na saúde
Altitude e Pressão Atmosférica	Limite máximo 8.000 m	-Mal-das-montanhas (dor de cabeça, fadiga, alteração sensorial, depressão, insônia e alucinações)
Radiação (Associada à Luminosidade)	60° e 70° Latitude	-Alta radiação/luminosidade: esgotamento nervoso, perturbações mentais, irritação, síndrome físico-psíquica “golpe de sol” (<i>sunstroke</i>), euforia. -Baixa radiação/luminosidade: deficiências orgânicas, raquitismo, depressão, debilidade mental.

Higrotermia	Limite Variável. Ótimo fisiológico para raça branca: 15° - 16° C/60%UR	-Diminuição da capacidade respiratória (para europeus nos trópicos). - Hiperpnéia térmica (entre negros). - Cansaço e esgotamento (brancos).
Vento e Eletricidade Atmosférica		- Morbidez, cansaço e abatimento. - Debilidade do tonos nervoso, depressão, hipersensibilidade, irritabilidade. - Desidratação, dessecação do aparelho tegumentar. - Excitação nervosa, alucinações, delírio. - Palpitações, dispnéia, dores de cabeça, nevralgia.

FONTE: SORRE, 1984.

O bem-estar humano depende do conforto térmico através da relação temperatura e umidade, vento e pressão atmosférica e iluminação. As baixas pressões de estados pré-frontais relacionados aos anticiclones polares podem causar desconforto, cansaço ou indisposição. A depressão e o suicídio podem estar relacionados, nos países de altas latitudes, como a Suécia, ao curto período de insolação na estação de inverno. Em contrapartida, a chegada da primavera nos países de clima temperado costuma ser motivo de alegria. O mal das alturas, devido à diminuição do teor de oxigênio do ar, bem como às alterações na pressão do ar, causam desequilíbrios orgânicos. A bioclimatologia é um campo muito rico para pesquisas (FERREIRA, 2003).

Para Ayoade (1986), a influência do clima na saúde humana ocorre de forma direta e indireta, podendo ser positiva ou negativa; os extremos térmicos e higrométricos acentuam a debilidade do organismo no combate às enfermidades, intensificando processos inflamatórios e criando condições favoráveis ao desenvolvimento dos transmissores de doenças contagiosas; por sua vez, temperatura mais amena, umidade e radiação moderadas tornam-se atributos terapêuticos à saúde.

Para Haines (1992), a temperatura tem relação com muitas doenças contagiosas, como febre amarela, dengue e outras enfermidades viróticas transmitidas por artrópodes, peste bubônica, disenteria e outras afecções diarreicas. Os perfis de desenvolvimento e multiplicação dos parasitas, ou vírus da malária, no interior de mosquitos transmissores dependem da temperatura do ar. “Várias doenças, como a malária, tripanossomíase, leishmaniose, filariose, amebíase, oncocercíase, esquistossomose e diversas verminoses, hoje restritas às zonas tropicais, têm relação com a temperatura e poderiam teoricamente ser afetadas pela mudança do clima” (HAINES, 1992 p.140).

Lacaz (1972) e Peixoto (1975) foram os pioneiros no Brasil a estabelecer correlações entre algumas doenças e as condições climáticas do país. Peixoto (1975) relata a manifestação de inúmeras doenças e os denominados complexos patogênicos no Brasil. Refere-se, também, à *meteoropatologia* (clima e salubridade), e sua relação com várias epidemias brasileiras (especialmente na Amazônia e Nordeste), a exemplo da febre amarela, malária, cólera, febre tifóide, varíola, gripe, entre outras.

Para Ferreira (2003), uma das formas mais tradicionais de abordar a questão do clima e saúde é em

relação às denominadas doenças tropicais⁴ a partir de diferentes critérios: 1º valorizando os aspectos do ambiente como temperatura e umidade, e a questão socioeconômica, como sendo a que decorre das condições de subdesenvolvimento. 2º procurando reunir os dois critérios, valorizando os aspectos geográficos regionais, que ocorrem em países na faixa intertropical da Terra, abrangendo tanto as doenças cuja ocorrência depende de certas condições climáticas, como aquelas ligadas à pobreza e à deficiência da infra-estrutura de saneamento e de atendimento à saúde.

A Organização Panamericana de Saúde – Opas – valoriza os aspectos sociais e econômicos responsáveis pelo quadro de saúde da população na América tropical e pelo agravamento de enfermidades que já foram há muitas décadas controladas nos países desenvolvidos de clima temperado ou frio.

Ribeiro Sobral (2005) apontou, dentre fatores ambientais que apresentam influência nas doenças respiratórias, a temperatura do ar e suas flutuações. Outros trabalhos com enfoque em clima e saúde, são de Trindade Amorim (1997) relativo à incidência de dengue e febre amarela na cidade de Presidente Prudente - São Paulo, de Costa Ferreira e Lombardo (1997) voltado ao estudo da incidência de malária e sua relação com as alterações climáticas no entorno do reservatório da hidrelétrica de Itaipu, de Mendonça (1999) voltado à análise da interação entre o clima e a criminalidade urbana no Brasil.

Miranda et al (1995) indicam o aparente aumento da ocorrência dos agravos e de doenças respiratórias agudas e crônicas durante os meses de inverno em São Paulo. Entretanto, ressaltam que, apesar das temperaturas terem um papel importante, não eram determinantes, havendo uma interação de fatores, como mostra a Fig 1.

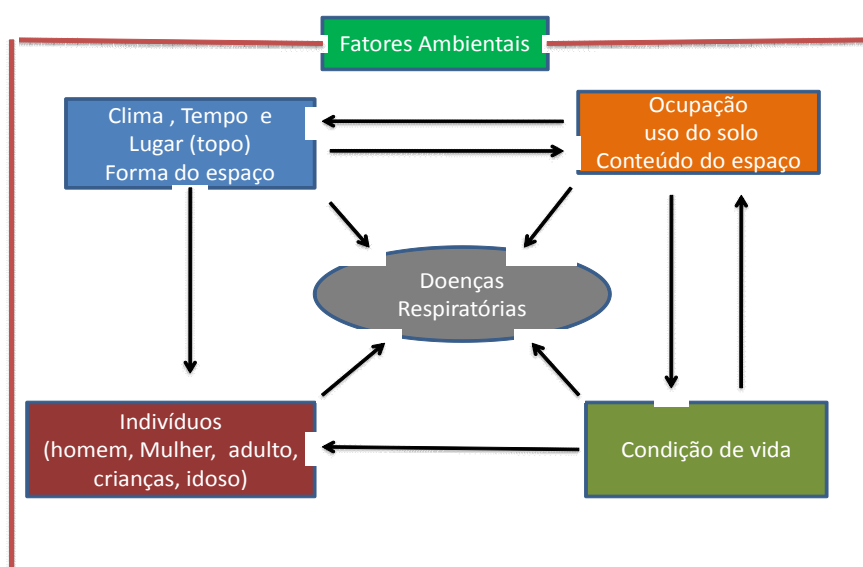


Figura 01: Interações entre os fatores ambientais e as doenças respiratórias crônicas
Adaptado de Miranda et al 1995.

4 “doenças tropicais” termo utilizado para se referir a doenças dos trópicos úmidos, valorizando os aspectos climáticos mas também criando muitos preconceitos contra a zona tropical. Colonizadores europeus procuravam passar o verão nas “serras” da América tropical, nas montanhas do norte da Índia ou nas terras mais elevadas dos planaltos da África tropical, para fugir do calor e das doenças. No Brasil, o imperador instalava-se em Petrópolis durante o verão (FERREIRA, 2003).

O agravamento sazonal de morbidade e mortalidade, com o aumento de ocorrências de infecções respiratórias agudas e da pneumonia, sobretudo entre crianças e idosos, no inverno, foi mostrado também por Mello Jorge et al. (2001), apesar de o não terem correlacionado às causas climáticas. Segundo os autores, 34,3% das internações de menores de um ano, no Brasil, em 1999, foram por problemas do aparelho respiratório; quanto à mortalidade de crianças na faixa de um a quatro anos, as doenças respiratórias responderam como principal causa, com 22,8% dos casos.

Em relação aos tipos de tempo em São Paulo, os atributos climáticos que mais influenciam as doenças respiratórias são: a queda da temperatura e da umidade do ar no inverno, a maior amplitude térmica diária, pouca insolação, oscilações bruscas de temperatura, quando da aproximação e passagem de frentes frias e redução da dispersão dos poluentes. Figura 02.

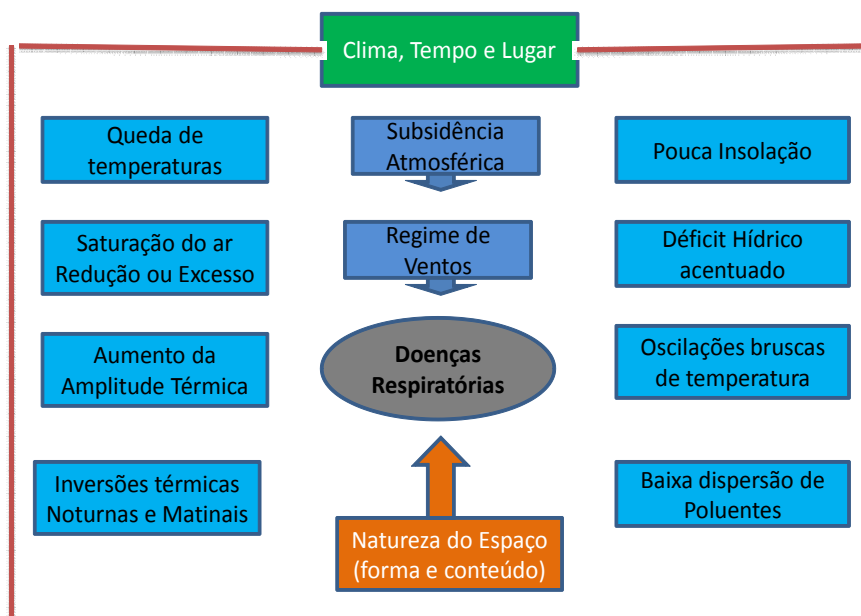


Figura 02: Interações entre os atributos climáticos e a natureza do espaço e as doenças respiratórias
Adaptado de Miranda et al 1995.

A ocorrência de extremo calor no verão ou de extremo frio no inverno tende a afetar a saúde e o bem estar de diversas formas. Por exemplo, combinações dos ritmos de temperaturas baixas com ventos fortes provocam a sensação de conforto térmico mais frio, com maior risco à hipotermia (temperatura corporal abaixo de 35°C), produzida pelo frio excessivo. A frequência cardíaca também tende a se tornar mais baixa, a respiração mais lenta e os vasos se contraírem, provocando aumento da pressão sanguínea. Entretanto, segundo Auciliems (1997), é errado atribuir morbidade ou mortalidade a um parâmetro específico, mas precisam ser tratadas como partes de complexas interações biológicas ambientais. Neste caso a abordagem do holorrítmo e da ritmanálise parece ser mais adequada.

Climas Urbanos, riscos à saúde e vulnerabilidade

As cidades enquanto locais de apropriação e degradação do clima e demais recursos naturais implicam diretamente na qualidade de vida. Monteiro (1971) define o clima urbano como um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e a sua urbanização. O S.C.U. (Sistema Clima Urbano) pressupõe vários elementos que caracterizam a participação urbana no desempenho do sistema, constituído através de canais de percepção humana: a) Termodinâmico - (conforto térmico); b) Físico-químico - (qualidade do ar) A poluição do ar é uma das mais decisivas na qualidade do ambiente urbano; c) Hidrometeorológico (impacto meteorológico).

Com o suporte teórico e metodológico oferecido por MONTEIRO, o estudo de clima urbano no Brasil é evidenciado como área em que mais se desenvolveram pesquisas no ramo de climatologia nas décadas de 1990 e 2000. A maior parte dos trabalhos foi desenvolvida dando ênfase ao subsistema termodinâmico, onde são analisadas principalmente a temperatura do ar e a umidade relativa do ar. Em alguns casos são incluídos os elementos chuva, temperatura do solo, e ventos.

Por outro lado, os riscos e os prejuízos dos eventos meteorológicos são mais intensos onde a população está exposta às condições de vulnerabilidades, portanto os riscos são potencializados. Os problemas sociais frente às alterações atmosféricas são tomados a partir da vulnerabilidade dos grupos sociais em seu ambiente. O conceito de vulnerabilidade socioambiental vem sendo amplamente utilizado para melhor compreensão da realidade das populações, visto que, ao considerar a exposição a riscos ou influências externas, apresenta uma visão mais ampla das condições de vida dos grupos sociais menos favorecidos, sem abordar apenas renda, número de indivíduos, entre outros.

O espaço socioambiental é aquele onde são articuladas as relações sociais e o ambiente (SANTOS 1996). A natureza do espaço inclui a forma e os conteúdos, que podem ser naturais ou produzidos pelas atividades humanas. Assim, a condição de pobreza de uma determinada população está estreitamente vinculada à condição de vulnerabilidade socioambiental.

Apesar da maioria das atividades biológicas e socioeconômicas ser em grande parte dependente dos insumos climáticos, sua falta ou excesso conduz a um aumento no risco socioeconômico e ambiental. A intensidade dos riscos está relacionada ao grau de vulnerabilidade da população que será afetada. Quanto maior a vulnerabilidade humana, maior o risco, e um evento extremo pode se tornar um desastre climático. Mesmo em condições de clima normal, a população de baixa renda, sofre diariamente, especialmente nos horários das extremas climáticas (máxima e mínima).

“Em população de baixa renda, as condições econômicas muitas vezes não permitem o uso de ar condicionado, ventiladores e aquecedores para regular as condições microclimáticas internas desfavoráveis. Além disso, as construções são precárias, com materiais e técnicas que dificultam o isolamento térmico, deixando essa população mais vulnerável às condições climáticas extremas”. (SILVA e RIBEIRO, 2006).

Para CONFALONIERI (2003), o estudo da vulnerabilidade social e ambiental das populações sujeitas aos efeitos dos impactos climáticos na sua integridade física e bem-estar é de fundamental importância para a orientação de ações preventivas. O IPCC a define como “o grau de suscetibilidade de indivíduos ou sistemas ou de incapacidade de resposta aos efeitos adversos da mudança climática, incluindo-se a variabilidade climática e os eventos extremos” (IPCC, 2001).

Em estudo financiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (CONFALONIERI ET AL., 2005) foi desenvolvida uma metodologia específica para o mapeamento e a quantificação da vulnerabilidade nacional aos impactos do clima. Foi criado um Índice de Vulnerabilidade geral (IVG) para cada Unidade da Federação, para fins comparativos. Este índice foi formado por três componentes ou dimensões principais: socioeconômica, epidemiológica e climática. O componente socioeconômico utilizou indicadores produzidos pelo IBGE, tais como densidade demográfica, urbanização, renda, escolaridade, saneamento básico, taxa de mortalidade infantil, esperança de vida ao nascer e acesso a planos privados de saúde. O componente epidemiológico constou de taxas de incidência e mortalidade por seis doenças infecciosas endêmicas, bem como seus custos financeiros para o sistema de saúde e a disponibilidade de tecnologias para o controle destas condições mórbidas. A dimensão climática constou basicamente de uma avaliação de extremos de precipitação observados nos últimos 40 anos.

Para diversos pesquisadores no Brasil (MENDONÇA, 2000; CONFALONIERI, 2003; CHAGAS E FERNANDA MARQUES, 2007; SOUZA E SANT ANNA NETO, 2007), a vulnerabilidade é resultado da exposição física frente a um perigo natural e sua capacidade de recuperar diante dos impactos negativos de um desastre, sendo, também, as características de um grupo, ou mesmo uma pessoa, em poder se antecipar, resistir e solucionar os impactos, podendo ser eles, os agravados pela influência do clima.

A redução dos impactos causados pela variabilidade climática na população brasileira só pode ser efetuada com o entendimento e a modificação dos fatores de vulnerabilidade social que afetam essas populações em seus contextos geográficos específicos (CONFALONIERI, 2003).

Para RIBEIRO SOBRAL (2005), a urbanização é um dos principais fatores que influencia a relação clima-saúde, e, no entanto, há poucos trabalhos e estudos sobre as alterações climáticas nas áreas tropicais e sua relação com saúde em centros urbanos. Ressalta que a poluição térmica causa doenças cardiovasculares e respiratórias, além de desconforto e stress, atingindo principalmente determinados grupos da população, como crianças (respiratórias), idosos e cardíacos.

Silva (2010), também relata que diversos estudos têm demonstrado a influência do aumento ou diminuição da temperatura em doenças respiratórias e cardiovasculares.

“Em geral as pesquisas utilizam a temperatura do ar e um índice de conforto térmico como parâmetros ambientais de exposição. Os trabalhos mais recentes têm utilizado índices complexos e têm encontrado associação entre esses indicadores complexos e dados de morbidade e mortalidade” (SILVA, 2010).

Perspectivas futuras

Na escala Geológica, o planeta passou por sucessivas alterações climáticas, que desencadearam profundas mudanças geomorfológicas, hidrográficas e biogeográficas. O exemplo mais evidente é o das glaciações e fases interglaciares com efeitos na precipitação e no nível dos oceanos, que ocorreram, sobretudo, no Pleistoceno.

No entanto, os **riscos, definidos como probabilidade de ocorrência de um efeito indesejável**, de

desastres naturais aos seres humanos vêm se ampliando por uma série de fatores:

- Urbanização: maior aglomeração de pessoas em espaços contíguos
- Crescimento demográfico e aumento da densidade humana
- Ações humanas que impactam o ambiente natural e sua dinâmica

Segundo o IPCC (2001):

As alterações ambientais consequentes às mudanças climáticas podem, nas grandes cidades, afetar a saúde da população por diferentes mecanismos. Os principais fatores podem ser resumidos assim:

- Episódios de extremos de temperatura;
- Episódios de extremos de pluviosidade;
- Aumento da incidência de doenças infecciosas;
- Aumento das concentrações de poluentes atmosféricos;
- Pressão decorrente das migrações de refugiados atmosféricos

A figura 3 ilustra como as mudanças climáticas globais podem afetar a saúde de forma direta e indireta, com mediação de desequilíbrios sociais, econômicos e demográficos.

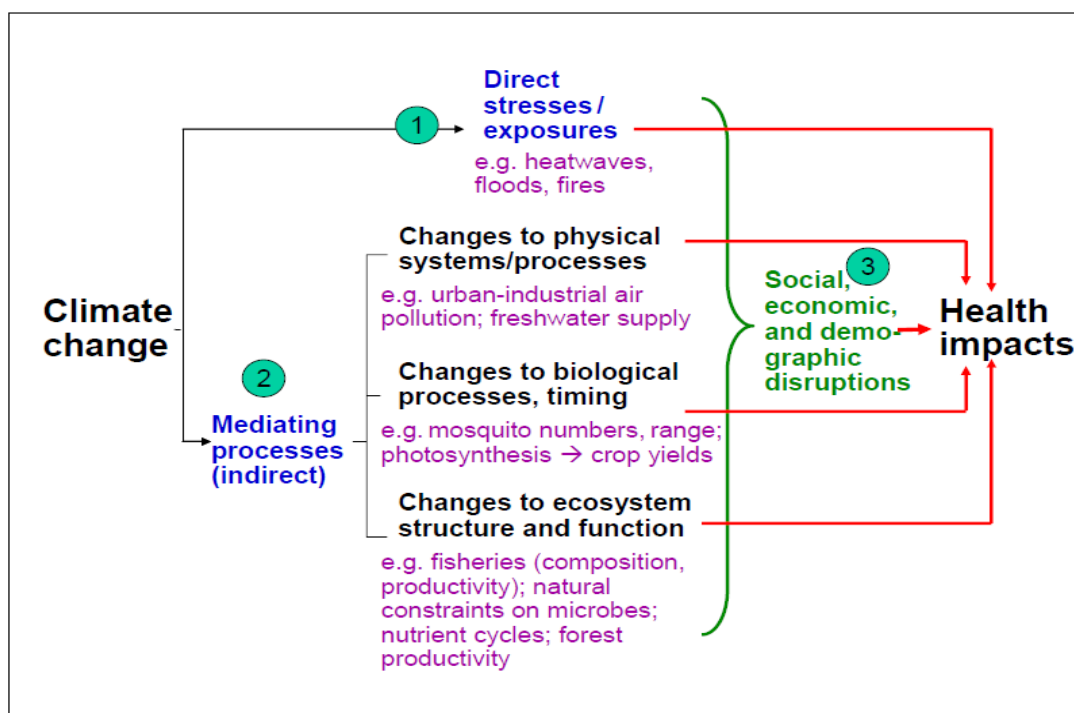


Figure 2. Schematic representation of the three main causal pathways by which changes in climatic conditions impinge on human health

Considerações finais

Os atributos climáticos, entendidos como recursos para vida, formam uma composição integrada ao espaço que os contém. O clima entre outros fatores pode ser um elemento desencadeador na manifestação de determinados agravos à saúde através de seus atributos (a temperatura do ar, umidade, precipitação, pressão atmosférica e ventos), que interfere no bem estar das pessoas. Entretanto, não se pode colocar o clima como o único e nem mesmo como o principal responsável pelo desencadeamento de enfermidades. Deve ser visto na composição de totalidade, que, junto às características físicas, biológicas, econômicas, sociais, psicológicas e culturais, pode se tornar um fator de risco à saúde. Além disso, quando associado a estilos e hábitos de vida pode ser mais um contribuinte para o agravamento de determinadas enfermidades.

Entretanto, há situações socioambientais de especial vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, tais como aqueles associados aos fenômenos La Niña e El Niño (Oscilação do Sul), que trazem como conseqüências, principalmente as secas e as tempestades, seguidas de inundações e eventual deslizamento de terra, nas áreas de habitações precárias e, portanto mais vulneráveis. Entretanto o risco não está só nos períodos de episódios extremos, há que ser monitorado no dia a dia cada bairro, e, de preferência até o nível do habitat das populações humanas.

Referências Bibliográficas:

- AULICIEMS, A. Comfort, Clothing and health, in: Applied Climatology, principles and practice. Edited by Russel D. Thompson and Allen Perry, Routledge London and New York, 1997.
- AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. São Paulo: Difle, 1986.
- CHAGAS, C., MARQUES, F. (2007), Novo índice avalia relações entre clima e saúde, In: Revista Manguinhos, Clima e Saúde – p. 18-23, 2007
- CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. In: Terra Livre. São Paulo: AGB, vol. 19, no. 20, p.193-204, 2003.
- CONFALONIERI, U. E. C. Mudança climática global e saúde humana no Brasil, In: Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. - Número 27· Brasília – DF. Edição Especial – Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação, 2008.
- CONFALONIERI, U. E. C. Mudança Climática Global e Saúde no Brasil disponível na página <http://www.sbbiomet.com.br/cms/index.php/>
- CONFALONIERI, U.E.C. & MC MICHAEL. Environmental Change and Human Health. ESSP Report n. 4.
- COSTA FERREIRA, M. E.; LOMBARDO, M. A. A questão climática e a ocorrência de malária na área de influência do Reservatório de Itaipu - PR - Brasil. Boletim Climatológico, ano 2, n. 3, p.187-193, jul. 1997.
- FERREIRA, M. E. M. C. Doenças tropicais: o clima e a saúde coletiva. Alterações climáticas e a

ocorrência de malária na área de influência do reservatório de Itaipu, PR in. Terra Livre, São Paulo Ano 19-
vol. I n. 20 , 2003.

FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. S. Saúde, ambiente e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz,
2006.

HANN, J.F. (1882): Handbuch der Klimatologie. Wien, 764 pp.

HAINES, A. Implicações para a saúde. In: LEGGET, J. (Ed.). Aquecimento global – o relatório do
Greenpeace. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992. p. 135-148.

IPCC 2001 disponível em <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-spm/synthesis-spm-en.pdf>

LACAZ, C. S. et al. Introdução à geografia médica do Brasil. São Paulo: Edgard Blücher/Editora da
Univ. de São Paulo, 1972.

LECHA, L. B. E. Biometeorological classification of daily weather types for the humid tropics.
International Journal of Biometeorology, v. 42. 77-83, 1998.

LECHA, L. B. E. 2009 Bioclimatologia Humana – texto não publicado

LEFF, Enrique. Saber Ambiental. Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder. Petrópolis,
RJ, Vozes/PNUMA, 2001. 343p.

MELLO JORGE, M.H.P. de GOTLIEB, S.L.D. E LAURENTI, R. A Saúde no Brasil: análise do
período 1996 a 1999. Brasília: Org. Panamericana de Saúde – OPAS, 2001.

MENDONÇA, F. A. O Clima e o Planejamento Urbano de Cidades de Porte Médio e Pequeno -
Proposição Metodológica para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/Pr. Tese de Doutorado -
Departamento de - F.F.L.C.H - USP, São Paulo, 1994.

MIRANDA, E. E.; DORADO, A. J. & ASSUNÇÃO, J. V. Doenças respiratórias crônicas em quatro
municípios paulistas, 2. ed. Ecoforça, USP/Unicamp, 1995, 139 p.

MONTEIRO, C. A. F. Análise Rítmica em Climatologia: Problemas da atualidade climática em São
Paulo e achegas para um programa de Trabalho, USP – IG – Climatologia 01 – São Paulo – SP. 1971

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. Série Teses e Monografias Nº25, SP. Inst. Geografia da
USP – São Paulo – SP. 1976, 181 p.

OKE, T. R. Boundary Layer Climates, second edition, Methen: London and New York. 1978.

PEIXOTO, A. Clima e Saúde- Introdução biogeográfica à civilização brasileira. São Paulo: Ática,
1975.

RIBEIRO et al, Alterações no Clima urbano – In: Meio Ambiente e Saúde, o Desafio das Metrôpoles.
In Saldiva, P. e Vormittag, E.(org.). Ex Libris, São Paulo, 2010 – p:68-87.

RIBEIRO SOBRAL, H. Heat island in São Paulo, Brasil: Effects on health, In: Critical Public Health,
15(2): 147-156p. 2005

SANTOS, M. A Natureza do espaço (Técnica e tempo, razão e emoção) Editora Hucitec São Paulo, 308p.
1996.

SETTE, D. M. O holorritmo e a gênese do clima no Mato Grosso. Tese de doutorado FFLCH – USP - de São Paulo. 2000

SILVA, E. N. Ambientes atmosféricos intraurbanos na cidade de São Paulo e possíveis correlações com doenças dos aparelhos respiratórios e circulatório. Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010, 215 p.

SILVA E. N. e RIBEIRO, H. – Alterações de temperatura em ambientes externos de favela e o desconforto térmico. Revista de Saúde Pública, v. 40, n. 4, p:663-670, 2006.

SORRE, M. (1934): Introduction-Livre Premier: Climatophysique e Climatochimie. In PIERRY, or., *Traité de Climatologie Biologique et Médicale*. Tome I – 1-9p.

SORRE, M. A adaptação ao meio climático e biossocial – geografia psicológica. In: MEGALE, J. F. (Org.). *Max Sorre*. São Paulo: Ática, 1984. (Coleção Grandes Cientistas Sociais, 46).

SOUZA, C. G. SANT’ANNA NETO, J. L. Geografia da Saúde e Climatologia Médica: Ensaio sobre a relação Clima e Vulnerabilidade in Hygeia - HYGEIA - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde (6):116-126, Jun/2008: disponível em - www.hygeia.ig.ufu.br/ - acesso em agosto de 2009.

TARIFA, J. R. e ARMANI. Os “climas naturais”. In: Tarifa J. R. & Azevedo T. R. Os climas na cidade de São Paulo. Departamento de Geografia, FFLCH-USP. GEOUSP n. 4, 2001, 199 p.

TARIFA, J. R. O ritmo e a prática do estudo dos climas de São Paulo (1970-2000). In: Tarifa J. R. & Azevedo T. R. Os climas na cidade de São Paulo. Departamento de Geografia, FFLCH-USP. GEOUSP n. 4, 2001, 199 p.

TARIFA, J.R. Os climas nos maciços litorâneos da Juréia-Itatins – um ensaio de ritmanálise - Tese de Livre Docência - DG. FFLCH – USP – 2002, 477p.