Observatório Nacional de Clima e Saúde

Análise de Situação em Clima e Saúde

Observatório Nacional de Clima e Saúde

ICICT FIOCRUZ SUS BRASIL GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA SAÚDE
ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE - OPAS
FUNDAÇÃO INSTITUTO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ
INSTITUTO DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - ICICT

Análise de Situação em Clima e Saúde

Outubro, 2017

MINISTÉRIO DA SAÚDE
ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE - OPAS
FUNDAÇÃO INSTITUTO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ
INSTITUTO DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - ICICT

Coordenação: *Diego Ricardo Xavier e Renata Gracie*
Autores: *Christovam Barcellos*
Mônica de Figueiredo Avelar Mafra Magalhães
Izabel Cristina dos Reis
Beatriz de Fátima Oliveira
Sandra de Souza Hacon
Thenille Faria Machado do Carmo
Desenvolvedores: *Hegláucio da Silva Barros*
Vanderlei Pascoal de Matos
Apoio administrativo: *Renata Macedo*

Outubro, 2017

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

MÓDULO 1

Mudanças climáticas e os impactos na saúde

MÓDULO 2

Avanços e desafios da agenda governamental-legislação, plano setorial, perspectivas sobre clima e saúde.

MÓDULO 3

Análise de situação de saúde voltada para o clima e ambiente

MÓDULO 4

Unidade 1- Doenças Relacionadas a Problemas de Saneamento Ambiental (Água)

Unidade 2- Doenças Relacionadas a Poluição Atmosférica (Ar)

Unidade 3 -Doenças Transmitidas por Vetores

Unidade 4- Eventos Extremos (Desastres Naturais)

MÓDULO 5

Métodos Quantitativas em Análise de Situação de Saúde e Clima

MÓDULO 6

Aquisição de informações clima, ambiente e saúde

Observatório Nacional de Clima e Saúde

APRESENTAÇÃO

A mudança global do clima apresenta expressiva relevância na agenda de governos, das empresas e da sociedade. Embora apresente algumas divergências, o aquecimento do planeta, fruto da atividade humana é, hoje, reconhecido pela comunidade científica internacional e pelo Governo Brasileiro, como fenômeno que demanda amplo comprometimento no desenvolvimento de ações voltadas para a redução das emissões de gases do efeito estufa, chamadas ações de mitigação e as ações de adaptação para enfrentamento da mudança do clima.

Nesse contexto, não faltam evidências de que o setor saúde deve se preocupar com as mudanças climáticas, uma vez que elas podem influenciar na propagação de vetores, na poluição do ar, na qualidade das águas para consumo humano, dentre outras questões pertinentes ao setor. Ressalta-se também a ocorrência de desastres naturais, como objeto a ser articulado com a saúde pública, envolvendo iniciativas relacionadas à contribuição de conhecimento para a redução de desastres e seus impactos sobre a vida, assim como subsídios para as políticas públicas.

Este material busca articular a utilização da plataforma de informações do Observatório Nacional de Clima e Saúde com métodos de análise de situação de saúde capazes de auxiliar no diagnóstico de problemas de saúde influenciados pelo clima. Para isso são levantadas informações adquiridas junto a especialistas que contribuíram e contribuem com o observatório apontando fontes de informações hoje sistematizadas e disponibilizadas no site para análises específicas e locais, possibilitando o direcionamento de intervenções e planejamento.

MÓDULO 1 – UNIDADE 1

Mudanças climáticas e os impactos na saúde

Christovam Barcellos, Diego Ricardo Xavier

As mudanças climáticas e ambientais globais podem produzir impactos sobre a saúde humana com diferentes vias e intensidades. Essas mudanças impactam de forma direta a saúde e bem estar da população, como no caso das ondas de calor ou outros eventos extremos como furacões e inundações. No entanto, na maior parte das vezes, esse impacto é indireto, sendo mediado por mudanças no ambiente como a alteração de ecossistemas, sua biodiversidade e de ciclos biogeoquímicos.

No caso das doenças infecciosas, os mecanismos de produção de agravos e óbitos são condicionados ou determinados por inúmeros fatores ambientais e sociais. Dentre os grupos de doenças que podem ser afetados pelas mudanças climáticas e ambientais, além das consequências diretas dos eventos climáticos e meteorológicos extremos, encontram-se as doenças transmitidas por vetores, as doenças relacionadas ao saneamento ambiental e os problemas de saúde decorrentes da seca ou inundações prolongadas, como a fome, a desnutrição e as doenças mentais.

Dois exemplos merecem destaque: a possível expansão das áreas de transmissão de doenças relacionadas a vetores e o potencial aumento dos riscos de incidência de doenças relacionadas a problemas de saneamento ambiental. As doenças transmitidas por vetores, mais prevalentes nos países de clima tropical, são apontadas como um dos principais problemas de saúde pública que podem decorrer do aquecimento global. As flutuações climáticas produzem mudanças na dinâmica das doenças vetoriais, como por exemplo, a maior incidência da dengue no verão e da malária na Amazônia durante o período de estiagem. Os eventos extremos introduzem uma forte perturbação sobre estes ciclos, podendo afetar a dinâmica das doenças relacionadas a problemas de saneamento ambiental, como a leptospirose, as hepatites virais, as doenças diarreicas, etc. As consequências do aumento da variabilidade e a intensificação de eventos climáticos extremos são de difícil previsão para a saúde pública. Além disso, situações de insegurança alimentar podem ser ocasionadas por perdas na agricultura, principalmente a de subsistência, devido às geadas, vendavais, secas e cheias abruptas.

Outro grupo de doenças infecciosas que pode ser fortemente afetado por mudanças ambientais e climáticas são as doenças relacionadas a problemas de saneamento ambiental, que têm no saneamento sua principal estratégia de controle. O processo de urbanização impõe as grandes redes de abastecimento de água solução para o suprimento doméstico de água. Esses grandes sistemas são vulneráveis a mudanças ambientais, tanto pelo esgotamento das fontes de abastecimento, quanto pela ameaça de interrupção do suprimento e tratamento de água. Estes problemas são agravados nos países em desenvolvimento pelo lançamento de grande parte dos esgotos domésticos não tratados diretamente nos sistemas aquáticos, contaminando-os e tornando-os inadequados como fontes de água para consumo humano.

As mudanças climáticas podem potencializar o efeito da poluição atmosférica sobre a saúde. As características físicas e químicas dos poluentes e da atmosfera, como a temperatura, umidade e precipitação definem o tempo de permanência dos poluentes na atmosfera, que podem ser transportados a longas distâncias em condições favoráveis de altas temperaturas e baixa umidade. Estes poluentes associados às condições climáticas podem afetar a saúde de populações distantes das fontes geradoras de poluição, de modo similar aos efeitos das

queimadas, ocorridas no arco do desmatamento, e sentidos até mesmo nas regiões sul e sudeste.

Dados apresentados no relatório do IPCC (2014) indicam que os oceanos têm armazenado cerca de 90% do aumento de energia do sistema climático do planeta, que ocorreu de 1971 a 2010. Este armazenamento de energia se dá através do aquecimento de suas águas, sobretudo as superficiais (0-700 metros). Por exemplo, em escala global, os primeiros 75 metros dos oceanos sofrem aquecimento a uma taxa de 0,11° por década neste mesmo período. As projeções indicam que o aquecimento dos oceanos irá continuar durante todo o século XXI, devido a grande inercia do sistema, mesmo que consigamos estabilizar o atual aumento de temperatura do planeta.

Como resultado direto deste aquecimento o nível dos oceanos tem aumentado em todo o mundo, mesmo sem considerar o aumento do volume de água nos oceanos resultado do degelo nos polos e geleiras continentais. De 1901 a 2010, a média do aumento dos níveis dos oceanos foi de 0,19 metros, baseado em registros históricos de réguas de maré e nas medições de satélite, desde 1993. A atual taxa de aumento dos níveis dos oceanos, que ocorre desde metade do século XIX, é a maior já observada nos últimos dois mil anos. Os dados ainda indicam que é virtualmente certo que este aumento global do nível dos oceanos continuará por muitos séculos após 2100, sendo que a magnitude deste é dependente das futuras emissões de gases de efeito estufa. Entretanto, este aumento não será uniforme em todas as regiões do planeta. Estima-se que até o final do século XXI, 95% das bacias oceânicas e 70% das regiões costeiras tenham sofrido com o aumento do nível dos oceanos. Nas regiões costeiras da América Latina e Caribe o nível do mar aumentou de 2 a 7 milímetros por ano, dependendo da área considerada, desde 1950 (Losada et al. 2013; Guarderas et al. 2008 apud Marengo et al., 2017; IPCC, 2014).

Os níveis dos oceanos mais elevados devem resultar em maiores riscos para as regiões costeiras tais como: maiores taxas de erosão, aumento dos riscos de inundações e contaminação do lençol freático devido a intrusão de águas salinas oceânicas (Mcleod et al. 2010 apud Marengo et al., 2017). Se considerarmos ainda as possíveis consequências do degelo na Groenlândia e na Antártica poderíamos ter um aumento de até 7 metros no nível dos oceanos pela simples adição deste enorme volume de água nas bacias oceânicas. Entretanto, os dados atuais, embora indiquem a perda inequívoca de massa de gelo em ambos os polos, não são suficientes para uma avaliação quantitativa do risco de mudanças abruptas e irreversíveis ou mesmo da magnitude do aquecimento global necessário para que ocorram essas mudanças. Contudo, a elevação do nível do mar somada a tendência de aumento de eventos extremos de precipitação, detectada recentemente, resultará em maiores riscos de inundações nas regiões costeiras, principalmente nas grandes cidades litorâneas.

Estes riscos são maximizados nos grandes centros urbanos onde a infraestrutura urbana é deficiente ou inadequada, como nos países em desenvolvimento, e que já sofrem diversos outros impactos antropogênicos, o que por sua vez diminui a resiliência dessas comunidades (Hinkel et al. 2010 apud Marengo et al., 2017; IPCC, 2014). Deve-se ainda considerar que cerca de 7 % de todas comunidades no planeta se desenvolveram em áreas baixas (i.e. menos de 5 m acima do nível histórico dos oceanos) e que maior parte dos 60 milhões de pessoas pobres vivendo em áreas propensas a inundações residem em apenas 15 países, incluindo o Brasil (Seto et al. 2011; Wong et al. 2014; Reguero et al. 2015 McGranahan et al. 2007 apud Marengo et al., 2017).

Outro risco importante, resultante das mudanças climáticas globais, são o aumento da frequência e da magnitude das tempestades. Ciclones, furacões e tufões são termos genéricos para essencialmente o mesmo fenômeno meteorológico de perturbação atmosférica, sistemas com um centro definido de baixa pressão atmosférica (ex: < 950 hPa) e atividade de tempestade bem organizada, não estando associados a frentes. Eles ocorrem sobre regiões oceânicas tropicais ou subtropicais, comumente possuindo diâmetros de centenas de quilômetros. Apresentam ventos ciclônicos com velocidades maiores que 33 m/s (categoria I na escala Saffir-Simpson) e chuvas intensas, podendo causar grande destruição ao longo da sua trajetória e levar a morte um número significativo de pessoas. Para sua formação a temperatura da superfície do oceano deve ser superior a 26,5°C, gerando uma alta humidade do ar em larga escala, e condições de circulação atmosférica vertical calma (cisalhamento vertical do vento menor que 8 m/s). Estes fenômenos têm sido observados e registrados ao longo do tempo nos oceanos Pacífico, Índico e no Atlântico Norte. Nunca havia sido registrado um furacão no Atlântico Sul até março de 2004, quando um ciclone extratropical, denominado Catarina, se transformou em ciclone tropical (i.e., núcleo quente cercado por massa de ar mais frio) e atingiu o litoral do estado de Santa Catarina no Brasil. De acordo com os dados existentes, a combinação das condições meteorológicas (exemplo: alta temperatura da superfície do oceano, grande bloqueio atmosférico entre as médias e altas latitudes, baixo cisalhamento vertical do vento) que favoreceram o surgimento do furacão Catarina são bastante incomuns para a região. Segundo Pezza & Simmonds (2005) existem evidências que sugerem que o desenvolvimento do furacão Catarina esteja associado a mudanças climáticas na circulação atmosférica do Hemisfério Sul (i.e., fase crescentemente positiva da Oscilação Antártica – sistema mais importante de circulação atmosférica do Hemisfério Sul) e que a probabilidade da futura ocorrência de outros furacões no Atlântico Sul é maior em condições de aquecimento global.

Em resumo, dentre as várias mudanças previstas no clima da Terra, resultantes do aquecimento global, estão as alterações no ciclo hidrológico (exemplo: aumento de secas e enchentes), à elevação dos níveis dos oceanos e o aumento da ocorrência de tempestades. As projeções indicam um possível aumento da temperatura

média global da Terra entre 1,4°C e 5,8°C para o final do século XXI, o que resultaria no aumento do nível dos oceanos. Estima-se que isto aumentaria de 75 para 200 milhões a quantidade de pessoas sob risco de inundações devido a tempestades em zonas costeiras em um cenário de aumento médio do nível do mar de 40 cm. Por outro lado, existem crescentes evidências que estas mudanças em larga escala do sistema climático da Terra, já estejam afetando a saúde humana, tais como a mortalidade e a morbidade decorrentes de extremos climáticos de frio ou calor, de secas e enchentes, de tempestades, da deterioração das qualidades do ar e da água e de mudanças na ecologia de doenças infecciosas (exemplo: ampliação das áreas endêmicas de malária) (Figueiredo, 2013; Patz et al., 2005).

Segundo um amplo estudo da Organização Mundial da Saúde, as mudanças climáticas decorrentes de atividades antropogênicas ocorridas desde a década de 70 podem ter causado mais de 150.000 mortes anualmente devido ao aumento da incidência de doenças como diarreia, malária e desnutrição, principalmente em países pobres (WHO, 2002; McMichael et al., 2004).

Referencias

IPCC, Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. 2014.

Marengo, J.A. et al. A globally deployable strategy for co-development of adaptation preferences to sea-level rise: the public participation case of Santos, Brazil. Nat Hazards, 88:39–53. 2017.

Pezza, A. B., and I. Simmonds The first South Atlantic hurricane: Unprecedented blocking, low shear and climate change, Geophys. Res. Lett., 32, 2005.

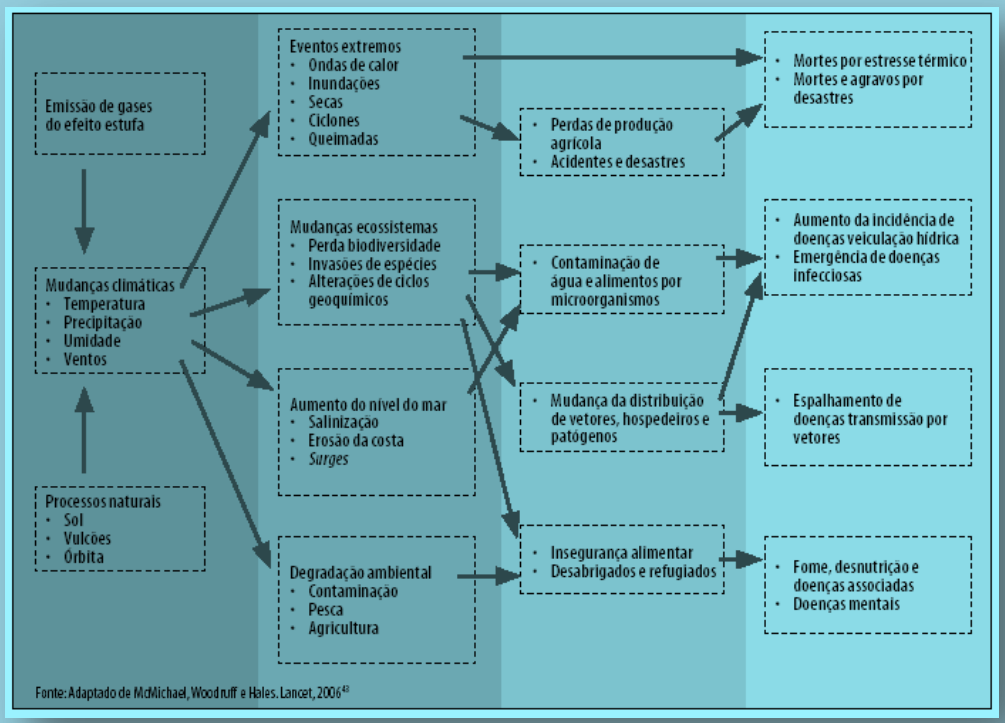
Figueiredo, S.A. Modeling climate change effects in southern Brazil. In: Conley, D.C., Masselink, G., Russell, P.E. and O'Hare, T.J. (eds.), Proceedings 12th International Coastal Symposium (Plymouth, England), Journal of Coastal Research, Special Issue No. 65, pp. 1933-1938, 2013.

Patz, J.A. Campbell-Lendrum, A. Holloway, D. Foley, T. Impact of regional climate change on human health. Nature, Vol 438|17 November, 2005.

World Health Organization (WHO). The World Health Report 2002, WHO, Geneva, 2002.

McMichael, A. J. et al. in Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease due to Selected Major Risk Factors (eds Ezzati, M., Lopez, A. D., Rodgers, A. & Murray, C. J. L.) Ch. 20, 1543–-1649,World Health Organization, Geneva, 2004.

BARCELLOS, Christovam et al . Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília , v. 18, n. 3, p. 285-304, set. 2009 .



Fonte: Adaptado de McMichael, Woodruff e Hales. Lancet, 2006[43]

MÓDULO 2
Avanços e desafios da agenda governamental-legislação, plano setorial, perspectivas sobre clima e saúde.

Thenille Faria Machado do Carmo

As mudanças climáticas tem trazido muitas discussões em nível mundial em decorrência dos impactos que podem gerar. Essas mudanças ocorrem tanto por processos naturais quanto pela ação humana. E de acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), órgão das Nações Unidas criado em 1988, responsável por produzir informações científicas sobre o tema, o aumento de temperatura na Terra está sendo causado principalmente pela ação do homem (IPCC, 2007).

Após a criação do IPCC, em 1992 elaborou-se a Convenção Quadro sobre Mudança Climática, iniciativa que demonstrou o reconhecimento político da importância de se trabalhar de maneira globalizada e atenta às mudanças climáticas. A Convenção Quadro foi criada durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro – Rio – 92. Neste evento estavam presentes representantes de 179 países que trabalharam no sentido de buscar um equilíbrio entre o crescimento econômico e a preservação ambiental considerando as alterações climáticas e a preservação da biodiversidade. Além da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), neste momento, foram elaboradas também a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da Seca(BRASIL, 2017).

A convenção traz como objetivo principal a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático global. E para que esse objetivo seja atingido de maneira a assegurar a produção de alimentos e o desenvolvimento econômico sustentável, compromissos e obrigações foram definidos a todos os países signatários, conhecidos por Partes da Convenção (Smith, 2006).

O Brasil foi o primeiro país assinar a Convenção que passou a vigorar em maio de 1994, 90 dias após sua aprovação e ratificação no Congresso Nacional. Diante da ratificação da Convenção, o Brasil assume os desafios propostos pela convenção bem como os desafios internos enquanto país, que passa, por exemplo, pela necessidade de harmonizar a legislação brasileira sobre tema.

Nesse sentido, serão apresentadas neste documento as legislações brasileiras que abordam o tema de mudança climática e saúde bem como as convenções internacionais das quais o Brasil faz parte. Além disso serão apresentadas as perspectivas do setor saúde considerando as mudanças climáticas e os impactos à saúde.

Atuação do Brasil no Contexto Internacional

Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima

Com intuito de construir um marco lógico sobre a participação do Brasil nas convenções internacionais, ressalta-se a ratificação do Brasil na Convenção Quadro das nações Unidas em 1994. E a partir do momento em que se torna signatário passa a assumir os seguintes compromissos:

"- elaborar inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa;

- implementar programas nacionais e/ou regionais com medidas para mitigar a mudança do clima e se adaptar a ela;

- promover o desenvolvimento, a aplicação e a difusão de tecnologias, práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões antrópicas de gases de efeito estufa;

- promover e cooperar em pesquisas científicas, tecnológicas, técnicas, socioeconômicas e outras, em observações sistemáticas e no desenvolvimento de bancos de dados relativos ao sistema do clima; e

- promover e cooperar na educação, treinamento e conscientização pública em relação à mudança do clima."

Considerando o número de países signatários, os compromissos assumidos e a necessidade de organizar esses processos bem como a discussão entre os países e a avaliação da implementação da Convenção, foi criada a Conferência das Partes (COP). A COP é o órgão supremo da UNFCCC que reúne anualmente as Partes e tomam as decisões que devem ser coletivas e consensuais e se tornam soberanas, passando a valer para todos os países signatários (CETESB, 2017).

Além do processo organizacional, também compete à COP:

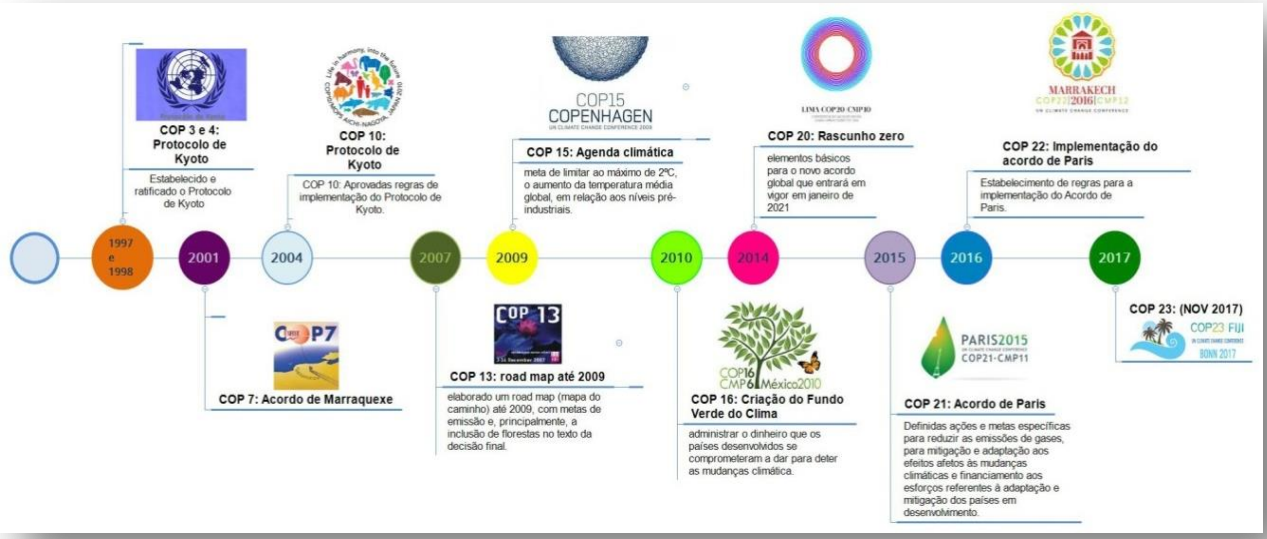
"- examinar periodicamente as obrigações das Partes e os mecanismos institucionais estabelecidos por esta Convenção;

- promover e facilitar o intercâmbio de informações sobre medidas adotadas pelas Partes para enfrentar a mudança do clima e seus efeitos;

- promover e orientar o desenvolvimento e aperfeiçoamento periódico de metodologias comparáveis, a serem definidas pela Conferência das Partes para elaborar inventários de emissões de gases de efeito estufa por fontes e de remoções por sumidouros;

- examinar e adotar relatórios periódicos sobre a implementação desta Convenção 5"

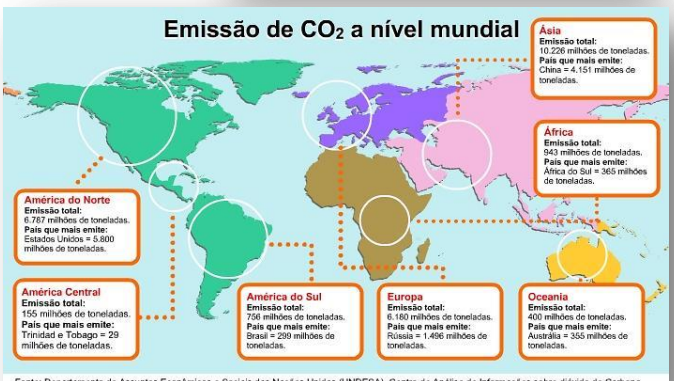
A COP é realizada anualmente entre os países signatários. Em 2017 será realizada a vigésima terceira em Bonn, na Alemanha que tem dentre seus objetivos: preservar o consenso multilateral sobre as causas da mudança climática; defender os avanços afetos ao Acordo de Paris; discutir sobre as estratégias de resiliência para todas as nações vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas, incluindo eventos de mudanças climáticas extremos e aumento do nível do mar; formar uma grande coalisão entre sociedade civil, comunidade científica, setores privados e todos os níveis de governo para acelerar as ações referentes às mudanças climáticas. Considerando a importância de se entender o histórico da atuação no contexto de mudanças climáticas, abaixo apresenta-se o histórico das 22 COP realizadas até 2016 com os destaques de cada Conferência . Assim, a figura abaixo sumariza a linha do tempo em que decisões importantes foram tomadas em COPs (UNFCC, 2017).



- ✓ COP 3 e 4 - realizada nos anos de 1997 e 1998 representam um grande marco pois foi estabelecido e ratificado o Protocolo de Kyoto.
- ✓ COP 7 – o correu em 2001 e foi estabelecido o Acordo de Marraquexe que trouxe a definição dos mecanismos de flexibilização, a decisão de limitar o uso de créditos de carbono gerados de projetos florestais do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo além do estabelecimento de fundos de ajuda a países em desenvolvimento voltados a iniciativas de adaptação às mudanças climáticas.
- ✓ COP 10 – realizada em 2004: momento em que foram aprovadas regras de implementação do Protocolo de Kyoto.
- ✓ COP 13 - realizada em 2007, quando foi elaborado um road map (mapa do caminho) até 2009, com metas de emissão e, principalmente, a inclusão de florestas no texto da decisão final.
- ✓ COP 15 - realizada em 2009, onde foi consolidado o tema climático nas agendas públicas, corporativa e da sociedade civil e acordou-se uma meta de limitar ao máximo de 2°C, o aumento da temperatura média global, em relação aos níveis pré-industriais.
- ✓ COP 16 realizada em 2010. Criação do Fundo Verde do Clima, para administrar o dinheiro que os países desenvolvidos se comprometeram a doar para deter as mudanças climática.
- ✓ COP 20 realizada em 2014 na qual produziu-se o Chamamento de Lima para a Ação sobre o Clima, também conhecido por "rascunho zero". Traz os elementos básicos para o novo acordo global que entrará em vigor em janeiro de 2021. O documento em questão define os parâmetros mínimos para a apresentação das Contribuições Intencionais Nacionalmente Determinadas (INDCs sigla em inglês para Intended National Determinate Contributions) para mitigação e adaptação, a serem propostas no pelas partes e que servirão também de base para o futuro acordo de Paris.
- ✓ COP 21 – realizada em 2015, onde houve a negociação do Acordo de Paris com ações e metas específicas para reduzir as emissões de gases, para mitigação e adaptação aos efeitos afetos às mudanças climáticas e financiamento aos esforços referentes à adaptação e mitigação dos países em desenvolvimento.
- ✓ COP 22 - realizada em 2016 onde regras foram estabelecidas para a implementação do Acordo de Paris.

O Brasil tem, entretanto, uma série de outros compromissos estabelecidos na Convenção, tais como elaborar inventários nacionais de emissões antrópicas de gases de efeito estufa, formular programas nacionais de mitigação e adaptação à mudança do clima, promover cooperação tecnológica, científica e educacional em matéria de mudança do clima, promover o manejo sustentável de sumidouros e reservatórios de carbono, e comunicar à Conferência das Partes informações relativas à implementação da Convenção.

Desenvolvimento sustentável e preservação do meio ambiente são temas da Rio+20. Foto: sxc.hu/Divulgação



Fonte: Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UNDESA). Centro de Análise de Informações sobre dióxido de Carbono (CDIAC) do Departamento de Eenrgia dos Estados Unidos.

Legislação Nacional

Embora a Constituição traga a defesa ao meio ambiente equilibrado e devendo ser protegido pelo Poder Público e pela coletividade uma vez que é essencial à qualidade de vida sadia. No Brasil, a temática de clima e saúde começou a ganhar corpo político entre 2007 e 2009 com a instalação da Comissão Mista Especial (CMEsp) e, posteriormente a Comissão Mista Permanente sobre Mudanças Climáticas (CMMC). A CMMC é composta por Deputados e Senadores que visam debater os impactos das mudanças climáticas sobre a qualidade de vida e promover um equilíbrio entre as legislações federal, estadual e municipal acerca do tema. (BRASIL, 2013).

As políticas públicas e os marcos regulatórios nacionais são ancorados pela Convenção Quadro e pelo Protocolo de Kyoto que por meio do Decreto N º5.445 de 12 de maio de 2005 passaram a vigorar como Leis Ordinárias (NOSCHANG , 2009).

Apesar do trabalho mais intenso entre 2007 e 2009, algumas normativas a respeito do tema foram elaboradas e implementadas em anos anteriores. Em Julho de 1999, por exemplo, foi criada por meio de Decreto a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, cuja competência era de articular as ações de governo decorrentes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima e seus instrumentos subsidiários de que o Brasil fosse parte. Já em 2000, o Decreto nº 3.515, de 20 de junho instituiu o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, que tem por objetivos conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e tomada de decisão sobre os problemas decorrentes da mudança do clima por gases de efeito estufa, bem como sobre o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (DCM) definido no artigo 12 do Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, ratificada pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo nº 1, de 3 de fevereiro de 1994.

De fato as normativas citadas representam o envolvimento do Brasil com o tema, no entanto, outras legislações importantes foram criadas a partir do trabalho desenvolvido pela Comissão Especial e Comissão Mista Permanente sobre Mudanças Climáticas apresentados em ordem cronológica.

Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007 – traz em seu escopo a instituição do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) e orientações para elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

Lei nº12.114 de 9 de dezembro de 2009 – cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e altera os artigos 6º e 50 da Lei nº9478 de 6 de agosto de 1997.

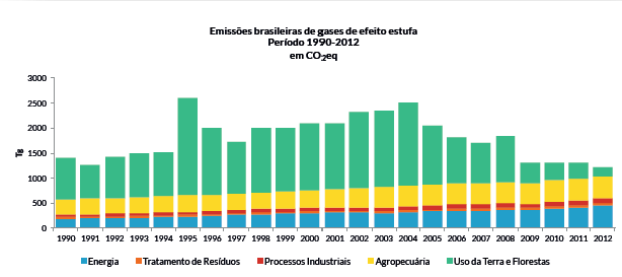
Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 – institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC

Lei nº12.114 de 9 de dezembro de 2009 que cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima – FNMC

Decreto nº 343, de 26 de outubro de 2010 – regulamenta a Lei nº12.114 de 9 de dezembro de 2009 que cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima – FNMC

Decreto nº 7390 de 9 de dezembro de 2010 – regulamenta os artigos 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009 que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC.

Conforme apresentado no documento elaborado pela Comissão Mista Permanente sobre Mudanças, climáticas, além das normativas Federais, vinte e dois Estados também elaboraram suas normas a respeito de mudanças climáticas conforme tabela a seguir. Alguns, como Amazonas, de Goiás, Santa Catarina e São Paulo, publicaram suas normas antes mesmo da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima.



Fonte: MCTI, 2014.

Legislações Estaduais sobre Mudança Climática		
Regiões	UF	LEI
Norte	AC	Lei nº 2.308 de 22 de outubro de 2010 - Cria o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais – SISA, o Programa de Incentivos por Serviços Ambientais – ISA Carbono e demais Programas de Serviços Ambientais e Produtos Ecossistêmicos do Estado do Acre e dá outras providências.
	AM	Lei Ordinária nº 3.135, de 5 de junho de 2007 - Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas, e estabelece outras providências. Lei Ordinária nº 3.184, de 13 de novembro de 2007 - Altera, na forma que especifica, a Lei n.° 3.135, de 05 de junho de 2007, e dá outras providências. Decreto nº 26.581, de 25 de abril de 2007 - Estabelece critérios para o estabelecimento de política estadual voluntária de mudanças climáticas, conservação da floresta, eco-economia e de neutralização das emissões de gases causadores do efeito estufa, e estabelece outras providências. Decreto n° 28.390, de 17 de fevereiro de 2009 - Decreto que institui o Fórum Amazonense de Mudanças Climáticas Globais, Biodiversidade e Serviços Ambientais e da outras providências.
	AP	Lei nº 1491, de 27 de maio de 2010 - Estabelece a política de Redução e Compensação de emissões de dióxido de carbono CO2, incentiva a utilização de Biocombustíveis que contribuam para a amenização do aquecimento global e melhoria da qualidade do ar e dá outras providências.
	PA	Decreto nº 1.900, de 22 de setembro de 2009 - Institui o Fórum Paraense de Mudanças Climáticas e dá outras providências.
	RO	Decreto nº 16.232, de 4 de outubro de 2011 - Institui o Fórum de Mudanças Climáticas, Biodiversidade e Serviços Ambientais de Rondônia.
	RR	
	TO	Decreto nº 3.007, de 18 de abril de 2007 - Cria o Fórum Estadual de Mudanças Climáticas e de Biodiversidade. Lei nº 1.917, de 17 de abril de 2008 - Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Tocantins, e adota outras providências.
Nordeste	AL	
	BA	Decreto nº 9.519, de 18 de agosto de 2005 - Institui o Fórum Baiano de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade e dá outras providências. Decreto nº 10.256, de 22 de fevereiro de 2007 - Altera dispositivos do Decreto nº 9.519, de 18 de agosto de 2005, que instituiu o Fórum Baiano de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade. Lei nº 12.050 de 7 de janeiro de 2011 - Institui a Política sobre Mudança do Clima do Estado da Bahia, e dá outras providências.
	CE	Decreto nº 29.272, de 25 de abril de 2008 - Institui o Fórum Cearense de Mudanças Climáticas e de Biodiversidade e dá outras providências.
	MA	Decreto nº 22.735 de 29 de novembro de 2006 - Institui o Fórum Maranhense de Mudanças Climáticas, e dá outras providências.
	PI	Decreto nº 12.613, de 4 de junho de 2007 - Cria o Fórum Estadual de Mudanças Climáticas e Combate à pobreza, e dá outras providências. Lei nº 6.140, de 6 de dezembro de 2011 - Institui a Política Estadual sobre Mudança do Clima e Combate à Pobreza e dá outras providências.
	PE	Decreto nº 33.015, de 16 de fevereiro de 2009 - Institui o Fórum Pernambucano de Mudanças Climáticas, e dá outras providências. Decreto nº 31.507, de 14 de março de 2008 - Institui o Comitê Estadual de Enfrentamento das Mudanças Climáticas (CEEM) e dá outras providências. Lei nº 14.090, de 17 de junho de 2010 - Institui a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Pernambuco, e dá outras providências.Plano Estadual de Mudanças Climáticas de Pernambuco
	PB	Lei nº 9.336, de 31 de janeiro de 2011 - Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC.
	RN	
	SE	
Centro-Oeste	GO	Lei nº 16.497, de 10 de fevereiro de 2009 - Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas. Lei nº 16.611, de 25 de junho de 2009 - Dispõe sobre a Política Estadual de Conscientização sobre os Efeitos do Aquecimento Global.
	MT	Lei n° 9.111, de 15 de abril de 2009 - Institui o Fórum Matogrossense de Mudanças Climáticas e dá outras providências. Lei nº 9.878, de 7 de janeiro de 2013 - Cria o Sistema Estadual de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, Conservação, Manejo Florestal Sustentável e Aumento dos Estoques de Carbono Florestal – REDD+ no Estado de Mato Grosso e dá outras providências.
	MS	
	DF	Lei nº 4.797, de 6 de março de 2012 - Lei que estabelece princípios, diretrizes, objetivos, metas e estratégias para a Política de Mudança Climática no âmbito do Distrito Federal
Sudeste	ES	Decreto nº 1833-R, de 19 de abril de 2007 - Institui o Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas Globais, do Uso Racional da Água e da Biodiversidade – FCMC. Lei nº 8.797, de 11 de janeiro de 2008 - Dispõe sobre a obrigatoriedade da execução de filme publicitário com mensagens cívicas sobre as consequências do aquecimento global e a importância da defesa do meio ambiente em todas as sessões de cinema exibidas no Estado do Espírito Santo. Lei promulgada pela ALES. Lei nº 9.531, de 15 de setembro de 2010 - Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC, contendo seus objetivos, princípios e instrumentos de aplicação.
	MG	Decreto nº 44.042, de 9 de junho de 2005 - Institui o Fórum Mineiro de Mudanças Climáticas. Decreto nº 44.543, de 13 de junho de 2007 - Altera o Decreto nº 44.042, de 9 de junho de 2005, que institui o Fórum Mineiro de Mudanças Climáticas. Decreto nº 45.229, de 3 de dezembro de 2009 - Regulamenta medidas do Poder Público do Estado de Minas Gerais referentes ao combate às mudanças climáticas e gestão de emissões de gases de efeito estufa e dá outras providências.
	RJ	Decreto n° 40.780, de 23 de maio de 2007 - Institui o Fórum Rio de Mudanças Climáticas Globais que fornecerá suporte à implementação da Política Estadual de Mudanças Climáticas e dá outras providências. Decreto nº 41.318, de 26 de Maio de 2008 - Dispõe sobre mecanismo de compensação energética de térmicas a combustíveis fósseis a serem instaladas no Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Lei nº 5.690, de 14 de abril de 2010 - Institui a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável e dá outras Providências. Decreto nº 43.216, de 30 de setembro de 2011 - Regulamenta a Lei nº 5.690 de 14 de abril de 2010, que dispõe sobre a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável.
	SP	Decreto nº 49.369, de 11 de fevereiro de 2005 - Institui o Fórum Paulista de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade e dá providências correlatas. Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009 - Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC. Decreto nº 55.947, de 24 de junho de 2010 - Regulamenta a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas.
Sul	PR	Lei nº 16.019, de 19 de dezembro de 2008 - Institui o Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas Globais, com os objetivos que especifica e adota outras providências. Lei nº 17.133, de 25 de abril de 2012 - Institui a Política Estadual sobre Mudança do Clima. Decreto nº 7.520, de 4 de março de 2013 - Aprova o Regulamento do Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas Globais, instituído pela Lei nº 16.019, de 19 de dezembro de 2008 e dá outras providências.
	RS	Decreto nº 45.098, de 15 de junho de 2007 - Cria o Fórum Gaúcho de Mudanças Climáticas e dá outras providencias. Lei nº 13.594, de 30 de dezembro de 2010 - Institui a Política Gaúcha sobre Mudanças Climáticas – PGMC -, fixando seus objetivos, princípios, diretrizes e instrumentos e dá outras providências.
	SC	Lei nº 14.829, de 11 de agosto de 2009 - Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina, e adota outras providências. Decreto nº 3.273, de 21 de maio de 2010 - Institui o Fórum Catarinense de Mudanças Climáticas Globais e estabelece outras providências.

A ratificação do Protocolo de Kyoto, do Acordo de Paris bem como a elaboração de Leis Federais e Estaduais acerca do tema de mudança climática, são indícios da preocupação do Brasil acerca do tema.

No entanto, ainda são muitas ações necessárias ao Brasil tanto no que diz respeito a harmonização das leis e nos seus cumprimentos bem como na realização das metas e ações postas na Política Nacional de Mudanças Climáticas, no Plano Nacional de Mudanças climáticas, no Plano de Mitigação e Adaptação e nos Planos Setoriais.

Embora o Brasil não tivesse metas estabelecidas no Protocolo de Kyoto por ser um país em desenvolvimento, observou-se a necessidade de se atuar no combate às ações que geram mudanças climáticas considerando os setores que mais impactam nas emissões de gases de efeito estufa que são Energia, Processos Industriais, Agropecuária, floresta e resíduos. Assim ações foram tomadas com intuito de estabelecer metas para o combate ao aumento da temperatura e propiciar a mitigação dos impactos decorrentes das alterações climáticas.

Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC

Instituída pela Lei nº 12.187 de 2009, a PNMC representa o compromisso do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020.

A Política tem por objetivos adequar o desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático; reduzir as emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes e o fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa no território; e implementar medidas para promover a adaptação à mudança do clima pelas três esferas da federação, com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários.

Portanto, os objetivos trazidos pela PNMC apontam para a necessidade das ações de âmbito nacional considerarem e integrarem as ações promovidas nas esferas estadual e municipal, sejam as entidades públicas ou privadas. Além disso, seus objetivos corroboram com o desenvolvimento sustentável, buscando o crescimento econômico, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais (MASSA, 2006). Com intuito de permitir a execução da Política Nacional de Mudança Climática, instrumentos como o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Comunicação do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima foram criados.

O Plano traz objetivos que corroboram com o esforço de diminuir a emissão de gases de efeito estufa além de propor o desenvolvimento de condições internas para lidar com os impactos das mudanças climáticas globais (adaptação). O plano abrange as diversas interfaces relacionadas à mudança climática e assim se estrutura em quatro eixos: 1) oportunidades de mitigação; 2) impactos, vulnerabilidades e adaptação; 3) pesquisa e desenvolvimento; e 4) educação, capacitação e comunicação (BRASIL, 2017).

O Fundo Nacional de Mudança do Clima tem por objetivo financiar projetos, estudos e empreendimentos que tenham por metas a diminuição de emissões de gases de efeito estufa e a adaptação aos efeitos da mudança do clima. As prioridades de investimento são estabelecidas a cada dois anos e relatórios anuais devem ser elaborados a fim de monitorar a aplicação de verbas (BRASIL, 2017).

A Comunicação do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima é o documento previsto pela Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do clima e consiste em elaborar e atualizar, com periodicidade definida, inventários nacionais das emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros dos gases de efeito estufa não controlados pelo

Protocolo de Montreal, além de fornecer uma descrição geral das providências para implementar a Convenção. O documento é de responsabilidade do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI que até o momento já publicou 3 relatórios e conta com a parceria de diversos setores, dentre eles o setor saúde. Ressalta-se que o setor saúde passou a contribuir com este documento no terceiro relatório elaborado em 2016 (BRASIL, 2004).

Atuação do Setor Saúde

Há alguns anos, estudos têm sido realizados e evidenciado que o clima e as variações climáticas provocam grandes impactos na saúde humana. O primeiro informe científico sobre mudança do clima e saúde humana foi publicado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 1990. Em 1995, a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) apresentou o tema para a Academia Nacional de Ciências durante uma conferência sobre as mudanças climáticas e a saúde humana (OPAS, 2009)

Em 2008, durante a 61ª Assembleia Mundial de Saúde, os Estados Membros expressaram sua preocupação em virtude das conclusões do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) que indicavam que os efeitos sobre a saúde já estavam sendo observados em virtude do aumento de temperatura; que países em desenvolvimento deveriam ter impactos piores em decorrência da falta de preparo para adaptação e que a elevação da temperatura poderia afetar a saúde de milhões de indivíduos por meio do aumento da desnutrição e do número de mortes e ferimentos devidos a eventos climáticos extremos, carga de doenças diarreicas e frequência de doenças cardiorrespiratórias, bem como através de alterações na distribuição de alguns vetores de doenças infecciosas (IPCC, 2007). Diante dessas conclusões, o 48º Conselho Diretor da Organização Pan-Americana de Saúde, realizado em setembro de 2008, ministros da saúde e delegados discutiram a elaboração de um Plano de Ação Regional para proteger a saúde dos efeitos das mudanças climáticas.

Além da Política Nacional sobre Mudança do Clima e o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Brasil estabeleceu também os Planos Setoriais de Mitigação e de Adaptação ás Mudanças Climáticas, dentre os quais tem-se o Plano do Setor Saúde. Embora o Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima tenha sido publicado em 2013, o processo de internalização do tema “mudança do clima” na área da saúde foi intensificado em 2006 a partir do reconhecimento da sua importância e de seus impactos na saúde humana pelo Governo Federal que resultou na inclusão do Ministério da Saúde como membro permanente do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) conforme consta no Decreto Nº 6.263, de 21 de novembro de 2007 que instituiu o CIM (BRASIL, 2017).

Em 2007, o Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador realizou uma Oficina de Trabalho sobre mudanças climáticas, produção e propagação de doenças. Um dos resultados dessa oficina foi a instituição, por meio da Portaria GM/MS n. 765/2008, de um grupo técnico de caráter permanente, composto por seus órgãos, Unidades Vinculadas e demais órgãos colegiados vinculados. Esse grupo técnico tinha o objetivo de subsidiar as discussões e definições do Setor Saúde no âmbito do CIM. E, abaixo tem-se alguns resultados como parte do trabalho desenvolvido pelo grupo:

a) a inserção do objetivo de fortalecimento de ações para a redução das vulnerabilidades das populações no Plano Nacional de Mudanças Climáticas;

b) a formalização da Cooperação Técnica entre o Ministério da Saúde e o Ministério do Meio Ambiente, visando a integração e a implementação de ações comuns e a consolidação de agenda bilateral, por meio da Portaria Interministerial nº 822/2008;

c) a proibição da produção e importação de medicamentos que utilizam clorofluorcarbono como princípio ativo, por meio da Resolução RDC nº 88, de 25 de novembro de 2008, bem como a proibição de aquisição desses produtos pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 2.799, de 30 de outubro de 2007;

d) a participação do Ministério da saúde na elaboração da publicação de documentos técnico-científicos sobre a saúde e mudanças climáticas no Brasil, volume 1 e 3 da série 'Saúde Ambiental', Caderno de Mudanças Climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil, em parceria com a Fiocruz e a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS); e

e) o trabalho conjunto entre o Ministério da Saúde e a OPAS na elaboração do Plano Regional de Mudanças Climáticas e Saúde, com foco na proteção da saúde frente aos efeitos das mudanças climáticas na região das Américas para subsidiar a elaboração dos planos nacionais de cada país, adaptados a peculiaridade de cada um.

Em 2010, a partir da publicação do Decreto n. 7.390, de 9 de dezembro que regulamenta os artigos 6, 11 e 12 da Lei n. 12.187/2009 e estabelece o compromisso de compatibilização dos princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos das políticas públicas e programas de governo aos da Política Nacional sobre Mudança do Clima, o Ministério da Saúde ficou responsável pela compatibilização das políticas públicas de saúde com as de mudança do clima. Assim, em 2011, o Ministério da Saúde iniciou a organização do processo de elaboração do Plano Setorial da Saúde de Mitigação e de Adaptação às Mudanças do Clima (PSMC-Saúde 2012-2015).

Para a elaboração do Plano, o MS instituiu a Comissão Gestora e o Comitê Executivo do Plano Setorial da Saúde de Mitigação e de Adaptação as Mudanças do Clima, por meio da Portaria GM/MS n. 3.244/2011, de cunho técnico-consultivo e também deliberativo para possibilitar as discussões técnicas até as deliberações no âmbito estratégico e político.

Ressalta-se que no âmbito do Ministério da Saúde, além de atuar nas representações afetas ao tema, a questão de Clima e Saúde está ligada aos trabalhos desenvolvidos pelas áreas de Vigilância em Saúde Ambiental dos Riscos Associados aos Desastres – Vigidesastres e de Vigilância em Saúde de Populações Expostas à Poluição Atmosférica – Vigiar, ambas inseridas no Departamento de vigilância em Saúde ambiental e Saúde do Trabalhador – DSAST (BRASIL, 2017). E nesse contexto as responsabilidades do Sistema Único de Saúde são:

- ***"Estabelecer processo de gestão de risco frente aos impactos da mudança do clima sobre a saúde humana, com perspectiva de gestão corretiva (trabalhar em riscos já existentes) e prospectiva (trabalhar em prováveis riscos futuros), incluindo medidas de prevenção, preparação, alerta, resposta e recuperação;***
- ***Elaborar diretriz para atuação do setor saúde frente aos riscos associados à mudança do clima, como medidas de adaptação e de mitigação;***
- ***Estabelecer parcerias junto a outros setores e órgãos públicos, municipal e/ou estadual, para identificar as vulnerabilidades do território e reduzir possíveis riscos (por exemplo: defesa civil, limpeza pública, educação, meio ambiente, agricultura e pecuária etc);***
- ***Identificar e priorizar políticas e programas locais a fim de abordar os riscos à saúde já existentes e os que podem ser projetados em consequência da mudança do clima;***
- ***Identificar e/ou assegurar recursos humanos, materiais e financeiros para aumentar a capacidade de resposta frente à mudança climática;***
- ***Elaborar plano de ação com medidas de adaptação, incluindo vigilância, alerta e resposta, envolvendo todas as áreas de saúde e a sociedade civil;***
- ***Estabelecer medidas para aumentar capacidade de resiliência da população e do setor;***
- ***Estabelecer programas educativos, principalmente nas escolas e unidades de saúde;***
- ***Elaborar plano de comunicação de risco para a população com participação social."***

Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança

O objetivo de elaborar o Plano Setorial da Saúde de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSMC – Saúde) foi de definir medidas de mitigação e adaptação, considerando a necessidade de fortalecer a capacidade de resposta dos serviços de saúde em decorrência dos impactos oriundos das mudanças climáticas.

Participaram da elaboração do PSMC – Saúde, diversas áreas do Ministério da Saúde, tendo a coordenação ficado a cargo do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador (DSAST). Para a sua elaboração, alguns documentos utilizados como base foram as políticas públicas de saúde, a Política Nacional sobre Mudança do Clima, bem como as iniciativas e estratégias de ação da OMS e do MERCOSUL para fortalecer o Setor Saúde frente às mudanças do clima em 2009 e o Plano "Estratégias e Plano de Ação sobre Mudança Climática da OPAS" (CD51/6, Rev.1) aprovado pelo 51° Conselho Diretor da OPAS em 2011.

A elaboração do plano foi pensada de forma a compatibilizar as diretrizes e metas existentes nos planos e programas nacionais de saúde e do governo com o regime internacional sobre mudança do clima e saúde. E a partir desta definição o plano foi construído tendo como base 4 (quatro) eixos de intervenção: Vigilância em Saúde, Atenção à Saúde, Promoção e Educação em Saúde e Pesquisa em Saúde.

Ressalta-se que os Planos Setoriais possuem tempo de vigência semelhante ao período do Plano Plurianual (PPA), ou seja 4 anos; e sua revisão deve ocorrer em períodos não superiores a 2 (dois) anos, considerando que as ações nele contidas devem acompanhar as mudanças para viabilizar a efetividade das ações desenvolvidas e também a necessidade contínua de fortalecimento do SUS frente aos impactos da mudança do clima.

Em 2017 foi publicado o relatório de monitoramento do Plano Nacional de Adaptação, e observou-se que o PNA auxiliou no fortalecimento de 13 marcos internacionais, destacando-se o Marco de Sendai para redução do risco de desastres e, especialmente, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS (Agenda 2030).

No âmbito da saúde, as duas metas propostas no PNA que são: Ampliar para 85% o percentual de municípios brasileiros com o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) até 2019; e criação da Rede de pesquisa, monitoramento e comunicação sobre clima e saúde criada no âmbito do SUS já estão com a implementação iniciada. Das 8 diretrizes pactuadas que tratam da melhoria da qualidade de informações; fortalecimento de articulações intra e inter-setoriais; sensibilização e capacitação de profissionais e cidadãos; fomento à pesquisa; formulação de políticas que visem a resiliência da população; políticas de incentivo ao saneamento adequado; fortalecimento da vigilância em saúde e promoção de estabelecimento de saúde sustentáveis, 7 possuem ações em andamento, que contribuem para o cumprimento de 7 metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS e para o fortalecimento de 3 Planos/Políticas nacionais e de 4 marcos internacionais.

Até o momento as ações iniciadas foram:

- Constituição do Observatório Nacional de Clima e Saúde;
- Cálculo de Índice de Vulnerabilidade Municipal à Mudança do Clima gerados, por meio da implementação do Projeto SISVUCLIMA;
- 15% de aumento, em relação a 2014, do número de municípios cobertos pelo Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano(VIGIAGUA);
- "Seminário Nacional de Saúde, Ambiente e Comunidades Tradicionais", com a participação de representantes de movimentos sociais do campo, da floresta, das águas e de comunidades tradicionais; gestores públicos das esferas federal, estadual e municipal; e da comunidade acadêmica;
- "Curso de Clima e Saúde" para capacitação de profissionais do SUS, realizado.

Fonte:MCTI

Desafios e perspectivas

Apesar da percepção da importância do tema, do reconhecimento das responsabilidades e da definição de metas alguns pontos ainda são desafiadores para o setor Saúde. Observa-se, por exemplo que alguns objetivos estabelecidos no Plano Setorial ainda não foram cumpridos, como a criação da rede de estudo, pesquisa, monitoramento e comunicação sobre clima e saúde para ampliação do conhecimento técnico-científico, e subsídio à análise de situação de saúde e à tomada de decisão consolidada no Sistema Único de Saúde (SUS) (meta 3.12).

Recursos financeiros destinados a atuação do Setor Saúde é outro desafio a ser superado, uma vez que estava previsto no PSMC e não houve acesso a nenhum tipo de recurso para esta finalidade. Para o cumprimento dessas metas, o Ministério da Saúde enfrenta dificuldades como a falta de empoderamento dos profissionais de saúde e da população brasileira em relação ao tema. A sensibilização, a orientação e a capacitação são fundamentais para que os profissionais do SUS entendam o que é mudança do clima, quais os seus impactos no meio ambiente, na sociedade e na saúde humana para que se tornem agentes de mudança, de evolução e multiplicadores junto às comunidades que atuam, frente ao cenário de mudanças climáticas.

O Ministério da Saúde tem trabalhado em parceria com a FIOCRUZ e outras instituições no sentido de propiciar capacitações acerca do tema e assim conseguir vencer os desafios. Para planos futuros o setor saúde percebe a necessidade de interação entre os diversos planos setoriais, uma vez que ações previstas e executadas nos demais podem impactar positivamente no ambiente e na saúde. Observa também a necessidade de ampliar o fomento à realização de estudos e pesquisas específicos que visem a adoção de tecnologias menos intensivas em carbono, a substituição de combustíveis e a eficiência energética, a produção do conhecimento sobre as doenças sensíveis ao clima e as regiões mais suscetíveis, os cenários e projeções das vulnerabilidades, riscos e impactos da mudança do clima na saúde humana. Além disso é preciso desenvolver estratégias de mitigação e adaptação diante dos cenários já existentes e conhecidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IPCC, 2007. Climate change 2007: synthesis report [Internet]. XXVII Plenária do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima; 12-17 de novembro de 2007; Valência, Espanha. Genebra: IPCC; 2007. Disponível em: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf Acesso em 14/08/2-17

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda 21. Acesso em 07/08/2017. Disponível em: (http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.

Kaku, William. Smith. A Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima e o Contexto Brasil. 2006. Acesso em 01/08/2017.Disponível em: http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/14434-14435-1-PB.pdf.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Conferência das Partes. Acesso em: 01/08/2017. Disponível em: http://proclima.cetesb.sp.gov.br/conferencias/negociacoes-internacionais/conferencia-das-partes-cop/.

UNFCC, 2017. Disponível em: https://unfccc.int/meetings/bonn_nov_2017/meeting/10084.php. Acesso em 03/08/2017.

UNFCC, 2008. Kyoto Protocol Reference Manual. Disponível em http://unfccc.int/resource/docs/publications/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf. Acesso em 09/08/2017

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima. Comunicação nacional inicial do Brasil: à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Brasília: [s.n.], 2004. 274 p. Disponível em: http://sirene.mcti.gov.br/publicacoes.

BRASIL. Legislação Brasileira sobre Mudanças Climáticas. 2013. Elaborado pela comissão Mista Permanente do Congresso Nacional.

NOSCHANG, Patrícia Grazziotin. A Teoria de Triepel e o Recurso Extraordinário 80.004. Revista Ius Gentium 2(1): 97-114. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.rt/ar4/syr/ar4_syr.pdf.

MASSA - ARZABE, Patrícia Helena. Políticas Públicas: reflexões sobre o conceito jurídico. In: BUCCI, Maria Paula Dallari. (org.). Dimensão jurídica das políticas públicas. São Paulo: Saraiva, 2006, p. 66. 13 Lei nº 12.187/09, art. 4º, Parágrafo único. 14 Lei nº 12.187/09, art. 4º, I. nacional15.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Plano Nacional sobre Mudança do Clima. 2007. Acesso em 08/08/2017. Disponível em: http://www.mma.gov.br/clima/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Acesso em 09/08/2017. Disponível em: http://www.mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-clima/comit%C3%AA-interministerial-sobre-mudancasclimaticas.

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde. Mudança climática e Saúde: um perfil do Brasil. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Mudanças Climáticas.2015 Acesso em 22/08/2017. Disponível em: http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/1152-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/vigidesastres/l2-vigidesastres/18549-mudancas-climaticas.

BRASIL. Fundação Oswaldo Cruz. Observatório Nacional de Clima e Saúde. Acesso em 02/082017. Disponível em: http://www.climasaude.icict.fiocruz.br.

MÓDULO 3 - Análise de situação de saúde voltada para o clima e ambiente

Christovam Barcellos

O principal objetivo de uma análise de situação de saúde (ASS) é produzir conhecimento útil para ações de saúde pública. Ao contrário das análises epidemiológicas clássicas, a ASS não pretende estabelecer associações entre um fator de risco e um desfecho de saúde (agravo). O que se pretende é analisar um conjunto de dados que permita compreender a situação de saúde, os problemas de saúde e necessidades de uma determinada população em um território.

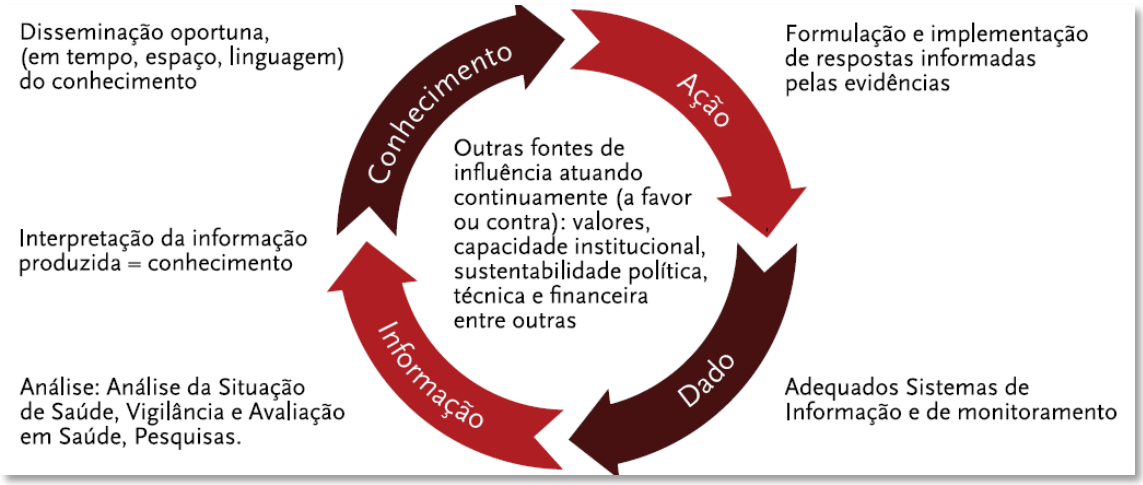
A própria definição de problemas de saúde permite a ampliação desses temas e abordagens dos estudos de saúde pública, para além de listas de doenças e agravos. Os problemas de saúde são constiruídos a partir de análises de situação, que consideram a sua prevalência e gravidade, mas também sua evitabilidade e prioridade, de acordo com os interesses dos atores sociais envolvidos. Segundo Castellanos (1990), a situação de saúde de um determinado grupo populacional é constituída por um conjunto de problemas de saúde descritos de acordo com perspectiva de um ator social. A "*descrição e explicação de uma situação de saúde-enfermidade não são independentes de quem e de que posição descreve e explica*". As necessidades de saúde são estabelecidas pelas comunidades e incluem a capacidade de resposta destas comunidades para enfrentar seus problemas. Daí a importância dos processos participativos quando se estuda ou planeja ações para resolver estes problemas.

A ASS busca compreender o contexto que envolve os problemas de saúde, para poder atuar sobre este contexto, não sobre indivíduos, nem sobre organismos, mas sobre os territórios. "*Se a doença é uma manifestação do indivíduo, a situação de saúde é uma manifestação do território*" (Barcellos e Sabroza, 2001). Diferente de outras abordagens, a ASS busca uma perspectiva macroscópica destes problemas, permitindo compreender a dinâmica do processo saúde-doença no seu contexto socioambiental, isto é, na relação dialética entre sociedade e natureza.

A diversidade de concepções sobre os problemas de saúde decorre igualmente dos diversos campos de atuação da saúde coletiva, que compreendem ações de vigilância de doenças e agravos, a atenção à saúde e a promoção de saúde, esta de desenvolvimento mais recente. Estudar os problemas de saúde requer uma visão ampliada da saúde, desde a prevenção de doenças e agravos até o acesso a serviços de saúde, isto é, sobre o processo saúde-doença-atenção como um todo, inseparável. Para se compreender e atuar sobre a dengue, por exemplo, deve-se abarcar todas as escalas e compartimentos onde esta doença se manifesta, desde o nível celular, seus aspectos clínicos e epidemiológicos, a dinâmica dos vetores, seus condicionantes ambientais e sociais, seu atendimento na rede de serviços de saúde, bem como sua representação sociocultural por parte da população. Compreender o problema de saúde, neste caso, é unir os elos desta cadeia de eventos por meio de uma rede de causalidades, com vários componentes que atuam em diferentes compartimentos, mas no mesmo território. Este é um dos principais desafios da ASS: compreender as particularidades de cada problema de saúde e relacioná-las aos processos gerais, de globalização, de expansão do capitalismo, precarização do trabalho e vulnerabilização das populações, degradação ambiental, urbanização, mudanças climáticas, entre outros.

A ASS deve ter uma concepção estratégica, auxiliando os tomadores de decisão a estratificar riscos, mobilizar recursos e meios para reduzir os impactos dos problemas de saúde. Esta decisão deve ser oportuna, isto é, deve produzir informações de maneira a favorecer as tomadas de decisão e a mobilização de atores sociais

envolvidos nos problemas. A ASS é uma síntese de dados e informações que permitem compreender a totalidade de um problema de saúde e seus determinantes sociais e ambientais. De acordo com Duarte e Morais-Neto (2016), "*no momento que se segue ao da análise dos dados e produção da informação, é necessário descartar o que não tem relevância, agregar, priorizar e concentrar a atenção nos elementos importantes para a tomada de decisão e, com isso, produzir um todo a partir de*



de suas partes relevantes: é necessário produzir uma síntese".

A ASS é, portanto, um processo de geração de conhecimento a partir da transformação de dados em informação oportuna e útil para a ação. A figura acima mostra o ciclo de produção de conhecimento a partir das ASS.

Neste texto vamos mostrar diversas estratégias e técnicas de análise de dados para os estudos sobre clima e saúde. Estas técnicas permitem a reunião e análise de um conjunto de dados para a geração de informação. Também não podemos esquecer que um dos produtos da ASS é a interpretação e disseminação do conhecimento, seja na forma de relatórios, seja usando ferramentas de visualização de indicadores, como gráficos e mapas.

No caso das mudanças ambientais e climáticas, são necessários diversos dados, oriundos de diferentes fontes, que precisam ser organizados e integrados para uma análise de situação. Isto porque o clima não afeta a saúde diretamente, mas esta relação é sempre mediada por diversos fatores sociais, econômicos, políticos e ambientais. Para isso, deve-se recorrer a técnicas de integração, antes mesmo de começar a fase de análise de dados. Isto porque os fenômenos climáticos não se realizam nas pessoas, isto é, não são atributos individuais. Uma pessoa não "chove". A chuva ocorre em um território em um período de tempo. Neste mesmo território há uma população, que pode ser afetada por este fenômeno climático. Para relacionar a chuva, ou outro fenômeno climático, com as características da população é necessário circunscrever este fenômeno a um território e a um período. Não por acaso, dois conjuntos de técnicas são amplamente utilizados para a análise de saúde, ambiente e clima: a análise espacial e as séries temporais. Ambos os desenhos de estudo são considerados como ***estudos ecológicos*** e são especialmente úteis quando se fixa um período de tempo e se analisa a distribuição espacial de um determinado problema de saúde (estudos espaciais) ou ao contrário, quando se considera um território e a variação do problema de saúde ao longo do tempo (estudos de séries temporais). Estas são estratégias de integração de dados de ambiente, clima e saúde, lembrando que estes dados não se referem as pessoas, mas a populações e suas variações no tempo e no espaço.

Estudos ecológicos *- Os principais objetivos dos estudos ecológicos são a identificação de regiões de sobre-risco em relação à média global do processo estudado e a busca de fatores potencialmente explicativos dos diferenciais de incidência encontrados, seja no campo da análise exploratória, "mapeando" doenças, ou buscando modelos explicativos, identificando diferenciais de risco e apontando medidas preventivas.*

Carvalho e Souza-Santos, 2005.

Clima, mudanças climáticas e saúde

As mudanças ambientais e climáticas globais, que vêm se intensificando nas últimas décadas, podem produzir impactos sobre a saúde humana por diferentes vias e intensidades. Algumas dessas mudanças impactam de forma direta a saúde e bem estar da população como a ocorrência de eventos extremos como secas, ondas de calor, furacões, tempestades, enchentes, dentre outros. No entanto, na maior parte das vezes, esse impacto é indireto, sendo mediado por mudanças no ambiente como a alteração de ecossistemas, da biodiversidade e de ciclos biogeoquímicos.

Dentre os grupos de doenças que podem ser afetados pelas mudanças climáticas e ambientais, chamadas de **Doenças Sensíveis ao Clima (DSC)** encontram-se as doenças transmitidas por vetores, as doenças respiratórias e cardiovasculares, as doenças de veiculação hídrica e diversos problemas de saúde decorrentes da seca ou inundações prolongadas, como a fome, a desnutrição e as doenças mentais. É importante ressaltar que o fato de uma doença ser influenciada por fatores sazonais, pela incidência de chuvas ou secas e pela temperatura não quer dizer necessariamente que esta doença seja sensível ao clima ou que seu padrão está se alterando com as mudanças climáticas. A variabilidade climática é um processo natural em todo o mundo e se deve as variações nas estações do ano ou do regime de precipitação. Os eventos climáticos extremos também têm grande impacto sobre a saúde (Xavier et al., 2014). Estudo mostram que as mudanças climáticas estão produzindo eventos extremos com maior frequência e magnitude (Patz et al., 2014).

As doenças transmitidas por vetores, mais prevalentes nos países de clima tropical, são apontadas como um dos principais problemas de saúde pública e podem se agravar com o aquecimento global. As mudanças dos padrões de precipitação podem alterar a sazonalidade dessas doenças em regiões onde atualmente há transmissão. Além disso, as áreas de transmissão dessas doenças podem ser expandidas em direção a regiões temperadas e zonas de altitude, o que preocupa em especial os países desenvolvidos da América do Norte e Europa.

Em um cenário de aquecimento global, a incidência de doenças respiratórias tende a se agravar considerando-se a possibilidade de prolongamento de períodos de seca e redução acentuada de umidade, que resultaria em uma maior vulnerabilidade da vegetação às queimadas. As alterações de temperatura, umidade e o regime de chuvas podem potencializar os efeitos das doenças respiratórias, assim como alterar as condições de exposição aos poluentes atmosféricos.

As mudanças climáticas globais podem ainda aumentar a incidência de doenças de veiculação hídrica. De um lado podem agravar as situações de vulnerabilidade de populações que não possuem redes de abastecimento de água, dificultando o acesso à água com qualidade e quantidade adequadas. De outro lado, os grupos populacionais servidos por esses sistemas também podem ser afetados pela ameaça de interrupção do suprimento ou contaminação de mananciais de água.

Nestes e em diversos outros casos, os eventos e ciclos climáticos estão intrinsecamente ligados aos padrões de uso do solo e da apropriação de recursos naturais. Por exemplo, o processo de adensamento urbano produz e concentra calor sobre uma porção da superfície terrestre, ao mesmo tempo em que as mudanças climáticas afetam particularmente as cidades. É importante destacar que os impactos dessas mudanças sobre a saúde são extremamente diferenciados, dependendo da vulnerabilidade dos grupos populacionais, sua capacidade de adaptação e resiliência.

Obviamente, diferentes populações vivendo em espaços diferenciados apresentam distintas constituições para suas vulnerabilidades, entendida como a capacidade de resposta de indivíduos, grupos e comunidades aos potenciais perigos deflagrados por eventos relacionados a mudanças climáticas e ambientais ao longo dos processos saúde-doença. Segundo esta concepção, a vulnerabilidade destas populações está associada aos territórios de sua vida cotidiana, e sua caracterização não pode prescindir de uma visão ecológica e social.

ASS de Clima e Saúde

Diante da complexidade dos processos que estão envolvidos entre as mudanças ambientais e climáticas globais e seus efeitos sobre a saúde, é imprescindível a reunião e análise de dados de forma a subsidiar a sociedade, agências governamentais e a mídia com informações sobre essas mudanças. A interação entre gestores, população e pesquisadores é de grande importância para o aperfeiçoamento das ações de vigilância em saúde deve ser vista não apenas como produtora de dados, mas principalmente como espaço para a formulação de políticas a partir da ASS. Para a realização dessas análises é necessário um conjunto de dados nas dimensões do clima, ambiente, população e saúde.

Para a ASS, é importante reunir e organizar dados originados de diferentes fontes de informação sobre clima, ambiente, população e saúde e selecionar um conjunto mínimo de dados que permitam o acompanhamento de tendências a médio e longo prazo.

Os dados sobre clima se referem, na verdade a processos meteorológicos, tais como temperatura, precipitação e umidade, medidos ou estimados em um determinado momento. Há necessidade de se agregar e estabelecer medidas médias para se acompanhar as tendências do clima a longo prazo.

Os dados de saúde se referem a uma determinada população e para se reconhecer o impacto das mudanças ambientais e climáticas sobre as condições de saúde é necessário agregar os eventos de saúde em seus territórios e em períodos de tempo. Estes eventos podem ser o adoecimento, a internação hospitalar, os óbitos, entre outros, que permitem contagens e medidas de frequência, e que deverão ser transformadas em indicadores, padronizados por população.

Para monitorar e analisar os processos de clima e saúde é necessário também observar a ***vulnerabilidade*** em saúde de grupos populacionais aos potenciais cenários climáticos futuros, como a distribuição espacial da população e sua dinâmica, os indicadores locais de pobreza e segregação socioespacial, a situação dos programas de monitoramento e controle, bem como a dinâmica dos ecossistemas em que estão inseridos.

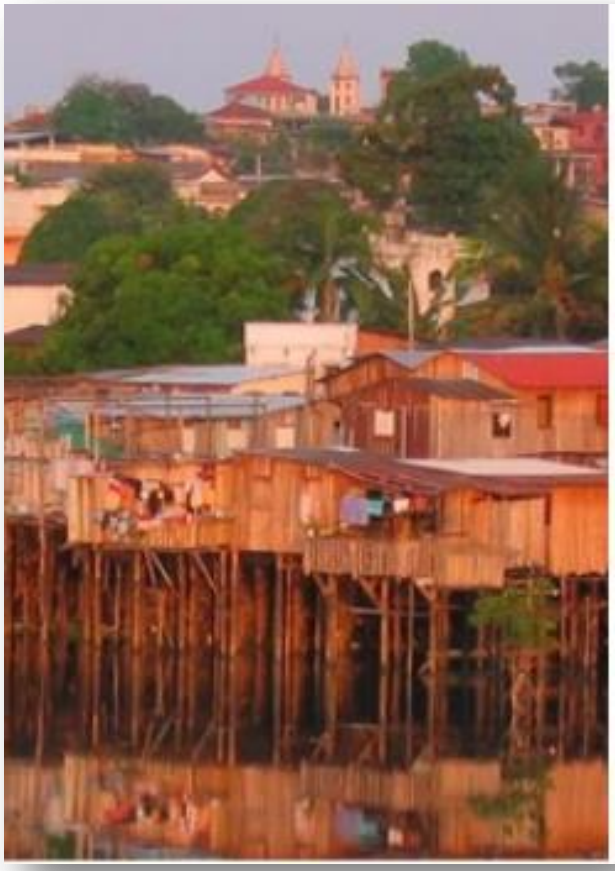
VULNERABILIDADE*- Vulnerabilidade, de maneira clássica, pode ser definida como a susceptibilidade a uma ameaça, que incide sobre uma população ou lugar. O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) define a vulnerabilidade às mudanças climáticas como o grau em que um sistema é susceptível aos efeitos adversos da variabilidade e mudanças climáticas, ou é incapaz de enfrentá-los (IPCC, 2007).*

A vulnerabilidade climática se define em função da natureza, magnitude e amplitude da variação climática a que está exposto um determinado sistema, sua sensibilidade a esta exposição e sua capacidade de evitá-la e preparar-se, bem como12 responder eficazmente frente a esta exposição caso a magnitude supere os padrões estimados na variabilidade atual. Neste sentido, as mudanças climáticas atuam como amplificadores de forças motrizes como crescimento populacional (Corvalan et al., 1996), que podem aumentar os impactos negativos de outros fatores - como as mudanças demográficas e de uso do solo – ao aumentar a vulnerabilidade dos indivíduos, das comunidades e das instituições frente aos diversos fatores que geram pressão como consumo e o descarte (WHO, 2010).

Segundo Vera e cols., os principais desafios para a disseminação de dados sobre clima são: a construção de parcerias entre gestores, usuários e sociedade civil e os produtores de dados sobre clima; a tradução de dados de longo prazo em informações na escala regional e local, de acordo com os níveis de decisão; manutenção de um sistema global de observação do clima; e procedimentos

para a integração, avaliação da qualidade, processamento e análise de bases de dados relevantes para a predição do clima. Neste sentido, o debate sobre as mudanças ambientais e climáticas globais e seus impactos sobre as condições de saúde deve permitir estabelecer canais de comunicação entre produtores e usuários de dados. Entendendo-se como produtores de dados, as instituições que possuem entre suas atribuições a coleta e divulgação de dados de forma sistemática, como o Datasus, IBGE, Embrapa, ANA, entre outros, e como usuários pessoas ou grupos interessados em analisar esses dados. As análises podem ser mais ou menos complexas dependendo dos interesses dos usuários e de sua capacitação técnica.

No módulo a seguir são apresentados os resultados das oficinas realizadas pelo Observatório Nacional de Clima e Saúde que consultou especialistas e acordou indicadores específicos segundo temas de análise e que podem auxiliar nas analises de situação em saúde e clima.



Referências Bibliográfica

BARCELLOS, Christovam et al. An observatory to gather and disseminate information on the health-related effects of environmental and climate change. Revista Panamericana de Salud Pública, v. 40, n. 3, p. 167-173, 2016.

Patz JA, Grabow ML, Limaye VS (2014) When it rains, it pours: future climate extremes and health.Ann Glob Health. 2014 Jul-Aug;80(4):332-44.

BARCELLOS, Christovam; SABROZA, Paulo Chagastelles. The place behind the case: leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood-related outbreak in Rio de Janeiro. Cadernos de Saúde Pública, v. 17, p. S59-S67, 2001.

CARVALHO, Marilia Sá; SOUZA-SANTOS, Reinaldo. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas Analysis of spatial data in public health: methods, problems, and perspectives. Cad. Saúde Pública, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005.

CASTELLANOS, PL (1990) Sobre el concepto de salud-enfermedad. Descripción y explicación de la situación de salud. Boletín Epidemiológico, 10(4): 1-7.

DUARTE, Elisabeth Carmen e MORAIS NETO, Otaliba Libânio de. Introdução à Análise de Situação de Saúde Brasil. In:. Asis - Análise de Situação de Saúde / Ministério da Saúde, Universidade Federal de Goiás. – Brasília : Ministério da Saúde, 2015. 3v. : il.

GONCALVES, K. S. ; CASTRO, H. A. ; HACON, S. S. . As queimadas na região Amazônica e o adoecimento respiratório.. Ciência e Saúde Coletiva, 17: 3689-3696, 2012.

LEE EJ, SCHWAB KJ. (2005) Deficiencies in drinking water distribution systems in developing countries. J Water Health. 3(2):109-127.

LOWE R, BAILEY TC, STEPHENSON DB, GRAHAM RJ, COELHO CAS, CARVALHO MS, BARCELLOS C. Spatio-temporal modelling of climate-sensitive disease risk: Towards an early warning system for dengue in Brazil, Computers & Geosciences, 37(3): 371-381, 2011.

VERA C, BARANGE M, DUBE OP, GODDARD L, GRIGGS D, KOBYSHEVA N et al. Needs Assessment for Climate Information on Decadal Timescales and Longer, Procedia Environmental Sciences, Volume 1, Edited for the World Meteorological Organization by M.V.K. Sivakumar, B.S. Nyenzi and A. Tyagi, 2010, Pages 275-286.

MÓDULO 4 - UNIDADE 1
DOENÇAS RELACIONADAS A PROBLEMAS DE SANEAMENTO AMBIENTAL (ÁGUA)

Renata Gracie

A ocorrência de algumas doenças muitas vezes está relacionada com problemas socioeconômicos e ambientais como é o caso das doenças relacionadas a problemas de saneamento ambiental inadequado (DRSAI), que englobam doenças de veiculação hídrica, transmitidas por vetores, por falta de higiene, e por contato com águas contaminadas. Dessa maneira para melhor entender os determinantes e condicionantes da ocorrência dos casos deste grupo de doenças no Brasil, tornou-se necessário trabalhar com informações referentes a demografia, ao saneamento bem como mortalidade e internações por essas doenças (Gracie et al, 2014).

O tema da qualidade da água tem sido bastante debatida no âmbito da saúde, uma vez que se a água consumida estiver micro-biologicamente contaminada pode transmitir diversas doenças infecciosas através de diferentes formas de exposição, tais como: falta de higiene e de limpeza por falta da água ("water-washed diseases"); por contato com águas contaminadas por parasitas presentes em organismos que vivem na água ou por vetores com ciclo de vida na água ("water-based and water-related insect vector diseases") e diretamente pelo consumo de água contaminada ("water-borne diseases").

Segundo os dados do último Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 83,3% dos municípios brasileiros possuem rede de água de consumo, sendo 97,4% destes serviços concentrados em áreas urbanas, enquanto somente 50,3% possuem rede coletora de esgotos, sendo 58% dos serviços em áreas urbanas. Cabe ressaltar que do total de volume de esgoto coletado, apenas 74% sofrem tratamento antes de serem lançados em corpos d'água, ou de outra forma, estima-se que meramente 42,7% de todo esgoto gerado sofre algum tratamento, antes de lançados no ambiente. Isto explica os elevados níveis de deterioração da qualidade dos principais mananciais brasileiros, que são contraminados por efluentes domésticos não tratados. Estes valores são as médias nacionais, porém existem grandes diferenças regionais nesses índices de atendimento no país, sendo os maiores valores nos estados da região Sudeste (> 90%) e os menores na região Norte (< 70%). Além dessas diferenças regionais, existem elevadas inequidades na oferta de serviços de saneamento quando se comparam áreas urbanas e rurais, independentemente da região ou estado, ou mesmo entre áreas urbanizadas e periféricas das grandes cidades brasileiras (SNSA/MCIDADES, 2017).

Os dados do SNIS contrastam com outros levantamentos sobre serviços de saneamento como o do IBGE, por exemplo. Enquanto os levantamentos do IBGE são oriundos de censos demográficos e pesquisas domiciliares, onde as informações são coletadas junto aos moradores, o SNIS é um banco de dados gerido pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, que reúne informações e indicadores tanto sobre a prestação dos serviços de água, esgotos quanto de manejo de resíduos sólidos a partir de dados fornecidos pelos prestadores (companhias estaduais, autarquias ou empresas municipais, departamentos municipais e empresas privadas). Atualmente o banco possui informações sobre abastecimento de água de 91,3% dos municípios brasileiros, mas apenas 68,2% dos municípios, sobretudo das áreas urbanas, possuem dados sobre esgotamento sanitário,

(SNSA/MCIDADES, 2017). Sendo assim, a comparação desses bancos torna-se difícil, principalmente porque possuem unidades de análise diferentes. No IBGE utilizam-se domicílios como unidade de coleta de dados, enquanto no SNIS usa-se o município como um todo, sem considerar suas possíveis diferenças internas.

No Brasil, 19 milhões de pessoas que vivem em áreas urbanas não contam com água potável. Outras 21 milhões que vivem em áreas rurais também não têm acesso à água tratada. Além disso, apenas 46% dos domicílios brasileiros contam com coleta de esgoto. (Funasa/Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico – 2010). Além deste fato, aponta-se a necessidade de um monitoramento constante, pois se todos os elementos do saneamento não forem avaliados, a população compreendida pela rede de abastecimento pode estar consumindo em seus domicílios águas de qualidade discutível e assim se expondo a riscos (Barcellos, 2012).

Outro fator importante é a intermitência do abastecimento de água, que gera a necessidade de armazenamento muitas vezes em recipientes inadequados, com manipulação precária e falta de higiene, aumento de criadouros para doenças de transmissão vetorial e contaminação da água o que resulta exposição as DRSAI (Viana & Ignotti, 2013).

A própria contaminação da água deve ser tomada, não só como causa de agravos à saúde, mas também como consequência de processos sociais e ambientais, configurando uma cadeia de eventos relacionados ao saneamento que são monitorados através de indicadores específicos (OPAS, 2001). No Brasil, a maior parte da população urbana vem adquirindo acesso à água, através da expansão de redes de abastecimento, sem que seja promovida a coleta e tratamento de esgoto e lixo. A combinação entre a universalização do acesso a redes de abastecimento de água e a crescente vulnerabilidade das fontes superficiais e subterrâneas de água pode, ao invés de proteger a população, magnificar os riscos à saúde (COMITÊ DE SAÚDE E AMBIENTE, 1998).

Diversos estudos têm procurado avaliar o impacto das ações de saneamento sobre a saúde. Os principais indicadores epidemiológicos utilizados nesses estudos têm sido: a incidência de diarreias, a prevalência de helmintoses, giardíase e amebíase, a incidência de hepatites e o coeficiente de mortalidade infantil. Esses indicadores devem ser validados antes do seu uso, procurando avaliar sua abrangência, sensibilidade e especificidade com relação aos riscos da infecção pela água (Heller, 1997).

Compreender o contexto em que esta relação entre qualidade da água e impactos sobre a saúde se produz é necessário e para isso, são apresentados a seguir indicadores apontados por especialistas que contemplam informações epidemiológicos, sobre condições gerais de saneamento e qualidade da água que buscam compreender o contexto no qual se verificam problemas de saneamento que possam ter repercussões negativas sobre as condições de saúde das populações.

LEPTOSPIROSE

Leptospirose é uma doença infecciosa febril de origem bacteriana e que afeta seres humanos e animais. É causada por bactérias do gênero Leptospira. A infecção humana resulta da exposição direta ou indireta à urina de animais infectados. A penetração do microrganismo ocorre através da pele com presença de lesões, da pele íntegra imersa por longos períodos em água contaminada ou através de mucosas. O contato com água e lama contaminadas demonstra a importância do elo hídrico na transmissão da doença ao homem (Brasil, 2005).

Estimativas apontam maior incidência de leptospirose nos trópicos úmidos com taxas acima de 10 casos por 100.000 habitantes por ano, enquanto em países de climas temperados essa taxa varia entre 0,1 a 1 por 100.000 habitantes por ano (WHO, 2011; BRASIL, 2005). No Brasil, a taxa média de incidência é de 2/100.000hab.

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA LEPTOSPIROSE

A leptospirose é uma doença que apresenta múltiplos fatores responsáveis pela sua manifestação. É possível destacar o regime de chuvas, temperatura, topografia bem como, os fatores socioeconômicos como condições de saneamento, nível de instrução da população e uso do solo (Gracie et al, 2014). Ainda que ocorra quase em todo o mundo, os padrões de transmissão leptospirose podem variar de acordo com as regiões onde a doença se manifesta (Vinestz, 2001; Gracie et al, 2014). Os sistemas urbanos de saneamento e drenagem inadequados nas cidades configuram risco de adoecimento devido inundação de áreas e exposição da população ao agente etiológico (Almeida et al. 1994; Barcellos et al, 2001). Vários autores descrevem as condições de habitação precárias e falhas no sistema de coleta de lixo como causadores da doença (Barcellos & Sabroza, 2000; Costa et. al., 2001). Alguns trabalhos evidenciam fatores ambientais e relacionam condições socioeconômicas e de saneamento em áreas de favela a elevados gradientes de exposição (Reis et al., 2008; Maciel et al., 2008; Gracie et al, 2014).

Determinantes socioeconômicos	Determinantes Ambientais
• **Densidade demográfica** • **Domicílios sem esgotamento sanitário** • **Responsáveis pelo domicílio com pelo menos o ensino médio completo** • **Responsáveis pelo domicílio que ganham menos de um salário mínimo por mês** • **População residente em áreas de favela** • **População residente em área de inundação** • **Domicílios sem coleta de lixo sistemática**	• Nível dos rios (cotas hidrológicas) • Amostras de água com cloro fora do padrão • Sistemas de abastecimento de água sem tratamento • Sistemas de abastecimento de água com simples cloração • Áreas inundáveis • Áreas de acúmulo de lixo • Áreas com proliferação de roedores

O CLIMA E A LEPTOSPIROSE

Em situações de desastres ou eventos climáticos extremos são comuns surtos aparentes de casos de leptospirose. A chuva e o déficit de drenagem associado a serviços inadequados de coleta de lixo e esgotamento sanitário configuram cenários adequados para manifestação da doença (Barcellos & Sabroza,2001). Estudos sugerem alternativas de intervenção utilizando modelos matemáticos que detectem limiares acima dos quais enchentes são mais prováveis de ocasionar risco de ocorrência de surtos de leptospirose (Codeço et al, 2008; Coelho & Massad, 2012).

Com a alteração da variabilidade climática e o aumento na frequência de eventos climáticos extremos, áreas populosas podem estar cada vez mais susceptíveis ao incremento no número de notificações, sobretudo em situações de chuvas mais intensas, e com o possível aparecimento de casos mais graves (Coelho & Massad, 2012). Os fenômenos El Niño e La Niña também configuram importante elemento a ser analisado na relação entre chuva e leptospirose, uma vez que os mesmos provocam consideráveis e conhecidas alterações na distribuição e na quantidade das precipitações (Paula, 2005).

DOENÇAS DIARREICAS

A diarreia, sobretudo infantil, é um importante problema de saúde pública em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento como o Brasil (Black et al., 2003; Teixeira et al., 2005). A doença diarreica aguda (DDA) é uma síndrome causada por diferentes agentes etiológicos (bactérias, vírus e parasitos). A manifestação clinica mais comum consiste no aumento do número de evacuações, com fezes aquosas ou de pouca consistência. Pode ocorrer presença de sangue ou muco, acompanhadas de dor abdominal, febre, náusea e vômito. Em geral é autolimitada, com duração de 2 a 14 dias. O quadro clínico do agravo pode variar de manifestações leves até graves, com desidratação e distúrbios eletrolíticos, principalmente quando associadas à desnutrição (BRASIL, 2014). O contágio pela doença varia dependendo do agente etiológico, entretanto, as vias oral ou fecal-oral são as mais comuns. Locais de uso coletivo, tais como escolas, creches, hospitais e penitenciárias apresentam maior risco de transmissão (BRASIL, 2014).

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA DDA

Vários fatores ambientais e socioeconômicos podem explicar o aumento no número de casos e notificações de doenças diarreicas agudas, dentre eles destacam-se a escolaridade materna, abastecimento de água e destino dos dejetos (Campos et al., 1995), renda familiar, densidade domiciliar, local de residência (rural e urbano), desnutrição, escolaridade materna, entre outros condicionantes e determinantes do agravo que abarcam as condições de vida das populações. Além dos fatores biológicos e das condições ambientais (saneamento básico, moradia), as condições nutricionais (padrão alimentar da família), sociais (idade dos pais, grau de instrução), econômicas (renda familiar) e do acesso aos serviços de saúde. Alguns autores destacam também os hábitos adquiridos por questões culturais, que podem explicar a manifestação da doença em determinadas áreas (Pereira et al., 2008).

Em áreas da região amazônica a utilização de rios e poços sem tratamento como soluções alternativas de abastecimento de água podem ocasionar problemas diarreicos, pela contaminação da água. Em áreas do nordeste, onde ocorrem secas intensas, a água disponível pode não apresentar padrões de potabilidade adequados, o que pode provocar surtos de doença diarreica aguda na região. Como agravantes, as condições de renda, escolaridade e esgotamento sanitário das populações, sobretudo dessa região, podem contribuir para o aumento no número de casos da doença.

Determinantes socioeconômicos	Determinantes Ambientais
• **Densidade demográfica** • **Abastecimento de água intermitente** • **Coleta sistemática de lixo** • **Esgoto a céu aberto** • **Domicílios com banheiro** • **Responsáveis pelo domicílio com pelo menos o ensino médio completo** • **Responsáveis pelo domicílio que ganham menos de um salário mínimo por mês** • **População residente em áreas de favela** • **População residente em áreas de seca** • **População residente em áreas de inundação**	• Áreas inundáveis • Áreas de secas e estiagens. • Água para consumo humano sem tratamento • Água para consumo humano que não atenda ao padrão microbiológico (Escherichia coli)

O CLIMA E A DDA

O risco de surtos de doenças diarreicas agudas após catástrofes naturais é maior nos países em desenvolvimento do que nos países industrializados (Watson et al., 2007). O clima pode atuar como agente na manifestação de doenças diarreicas agudas quando considerarmos contextos socioeconômicos e ambientais desfavoráveis, sobretudo em situações de desastres. O elevado volume de chuvas, por exemplo, pode propiciar o aumento do índice de contaminação de águas de poços do lençol freático superficial (Amaral et al., 2003).

Com relação à seca, Gerrant et al., (1983) evidenciou na região do nordeste brasileiro que as doenças diarreicas rotavirais ocorrem com maior prevalência nesta situação climática, já durante estações chuvosas são mais frequentes diarreias originadas pela bactéria *E. coli*.

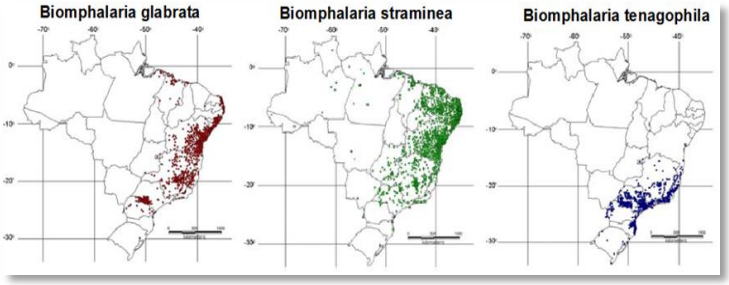
ESQUISTOSSOMOSE

A esquistossomose é uma Infecção produzida por parasito trematódeo digenético. No Brasil é encontrado o Schistosoma mansoni, da família *Schistosomatidae*. A doença possui baixa letalidade e as principais causas de óbito estão relacionadas às formas clínicas graves. No período de 2009 a 2013, houve uma média de 294 internações e 490 óbitos no país.

O hospedeiro intermediário no Brasil são os caramujos do gênero *Biomphalaria*: *B. glabrata*, *B. tenagophila, B. straminea*, responsável pela transmissão. Para que ocorra o contágio do *S. mansoni* no homem, principal reservatório, os ovos são eliminados pelas fezes do hospedeiro infectado (homem) na água, que eclodem, liberando uma larva ciliada, que infecta o caramujo. Após quatro a seis semanas, abandonam o caramujo, na forma de cercária, ficando livres nas águas naturais. O contato humano com águas infectadas pelas cercárias é a maneira pela qual o indivíduo adquire a esquistossomose.

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA ESQUISTOSSOMOSEA

A distribuição da esquistossomose está associada à presença de alguns condicionantes ambientais, sociais e econômicos. Nos condicionantes ambientais, a presença do caramujo *biomphalaria* está condicionada a existência de pequenas coleções hídricas e pontos de água com pouca correnteza. A espécie do caramujo também apresenta influência na distribuição da esquistossomose



Fonte: http://www.cpqrr.fiocruz.br/texto-completo/D_47.pdf, 2010 e http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_moluscos_import_epidemio_2ed.pdf

Os condicionantes sociais e econômicos quando associados aos ambientais podem favorecer a transmissão da esquistossomose. A análise nas áreas de principal ocorrência da esquistossomose apontou como variáveis mais expressivas as condições de renda, a baixa escolaridade, o acesso à água e a condições de esgotamento sanitário precário.

Determinantes socioeconômicos	Determinantes Ambientais
• **Baixa escolaridade** • **Ausência de saneamento (domicílios sem banheiro e caixa de esgoto doméstico, abastecimento de água, drenagem, limpeza e retificação de margens de coleções hídricas e etc.)** • **Serviços de saúde** • **Aspectos socioculturais** • **Pobreza** • **Obras de Transposição (Rio São Francisco)**	• Espécie do caramujo biomphalária • Pequenas Coleções hídricas (rios, pequenas valas, lagoas até pequenas poças) • Áreas rurais • Pontos de água parada ou com pouca correnteza (esgoto a céu aberto, valas com água doméstica servida) • Inundação, enxurrada em áreas endêmicas

O CLIMA E A ESQUISTOSSOMOSE

No caso da esquistossomose situações de inundação podem ocasionar o transbordamento de lagoas com a presença do caramujo, contaminando outras fontes de água e proporcionando o contato do agente etiológico com o hospedeiro humano (Silva et al, 2006). O vetor apresenta um comportamento sazonal determinado e geralmente associado a períodos de maior pluviosidade quando os criadouros apresentam melhor situação para reprodução do vetor e contagio pelo parasita. Os padrões de chuva podem influenciar diretamente a manutenção de fatores abióticos (temperatura, pH, salinidade) relacionados com locais de reprodução, proporcionando condições ideais para a sua instalação, sobrevivência e reprodução (Leal Neto et al, 2013).

A distribuição *da B. glabrata* está amplamente distribuída em dezesseis (16) estados e está quase sempre associada à ocorrência de casos da doença. A *B. straminea* são habitantes de coleções hídricas permanentes e temporárias, estando mais ajustados ao clima seco do Nordeste e é encontrada em todo o território brasileiro, exceto no Amapá e Rondônia. Já a distribuição da *B. tenagophila* foi identificada em dez (10) estados brasileiros, além do Distrito Federal e é responsável pela transmissão no sudeste e sul do país.

HEPATITE A

A hepatite A é uma doença viral aguda, de manifestações clínicas variadas, desde formas subclínicas, oligossintomáticas e até fulminantes, o que ocorre em menos que 1% dos casos. A ocorrência dos quadros ictéricos aumenta com a idade, variando de 5 a 10% em menores de 6 anos, chegando a 70 a 80% nos adultos. O quadro clínico é mais intenso à medida que aumenta a idade do paciente. A transmissão da doença é fecal-oral, veiculação hídrica, pessoa a pessoa, alimentos e objetos e animais contaminados. Outras formas de transmissão como percutânea (inoculação acidental) e parenteral (transfusão) são muito raras, devido ao curto período de viremia (BRASIL, 2014).

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA HEPATITE A

A hepatite A é uma doença endêmica no Brasil e na América Latina e na década de 1980 apresentava alta endemicidade (BENSABATH et al, 1987; HADLER, 1991). A doença tem apontado uma mudança nos padrões de endemicidade, passando de alta para intermediária ao longo dos últimos 20 anos. Atribui-se essa mudança às melhorias das condições sanitárias e higiênicas no Brasil.

Alguns estudos de soroprevalência de hepatite A sugerem resultado positivo acima de 90% das amostras (CLEMENS et al, 2000; OLIVEIRA et al., 1991). Esses resultados apontam para padrões de persistência do agravo embora a manifestação clínica seja mais evidente em regiões onde saneamento e condições de vida sejam inadequados. Embora o clima apresente influência no comportamento do agravo, as variáveis sociodemográficas parecem ter maior influência do que as ambientais na ocorrência de casos (DE CASTRO SILVA et al, 2007). Em áreas da região amazônica a utilização de rios e poços sem tratamento como soluções alternativas de abastecimento de água podem ocasionar problemas diarreicos, pela contaminação da água. Em áreas do nordeste, onde ocorrem secas intensas, a água disponível pode não apresentar padrões de potabilidade adequados, o que pode vir a provocar surtos de doença diarreica aguda na região. Como agravantes, as condições de renda, escolaridade e esgotamento sanitário das populações, sobretudo dessa região, podem contribuir para o aumento no número de casos da doença.

Determinantes socioeconômicos	Determinantes Ambientais
• **Densidade demográfica** • **Abastecimento de água intermitente** • **Coleta sistemática de lixo** • **Esgoto a céu aberto** • **Domicílios com banheiro** • **Responsáveis pelo domicílio com pelo menos o ensino médio completo** • **Responsáveis pelo domicílio que ganham menos de um salário mínimo por mês** • **População residente em áreas de favela** • **População residente em áreas de seca** • **População residente em áreas de inundação**	• Áreas inundáveis • Áreas de secas e estiagens. • Água para consumo humano sem tratamento • Água para consumo humano que não atenda ao padrão microbiológico (Escherichia coli)

O CLIMA E A DDA

Muito trabalhos relacionam a incidência de hepatite A as condições socioeconômicas, e de saneamento. São poucos os estudo que evidenciaram o clima como fator determinante para incremento no número de casos. Um deles é o trabalho de Wang et al, (2015) que além da hepatite A relacionou o aumento no número de casos à variáveis como umidade. O comportamento do clima na manifestação do agravo não é determinístico. Naumova et al, (2007) avaliou a sazonalidade de seis doenças entre elas a hepatite A, essa foi a única que não apresentou comportamento sazonal determinado. Provavelmente as variáveis contextuais socioeconômicas e ambientais devem mediar a manifestação do agravo e variáveis climáticas podem agir de maneira indireta no comportamento das populações o que pode provocar casos dependendo do contexto no qual essa população está inserida.

REFERENCIAS ÁGUA

Almeida, L. P. et al. Levantamento soroepidemiológico de Leptospirose em trabalhadores do serviço de saneamento ambiental em localidade urbana da região sul do Brasil. Revista de Saúde Pública, 28 (1): p.76-81, 1994.

Amaral LA, Nader Filho A, Rossi Jr. OD, Ferreira FL, Barros LS. Drinking water in rural farms as a risk factor to human health. Rev Saúde Pública 2003; 37:510-4

Barcellos, C & Sabroza, PC. O lugar do caso: leptospirose e riscos associados a condições ambientais durante o surto de 1996 na Zona Oeste do Rio de Janeiro. Cad. Saúde Pública [online]. 2001, vol.17, suppl., pp. S59-S67.

BARCELLOS, Christovam; GRACIE, Renata ; Barros, H. ; MAGALHÃES, M. A. F. ; REDIVO, A. ; Feitosa, Patricia ; MATOS, V. P. . Disseminação de informações sobre água, saúde e saneamento do Brasil: Aspectos institucionais e tecnológicos da construção do Atlas da água - DOI:10.3395/reciis.v6i2.551pt. RECIIS. Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde (Edição em Português. Online), v. 6, p. 1, 2012.

Bensabath G, Hadler SC, Soares MC, Fields H, Maynard JE. Epidemiology and serologic studies of acute viral hepatitis in Brazil's Amazon Basin. Bull Pan Am Health Organ,; 21:16-27, 1987.

Black RE, Morris SS, Bryce J. Where and why are 10 million children dying every year? Lancet 2003; 361: 2226-34.

Brasil. Ministério da Saúde. Guia de Vigilância Epidemiológica. Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em Saúde. Série A normas e manuais técnicos 6ª ed. Editora MS, Brasília (DF) (2005).

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Guia de vigilância de epizootias em primatas não humanos e entomologia aplicada à vigilância da febre amarela / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – 2. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014.

Campos, G. D. J. D. V., Reis Filho, S. A. D., Silva, A. A. M. D., Novochadlo, M. A. D. S., Silva, R. A. D., & Galvão, C. E. (1995). Morbimortalidade infantil por diarréia aguda em área metropolitana da região Nordeste do Brasil, 1986-1989. Rev Saúde Pública, 29, 132-9.

Clemens SAC , Fonseca JC Da, Azevedo T, Cavalcanti A, Silveira TR, Castilho MC, Clemens R. Soroprevalência para hepatite A e hepatite B em quatro centros no Brasil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 33(1):1-10, jan-fev, 2000.

Codeço C T, Lele S, Pascual M, Bouma M, Ko AI. A stochastic model for ecological systems with strong nonlinear response to environmental drivers: application to two water-borne diseases. J R Soc Interface, Oswaldo Cruz Foundation, Avenida Brasil, 4365, Residência Oficial, Rio de Janeiro, RJ 21045-900, Brazil, 2008, 5, 247-252.

Coelho, Micheline ENS; Massad, Eduardo. O impacto do clima sobre leptospirose em São Paulo, Brasil. International journal of Biometeorologia , v 56, n. 2, p. 233-241, 2012.

COMITÊ DE SAÚDE E AMBIENTE. Indicadores de saúde e ambiente – Relatório da Oficina de Trabalho realizada durante o IV Congresso Brasileiro de Epidemiologia – EPIRIO 98, Rio de Janeiro, 1998.

Costa E, et. Al. Formas graves de Leptospirose: aspectos clínicos, demográficos e ambientais. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 34(3): 261-267, mai-jun, 2001.

DE CASTRO SILVA, Patrícia et al. Hepatite A no Município do Rio de Janeiro, Brasil: padrão epidemiológico e associação das variáveis sócio-ambientais. Vinculando dados do SINAN aos do Censo Demográfico Hepatitis A in the city of Rio de Janeiro, Brazil. Cad. saúde pública, v. 23, n. 7, p. 1553-1564, 2007.

Gracie, R., Barcellos, C., Magalhães, M., Souza-Santos, R., & Barrocas, P. R. G.. Geographical Scale Effects on the Analysis of Leptospirosis Determinants. International journal of environmental research and public health, v. 11, n. 10, p. 10366-10383, 2014.

Hadler SC. Global impact of hepatitis A virus infection: changing patterns. In: Hollinger FB, Lemon SM, Margolis HM, editors. Proceedings of the 1990 International Symposium on Viral Hepatitis and Liver Diseases. Baltimore: Williams & Wilkins; 1991. p. 14-20.

HELLER, L.. Saneamento e Saúde. Organização Panamericana da Saúde, Brasília, 1997. OPAS. Água e Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde, escritório regional da Organização Mundial de Saúde (OMS), Brasil, 30/05/2001.

Leal Neto Onicio Batista, Gomes Elainne Christine de Souza, Oliveira Junior Fernando José Moreira de, Andrade Rafael, Reis Diego Leandro, Souza-Santos Reinaldo et al . Biological and environmental factors associated with risk of schistosomiasis mansoni transmission in Porto de Galinhas, Pernambuco State, Brazil. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro , v. 29, n. 2, p. 357-367, Feb. 2013 .

Naumova PT, Jagai JS, B. MATYAS, A. Demaria, IB MacNeill e JK GRIFFITHS (2007). Sazonalidade em seis doenças transmissíveis e enterically temperatura ambiente. Epidemiology and Infection, 135, pp 281-292. doi: 10,1017 / S0950268806006698.

Oliveira LHS, Yoshida CFT, Monteiro SS and Câmara FP. Seroepidemiologic Survey for Hepatitis A and B Markers in Health Care Students From a Public University of Rio de Janeiro, Brazil. Rev Microbiol, 22(3):226-31,1991.

PAULA, E. V. Leptospirose Humana: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 16-21, 2005.

PEREIRA, Ivonete Vieira; CABRAL, Ivone Evangelista. Diarreia aguda em crianças menores de um ano: subsídios para o delineamento do cuidar. Esc Anna Nery Rev Enferm, v. 12, n. 2, p. 224-9, 2008.

Silva, P. B. D., Barbosa, C. S., Pieri, O. S., Travassos, A., & Florencio, L. (2006). Aspectos físico-químicos e biológicos relacionados à ocorrência de Biomphalaria glabrata em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco. Quim Nova, 29(5), 901-6.

TEIXEIRA, Júlio César; HELLER, Léo. Fatores ambientais associados à diarréia infantil em áreas de assentamento subnormal em Juiz de Fora, Minas Gerais. Rev. Bras. Saude Mater. Infant., Recife , v. 5, n. 4, p. 449-455, dez. 2005

VIANA, D.V. & IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. Revista Brasileira de Epidemiologia. 2013; 16(2): 240-256.

Wang, Y., Rao, Y., Wu, X., Zhao, H., Chen, J. A method for screening climate change-sensitive infectious diseases (2015) International Journal of Environmental Research and Public Health, 12 (1), pp. 767-783. http://www.mdpi.com/1660-4601/12/1/767/pdf doi: 10.3390/ijerph120100767

WATSON, John T.; GAYER, Michelle; CONNOLLY, Maire A. Epidemics after natural disasters. Emerging infectious diseases, v. 13, n. 1, p. 1, 2007.

MÓDULO 4 - UNIDADE 2
DOENÇAS RELACIONADAS A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA (AR)

Beatriz Fátima Oliveira, Sandra Hacon

Ao longo dos últimos 50 anos, a temperatura global da terra aumentou consideravelmente, em grande parte, em razão da crescente emissão antropogênica dos gases de efeito estufa (IPCC, 2014). Com as emissões contínuas dos gases de efeitos estufa nas suas atuais proporções, a Terra está caminhando em direção a um aquecimento médio global de mais de 3°C, com 20% de chances de atingir um valor de 4°C (World Bank, 2012). Com a manutenção das proporções atuais de emissão, o aumento da temperatura poderá atingir negativamente diversos setores, especialmente na saúde humana (Bennet et al., 2014; IPCC, 2014).

Considerando o impacto direto do aumento da temperatura, o aumento da intensidade, magnitude e frequência de ondas de calor tendem a aumentar a mortalidade e morbidade por doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórias, atingindo principalmente grupos vulneráveis como idosos indivíduos com doenças preexistentes e crianças. Em um estudo realizado na região sudeste, o aumento percentual no risco de morte durante os dias de ondas de calor foi de 5,8% (IC95% 2,3 – 9,3) para todas as causas, 7,8% (IC95% 3,2 – 12,7) para doenças cardiovasculares e 10,8% (IC95% 2,8 – 19,3) para doenças do aparelho respiratório, comparado aos dias de não ondas de calor (Son et al., 2014). Além das ondas de calor, o aumento dos indicadores de estresse térmico, como *Heat Index* e *Temperatura Bulbo Úmido* (WBGT), também podem se acentuar com o aumento da temperatura acarretando efeitos como fadiga mental, desidratação e comprometimento do sistema cardiovascular e respiratório, levando o corpo a colapso e até a morte (Sherwood, Huber, 2010).

. Entre os impactos indiretos, a estreita relação entre aumento da temperatura e a emissão de poluentes atmosféricos poderá contribuir para um aumento no número e na gravidade de condições de saúde bem definidas como hipertensão, infarto agudo do miocário, asma, infeções respiratórias agudas e doenças obstrutivas pulmonares (D'Amato et al., 2016). Em geral, as mudanças e a variabilidade climática podem afetar a qualidade do ar por meio de diferentes vias aumentando a produção de alégenos e a concentração de ozônio e de partículas inaláveis, potencializando efeitos na saúde cardiovascular e respiratória com exacerbação de condições preexistentes em populações suscetíveis.

A maioria dos estudos epidemiológicos realizados no mundo e no Brasil durante a década de 2000 e 2010 que relacionam a variabilidade climática e o aumento de poluentes focaram nos efeitos do ozônio e do material particulado (Pope, Dockery, 2006), sendo que em muitos destes, a temperatura foi usada como fator de confusão (Gouveia, Fletcher, 2000; Gouveia, et al., 2006; Ignotti et al., 2010). No Brasil, a maioria dos estudos relacionando os efeitos da poluição do ar foi desenvolvido em áreas metropolitanas, incluindo as grandes capitais da região sudeste no Brasil, e apresentam associação da carga de morbimortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares, com incremento da concentração de poluentes atmosféricos, especialmente de material particulado, sendo esses efeitos potencializados pelo processo de inversão térmica (Oliveira et al., 2011).

Na região Norte e Centro-Oeste do país, especialmente no bioma Amazônico, os impactos são provenientes do aumento da queima de biomassa em

períodos de estiagens. As queimadas nesta região representam cerca de 60% do material particulado emitido para a atmosfera no Brasil. Essas partículas contribuem para a alteração da composição química da atmosfera influenciando a nível global e contribuindo para uma nova configuração climática. Na Amazônia brasileira, a população fica exposta a elevadas concentrações de poluição por um período médio anual de 3 a 5 meses, associado a baixos índices pluviométricos, enquanto em centros urbanos, a exposição é contínua e prolongada ao longo do ano. Nessa região, o aumento das concentrações de poluentes provenientes da queima de biomassa e seus efeitos na saúde no Brasil já foram reportados nos grupos mais vulneráveis como as crianças e os idosos (Ignotti et al., 2010, Oliveira et al., 2012, Smith et al., 2014).

As alterações de temperatura, umidade e o regime de chuvas podem aumentar os efeitos das doenças respiratórias e cardiovasculares, assim como alterar as condições de exposição aos poluentes atmosféricos tanto em áreas de queima de biomassa quanto em regiões metropolitanas. Dada a evidência da relação entre alguns efeitos na saúde devido às variações climáticas e os níveis de poluição atmosférica, tais como os episódios de inversão térmica, aumento das concentrações de poluentes atmosféricos provenientes da queima de biomassa e o aumento de problemas cardiovasculares e respiratórios, parece inevitável que as mudanças no clima à longo prazo venha a exercer efeitos à saúde humana em escala global, regional e local.

Considerando a contextualização apresentada, para discutir os impactos das mudanças climáticas e a variabilidade climática sobre a saúde respiratória, esse material didático apresenta as principais doenças cardiovasculares e respiratórias associadas às mudanças climáticas, incluindo influenza, doenças respiratórias agudas (IRAs), asma, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), hipertensão arterial, infarto agudo do miocárdio (IAM) e doenças cerebrovasculares. Para cada doença, serão apresentados ferramentas e exemplos de procedimentos de análise de dados que podem ser usados pelos serviços de vigilância para planejamento estratégico para adaptação frente ao processo de mudanças climáticas.

Mudanças climáticas e doenças respiratórias

- **Aumento das concentrações de ozônio e partículas finas, que podem desencadear uma variedade de reações respiratórias, incluindo tosse, irritação da garganta e congestionamento, além de reduzir a função pulmonar e causar inflamação dos pulmões**
- **Aumento das concentrações de CO_2 e da temperatura, afetando assim o tempo de distribuição de aeroalérgenos e ampliando a alergenicidade dos esporos de pólen e mofo**
- **Aumento da intensidade, frequência e magnitude do regime de chuvas em algumas áreas, levando a uma mudança na distribuição de aeroalérgenos**
- **Aumento das concentrações de ozônio em razão das temperaturas e radiação mais elevadas**
- **Aumentar da intensidade, magnitude e frequência de secas prolongadas que podem potencializar o aumento da queima de biomassa e também a dispersão de poluentes atmosféricos**

Adaptado de D'Amato et al., 2016.

DOENÇAS RESPIRATÓRIAS ASSOCIADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças no clima constituem uma realidade que, de acordo com as recentes projeções, podem ser ainda mais intensas no final do século dependendo das medidas de mitigação adotadas. Na medida em que o aquecimento global acelera, as mudanças na variabilidade climática representam uma ameaça maciça para saúde respiratória promovendo ou agravando diretamente as doenças respiratórias ou aumentando a exposição a fatores de risco para a ocorrência destas causas.

Em relação aos fatores climáticos que afetariam a saúde respiratória, citam-se, aumento de eventos extremos como ondas de calor, precipitações e secas, aumento dos incêndios florestais, aumento das concentrações de poluentes atmosféricos e de aeroalérgenos, incluindo polens, mofo e fungos. Considerando as vias de exposição e os potenciais efeitos das mudanças do clima na saúde respiratória, as principais doenças preocupantes são asma, rinossinusite, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e infecções do trato respiratório. Grupos com maior risco de efeitos da mudança climática incluem indivíduos com doenças cardiopulmonares pré-existentes ou indivíduos desfavorecidos. No Brasil, em áreas urbanas alguns efeitos da poluição atmosférica sobre as doenças respiratórias podem ser potencializados com a inversão térmica durante o inverno, enquanto que, na região norte, o aumento das concentrações de poluentes durante o período de estiagem, e seus efeitos na saúde já foram reportados na literatura (Ignotti et al., 2010, Oliveira et al., 2012, Smith et al., 2014). Esses estudos inicialmente tiveram caráter retrospectivo, descritivo e exploratório, mostrando os efeitos de variações sazonais e espaciais na distribuição de determinados indicadores de morbimortalidade. Esses e outros trabalhos contribuíram para o entendimento do incremento dos efeitos da exposição à poluição gerada pela queima de biomassa, evidenciando que as taxas de internação por doenças respiratórias nesses grupos alcançavam valores três vezes maiores no período da seca quando comparado ao período chuvoso na Amazônia (Ignotti et al, 2010, Oliveira et al., 2012; Jacobson et al, 2014).

INFECÇÃO RESPIRATÓRIA AGUDA (IRA)

As doenças respiratórias têm sido importantes causas de morte e morbidade, especialmente durante a infância, período de vulnerabilidade biológica relacionada à imaturidade do sistema respiratório e imunológico. Entre as doenças do aparelho respiratórios, as infecções respiratórias agudas (IRA) são as causas mais frequente de morte e consultas ambulatoriais em todo mundo (Walker et al., 2013), sendo os casos graves consideradas causas evitáveis.

As IRA constituem uma síndrome clínica cujos agentes infecciosos mais comuns são vírus respiratórios e bactérias, como *Streptococcus pneumoniae* e *Haemophilus influenza*. São particularmente suscetíveis as crianças, os idosos e populações socialmente menos favorecidas de países em desenvolvimento e minorias étnicas (Cardozo, 2010; Walker et al., 2013). As infecções respiratórias de etiologia viral são conhecidas popularmente por viroses e, apresentam quadro de manifestações clínicas menos graves. Ocorrem durante o período de inverno e, uma vez apresentando a sintomatologia, há uma regressão espontânea desse quadro dentro de 5 a 7 dias. Coriza, obstrução nasal, tosse, febre e dores de garganta, ouvido e cabeça costumam ser os principais sintomas.

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DAS INFECÇÕES RESPIRATÓRIAS AGUDAS (IRA)

Dentre os diversos fatores de risco que favorecem a ocorrência de IRA durante a infância, destacam-se os fatores socioambientais, tais com: número de moradores por domicílio, idade da criança, desnutrição, escolaridade materna e exposição a tabagismo e poluição atmosférica. Estudos revelam que a baixa renda familiar, a dificuldade ao acesso do serviço de saúde e a má condução dos profissionais de saúde durante o atendimento também são motivos que resultam no agravamento das afecções do trato respiratório em crianças (Duarte et al., 2002; Costa et al., 2011; Ribeiro et al., 2012). Entre os fatores demográficos, destacam-se a idade da criança como um fator relevante, pois quanto menor a idade da criança, mais imaturo se apresentará o trata respiratório (Benguigui, 2006).

No âmbito nacional, destacam-se as diferenças regionais na distribuição dessas doenças, a desigualdade em saúde entre as populações e os grupos socioeconômicos diferentes (Duarte et al., 2002). Em geral, os óbitos e internações em menores de 5 anos por doenças respiratórias nas regiões Sul e Sudeste do País podem ser atribuídos em parte, por motivos relacionados ao clima, à poluição urbana e às aglomerações. Nas regiões Norte e Nordeste as disparidades sociais e de acesso aos serviços de saúde, assim como o aumento de queima de biomassa durante período de estiagem, como observado na Amazônia Brasileira, respondem por aumento no numero de agravos.

No que se referem a sua distribuição, as IRA podem ser influenciadas pela sazonalidade climática, principalmente quando se relaciona com algumas variáveis meteorológicas, tais como a temperatura ambiente, umidade relativa do ar e precipitações pluviométricas (Andrade et al., 2015). As mudanças bruscas do clima pioram a qualidade do ar respirado, principalmente durante o inverno em que a massa de ar frio dificulta dispersão de poluentes em grandes cidades, havendo aumento significativo de casos de pneumonia, asma e bronquíolite (Cançado; 2006)

Determinantes sociodemográficos e fatores de risco	Determinantes Ambientais
• **População infantil (menor de 5 anos)** • **Densidade de moradores por domicílio** • **Renda e escolaridade materna** • **Acesso a serviços de saúde** • **Amamentação e Desnutrição** • **Imunização e Hábitos de higiene**	• Temperatura • Chuvas • Umidade • Poluição atmosférica • Exposição ao tabagismo

INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DAS INFECÇÕES RESPIRATÓRIAS AGUDAS

Os fatores de risco ambientais são extremamente relevantes na ocorrência de doenças no trato respiratório inferior de crianças. Tanto em ambiente *indoor* ou *outdoor,* fatores como o tabagismo e poluentes atmosféricos contribuem para o aparecimento dessas enfermidades. Além disso, existe uma associação inversamente proporcional entre os poluentes, diferenças na temperatura climática e a umidade relativa do ar, principalmente em grandes centros, durante o período de inversão térmica. Com isso, o aparecimento das doenças respiratórias, como as IRA no período do inverno, ocorre por dois fatores: baixas temperaturas e poluentes primários (Cançado et al.; 2006).

Existe uma variedade de fatores que poderiam explicar a contribuição dos parâmetros meteorológicos na ocorrência das infecções respiratórias, entre as quais, a modificação da distribuição e da transmissibilidade de vários tipos de patógenos que afetam a árvore respiratória, assim como mudanças no comportamento das pessoas durante o inverno, que leva a mudanças epidemiológicas (como aglomeração) que permite a transmissibilidade de algumas doenças respiratórias (Makinen et al., 2009). Com as mudanças no clima, as distribuições desses patógenos e das alterações no comportamento podem modificar a distribuição do risco para ocorrência de infeções no trato respiratório.

Em relação aos poluentes atmosféricos, os efeitos das mudanças climáticas podem ser potencializados, dependendo das características físicas e químicas dos poluentes e das características climáticas como temperatura, umidade e precipitação. Essas características definem o tempo de residência dos poluentes na atmosfera, podendo ser transportados a longas distâncias em condições favoráveis de altas temperaturas e baixa umidade. Esses poluentes associados às condições climáticas podem aumentar os efeitos das doenças respiratórias como as IRA's.

INFLUENZA

A influenza ou gripe é uma infecção viral aguda do sistema respiratório, de elevada transmissibilidade e distribuição global. Um indivíduo pode contraí-la várias vezes ao longo da vida e, em geral, tem evolução autolimitada. Contudo, de acordo com a diversidade antigênica de seu agente etiológico, esta doença pode se apresentar de forma mais ou menos grave.

Classicamente, o quadro clínico da influenza sazonal tem início abrupto, com febre ≥38°C, tosse seca, dor de garganta, mialgia, dor de cabeça e prostração, com evolução autolimitada, de poucos dias. Sua principal complicação são as pneumonias, responsáveis por um grande número de internações hospitalares no país. Os vírus da influenza apresentam variações antigênicas que resultam em alterações parciais da sua estrutura genética. Esse fenômeno propicia a ocorrência cíclica da doença na população, motivo de absenteísmo escolar e no trabalho, e uma grande sobrecarga de atendimento nos serviços de saúde (Brasil, 2016).

A doença é causada pelos vírus Influenza, da família *Ortomixiviridae*. São vírus com RNA de hélice única, que se subdividem em três tipos antigenicamente distintos: A, B e C (Brasil, 2016). Os vírus influenza A são mais suscetíveis a variações antigênicas. Os vírus influenza B

sofrem menos variações antigênicas e, por isso, estão associados com epidemias mais localizadas, enquanto que os vírus influenza C são antigenicamente estáveis, provocam doença subclínica e não ocasionam epidemias. Os vírus influenza, periodicamente, sofrem alterações em sua estrutura genômica, contribuindo para a existência de diversos subtipos. Sobretudo o tipo A são responsáveis pela ocorrência da maioria das epidemias de gripe. São classificados de acordo com os tipos de proteínas que se localizam em sua superfície, chamadas de hemaglutinina (H) e neuraminidase (N).

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DAS INFECÇÕES RESPIRATÓRIAS AGUDAS (IRA)

A Influenza acomete principalmente populações imunologicamente vulneráveis, como gestantes, indivíduos com fatores de risco, crianças e idosos (Freitas, 2013; Thomazelli et al, 2007). Além de variações sazonais que provocam maior incidência da influenza por conta da alteração no regime de chuvas, temperatura e umidade (Tamerius et al, 2013), destaca-se também situações de poluição atmosférica que podem prejudicar a função pulmonar e indiretamente provocar susceptibilidades imunológicas e adoecimento por influenza (Martins, 2002).

Em regiões temperadas o comportamento sazonal da influenza é bem determinado e caracterizado por uma temporada com elevação do número de casos de gripe. Além de fatores biológicos relacionados aos vírus, em estações de inverno a aglomeração de pessoas em um mesmo recinto aumenta o contato pessoa-pessoa, propiciando a transmissão acelerada do vírus e consequentemente o aparecimento de epidemias (Lofgren et al, 2007). Embora em áreas tropicais o comportamento sazonal da influenza seja menos evidente, a combinação de períodos chuvosos e úmidos pode estar associada ao comportamento da doença nessas áreas (Tamerius et al, 2013). Cabe ainda ressaltar que medidas de higiene adequadas, como o hábito de lavar as mãos pode reduzir a propagação do vírus.

Determinantes sociodemográficos e fatores de risco	Determinantes Ambientais
• **População idosa (acima de 60 anos)** • **População infantil (menor de 5 anos)** • **Densidade de moradores por domicílio** • **Imunização** • **Hábitos de higiene**	• Temperatura • Chuvas • Umidade • Poluição atmosférica

INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DA INFLUENZA

No Brasil, o padrão de sazonalidade da influenza varia entre as diversas regiões, sendo mais marcado naquelas que têm estações climáticas bem definidas, ocorrendo com maior frequência nos meses mais frios, em locais de clima temperado, ou no período chuvoso, em locais de clima tropical. A influenza sazonal pode manifestar-se por meio de surtos anuais de magnitude, gravidade e extensão variáveis. É também frequentemente confundido com outras viroses respiratórias, por isso o diagnóstico para confirmação geralmente é feito mediante exame laboratorial específico.

Segundo Freitas (2013) nas regiões Norte e Nordeste não houve período claro de predominância na circulação de influenza. No entanto foi observada uma correlação moderada entre a chuva e o número de casos. No Centro-Oeste, Sudeste e Sul, há uma sazonalidade mais clara, com maior detecção de gripe entre os meses de junho a agosto, correlacionado com baixas temperaturas e baixa precipitação.

Com relação a mudanças climáticas, o aquecimento do planeta certamente deve provocar alteração no comportamento migratório de aves, o que pode provocar disseminação de agentes patogênicos, aceleração na mutação genética e consequentemente contágio em populações susceptíveis (Gilbert et al, 2008). Considerando

apenas o contexto de aquecimento global, estudos apontam que a mortalidade no inverno em áreas mais frias deve diminuir e problemas em períodos de verão devem se acentuar (Langford et al, 1997). Entretanto, o aquecimento global deve provocar eventos climáticos extremos em maior frequência e intensidade como ondas de frio mais intensas e consequentemente adoecimento de populações mais vulneráveis, como ocorridos em 2012 na Europa (Mazick et al, 2012).

No Brasil, além da vigilância de casos de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) hospitalizados, também é realizada a vigilância sentinela em unidades de saúde distribuídas nas unidades federadas, com o objetivo de conhecer os vírus circulantes e a partir disto poder estudar a patogenicidade e virulência do vírus influenza em cada período sazonal, para auxiliar na orientação terapêutica, identificar situação inusitada e precoce de possível novo subtipo viral, dentre outros.

ASMA

A asma, também conhecida por bronquite alérgica ou ainda bronquite asmática afeta, aproximadamente 235 milhões de pessoas no mundo, incluindo adultos e crianças e esse número tem aumentado nas últimas três décadas, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento. A carga da asma é maior em áreas urbanas, sendo esta responsável por mais de 30% de todas as hospitalizações pediátricas (Mannino et al., 2002, Wallace et al., 2004). Essa enfermidade é a doença crônica mais comum em crianças, caracterizada, fisiopatologicamente, pela inflamação e estreitamento dos brônquios (canais que levam o ar que inspiramos até os pulmões), condições estas que dificultam a circulação do ar e levam a falta de ar. Sua etiologia envolve múltiplos fatores que podem se relacionar de forma ainda pouco conhecida e, muito provavelmente, depende da interação entre fatores ambientais e genéticos (Milligan et al, 2016).

O aumento da prevalência global da asma ainda não foi vinculado a nenhum fator específico. Assim, mudanças em fatores como predisposição genética, exposição à alérgenos ambientais, poluição do ar, fatores alimentares e reações imunológicas anormais promovem o desenvolvimento de asma. No contexto de mudanças climáticas, a duração e frequência da exposição a alérgenos e irritantes podem ser fatores cruciais que levam ao desenvolvimento da doença. Com isso, infecções virais precoces e a exposição passiva à fumaça de cigarros e a poluentes atmosféricos podem estar associados com o desenvolvimento de asma em crianças.

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA ASMA

O estudo dos fatores de risco associados à asma envolve uma interação complexa influenciada por características genéticas, epigenéticas, ambientais e socioeconômicas. Diferentes estudos mostraram que a exposição a determinados fatores no período pré-natal e início da infância são determinantes na incidência da asma, como tabagismo materno na gravidez, parto cesáreo, prematuridade (Grizenko et al., 2015), história de pais asmáticos, exposição a poluentes atmosféricos, infecção materna, obesidade e estresse psicossocial (Harpsøe et al., 2013; GuarnierI; Balmes, 2014; Sevelsted et al., 2016).

Determinantes sociodemográficos e fatores de risco	Determinantes Ambientais
• **População infantil (menor de 5 anos)** • **Acesso a serviços de saúde durante pré-natal** • **Infecção materna** • **Estresse psicossocial** • **Obesidade** • **Prematuridade e Fatores genéticos**	• Temperatura • Chuva e Umidade • Poluição atmosférica • Exposição ao tabagismo • Poeira e pêlos de animais • Pólens e fungos

INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DA ASMA

A contribuição dos poluentes como fator de risco para a prevalência e incidência de asma tem sido demonstrada recentemente, contudo as evidências deste risco ainda são inconsistentes (Gowers et al., 2012). Em um cenário de aquecimento, com elevação da temperatura e, consequentemente piora da qualidade do ar, a tendência é o aumento de patologias respiratórias e da exacerbação de crises de asma.

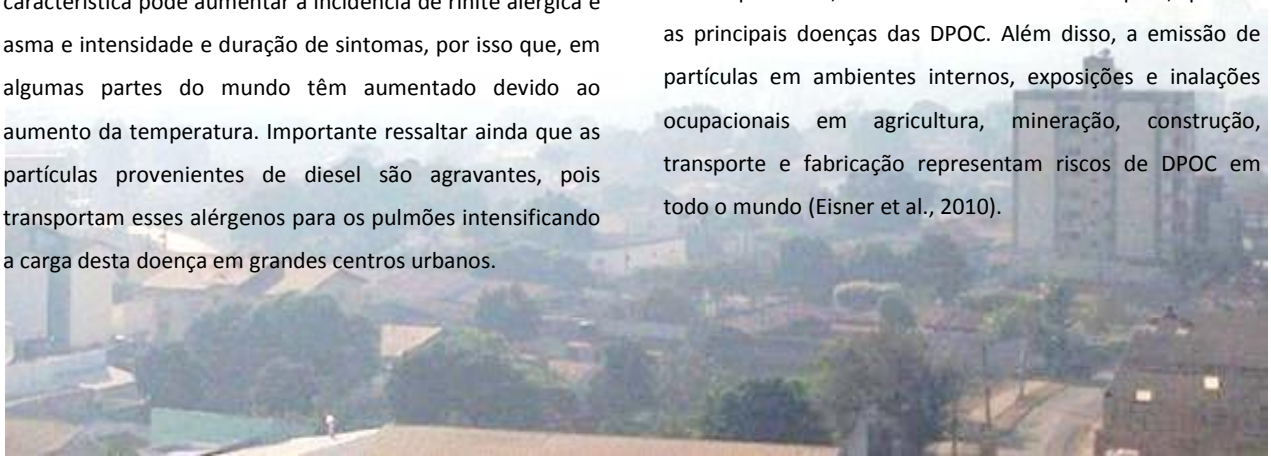
Em áreas urbanas alguns efeitos da exposição a poluentes atmosféricos são potencializados quando ocorrem alterações climáticas, principalmente as inversões térmicas. Isto se verifica em relação à asma, alergias, infecções bronco-pulmonares e infecções das vias aéreas superiores (sinusite), principalmente nos grupos mais vulneráveis, que incluem as crianças menores de 5 anos e indivíduos maiores de 65 anos de idade.

Outros impactos poderão ser observados nos próximos anos, como por exemplo, as mudanças na distribuição de alérgenos. Com o aumento do CO_2 na atmosfera, verifica-se também um amento da sincronização da liberação de pólen de plantas, promovendo o crescimento e a esporulação de alguns fungos no solo (D'Amato et al., 2016). Em invernos mais quentes, a estação de pólen de grama ou de outras plantas pode ser antecipada, aumentando sua concentração na atmosfera. Essa característica pode aumentar a incidência de rinite alérgica e asma e intensidade e duração de sintomas, por isso que, em algumas partes do mundo têm aumentado devido ao aumento da temperatura. Importante ressaltar ainda que as partículas provenientes de diesel são agravantes, pois transportam esses alérgenos para os pulmões intensificando a carga desta doença em grandes centros urbanos.

DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença caracterizada pela limitação crônica do fluxo aéreo em razão de alterações fisiopatológicas nos tecidos pulmonares. Essa obstrução do fluxo aéreo é geralmente progressiva e está associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à inalação de partículas ou gases tóxicos (Fletcher, Peto, 1977). Estima-se que a DPOC afeta mais de 200 milhões de pessoas, sendo que 65 milhões de pessoas sofrem das condições moderada a grave, e cerca de três milhões morrem por ano, tornando–se a terceira causa de morte em nível mundial; e os números estão aumentando a cada ano (Burney et al., 2015).

Embora a DPOC comprometa os pulmões, ela também produz consequências sistêmicas significativas (GOLD, 2014). Pacientes com DPOC apresentam diversas co-morbidades, entre as quais, as doenças cardiovasculares são responsáveis por aproximadamente são responsáveis por aproximadamente 50% de todas as hospitalizações e 20% de todas as mortes (Sin, Man, 2008; Almagro et al., 2010). Entre os fatores mais importantes na história natural desta doença, o consumo de tabaco é marcadamente a principal causa que leva ao desenvolvimento da doença. O consumo de tabaco causa a destruição do tecido pulmonar e a obstrução das pequenas vias respiratórias, levando a enfisema e bronquite, que são as principais doenças das DPOC. Além disso, a emissão de partículas em ambientes internos, exposições e inalações ocupacionais em agricultura, mineração, construção, transporte e fabricação representam riscos de DPOC em todo o mundo (Eisner et al., 2010).



Poluição em Cuiabá, 2013 - Foto: Leandro J.Nascimento.

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DAS DOENÇAS CRÔNICAS OBSTRUTIVAS

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), caracterizada por limitação do fluxo aéreo pulmonar, é resultante da interação entre a exposição a fatores de risco ambientais, como a fumaça do cigarro, e presença de fatores individuais. Entre os fatores individuais, destacam-se fatores genéticos como a deficiência de alfa-1 antitripsina, hiperresponsividade brônquica, desnutrição, prematuridade e infecções respiratórias recorrentes (Consenso Brasileiro sobre Doença Crônica Pulmonar II, 2004). Em relação aos fatores ambientais, o fator de risco mais importante para ocorrência da DPOC é a fumaça de cigarro, incluindo o cachimbo, charuto e outros tipos de uso de tabaco.

Vale ressaltar que as maiores as maiores prevalências de DPOC são encontradas em indivíduos com idade superior a 60 anos, sendo esta associação muitas vezes independentemente da quantidade de cigarros fumados na vida (Sousa et al., 2011). Como registrado na literatura, a obstrução crônica do fluxo aéreo mostra que, em média, 25% da função pulmonar é perdida entre 40 a 80 anos, mesmo naqueles que indivíduos que nunca fumaram ou não são sensíveis aos efeitos do cigarro (Fletcher, Peto, 1977).

Determinantes sociodemográficos e fatores de risco	Determinantes Ambientais
• **População idosa** • **Acesso a serviços de saúde** • **Infecções respiratórias graves durante a infância** • **Deficiência de alfa-antitripsina** • **Baixo nível socioeconômico**	• Temperatura • Poluição atmosférica • Exposição ao tabagismo • Irritantes químicos • Poeiras ocupacionais

INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DA DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

As mudanças nos parâmetros meteorológicos aumentam substancialmente a morbidade e mortalidade respiratória em pacientes adultos e idosos com doenças pulmonares crônicas comuns, como a DPOC (Bernstein, Rice, 2013). Durante eventos extremos, como as ondas de calor, as pessoas com doenças pulmonares obstrutivas podem ir a óbito algumas semanas antes do esperado, evento esse também chamado de 'efeito colheita'. Por outro lado, em eventos de extremo frio, há um aumento de infecções respiratórias, especialmente em pacientes com DPOC (Ayres et al., 2009).

O aumento previsto da temperatura ameaça também nossa capacidade de atender aos padrões de qualidade do ar o que, consequentemente, impactará na saúde respiratória da população, principalmente elevando as concentrações de ozônio e material particulado (Xu et al., 2012). Com isso, o aumento das concentrações de poluição do ar poderá acarretar redução da função pulmonar, aumento da utilização dos cuidados de saúde e morte prematura e, entre os indivíduos mais sensíveis, estão aqueles com DPOC.

DOENÇAS CARDIOVASCULARES ASSOCIADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Futuras projeções da mortalidade associada ao aumento da temperatura mostram que esse é um dos impactos mais prováveis no setor de saúde, tanto pelo aumento nas temperaturas médias sazonais quanto no aumento da frequência e intensidade de eventos de ondas de calor (IPCC, 2013, 2014). Em geral, as populações humanas são adaptadas às temperaturas locais, mas desvios em relação à variabilidade climática podem contribuir para o aumento do número de mortes, tanto em temperaturas frias quanto quentes. Muitos estudos têm quantificado efeitos do frio e calor separadamente, assumindo uma resposta linear de um limiar de temperatura (Hajat, Kosatsky, 2014, Gasparrini et al., 2015).

Os efeitos de temperaturas altas ou baixas na saúde humana são bem conhecidos (Stewart et al., 2017) e atuam como componente importante sobre sistema cardiovascular. Provavelmente, o aquecimento global reduzirá a mortalidade por doenças cardiovasculares no inverno, mas a adaptação fisiológica ao aumento das temperaturas afetará muito esse benefício em razão dos impactos causados pelo calor extremo. Em geral, o aumento do risco de doenças cardiovasculares pode ocorrer por diferentes vias, entre as quais, destacam-se os efeitos diretos das condições extremas da temperatura ou indiretamente pela exposição a poluentes atmosféricos (Friel et al., 2011).

Em eventos extremos ao calor, o aumento da temperatura corporal central, aumento da frequência cardíaca, deslocamento do fluxo sanguíneo dos órgãos centrais para a pele e aumento da transpiração e desidratação levam a uma sobrecarga do sistema cardiovascular e respiratório e, consequentemente, a um aumento da mortalidade e morbidade por esta causa (Costello et al., 2009). O aumento de indicadores de morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares foi associado à temperatura ambiente, especialmente em extremos de temperatura e eventos de ondas de calor, com significativa associação com causas específicas como acidente vascular cerebral (AVC), infarto e síndrome coronária agúda (Ye et al., 2012).

No que se refere a saúde ocupacional, o aumento da temperatura no Brasil reduz a capacidade de trabalho em diversas áreas da economia. Na agricultura, por exemplo, além da perda de produtividade, riscos à saúde do trabalhador podem ser mais extremos como demonstrado por Bittencourt et al (2012). Esses autores analisaram a condição atmosférica no dia da morte de 14 trabalhadores de corte de cana-de-açúcar no estado de São Paulo e constataram que essas mortes foram associadas à temperatura do ar elevadas, sendo que em 50% dos casos, as temperaturas registradas nos dias dos óbitos foram superiores a 27°C, sendo a maioria das mortes conhecidas específicas para doenças cardiovasculares.

Além do efeito direto da temperatura, outras exposições ambientais, como a poluição do ar estão relacionadas às doenças cardiovasculares. A elevação da concentração de poluentes atmosféricos tem sido associada a inúmeros desfechos cardiovasculares (Uzoigwe et al., 2013) e esses efeitos podem ser potencializados com a relação estreita entre aumento da temperatura e piora na qualidade do ar. No Brasil, os efeitos da poluição atmosférica sobre indicadores de morbimortalidade por doenças cardiovasculares foram relatados em áreas urbanas e em regiões de queima de biomassa (Oliveira et al., 2011).

Estudos sobre os impactos do aumento da mortalidade na saúde humana, mostram que mortalidade associada ao aumento da temperatura será um dos impactos mais prováveis no setor de saúde ate o final do século. Considerando os cenários climáticos RCP 4.5 e 8.5 e com base nas recentes publicações sobre limiares de temperatura a partir dos quais se observam aumento da mortalidade para 18 capitais brasileiras (Guoet al., 2014; Gasparrini et al., 2015), alguns municípios dos estados do Rio Grande do Norte, Tocantins, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná poderão ter um aumento da temperatura superior a 4°C em relação ao limiar de temperatura para o cenário RCP 4.5 no período de 2071-2099. Esse aumento poderá ser mais acentuado para o cenário RCP 8.5, onde maior parte das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte poderão apresentar aumento superior a 4°C na temperatura média em relação aos limiares de temperatura estabelecido (Figura 3) (Oliveira et al.2016).

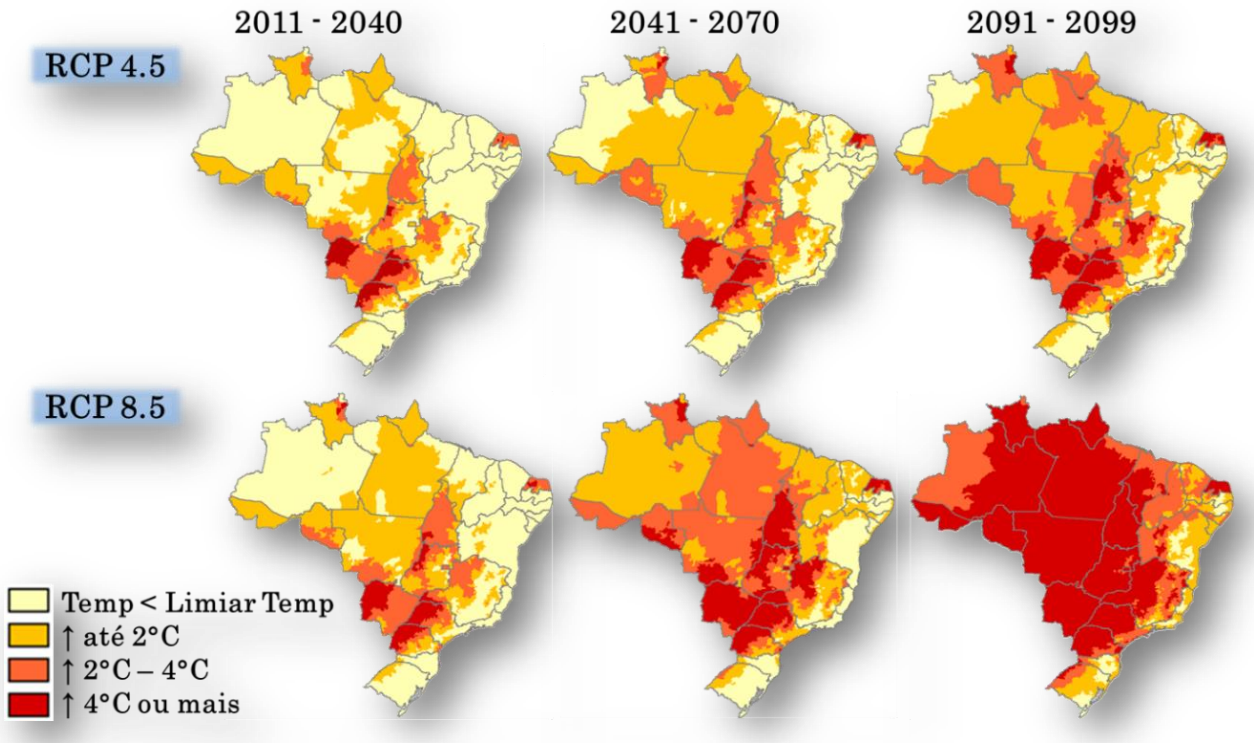


Figura 3. Identificação de áreas de alto risco para mortaldidade geral considerando o aumento da temperatura em relação ao limiar de temperatura estabelecido por Gasparrini et al. (2015), segundo cenários climáticos RCP 4.5 e RCP 8.5 para janelas de tempo 2011 – 2040; 2041 – 2070 e 2071-2099.

HIPERTENSÃO ARTERIAL

A pressão arterial refere-se à força que o sangue faz contra as paredes das artérias para conseguir circular por todo corpo. Geralmente, os valores da pressão arterial caem quando dormimos ou estamos relaxados, e sobe com a atividade física, agitação, estresse. Quando os níveis pressóricos se elevam e mantém-se, de forma sustentada, a valores ≥ 140 e/ou 90 mmHg, denominamos essa condição de hipertensão arterial. Esta doença está associada a distúrbios metabólicos, alterações funcionais e/ou estruturais de órgãos-alvo, sendo agravada pela presença de outros fatores de risco como dislipidemia, obesidade, intolerância à glicose e diabetes mellitus (Lewington et al., 2002).

A hipertensão mantém uma associação independente com eventos como morte súbita, acidente cerebrovascular, infarto agudo do miocárdio, insuficiência cardíaca e doença renal crônica, fatal e não fatal (Lewington et al., 2002; Weber et al., 2014). Dados mostram que, em populações como os norte-americanos, a hipertensão está presente em 69% dos pacientes com primeiro episódio de IAM, 77% dos acidentes cerebrovasculares, 75% de pacientes com insuficiência cardíaca e 60% daqueles com doença vascular periférica (Lewington et al., 2002; Weber et al., 2014). Portanto, é uma condição de saúde pré-existente e associada a eventos cardiovasculares mais graves, especialmente nos idosos.

Além de fatores riscos clássicos, as evidências científicas vem apontando para a influência de diversos fatores ambientais, além da exposição ao tabagismo, sobre a hipertensão ou demais causas cardiovasculares associadas a essa doença. Em razão das condições de vulnerabilidade biológica, os indivíduos hipertensos são propensos a apresentarem alterações cardiovasculares relacionadas ao aumento de poluição atmosférica, durante eventos de ondas de calor e ao fenômeno de salinização, todos esses eventos associadas às mudanças climáticas (Blois et al., 2015; Dapper et al., 2016; Infonet et al., 2017).

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA HIPERTENSÃO ARTERIAL

A hipertensão arterial é uma condição multifatorial, herdada dos pais em 90% dos casos. Além de associada com outros distúrbios metabólicos, como diabetes e alterações da tireoide, pode ser influenciada por diversos fatores, entre os quais, destacam-se idade, sexo, obesidade, ingestão de sal e álcool, dieta, obesidade, estresse e baixo nível socioeconômico (VII Diretrizes Brasileira de Hipertensão Arterial, 2015). Além dos fatores individuais comportamentais e genéticos, os fatores ambientais também podem exercer influência sobre os níveis pressóricos, como a temperatura.

Condicionantes sociodemográficos e fatores de risco	Condicionantes Ambientais
• **População idosa** • **Sexo e etnia** • **História familiar** • **Ingestão de sal e álcool** • **Dieta e Obesidade** • **Sedentarismo e estresse** • **Baixo nível socioeconômico**	• Temperaturas extremas • Poluição atmosférica • Exposição ao tabagismo • Salinização • Eventos extremos/Desastres

INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DA HIPERTENSÃO

A relação entre temperatura e PA é bastante interessante. Há um aumento das evidências mostrando que a temperatura é um dos principais fatores responsáveis pelas flutuações sazonais da pressão arterial, apresentando uma relação inversa entre temperatura e PA. Assim, durante o inverno, a vasoconstrição induziria um aumento da PA como resposta adaptativa para manutenção da temperatura corporal em função da baixa temperatura.

Enquanto, alguns estudos sugerem que quanto maior a temperatura maior o risco de hipotensão em virtude da atuação do mecanismo hipotensor do calor que provoca vasodilatação (James et al., 1990; Cheung et al., 2002). Em termos de plausibilidade biológica, a morbimortalidade cardiovascular associada às mudanças climáticas sazonais pode ser mediada através da resposta da PA às variações de temperatura (Aubinière-Robb et al., 2013).

Embora os estudos tenham explorado os efeitos agudos da temperatura na PA, poucos foram aqueles que analisaram as mudanças longitudinais da PA em relação as flutuações climáticas (Aubinière-Robb et al., 2013). Olhando sob uma perspectiva de mudanças climáticas, em longo prazo, o aumento de condições extremas como as ondas de calor poderiam aumentar a mortalidade em indivíduos hipertensos, especialmente na população idosa Como se sabe, há uma relação direta e linear entre envelhecimento e prevalência de hipertensão. No Brasil, a prevalência de hipertensão entre os idosos é de 68% e, e esta é uma condição que tende a se acentuar em razão do aumento da expectativa de vida da população brasileira e da população idosa (Picon et al., 2013).

Indiretamente, o risco de morbimortalidade frente às mudanças climáticas na população hipertensa também poderia acentuar-se com o aumento das concentrações de poluentes atmosféricos e devido ao processo de salinização. Nascimento e Francisco (2013) avaliaram a associação da exposição das pessoas ao material particulado com internações por hipertensão e a cada aumento de 10 µg/m³ de PM há um incremento de 13% no risco de internação por hipertensão. Esse cenário poderá se agravar com o aquecimento global, dado que se espera uma piora da qualidade do ar.

Com aumento da frequência, magnitude e intensidade de eventos extremos, como as secas prolongadas, o aumento no risco para picos hipertensivos torna-se uma preocupação para os serviços de saúde durante esses eventos. Isso porque as secas prolongadas provocar o avanço do mar para áreas de água doce, comprometendo o abastecimento de água potável nas áreas atingidas, fenômeno esse conhecido como salinização. Recentemente, o avanço do mar sobre águas da Bacia do São Francisco em razão da seca que se alastra na região tem acendido um alerta para os setores da saúde, pois a salinização da água nesta região pode causar um aumento no número de casos de picos hipertensivos na população, inclusive em jovens (Infonet, 2017).

(Foto: Jonathan Lins/G1)

INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO

O infarto agudo do miocárdio (IAM), também conhecido como ataque cardíaco ou apenas infarto, é condição patológica emergencial resultante da deficiência de irrigação sanguínea em determinadas áreas do tecido muscular do coração. Geralmente, são precipitados por trombose coronária, induzida por uma placa aterosclerótica quebrada ou erodida que leva a uma redução súbita e crítica no fluxo sanguíneo ao tecido cardíaco. A iminente falta de

sangue ou isquemia provoca dor intensa e imediata e a falta de oxigênio causa a morte gradual dos tecidos que depois de algumas horas pode se torna irreversível (Davies, Thomas; 1985).

As mortes por IAM ocorrem nas primeiras horas da manifestação da doença, sendo 40 a 65% na primeira hora e, aproximadamente, 80% nas primeiras 24 horas, portanto a maior parte das mortes por essa causa ocorre fora do ambiente hospitalar (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2015). Dados epidemiológicos mostram que o IAM é a primeira causa de morte entre as doenças cardiovasculares na população Brasileira, somando os últimos 5 anos. No sistema público de saúde do país, a mortalidade hospitalar dos pacientes internados por IAM se mantém com valores entre 16,1%, em 2005, e 15,3%, em 2010 (Datasus, 2017).

Embora o desencadeamento exato do IAM nem sempre seja facilmente identificado, estudos epidemiológicos identificaram vários fatores associados como início desta condição, incluindo exercícios e esforços físicos pesado, deita inadequada, atividade sexual, abuso de entorpecentes e estresse emocional (Mittleman et al., 1999; Lipovetzky et al., 2007). Ao longo das décadas de 2000 e 2010, ocorreu um crescimento de evidências epidemiológicas e clínicas com os possíveis efeitos deletérios a curto e longo prazo de fatores ambientais no sistema cardiovascular, como o aumento das concentrações de poluentes atmosféricos (Brook et al., 2010). Mais recentemente, houve não apenas publicações sugerindo maior risco de IAM em pacientes expostos as condições de extremo calor ou frio como também estudos apontando que as transições e variações de temperatura podem ser fatores importantes na ocorrência desta doença (Clayes et al., 2016).

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DO INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO

Como uma das principais causas de mortalidade e morbidade por doenças cardiovasculares, o IAM apresenta em sua história natural os fatores de risco bem definidos, que incluem os fatores de risco comportamentais, genéticos e ambientais. Assim, é uma doença multifatorial provocada por diversos fatores que agem conjunta e simultaneamente. Classicamente, os fatores de risco clássicos para a aterosclerose (tabagismo, hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes e obesidade abdominal) "explicam" a quase totalidade do risco populacional atribuído para o IAM. Dos fatores ambientais, o tabagismo, associado a obesidade corresponde aos mais potentes fatores de risco para IAM (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2015). Desse modo, locais com aumento das concentrações de poluentes atmosféricos também apresentam risco para IAM, assim como eventos traumáticos e de estresse, este último pode aumentar a probabilidade das doenças coronarianas, desde que associado a outros fatores de risco.

Determinant es sociodemográficos e fatores de risco	Determinantes Ambientais
• **População idosa** • **História familiar** • **Dieta e Obesidade** • **Hipertensão e diabetes** • **Sedentarismo e estresse** • **Baixo nível socioeconômico**	• Temperaturas extremas • Poluição atmosférica • Exposição ao tabagismo • Eventos extremos/Desastres

INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DO INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO

As condições meteorológicas podem influenciar a concentração de poluentes, mas as próprias condições climáticas também podem desencadear eventos coronários agudos como IAM. Entre os diferentes parâmetros meteorológicos, as variações de temperatura têm sido relacionadas à incidência de IAM. Não apenas a temperatura extrema (frio e calor), mas também a variabilidade na temperatura pode desencadear a doença. Em geral, os registros de morte relacionados à temperatura

demonstraram ser atribuíveis muito mais durante o inverno, quando comparado ao clima quente. Embora, apesar das maiores incidências terem sido relatadas no inverno, o efeito incremental das diminuições de temperatura ocorre desaparece com as temperaturas frias e ocorre durante as temperaturas mais elevadas (Clayes et al., 2016).

Fisiologicamente, quando as temperaturas caem, ocorre estimulação de receptores na pele levam a um aumento nos níveis de catecolaminas e subsequente vasoconstricção, com aumento da frequência cardíaca e pressão arterial que podem precipitar a isquemia miocárdica e a instabilidade da placa coronária. Além disso, a queda na temperatura resulta em aumento da diurese, diminuição do volume plasmático e hemoconcentração e aumento da viscosidade sanguínea. Esses fatores são, provavelmente, responsáveis pelo aumento das concentrações plasmáticas de fatores de coagulação e plaquetas, que promovem o desenvolvimento da trombose (Neild et al., 1994).

Em relação ao risco de desencadeadores climáticos e ambientais, embora a contribuição destes fatores para qualquer indivíduo seja relativamente pequeno em comparação com o efeito de fatores de risco bem estabelecidos (por exemplo, fumar), a relevância para elaboração de políticas em saúde pública é considerável, pois os fatores ambientais impactam centenas de milhões, senão bilhões, de pessoas de forma contínua e involuntária. O impacto global das alterações climáticas sobre as doenças cardiovasculares, particularmente o IAM, ainda não é claro. Em razão da relação inversa entre temperatura e IAM, com o aumento da temperatura poderia ocorrer uma redução nos dias frios e consequentemente uma queda na incidência dessa doença. Por outro lado, o aumento esperado de dias extremamente quentes poderia refletir em um incremento de mortes e internações por IAM. Apesar de que, observações recentes vêm sugerindo um declínio da morbimortalidade atribuíveis ao calor devido a medidas de proteção contra ondas de calor, como o uso de ar condicionado.

Além das mudanças de temperatura, as mudanças climáticas estão associadas a eventos catastróficos mais abruptos, como inundações, erupções vulcânicas, terremotos, tempestades de neve, furacões ou tornados. Estes eventos ameaçam a vida e podem causar eventos cardiovasculares agudos através do estresse emocional e físico aumentado. A exposição crônica a fatores de risco ambientais, através de mudanças sustentadas no ambiente, também pode predispor a gênese das doenças cardiovasculares, particularmente através da potencialização de fatores de risco como diabetes e hipertensão. Por fim, o impacto das mudanças climáticas na saúde dependerá também da demografia, pois alguns subgrupos de população como pessoas idosas e empobrecidas, podem ser mais vulneráveis aos efeitos adversos destas mudanças porque têm capacidade limitada de se aclimatar a extremos térmicos (Neild et al., 1994; Greenough et al., 2001).

ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

O acidente vascular cerebral (AVC) caracteriza-se pela instalação de um déficit neurológico focal, repentino e não convulsivo induzido por uma lesão secundária vascular e não traumática no tecido nervoso, sendo causado por uma obstrução/isquemia ou hemorragia cerebral. Fisiopatologicamente, quando ocorre a isquemia, ocorre uma obstrução ou redução brusca do fluxo sanguíneo em uma artéria cerebral, geralmente, provocada por tromboses ou embolias. Enquanto, o tipo hemorrágico ocorre após a ruptura espontânea (não traumática) de um vaso, com extravasamento de sangue no interior do cérebro (Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares, 2012).

Essa doença, popularmente conhecida como derrame, atinge 16 milhões de pessoas no mundo a

cada ano. No Brasil, as doenças cardiovasculares correspondem a principal causa de morte, representando aproximadamente 30% das mortes, somando os últimos anos. Entre as causas específicas das causas cardiovasculares, as mortes por AVC aparecem como a principal causa, correspondendo a 30% (Datasus, 2017). Além da sua magnitude epidemiológica, essa doença gera um grande impacto econômico e social, especialmente pela sua gravidade, levando na maioria das vezes ao óbito e à incapacidade física e cognitiva.

Assim como outras doenças cardiovasculares, essa doença decorre de inúmeros fatores de risco como idade, sexo, história de doença vascular prévia, tabagismo, doenças no coração, hipertensão, diabetes, sedentarismo, dieta, colesterol, álcool e uso de anticoncepcional (Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares, 2015). Além dos fatores de risco clássicos, o AVC também foi associado a fatores ambientais como poluição do ar e eventos climáticos extremos. Em relação a poluição atmosférica, os efeitos dessa exposição foram associados com aumento do número de internações hospitalares (Nascimento, Francisco, 2013). Da mesma forma, o aumento de internações por essa causa foi associado a temperaturas extremas (Blois et al., 2016) e também a eventos pós-traumáticos como desastres naturais (Xavier et al., 2014).

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DOS ACIDENTES CEREBROVASCULARES

O AVC é uma doença que ocorre em razão do estreitamento, revestimento ou enfraquecimento dos vasos que irrigam o cérebro e pela perda da viscosidade do sangue, tornando-o propenso a formação de trombos. Em geral, a população mais vulnerável a essa condição são os idosos e pessoas com doenças pré-existentes, especialmente hipertensão e diabetes. Além disso, estão associados a essa doença, os seguintes fatores de risco: a) fatores de estilo de vida como dieta, tabagismo, bebidas alcoólicas e atividades físicas e, b) fatores ambientais como poluição atmosférica, temperaturas extremas e eventos pós-traumáticos como, por exemplo, inundações e; c) fatores socioeconômicos como renda, escolaridade e condições de moradia e trabalho.

Determinantes sociodemográficos e fatores de risco	Determinantes Ambientais
• **Idade e sexo** • **História prévia de doenças do coração** • **Dieta e Obesidade** • **Hipertensão e diabetes** • **Sedentarismo e estresse** • **Baixo nível socioeconômico**	• Temperaturas extremas • Poluição atmosférica • Exposição ao tabagismo • Eventos extremos/Desastres

INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DOS ACIDENTES CEREBROVASCULARES

Uma influência do clima sobre o risco cerebrovascular é biologicamente plausível, mas a relação entre AVC e variáveis meteorológicas é complexa por causa do número de variáveis meteorológicas potencialmente relevantes, pelas diferenças climáticas entre as áreas geográficas e os inúmeros fatores de confusão. As alterações, por exemplo, da temperatura incluem mudanças nos níveis séricos de lipídeos, fibrinogênio e pressão arterial. Além disso, os fatores comportamentais podem ser influenciados pelo clima e, neste caso, afetar diretamente o risco de ocorrência de AVC (Yoon et al., 2014).

O aumento da temperatura é talvez o efeito mais característico das mudanças climáticas. Especificamente, as ondas de calor afetam os sistemas cardiovasculares e cerebrovasculares, e a exposição em longo prazo a altas temperaturas diminui a capacidade do corpo de ter uma temperatura constante, levando a insolação, síncope e exaustão ao calor. Estudos mostram que os indicadores de morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares e cerebrovasculares aumentam com a elevação da temperatura e que em eventos como ondas de calor, o AVC é o dobro das demais doenças cardiovasculares (Yoon et al., 2014). Esses achados são importantes, pois podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias para enfrentamento do setor saúde frente as mudanças no clima.

Com as mudanças climáticas, espera-se um aumento da frequência, intensidade e magnitude das ondas de calor e, consequentemente um aumento da mortalidade. Em dias de exposição ao calor, o aumento no número de mortes em indivíduos com condições médicas pré-existentes são também maiores e, fisiologicamente, isso estaria associado a incapacidade de manutenção da temperatura corporal e a uma resposta inflamatória sistêmica que leva a uma disfunção multiorgânica em que predomina a encefalopatia. Além disso, o estresse por calor é uma condição ambiental importante para as pessoas com trabalho pesado, uma vez que o excesso de calor interno gerado pelo trabalho muscular poderá também sobrecarregar a função do sistema cardiovascular (Blois et al., 2016).

Claramente, as ondas de calor representam uma preocupação para ocorrência de eventos cardiovasculares como AVC, mas outros eventos climáticos vêm sendo associados com essa doença. Xavier et al. (2014) verificaram uma elevação acima do esperado no número de internações no período que antecede algum desastre, como as inundações. Esses resultados podem estar associados a estresse pós-traumático, cujo quadro ocorre devido a pessoa ter sido vítima de situações traumáticas que representaram ameaça à sua vida ou à de terceiros. Nessa situação específica, podem indicar tensões vividas pela população que antecedem a ocorrência do desastre, em função das experiências passadas.

Em outra situação, indiretamente, com as mudanças climáticas espera-se um aumento da concentração de poluentes atmosféricos. Em 2012, as internações por AVC foram associadas ao incremento da poluição atmosférica em São José dos Campos (SP). Verificou-se que para o mesmo dia de exposição, o acréscimo de 10 µg/m³ de PM implica em um incremento de 12% nas internações por essa causa. Em 2016, um estudo publicado sugere que mais de 90% da carga de AVC é atribuível a fatores de risco modificáveis e que a poluição do ar surgiu como um fator contribuinte significativo, principalmente em países de baixa renda, ocupando o sétimo lugar em termos de impacto na vida saudável (Fiegin et al., 2016). Cenário este que pode se tornar ainda mais agravante com as previsões climáticas futuras.

Referências Bibliográficas

Almagro P, López García F, Cabrera F, Montero L, Morchón D, Díez J, et al. Comorbidity and gender-related differences in patients hospitalized for COPD. The ECCO study. Respir Med. 2010;104(2):253-9

Andrade DO, Botelho C, Silva Junior JLR, Faria SS, Rabahi MF. Sazonalidade climática e hospitalizações médicas em crianças menores de cinco anos com doença respiratória, Goiânia 2015. Hygeia 2015; 11(20):99-115.

Aubinière-Robb L, Jeemon P, Hastie CE, Patel RK, McCallum L, Morrison D et al. Blood pressure response to patterns of weather fluctuations and effect on mortality. Hypertension. 2013Jul;62(1):190-6.

Ayres JG, Forberg B, Annesi-Maesano I, Dey R, Ebi KL, Helms PJ, et al. Climate change and respiratory disease: European Respiratory Society statement. *Eur Respir J* 2009; **34**: 295–302.

Becker JA, Stewart LK. Heat-related illness. Am Fam Physician 2011;83(11):1325-30.

Benguigui Y. Infecções respiratórias agudas na infância como problema de saúde pública. Bol. Pneumol. Sanit. 2006; 1(10):14-22.

Bennet H, Jones R, Keating G, Woodward A, Hales S, Metcalfe S. Health and equity impacts of climate change in Aotearoa-New Zealand, and health gains from climate action. N Z Med J. 2014; 127(1406):16-31.

Bernstein AS, Rice MB. Lungs in a warming world: climate change and respiratory health. *Chest* 2013; **143**:1455–1459.

Bitencourt DP, Ruas AC, Maia PA. Análise da contribuição das variáveis meteorológicas no estresse térmico associado à morte de cortadores de cana-de-açúcar. Cad. Saúde Pública 2012; 28(1): 65-74.

Blois J, Kjellstrom T, Agewall S, Exekowitz JA, Armstrong PW, Atar D. The effects of climate change on cardiac health. Cardiology. 2015; 131(4):209-17.

Brasil. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Informações sobre mortalidade e internações hospitalares [acessado agosto de 2017]. Disponível em: http://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de Vigilância em Saúde: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. – 1. ed. atual. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

Burney PG, Patel J, Newson R, Minelli C, Naghavi M. Global and regional trends in COPD mortality, 1990- 2010. Eur Respir J 2015; 45: 1239–1247.

Cançado JED, Braga AP, Amador LA, Arbex MA, Saldiva PHN, Santos UP. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. J Bras Pneumologia 2006; 32:S5-S1

Cardoso AM. A persistência das infecções respiratórias agudas como problema de Saúde Pública. Cadernos de Saúde Pública 2010;26(7): 1270-1271.

Cheung AK, Yan G, Greene T, Daugirdas JT, Dwyer JT, L NW, et al. Seasonal variations in clinical and laboratory variables among chronic hemodialysis patiens. J Am Soc Nephorol. 2002;13: 2345-2352.

Clayes MJ, Rajagopalan S, Nawrot TS, Brook RD. Climate and environmental triggers of acute myocardial infarction. Eur Heart J. 2016;38(13):955-960.

Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica II - DPOC. J Bras Pneumol. 2004;30(Supl 5):S1-42.

Costello A, Abbas M, Allen A, Ball S, Bell S, Bellamy R, et al. 2009. Managing the health effects of climate change. Univ. Coll. Lond. Inst. Global Health, Lancet Comm.Lancet 373:1693–733.

D'Amato G, Vitale C, Lanza M, Molino A, D'Amato M. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: an update. Curr Opin Allergy Clin Immunol. 2016 Oct;16(5):434-40.

Dapper SN, Spohr C, Zanini RR.Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. Estud. av. [online]. 2016, vol.30, n.86, pp.83-97. ISSN 0103-4014.

Davies MJ, Thomas AC. Plaque fissuring—the cause of acute myocardial infarction, sudden ischaemic death, and crescendo angina. Br Heart J 1985;53:363–373.

Duarte EC, Schneider MCS, Rômulo P, Silva JB; Salgado CC. Expectativa de vida ao nascer e mortalidade no Brasil em 1999: análise exploratória dos diferenciais regionais. Pan Am J Public Health, 2002;12(6):436-44

Eisner MD, Anthonisen N, Coultas D, Kuenzli N, Perez-Padilla R, Postma D, et al. An official American Thoracic Society public policy statement: Novel risk factors and the global burden of chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2010; 182: 693–718.

Feigin VL, et al. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet. 2014;383:245–254

Fletcher C, Peto R. The natural history of chronic airflow obstruction. Br Med J 1977; 1: 1645-1648.

Freitas ARR, Francisco PMSB, Donalisio MR. Mortality Associated with Influenza in Tropics, State of São Paulo, Brazil, from 2002 to 2011: The Pre-Pandemic, Pandemic, and Post-Pandemic Periods. Influenza Res Treat. 2013; 2013: 696274.

Freitas CM, Silva DRX, Sena ARM, Silva EL, Sales LBF, Carvalho ML, et al. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. Ciência & Saúde Coletiva, 19(9):3645-3656, 2014.

Friel S, Bowen K, Campbell-Lendrum D, Frumki H, McMichael AJ, Rasanathan K. Climate Change, Nomcommunicable Diseases, and Development: The relationship and Common Policy Opportunities. Annu Rev Public Health 2011; 32:133-47.

Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. Lancet 2015; 6736(14):62114-0.

Gilbert M, Xiao X, Pfeiffer DU, Epprecht M, Boles S, Czarnecki C. Mapping H5N1 highly pathogenic avian influenza risk in Southeast Asia. Proc Natl Acad Sci USA 2008; 105(12): 4769-74.

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD Executive Summary, update 2014. Available from: http://www.goldcopd.org/

Gouveia N, Freitas CU, Martins LC, Marcilio IO. Respiratory and cardiovascular hospitalizations associated with air pollution in city of São Paulo, Brazil. Cad Saúde Pública. 2006; 22(12):2669-77.

Gouveia N, Fletcher T. Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status. J Epidemiol Community Health 2000; 54(10):75-5.

Gowers AM, Cullinan P, Ayres JG, Anderson HR, Strachan DP, Holgate ST, et al. Does outdoor air pollution induce new cases of asthma? Respirology. 2012;17(6):887-98.

Greenough G, McGeehin M, Bernard SM, Trtanj J, Riad J, Engelberg D. The potential impacts of climate variability and change on health impacts of extreme weather events in the United States. Environ Health Perspect 2001;109(Suppl. 2):191–198

Grizenko N, Osmanlliu E, Fortier MÈ, Joober R. Increased Risk of Asthma in Children with ADHD: Role of Prematurity and Maternal Stress during Pregnancy. J Can Acad Child Adolesc Psychiatry. 2015 Fall;24(2):109-15.

Guarnierl M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. Lancet, 2014; 383(9928):1581-92.

Harpsøe MC1, Basit S, Bager P, Wohlfahrt J, Benn CS, Nøhr EA, et al. Maternal obesity, gestational weight gain, and risk of asthma and atopic disease in offspring: a study within the Danish National Birth Cohort. J Allergy Clin Immunol. 2013;131(4):1033-40.

Ignotti E, Hacon S, Junger WL, Mourão D, Longo K, Freitas S, et al. Air pollution and hospital admissions for respiratory diseases in the subequatorial Amazon: a time series approach. Cad Saude Publica. 2010 Apr;26(4):747-61.

Infonet. Pesquisadores analisam salinidade do rio São Francisco [acessado em agosto de 2017]. Disponível em: http://www.infonet.com.br/noticias/educacao//ler.asp?id=170077

Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. New York, NY: Cambridge University Press;2014.

James GD, Yee LS, Pickering TG. Winter-summer differences in the effects of emotion, posture and place of measurement on blood pressure. Soc Sci Med.1990;3: 1213-1217.

Kovats RS, Hajat S, Wilkinson P. Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, UK. *Occup Environ Med* 2004; **61**: 893–898.

Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R; Prospective Studies Collaboration. Age-specific relevance of usual bloodpressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. Lancet. 2002;360(9349):1903-13.Erratum in: Lancet. 2003;361(9362):1060

Lipovetzky N, Hod H, Roth A, Kishon Y, Sclarovsky S, Green MS. Emotional events and anger at the workplace as triggers for a first event of the acute coronary syndrome: a case-crossover study. Isr Med Assoc J 2007;9:310 – 315. 6.

Lofgren E, Fefferman NH, Naumov YN., et al. Influenza seasonality: underlying causes and modeling theories.J. Virol. 2007; 81(11):5429-36.

Mäkinen TM1, Juvonen R, Jokelainen J, Harju TH, Peitso A, Bloigu A, et al. Cold temperature and low humidity are associated with increased occurrence of respiratory tract infections. Respir Med. 2009 Mar;103(3):456-62

Mannino DM, Homa DM, Akinbami LJ, et al. Vigilância para Asma — Estados Unidos, 1980- 1999. MMWR Surveill Summ 2002; 51: 1–13. 21.

Martins LC, Latorre Mdo R, Cardoso MR, Goncalves FL, Saldiva PH, Braga AL. [Air pollution and emergency room visits due to pneumonia and influenza in São Paulo, Brazil]. Rev Saude Publica. 2002 Feb;36(1):88-94.

Mazick A, Gergonne B, Nielsen J, Wuillaume F, Virtanen MJ, Fouillet A, et al. Excess mortality among the elderly in 12 European countries, February and March 2012. Euro Surveill. 2012 Apr 5;17(14).

Mittleman MA, Mintzer D, Maclure M, Tofler GH, Sherwood JB, Muller JE. Triggering of myocardial infarction by cocaine. Circulation 1999;99:2737 –2741.

Nascimento e Francisco (2013)

Neild PJ, Syndercombe-Court D, Keatinge WR, Donaldson GC, Mattock M, Caunce M. Cold-induced increases in erythrocyte count, plasma cholesterol and plasma fibrinogen of elderly people without a comparable rise in protein C or factor X. Clin Sci (Lond) 1994;86:43 –48

Oliveira BF, Ignotti E, Artaxo P, Saldiva PH, Junger WL, Hacon S. Risk assessment of PM (2.5) to child residents in Brazilian Amazon region with biofuel production. Environ Health. 2012b; 11:64.

Organização Mundial da Saúde. Ficha de Asma Brônquica 206. www.who.int/mediacentre/ factsheets/fs206/en.

Picon, RV, Fuchs FD, Moreira LB, Fuchs SC. Prevalence of hypertension among elderly persons in urban Brazil: a systematic review with meta-analysis. Am J Hypertens. 2013;26(4):541-8

Pope CA, 3rd, Dockery DW. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. J Air Waste Manag Assoc. 2006;56:709–742

Ribeiro BB, Eckert JB, Figueiredo AC, Galhardi WMP, Campanaro CM. Experiência de Ensino em Medicina e Enfermagem: Promovendo a Saúde da Criança. Rev Bras Educ Méd 2012; 36(1supl II):89-96.

Sevelsted A, Stokholm J, Bisgaard H. Riskof asthma from Cesarean delivery depends on membrane rupture. J Pediatr. 2016 Apr;171:38-42.e1-4

Sherwood SC, Huber M. An adaptability limit to climate change due to heat stress. Proc Natl Acad Sci U. S. A, 107(21): 9552-5.

Sin DD, Man SF. Impact of cancers and cardiovascular disease in chronic obstructive pulmonary disease. Curr Opin Pulm Med. 2008;14(2):115-21

Smith LT, Aragão LE, Sabel CE, Nakaya T. Drought impacts on children's respiratory health in the Brazilian Amazon. Sci Rep. 2014; 16(4):3726.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. VII Diretrizes Brasileira de Hipertensão Arterial. Arq Bras de Cardiol 2015; 107(3):1-83.

Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares. Diretrizes para tratamento do acidente vascular isquêmico – Parte I. 2012.

Son JY, Gouveia N, Bravo MA, de Freitas CU, Bell ML. The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves in São Paulo, Brazil. In J Biometeorol. 2016; 60(1):113-21.

Sousa CAE, César CLG, Barros MBA, Carandina L, Goldbaum M, Pereira JCR. Doença pulmonar obstrutiva crônica e fatores associados em São Paulo, SP, 2008-2009. Revista de Saúde Pública, 2011 45(5), 887-896.

Stewat S, Keates AK, Redfern A, McMurray JJV. Seasonal variations in cardiovascular disease. Nature Reviews Cardiology. 2017. doi:10.1038/nrcardio.2017.76.

Tamerius J, Perzanowski M, Acosta L, Jacobson J, Goldstein I, Quinn J, et al. Socioeconomic and Outdoor Meteorological Determinants of Indoor Temperature and Humidity in New York City Dwellings. Weather Clim Soc. 2013 Apr;5(2):168-179.

Thomazelli LM, Vieira S, Leal AL, et al. Surveillance of eight respiratory viruses in clinical samples of pediatric patients in southeast Brazil.J Pediatr. 2007; 83(5):422-8.

Uzoigwe JC, Prum T, Bresnahan E, Garelnabi M. The emerging role of outdoor and indoor air pollution in cardiovascular disease. N Am J Med Sci. 2013; 5(8):445-53.

Walker CL, Rudan I, Liu L, Nair H, Theodoratou E, Bhutta ZA, et al. Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea. Lancet. 2013 Apr 20;381(9875):1405-16.

Wallace JC, Denk CE, Kruse LK. Hospitalizações pediátricas devido à asma: o uso de um arquivo vinculado para separar risco e admissão em nível pessoal. Prev Chronic Dis 2004; 1: A07.

Weber MA, Schiffrin EL, White WA, Mann S, Lindbolm LH, Venerson JG, et al. Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community: a statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. J Hypertens. 2014;32(1):3-15.

World Bank 4C: Turn Down the Heat. A Report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics, November 2012, Washington DC 20433, 2012.Xavier DR, Barcellos C, Freitas CM. Eventos climáticos extremos e consequências sobre a saúde: o desastre de 2008 em Santa Catarina segundo diferentes fontes de informação. Ambiente & Sociedade 2014; 17(4):273-294.

Ye X, Wolff R, Yu W, Vaneckova P, Pan X, Tong S. Ambient temperature and morbidity: a review of epidemiological evidence. Environ Health Perspect. 2012 Jan;120(1):19-28.

Yoon SJ, Oh IH, Seo HY, Kim EJ. Measuring the burden of disease due to climate change and developing a forecast model in South Korea.Public Health. 2014 Aug;128(8):725-33.

MÓDULO 4 - UNIDADE 3
DOENÇAS TRANSMITIDAS POR VETORES

Izabel Cristina dos Reis

As doenças transmitidas por vetores são enfermidades causadas por patógenos e parasitas em humanos. Essas doenças constituem importante causa de morbidade e mortalidade no Brasil e no mundo, sendo um dos principais problemas de saúde pública. Segundo a WHO (2017), são responsáveis por mais de 17% de todas as doenças infecciosas, causando anualmente mais de um bilhão de casos e mais de um milhão de óbitos. Ocorre comumente em segmentos mais pobre da sociedade onde as condições de moradia são precárias e serviços públicos de saneamento básico inexistente ou de baixa qualidade, em geral populações com baixa escolaridade, e implicam em aumento da pobreza, diminuição na produtividade econômica e sistemas de saúde sobrecarregados com procedimentos de alto custo (WHO 2014, OPAS 2014a, OPAS 2014b).

Historicamente as doenças transmitidas por vetores como malária, febre amarela, tifo, foram responsáveis por numerosas epidemias devastadoras no século XVII até inicio do século XX (Gubler 1998). Entretanto, foi somente no final do século XIX e inicio do século XX que houve a comprovação de que alguns microrganismos e parasitos só infectavam vertebrados depois de se desenvolverem e/ou multiplicarem em invertebrados. Esse fato foi confirmado com a descoberta crucial para a entomologia médica em 1878 com o Sir. Patrick Manson demonstrando que a filariose Wunchereria bancrofti era transmitido durante a picada de fêmeas infectadas do mosquito do gênero Culex (Lourenço-de-Oliveira 2003). Posteriormente outros vetores hematófagos foram associados à transmissão de doenças como malária, doenças de chagas, tifo (Gubler 1998).

Os vetores são normalmente animais invertebrados, constituído em sua grande maioria por animais pertencentes ao filo Arthropoda como mosquito, pulgas, piolhos flebotomíneos, incluindo também animais do filo Mollusca como alguns caramujos de água doces, que podem transmitir agente infectante ou agente etiológicos (vírus, protozoários, helmintos e bactérias) entre humanos ou através de animais ao homem (WHO 2014; 2017). Além de transmitir o agente infeccioso, parte do ciclo de desenvolvimento desses patógenos ocorre dentro dos vetores.

A maioria dos vetores é hematófaga, ou seja, ingere microrganismos causadores de doenças durante um repasto sanguíneo em um hospedeiro infectado (humano ou animal) e, posteriormente, o injeta em um novo hospedeiro susceptível durante a sua subsequente alimentação sanguínea. Os artrópodes constituem o maior grupo do reino animal, tanto em número de espécies como em número de indivíduos. São definidos como invertebrados que possuem pernas articuladas e corpos segmentados com simetria bilateral, revestido por um exoesqueleto de quitina. O filo Arthropoda apresenta seis classes, sendo as classes Insecta e Arachnida (ácaros, carrapatos) as de maior importância médica, pois incluem espécies hematófagas, responsáveis pela veiculação biológica de parasitos e microrganismos (Lourenço-de-Oliveira 2003).

Principais doenças transmitidas e causadas por vetores,segundo classe, ordem, família e gênero.

Adaptada Lourenço-de-Oliveira (2003).

Filo	Classe	Ordem/Família	Doença transmitida	Gênero/espécie
Arthropoda	Insecta	Ordem Diptera		
		Culicidae (Mosquitos)	Malária	Anopheles
			Filariose bancroftiana	Culex quinquefasciatus
			Dengue, Zika , Chikungunya	Aedes aegypti Aedes albopictus
			Febre amarela urbana	Aedes aegypti
			Febre amarela silvestre	Haemagogus, Sabethes
			Outras arboviroses (encefalites, Mayaro, West Nile, etc)	Culex, Aedes, Anopheles, Psorophora, Haemagogus,
		Psychodidae (Flebótomos)	Leishmanioses	Lutzomyia, Phlebotomus
			Doença de Carrión	Lutzomyia
			Febre de Papatasi	Phlebotomus
		Simuliidae (borrachudos)	Oncocercose	Simulium
			Mansonelose	Simulium
		Ceratopogonidae (maruins)	Mansonelose	Culicoides
			Oropouche	Culicoides
		Glossinidae (Tsé-tsé)	Doença do sono	Glossina
		Muscidae (moscas)	Infecções intestinais	Musca domestica
			Berne	Stomoxys, Naivamyia
		Ordem Hemiptera Reduviidae (“barbeiros”)	Doença de chagas	Triatoma, Panstrongylus, Rhodnius
		Cimicidae (percevejos)		Cimex
		Ordem Siphonaptera (pulgas)		
		Pulicidae	Peste	Xenopsylla, Pulex
			Tifo murino	Xenopsylla
		Tungidae		Tunga penetrans
		Ordem Anoplura		
		Pediculidae (piolhos, chatos)	Tifo exantemático epidêmico	Pediculis humanus, Phtirus pubis
	Arachnida	Ordem Acarina		
		Ixodidae (carrapatos)	Febre maculosa	Amblyomma, Dermacentor
			Doença de Lyme	Ixodes
			Babesiose	Amblyomma, Ixodes
			Tularemia	Haemaphysalis
			Encefalites virais	Vários gêneros

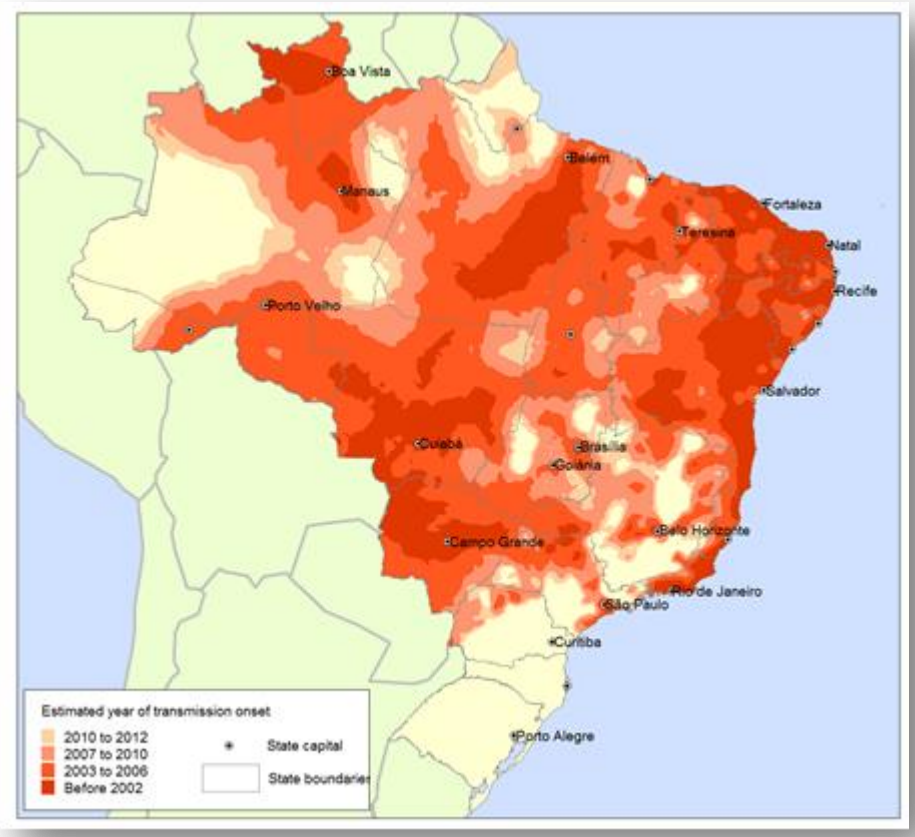
O ciclo de vida dos vetores, assim como dos reservatórios e hospedeiros que participam da cadeia de transmissão de doenças, está fortemente relacionado à dinâmica ambiental dos ecossistemas onde eles vivem sendo limitadas por variáveis ambientais como temperatura, precipitação, umidade, padrões de uso e cobertura do solo. As evidenciais sugerem que a variabilidade climática inter-anual e inter-decadal têm apresentado influência direta sobre a biologia e ecologia de vetores e consequentemente o risco de transmissão das doenças por eles veiculadas.

Atualmente, a mudança climática tem gerado uma preocupação sobre a possível expansão da área atual de incidência de algumas doenças transmitidas por vetores. Um dos maiores efeitos da mudança climática sobre as doenças vetoriais pode ser observado nos eventos extremos, os quais introduzem uma forte flutuação no ciclo das doenças. Os padrões de precipitação podem ter efeito a curto e em médio prazo. O aumento da precipitação tem o potencial de aumentar o número e a qualidade dos locais de reprodução dos vetores tais como mosquitos, carrapatos e caramujos.

Os extremos de temperatura podem retardar ou acelerar o desenvolvimento e sobrevivência dos insetos vetores, assim como o período de incubação extrínseco de alguns patógenos. Contudo, deve-se considerar que o clima sozinho não explica o comportamento das doenças transmitidas por artrópodes, mas é um componente importante na distribuição temporal e espacial dos vetores tanto limitando a sua propagação quanto influenciando na dinâmica da transmissão.

Alterações do ambiente podem potencializar as ações do clima criando ambientes ideias para propagação de vetores, e consequentemente, incremento no número de casos. Como exemplo, o efeito combinado de padrões de uso do solo e clima podem influir na transmissão da malária, tanto pelo desmatamento, quanto pela extração seletiva de madeira, queimadas, urbanização e construção de estradas (Hahn et al., 2014).

Quanto a doenças vetoriais de característica mais urbana como a Dengue, Zika e Chikungunya pode se destacar a difusão do agravo para áreas do território nacional onde não eram observadas epidemias recorrentes. Foi realizado estudo sobre a difusão e extensão atual da área de transmissão de dengue no Brasil, adotando medidas de intensidade, permanência e temporalidade de casos de dengue para verificar a expansão desta área de transmissão. Os resultados apontam uma relação entre padrões temporais e espaciais de difusão de dengue no Brasil. Os picos de transmissão (no tempo) correspondem a pulsos invasivos (no espaço) da doença. Estes pulsos podem atingir áreas distantes e serem mais agressivos, isto é, provocarem maiores incidências que em áreas onde os vírus não circulavam, já que alcançam populações suscetíveis. A concentração de cidades com surtos verificada ao longo da franja de transição entre climas pode representar o maior risco que correm estas cidades, antes isoladas de circuitos de circulação dos vírus (Barcellos e Lowe, 2013).



Expansão da área de transmissão de dengue no Brasil, de 2001 a 2012. Barcellos et al., 2013.

DENGUE

A dengue é uma doença infecciosa causada por um vírus de genoma RNA, do gênero Flavivirus, família Flaviviridae, do qual são conhecidos quatro sorotipos (DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4) (BRASIL, 2015). A infecção pelo vírus dengue pode ser assintomática ou sintomática. Quando sintomática, causa uma doença sistêmica e dinâmica de amplo espectro clínico, variando desde formas oligossintomáticas até quadros graves, podendo evoluir para o óbito, mesmo em primo-infecção (BRASIL, 2011). No Brasil, o padrão epidemiológico tem variado ao longo dos anos. Inicialmente, casos de dengue ocorriam, principalmente, em adultos jovens. A susceptibilidade ao vírus é universal, no entanto, fatores de risco individuais, tais como idade, etnia, presença de co-morbidades e infecção secundária podem determinar a gravidade da doença. Entre 2007 e 2009, observou-se aumento das formas graves, atingindo, principalmente, crianças (BRASIL, 2015).

A dengue apresenta um comportamento sazonal no País, ocorrendo, principalmente, entre os meses de outubro a maio. Dessa forma, o monitoramento de indicadores epidemiológicos, entomológicos e operacionais pode detectar precocemente a vulnerabilidade para ocorrência da doença em determinado local. Caracteriza-se por um cenário de transmissão endêmica/epidêmica em grande parte do País, tendo como importantes fatores a circulação simultânea dos quatro sorotipos virais e a presença do vetor. Ressalta-se a importância da alternância ou da substituição do sorotipo predominante em áreas endêmicas ou em regiões não endêmicas (BRASIL, 2015).

A doença é transmitida, principalmente, pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti* que tem apresenta grande capacidade de adaptação em diferentes situações ambientais consideradas desfavoráveis (Tauil, 2002). O número real de casos de dengue é subestimado devido à subnotificação, já que muitos não são devidamente classificados. Estimativas apontam que ocorrem cerca de 390 milhões de casos de dengue por ano, dos quais 96 milhões apresentam manifestação clínica (Bhatt et al, 2013).

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA DENGUE

A dengue apresenta manifestação mais frequente em regiões onde condições socioeconômicas e ambientais desfavoráveis encontram como agravantes condições ambientais e climáticas propicias para proliferação do vetor. Variáveis como esgotamento sanitário e coleta de lixo insuficientes são variáveis que ajudam a explicar o comportamento do agravo, e em áreas que apresentam essas características podem apresentar maior número de casos em relação a demais regiões (Costa et al, 1998). O abastecimento intermitente ou irregular de água pode implicar situações extremamente favoráveis a procriação do vetor, sendo determinante na transmissão. Nessas situações a população pode recorrer ao estoque de água de forma inadequada propiciando criadouros em potencial (Oliveira et al, 2001).

A dengue apresenta sazonalidade marcada com pico de casos durante o verão. Nessa estação o conjunto de variáveis temperatura, umidade, pluviosidade associado à disponibilidade de criadouros acaba por provocar epidemias. Entretanto cabe ressaltar que para que isso ocorra ainda é necessária população susceptível ao vírus circulante (Johansson et al, 2009; Lana et al, 2014; Lowe et al, 2014). Apesar da pouca referência bibliográfica com relação a variável elevação do terreno, no Brasil essa variável associada a temperatura parece funcionar como fator de bloqueio a manifestação de epidemias. Contudo, estudo realizado na cidade de Taxco no México identificou epidemia a uma altitude de 1.700 metros acima do nível do mar confirma a capacidade de *Aedes aegypti* para se adaptar a novos ambientes, e o potencial para epidemia se espalhar nas cidades em altitudes comparáveis ou superiores (Herrera-Basto et al, 1992).

Condicionantes socioeconômicos	Condicionantes Ambientais
• **Cobertura de coleta de lixo** • **Cobertura de esgotamento sanitário** • **Cobertura de redes de abastecimento de água** • **Densidade demográfica** • **Percentual de população urbana** • **Nível de escolaridade** • **Proporção de responsáveis pelo domicílio com pelo menos o ensino médio completo** • **Proporção de responsáveis pelo domicílio que ganham menos de um salário mínimo por mês** • **Taxa de migração**	• Área urbana • Cobertura vegetal e uso da terra • Altitude • Temperatura • Pluviosidade • Umidade

INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DA DENGUE

A dengue é extremamente afetada pelo clima, e isso fica evidente na manifestação sazonal da doença, sobretudo em períodos de verão. Entretanto, cabe ressaltar que se a relação entre o clima e o vetor é direta, a relação entre o clima e a manifestação da doença, necessariamente, não é. Outras variáveis contextuais e biológicas são necessárias para a manifestação do agravo nas populações. Dentre as variáveis biológicas destacam-se a presença de populações susceptíveis ao sorotipo circulante, entre as variáveis contextuais destaca-se o espaço geográfico no qual esta população está inserida e suas condições ambientais e de vida.

Aedes aegypti

Vários modelos destacam a expansão da área de transmissão de dengue (Jetten et al, 1997; Patz et al, 1998; Hales et al, 2002) entre outros aspectos, nestes estudos, são discutidas as relações de clima e propagação do agravo. As demais variáveis de causalidade da doença, e que podem representar melhores ou piores as condições de vida das populações apresentam dinâmica na alteração mais complexa que o processo de aquecimento global, que a priori, apresenta evolução linear. Ademais, políticas públicas para controle e combates do vetor podem contribuir para o controle da doença, com isso, a rede de causalidade do agravo pode ser interrompida e somente a variável clima não responderia pelo volume de casos da doença. Como alguns autores sugerem o ressurgimento das doenças transmitidas por vetores é atribuído, em grande parte, à ineficácia das políticas públicas no componente controle do vetor (Chiaravalloti et al, 1999; Teixeira et al, 1999).

MALÁRIA

A malária é uma doença infecciosa febril aguda, causada por protozooários transmitidos pela fêmea do mosquito da espécie Anopheles. Reveste-se de importância epidemiológica por sua gravidade clínica e elevado potencial de disseminação em áreas com densidade vetorial que favoreça sua transmissão. Os vetores da malária são mais abundantes nos horários crepusculares, ao entardecer e ao amanhecer. O agente etiológico da doença é o protozoário do gênero *Plasmodium*. No Brasil, três espécies causam a malária em seres humanos: *P. vivax, P. falciparum e P. malariae*. A malária é uma doença de notificação compulsória regular e todo caso suspeito deve ser notificado em até sete dias quando ocorrido na região Amazônica. Na região Extra-Amazônica, a malária é uma doença de notificação compulsória imediata. Dessa forma, todo caso suspeito deve ser notificado em até 24 horas pelo meio mais rápido disponível (Brasil, 2015).

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA MALÁRIA

A malária, assim como outras doenças de areas de florestas tropicais, resulta de processos interativos entre o homem e o meio ambiente que, por vezes, acabam por provocar ruptura do equilíbrio ecológico existente (MONTE-MÓR, 1985; SAWYER, 1993). As formas de ocupação e uso do meio pelo homem, sobretudo na região amazônica, onde processos como a colonização agrícola, a pecuária, o extrativismo vegetal e mineral e as atividades urbanas, conformam características que influênciam os níveis de prevalência e tipo de malária na região (BARBIERI, 2005).

Os processos migratórios e a ocupaçãoo de áreas de mata, sejam para a construção de grandes empreendimentos ou extração mineral como garimpos, também provocam surtos epidêmicos e perpetuam áreas de endemicidade da doença no local (ARRUDA, 1985; DUARTE, 2002). Em alguns casos, empreendimentos em áreas de transmissão como os tanques de pisciculturas acabam por gerar criadouros potenciais do vetor (REIS et al., 2015). Outro processo importante para aplicação de políticas de saúde no controle da doença é a vigilância em áreas de fronteira. Para que o controle da malária nas fronteiras ocorra de forma mais precisa é necessário criar sistemas de vigilância integrando, com ampla circulação de informações, fortalecimento da capacidade local de análise da

Anopheles darlingi

Integrando informações (inteligência epidemiológica), coordenação das ações de controle da malária e aproveitamento das complementaridades dos sistemas locais de saúde, com a participação e cooperação das populações fronteiriças (PEITER, 2013).

NFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DA MALÁRIA

A dinâmica epidemiológica da malária não pode ser resumida às variáveis climáticas, mas a situação epidemiológica da doença pode ser agravada por variáveis como chuva, temperatura e umidade. Souza-Santos (2002) destaca a presença mais abundante do vetor nas estações de transição entre seca e chuva e vice-versa.

As chuvas na região contribuem para a formação de criadouros e influenciam a dinâmica de cheia e vazante dos rios. A variação do nível d'água dos rios contribui para a formação de coleções hídricas favoráveis à reprodução dos mosquitos. Com isso, a distribuição dos mosquitos pode flutuar seguindo as variações nos níveis dos rios (Barros & Honório, 2007). A alteração do regime de cheia e seca da Amazônia pode estar relacionada a fenômenos climáticos como El Niño (Marengo et al., 2006). Essas situações podem influenciar direta ou indiretamente a transmissão de malária. Entretanto, é importante ressaltar a relevância da atuação dos serviços de saúde local no combate à doença.

Determinantes socioeconômicos	Determinantes Ambientais
• **Razão de sexo** • **Migração** • **População em área rural** • **Extrativismo** • **Populações em áreas de assentamento** • **Populações indígenas** • **Grandes empreendimentos**	• Nível dos rios (cotas hidrológica) • Precipitação • Coleções hídricas (psiculturas) • Temperatura • Desmatamento

FEBRE AMARELA

A febre amarela é uma doença infecciosa febril aguda, transmitida por vetores artrópodes, que possui dois ciclos epidemiológicos distintos (silvestre e urbano). A doença apresenta gravidade clínica e elevado potencial de disseminação em áreas urbanas (BRASIL, 2009). Na febre amarela silvestre, os transmissores são mosquitos com hábitos estritamente silvestres. No Brasil, a espécie *Haemagogus* se destaca na transmissão, embora outras espécies tenham sido documentadas com vírus da febre amarela. Na febre amarela urbana, o *Ae. aegypti* é o principal mosquito transmissor e por conta da alta capacidade de adaptação desse mosquito ao ambiente urbano, e o *A. albopictus* em áreas rurais o que torna o agravo de extrema importância potencial epidemiológica (BRASIL, 2009).

A principal medida de controle da febre amarela é a vacinação, sendo recomendada nas áreas consideradas endêmicas, de transição e de risco potencial, assim como para todas as pessoas que se deslocarem para essas áreas. Recomenda-se também, a vigilância de casos humanos e de epizootias, a vigilância sanitária de portos, aeroportos e fronteiras para viajantes internacionais, controle do vetor urbano para eliminar o risco de reurbanização do agravo (BRASIL, 2009).

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA FEBRE AMARELA

A febre amarela ocorre com maior frequência entre os meses de janeiro a abril, quando fatores ambientais, como chuva e temperatura propiciam o aumento da densidade vetorial. Os grupos de risco são formados por pessoas não vacinadas que residem próximas aos ambientes silvestres, turistas e migrantes que adentram esses ambientes. Sua maior frequência ocorre no sexo masculino com idade superior a 15 anos , provavelmente, por maior exposição profissional nos ambientes silvestres das áreas endêmicas (BRASIL, 2009). Além de variáveis climáticas deve-se considerar, a cobertura vegetal, da hidrografia, do uso do solo, e outras que possam indicar padrões de transmissão ou aspectos ambientais e ecológicos favoráveis à emergência da doença (BRASIL, 2014). A presença de *Ae. albopictus* em áreas de risco para epizootias de febre amarela tem chamado a atenção para a importância do seu monitoramento no ambiente florestal (Gomes et al., 1999), esse monitoramento busca evitar o risco para a formação de uma ponte entre os hábitats naturais e áreas urbanas.

Condicionantes socioeconômicos	Condicionantes Ambientais
• **Pendularidade populacional - campo x cidade** • **Nível de escolaridade** • **Taxa de migração** • **População rural** • **Turismo** • **População masculina acima de 15 anos**	• Cobertura vegetal e uso da terra • População de primatas não humana com o vírus • Temperatura • Pluviosidade

Ministério da saúde

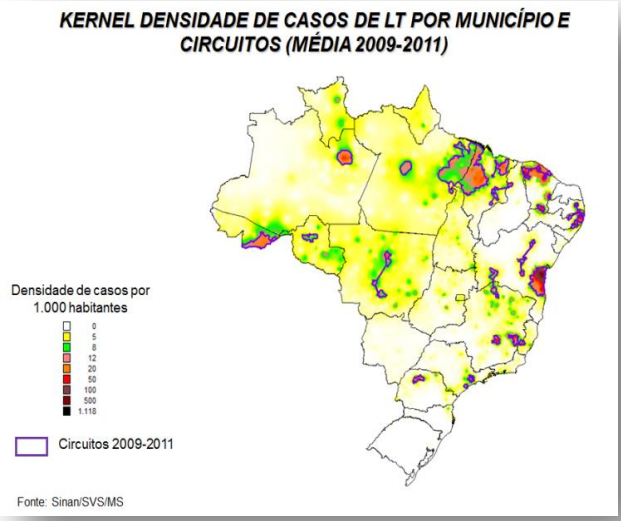
INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DA FEBRE AMARELA

A influência climática sobre a febre amarela diz respeito a alterações no comportamento reprodutivos do vetor, sobretudo com relação ao *Aedes aegypt e Aedes albopictus*. Contudo, ao contrario da dengue, contra a febre amarela existe uma vacina eficaz para o controle da doença. O clima apresenta importante contribuição na população de vetores proporcionando desde o aumento de criadouros naturais ou artificiais, com dimensões variáveis em volume de água, até o desenvolvimento do vetor que na fase larvária ocorre em ambientes aquáticos e a fase adulta é aéreo-terrestre. A duração de cada fase depende de fatores ambientais, climáticos e recursos disponíveis nos ecótipos (Brasil, 2014). Segundo o IPCC epidemias de febre amarela urbana começam a ocorrer na América tropical, espera-se que este vírus se mova rapidamente através de meios de transportes para a Ásia e Pacífico, onde nunca ocorreu (McMichael et al, 2000; Gubler et al, 1984).

LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA

A leishmaniose tegumentar (LT) é uma doença infecciosa de transmissão vetorial, não contagiosa, causada por protozoário do gênero *Leishmania.* Os vetores da LT são insetos denominados *flebotomíneos*. A doença é primariamente uma infecção zoonótica que afeta outros animais que não o homem, o qual pode ser envolvido secundariamente. Classicamente, a doença se manifesta sob duas formas: leishmaniose cutânea e leishmaniose mucosa (3 a 5% dos casos). A leishmaniose tegumentar americana (LT) encontra-se entre as seis doenças infecto-parasitárias de maior importância no país (Saraiva et al, 2006).

A pesar da ampla distribuição doença em todo o território nacional, podem-se apontar áreas de maior transmissão de casos classificadas como circuitos de produção da LT. O circuito e transmissão da doença é uma área extensa com grande concentração de casos em um período de três anos, é constituído por diversos polos podendo superpor mais de um município ou unidade federada. Os circuitos são decorrentes de processos socioambientais, por isso podem apresentar expansão ou retração em função das características de seus determinantes. A figura abaixo apresenta a distribuição da densidade de casos de LT por km^2 através da função de interpolação de *kernel* e os circuitos de transmissão de LT no período de 2009 a 2011. Observam-se "áreas quentes" para transmissão de LT na região metropolitana de Manaus - AM, Rio Branco – AC, área central do estado do Mato Grosso, divisa entre o estado do Pará e Maranhão, extremo norte do estado do Ceará, interior de Minas Gerais, norte do estado do Paraná e uma área importante de transmissão no estado da Bahia.



DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA FEBRE AMARELA

É importante considerar que no Brasil a Leishmaniose Tegumentar apresenta três padrões epidemiológicos que ajudam a explicar a distribuição

heterogênea do agravo no país. Estes três padrões apresentam variáveis determinantes e condicionantes para o agravo que podem representar maior importância dependendo da área em que ocorre a doença.

O padrão silvestre de transmissão ocorre em área de vegetação primária e é, fundamentalmente uma zoonose de animais silvestres, que pode acometer o ser humano quando este entra em contato com o ambiente silvestre, onde esteja ocorrendo enzootia (Brasil, 2007). O padrão ocupacional ou de lazer está associado à exploração desordenada da floresta e derrubada de matas para construção de estradas, usinas hidrelétricas, instalação de povoados, extração de madeira, desenvolvimento de atividades agropecuárias, de treinamentos militares e ecoturismo (Brasil, 2007), coincidindo com áreas de alto grau de destruição da vegetação nativa (Lima et al, 2002), processos de ocupação do solo (Kawa & Sabroza, 2002) áreas proximas a matas (Teodoro et al, 2001) e tipos de ocupação e exploração do solo estas são variáveis importantes no processo de adoecimento pela doença (Dourado et al, 1989; Membrive et al, 2004). O padrão rural e periurbano que está relacionado ao processo migratório, ocupação de encostas e aglomerados em centros urbanos associados a matas secundárias ou residuais (Brasil, 2007). A doença é observada de forma mais frequente em áreas rurais ou periurbanas e com ocupação mais recente, o que destaca variáveis como desmatamento, vegetação secundária e migração, principalmente para áreas da região amazônica (Araújo, 1981), onde se observa expansão da doença. Outras variáveis como renda e condições ambientais são destacadas em outros estudos (Santos et al, 2006).

Cabe ressaltar que estes padrões epidemiológicos para ocorrência de LT não são mutuamente exclusivos. Nas últimas décadas, estudos epidemiológicos sobre a doença demonstraram que inicialmente considerada zoonose de animais silvestres, que acometia ocasionalmente pessoas em contato com florestas, a LT passou a ocorrer em zonas rurais já praticamente desmatadas e em regiões periurbanas. A doença apresenta-se em expansão geográfica.

Condicionantes socioeconômicos	Condicionantes Ambientais
• **Densidade de habitantes por domicílio** • **Nível de escolaridade** • **Responsáveis pelo domicílio que ganham menos de um salário mínimo por mês** • **Razão de sexos** • **Taxa de migração** • **População de área rural**	• Índice de estado da vegetação (NDVI) • Percentagem de área urbana • Proporção de domicílios com arborização no entorno • Taxa de desmatamento Cobertura vegetal e uso da terra (vegetação secundária)

INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DA DOENÇA

A temperatura e a umidade ideais para a atividade do vetor da leishmaniose está ao redor de 20°C e acima de 90%, respectivamente (Forrattini et al, 1976). Durante e após períodos intensos de precipitação pluviométrica, a população do vetor tende a reduzir sensivelmente, possivelmente devido ao impacto que as chuvas ocasionam nos criadouros da espécie (Ciaravolo et al, 1998).

Analisando séries temporais de leishmaniose cutânea em Manaus, um estudo observou que a doença tem uma sazonalidade marcada e uma forte ligação com condições climáticas. Segundo os autores, condições secas e quentes favorecem o vetor, enquanto que o número elevado de casos da doença ocorre durante o período chuvoso seguinte (De Souza et al, 2015). Além de fatores

climáticos intrínsecos aos processos biológicos do vetor, a combinação de fatores climáticos com a expansão e ocupações de novas áreas, sejam para produções agropecuárias ou grandes obras de infraestrutura, configuram importantes áreas para propagação da doença. A construção de barragens para usinas hidroelétricas, por exemplo, requer grande quantidade de mão de obra, o que provoca aumento da migração, que sem estrutura adequada, leva a más condições de vida, ao desmatamento associado com impactos ambientais, que podem favorecer a ocorrência de casos de LT. Em situações de El Niño e La Niña o comportamento de variáveis climáticas pode influenciar o vetor (Cardenas et al, 2008), sobretudo na região Amazônica. A associação entre o comportamento das variáveis climáticas e processos desordenados de ocupação do espaço, como no caso de obras de infraestrutura na Amazônia, podem provocar incremento importante nos casos de leishmaniose (De Souza et al, 2015).

LEISHMANIOSE VISCERAL

A leishmaniose visceral (LV) era considerada, primariamente, uma zoonose de caráter eminentemente rural. Mais recentemente, vem se expandindo para áreas urbanas e se tornou crescente problema de saúde pública no país e em outras áreas do continente americano, sendo uma endemia em franca expansão geográfica. É considerada pela OMS como uma das seis endemias de maior relevância no mundo. No Brasil são registrados 90% dos casos da América Latina, com distribuição em 21 Unidades Federadas das cinco regiões (BRASIL, 2009). Os vetores são insetos denominados flebotomíneos. Os agentes etiológicos da LV são protozoários tripanosomatídeos do gênero Leishmania e o principal reservatório na área urbana é o cão (Canis familiaris). A enzootia canina tem precedido a ocorrência de casos humanos e a infecção em cães tem sido mais prevalente que no homem (BRASIL, 2005).

DETERMINANTES E CONDICIONANTES DA LEISHMANIOSE VISCERAL

A leishmaniose visceral apresenta relação com áreas que apresentam baixas condições socioeconômicos, pobreza, desnutrição convivência com animais domésticos elevada, acúmulo de matéria orgânica e proporcionando condições favoráveis para a ocorrência da transmissão da doença (Sherlock, 1996; Xavier-Gomes et al, 2009).

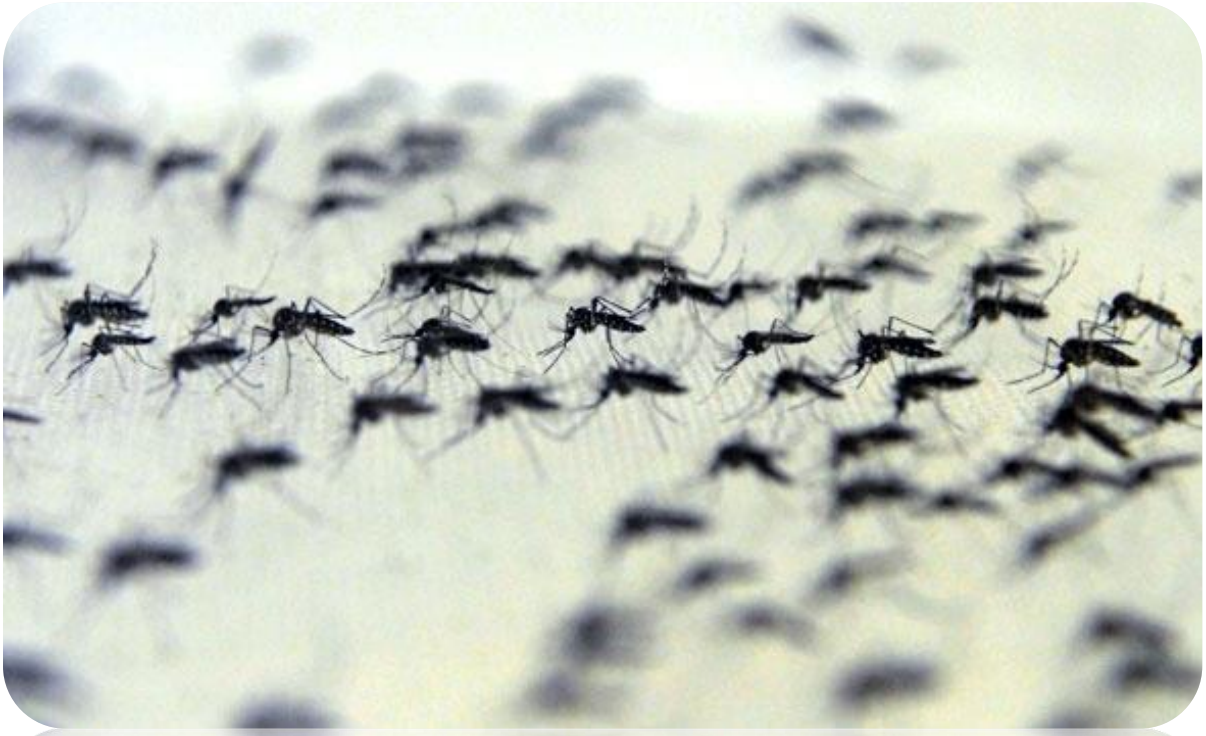
A urbanização recente e a destruição de ecótopos silvestres, associado à oferta de fontes alimentares humanas e animais, arborização abundante em quintais, criadouros ou acúmulos de lixo, presença de abrigos de animais silvestres dentro do perímetro urbano configuram situações adequadas para propagação do agravo (Costa et al, 1995). Em grande parte dos locais onde existe elevada transmissão de leishmaniose visceral, tanto humana quanto canina, as condições socioeconômicas da população são precárias (Marcondes et al, 2014).

Determinantes socioeconômicos	Determinantes Ambientais
• **Nível de escolaridade** • **Proporção de responsáveis pelo domicílio com pelo menos o ensino médio completo** • **Proporção de responsáveis pelo domicílio que ganham menos de um salário mínimo por mês** • **Renda familiar per capita média** • **Taxa de analfabetismo** • **Taxa de migração**	• Índice de estado da vegetação (NDVI) • Percentagem de área urbana • Presença de focos de queimadas • Proporção de domicílios com arborização no entorno • Taxa de desmatamento • Cobertura vegetal e uso da terra

INFLUÊNCIA DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DA LEISHMANIOSE VISCERAL

A leishmaniose visceral que há cerca 20 anos apresentava incidência elevada e restrita a áreas do semiárido do Nordeste e residentes em áreas rurais do país (Alvar et al, 2006) se difundiu para outras regiões do país. Esta difusão está associada à ocupação de novas áreas e a más condições de vida população.

Com relação a variáveis climáticas alguns estudos apontam que temperaturas elevadas estão associadas a maiores densidades de vetores, que, por conseguinte, pode representar maior presença de casos humanos (Ximenes et al, 2006). Contudo, como destaca De Almeida et al (2006), estudos realizados no Brasil geraram resultados divergentes sobre a relação entre temperatura e abundância do vetor. Há estudos que encontraram relação direta entre a temperatura e reprodução do vetor, outros estudos apresentam relação inversa, alguns ausência de associação em diferentes locais estudados mesmo considerando o mesmo município. Dentre os diversos possíveis motivos para tais discrepâncias destacam-se a dependência de *flebotomíneos* de outras variáveis climáticas, como umidade, que, por sua vez, também pode se correlacionar com temperatura, diferenças nos microambientes estudados e no tipo de método estatístico utilizado para análise (De Almeida et al, 2006). Esse cenário demonstra a necessidade de aprofundamentos em estudos que evidenciem a relação do clima com o vetor e consequentemente a manifestação do agravo.



Genilton Vieira / IOC / FIOCRUZ

Referências Bibliográficas

Andrade BB 2010. Identificação de potenciais determinantes imunológicos de gravidade da malária humana, Tese de doutorado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 162 pp.

Assis MC 2011. Abordagens espaciais para caracterização dos condicionantes socioambientais associados ao risco de malária em novas fronteiras na Amazônia: o caso de Lábrea, Amazonas, Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 164 pp.

Barcellos C, Monteiro AMV, Corvalán C, Gurgel HC, Carvalho MS, Artaxo P, Hacon S, Ragoni V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiol Serv Saúde* 2009; 18: 285-304

Barcellos C, Lowe R. Expansion of the dengue transmission area in Brazil: the role of climate and cities. *Trop Med and Internal health* 2014; 19: 159-168.

Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) 2017. Doenças infecciosas e parasitárias. https://www.bvsdip.icict.Fiocruz.br/vhl/sobre-a-bvs/o-que-sao-doencasinfecciosas- e-parasitarias/ . Acessado em 10 de fevereiro de 2017

Brasil P, Zalis MG, Pina-Costa A, Siqueira AM, Júnior CB, Silva S, Areas ALL, Pelajo-Machado M, Alvarenga DAM, Santell ACFSi, Albuquerque HG, Cravo P, Abreu FVS, Peterka CL, Zanini GM, Suárez Mutis MC, Pissinatti A, Lourenço-de-Oliveira R, Brito CFA, Ferreira-da-Cruz MF, Culleton R, Daniel-Ribeiro CT. Outbreak of human malaria caused by *Plasmodium simium* in the Atlantic Forest in Rio de Janeiro: a molecular epidemiological investigation. The Lancet Global Health 2017.

Bouma MJ, Poveda G, Rojas W, Chavasse D, Quinones M, Cox J, Patz J: Predicting high-risk years for malaria in Colombia using parameters of El Niño Southern Oscillation. *Trop Med Int Health* 1997; 2: 1122-1127.

Braz RM, Duarte EC, Tauil PL. Epidemiology of malaria in the municipality of Cruzeiro do Sul, state of Acre, Brazil, in 2010: uses of a control chart at the local level. *Rev Soc Bras Med Trop* 2012; 45: 526-529

Braz RM, Guimarães R F, Carvalho Júnior OA, Tauil PL. Dependência espacial das epidemias de malária em municípios da Amazônia Brasileira. *Rev Bras de Epidemiologia* 2014; 17: 615-628

Catão RC. Expansão e consolidação do complexo patogênico do dengue no estado de São Paulo: difusão e barreiras geográficas. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, São Paulo. 2016. 274p

Cazelles B, Chavez M, McMichael AJ, Hales S Nonstationary influence of El Niño on the synchronous dengue epidemics in Thailand. *PLoS Med* 2005; 2: e106

Chaves LF, Pascual M. Climate cycles and forecasts of cutaneous leishmaniasis, a nonstationary vector-borne disease. *Plos Med* 2007; 4(3): e123

Carreira JCA, Magalhães MAFM, Silva AVM. The geospatial approach on eco-epidemiological studies of leishmaniasis. In: Claborn DM. Leishmaniasis – Trends in epidemiology, diagnosis and treatment. Intech, 2015. Disponível em: https://www.intechopen.com/books/leishmaniasis-trends-in-epidemiology-diagnosis-and-treatment

Confalonieri, UEC, Chame M, Najar A, Chaves SAM, Krug T, Nobre C, Miguez JDG, Cortesão J, Hacon S. Mudanças globais e desenvolvimento: importância para a saúde. *Inf Epidemiol SUS* 2002; 11: 139-154.

Donalísio MR, Glasser CM. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. *Rev Bras Epidemiol* 2002; 5: 259 – 272

Franke CR, Ziller M, Staubach C, Latif M. Impact of El Niño/ Southern Oscillation on visceral leishmaniasis, Brazil. *Emerg Infect Dis* 2002; 8: 914-917.

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) 2013. Leishmaniose. Disponível em: https://agencia.fiocruz.br/leishmaniose. Acessado em: 01 de setembro de 2017.

Gibbs SEJ, Wimberly MC, Madden M, Masour J, Yabsley MJ, Stallknecht DE. Factors affecting the geographic distribution of West Nile virus in Georgia, USA: 2002–2004. *Vector Borne Zoonot* 2006; 6: 73–82.

Gubler DJ 1998. Resurgent vector-borne diseases as a global health problem. *Emerg Infect Dis* 4: 442-450

Gubler DJ, Reiter P, Ebi KL, Yap W, Nasci R, Patz JA. Climate variability and change in the United States: potential impacts on vector and rodent-borne diseases. *Environ Health Persp* 2001; 109: 223-233.

Institude of Medicine. Vector-Borne diseases: understanding the environmental human health and ecological connections. Washington, DC: The National Academies Press. 2008. Disponível em: https://books.google.com.br

IPCC 2001. Summary for policymakers: A report of working group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/english/pdf/wg1spm.pdf

IPCC 2014. Human Health: Impacts, adaptation and co-benefits. (Draft). Disponível em: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/drafts/fd/WGIIAR5-Chap11_FGDall.pdf. Acessado em 20 de julho de 2017.

IPCC 2017a. Working group II: Impact, adaptation and vulnerability. Future: Climate Scenarios Disponível em: http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.php?idp=524. Acessado em: 20 de julho de 2017.

IPCC 2017b. Working group II: Impact, adaptation and vulnerability. Vector-borne Disease. Disponível em: http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.php?idp=540. Acessado em: 20 de julho de 2017.

Kantele A, Jokiranta TS. Review of cases with the emerging fifth human malaria parasite, Plasmodium Knowlesi. Emerg Infec 2011; 52: 1356-1362

Kuhn K G, Campdell-Lendrum DH, Davies CR. A continental risk map for Malaria mosquito vectors in Europe. *J Med Entomol* 2002; 39: 621-630.

Lima-Camara TN. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. *Rev Saúde Públ* 2016; 50:36

Liu A, Lee V, Galush D, Slade MD, Diuk-Wasser M, Andreadis T,Scotch M, Rabinowitz PM. Risk factors for human infection with West Nile virus in Connecticut: a multi-year analysis . *Int J Health Geogr 2009;* 8: 67

Lourenço-de-Oliveira R 2013. Principais insetos vetores e mecanismos de transmissão das doenças infecciosas e parasitárias. In: Coura J R. Dinâmica das doenças infecciosas e parasitárias. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

Marengo JA, Nobre CA, Salati E, Ambrizzi T 2007. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade:* Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Ministério do Meio ambiente – Secretaria de biodiversidade e florestas (SBF) – Diretoria de conservação da biodiversidade. 55p.

Marengo JA, Nobre CA, Chan Chou S, Tomasella J, Sampaio G, Alves LM, Obregón GO, Soares WR 2011. Riscos das mudanças climáticas no Brasil: análise conjunta Brasil-reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. 56p.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) (Org.), 2014: Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. 2. ed. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2014. 168 p.

Ministério de Minas e Energia 2015. Emissão de CO2 no Brasil é menor que média mundial. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/09/emissao-de-co2-no-brasil-e-menor-que-media-mundial. Acessado em 20 de julho de 2017

Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde 2005a. Ações de controle da malária: manual para profissionais de saúde na atenção básica. Ministério da Saúde, Brasília, 56 pp.

Ministério da Saúde (MS) 2008. Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil / BRASIL. Ministério da Saúde; Organização Pan-Americana da Saúde. – Brasília: Organização PanAmericana da Saúde.

Ministério da Saúde (MS) 2013a. Mudanças climáticas. Disponível em: http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/1152-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/vigidesastres/12-vigidesastres/18549-mudancas-climaticas. Acessado em 30 de junho de 2017.

Ministério da Saúde 2013 b. Plano setorial da saúde para mitigação e adaptação à mudança do clima. Ministério da Saúde: Brasília. 98p.

Ministério da Saúde 2015. Boletim Epidemiológico. Disponível em: http://portalsaude.saude.gov.br/. Acessado em julho de 2017.

Ministério da Saúde 2016. Boletim Epidemiológico. Disponível em: http://portalsaude.saude.gov.br/. Acessado em julho de 2017

Ministério da Saúde 2017a. Boletim Epidemiológico. Disponível em: http://portalsaude.saude.gov.br/. Acessado em julho de 2017

Ministério da Saúde 2017b. Descrição da Doença. Disponível em: http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/descricao-da-doenca-febreamarela. Acessado em 01 de setembro de 2017.

Ministério da Saúde 2017 c. Situações epidemiológicas – Dados. Disponível em: http://portalsaude.saude.gov.br. Acessado em 01 de setembro de 2017.

Oliveira-Ferreira J, Lacerda MVG, Brasil P, Ladislau JLB, Tauil PL, Daniel-Ribeiro CT. Malaria in Brazil: na overview. Mal J 2010; 9:2-15

Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) (2009). Mudança Climática e Saúde: um perfil do Brasil / Organização Pan-Americana da Saúde; Ministério da Saúde – Brasília, Organização Pan-Americana da Saúde. 48p

OPAS 2014a. Dia Mundial da Saúde 2014: Pequenas picadas, grandes ameaças. Disponível em: http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=4611:dia-mundial-da-saude-2014-pequenas-picadas-grandes-ameacas&Itemid=812). Acessado em 30 de julho.

OPAS 2014 b. Pequenas picadas, grandes ameaças é o tema do Dia Mundial da Saúde 2014. Disponível em: http://www.paho.org/bireme/index.php?option=com_content&view=article&id=235:pequenas-picadas-grandes-ameacas-e-o-tema-do-dia-mundial-da-saude-2014&Itemid=183. Acessado em: 30 de julho de 2017

OPAS: 2017. 10 vector-borne diseases that put the population of the Americas at risk. Disponível em: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9438%3A2014-10-vector-borne-diseases-that-put-population-americas-at-risk&catid=1443%3Aweb-bulletins&Itemid=135&lang=en. Acessado em 30 de julho de 2017.

Patz JA, Graczyk TK, Geller N, Vittor AY. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *Int J Parasit* 2000; 1-11

PBMC 2013. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 28 p

PBMC 2016. Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p

Parmesan C, Ryrholm N, Stefanescu C, Hill JK, Thomas CD, Descimon H, Huntley B, Kaila L, Kullberg J, Tammaru T, Tennent WJ, Thomas JA, Warren M. Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* 1999; 399: 579-583.

Paz S. Climate change impacts on West Nile virus transmission in a global context. *Philos Trans R Soc 2015; 370:* 20130561.

Ready PD. Leishmaniasis emergence in Europe. *EuroSurveillance* 2010; 15: 1-11.

Reeves WC, Hardy JL, Reisen WK, Milby MM. Potential effect of global warning on mosquito-borne arbovirus. *J Med Entomol* 1994; 31: 323-332.

Reisen WK . Effect of temperature on *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) from the Coachella and San Joaquin valleys of California. *J Med Entomol* 1995; 32: 636–645.

Reisen WK. Landscape epidemiology of vector-borne diseases. *Annu Rev Entomol* 2010; 55: 461-83

Tauil PL. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2006; 39: 275-277

Tauil PL. Cotrole de doenças transmitidas por vetores no sistema único de saúde. *Inf Epidemiol SUS* 2002; 11:1-2

Vanconcelos PFC 2015.Doença pelo virus zika: um novo problema emergente nas Américas? *Rev Pan-amaz Saude* 6: 9-10

WHO 1990. Potential health effects of climatic change. Geneva: World Health Organization.

WHO 2002. The World Health Report 2002; reducing risks and promoting healthy life. Geneva: World Health Organization.

WHO 2007. Infectious Disease .Disponível em: http://www.who.int/topics/infectious_diseases/en/. Acessado em: 10 de fevereiro de 2017

WHO 2012. Strengthen control of vectorborne diseases to lessen the impact of climate change in the Western Pacific Region with focus on Cambodia, Mongolia and Papua New Guinea. Geneva: World Health Organization.

WHO 2014. A global brief on vector-borne diseases. Geneva: World Health Organization.

WHO 2016a. Vector borne diseases. Disponível em: ww.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/en/. Acessado em 30 de julho de 2017.

MÓDULO 4 - UNIDADE 4
EVENTOS EXTREMOS (DESASTRES NATURAIS)

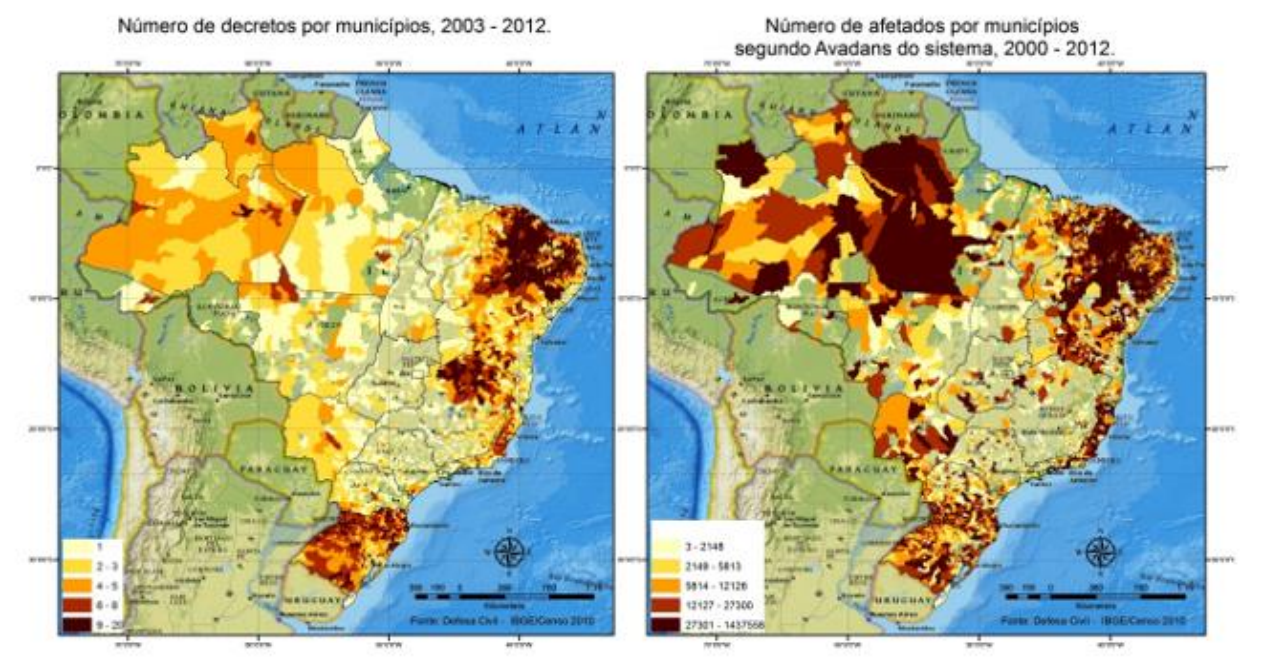
Diego Ricardo Xavier

Evento climático ou meteorológico extremo, chamados desastres naturais são resultantes uma séria interrupção do funcionamento normal de uma comunidade ou sociedade, afetando seu cotidiano. Simultaneamente, perdas materiais e econômicas, assim como danos ambientais e à saúde das populações,através de agravos e doenças podem derivar óbitos imediatos e posteriores. Esse evento torna uma comunidade ou sociedade afetada incapaz de lidar com a situação utilizando seus próprios recursos podendo acarretar na ampliação das perdas e danos ambientais e na saúde para além dos limites do lugar em que o evento ocorreu.

Para que um evento se constitua em um desastre, é necessário um conjunto de fatores que envolvem condições físicas e sociais que combinadas se constituem em fatores de riscos de desastres. Em outras palavras um desastre não se realiza sem que haja ameaças, que se relacionam à qualidade dos eventos físicos que podem ser gerados pela dinâmica da natureza.

Os eventos climáticos e meteorológicos extremos podem gerar desastres de origem hidrológica (inundações bruscas e graduais, alagamentos, enchentes, deslizamentos), geológicos ou geofísicos (processos erosivos, de movimentação de massa e deslizamentos resultantes de processos geológicos ou fenômenos geofísicos), meteorológicos (raios, ciclones tropicais e extratropicais, tornados e vendavais), climatológicos (estiagem e seca, queimadas e incêndios florestais, chuvas de granizo, geadas e ondas de frio e de calor).

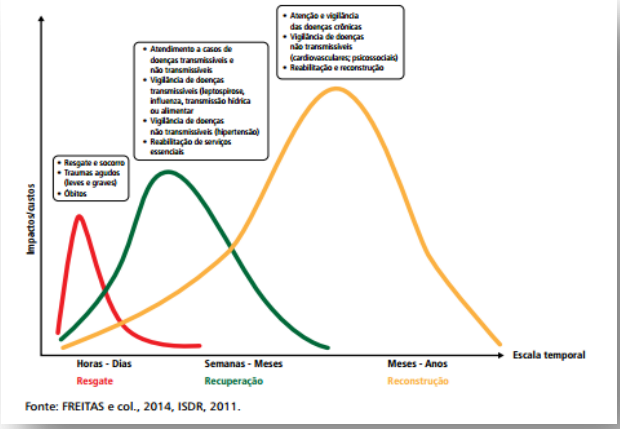
O IPCC (Intergovenmmental Panel on Climate Change) aponta ações antropogênicas como responsáveis pelo processo de aquecimento global. O processo de aquecimento do planeta influencia diretamente no aumento da ocorrência e intensidade de eventos extremos no mundo (IPCC, 2007). Os eventos extremos podem ser classificados como climáticos ou meteorológicos. Os eventos extremos climáticos estão relacionados com a alteração na variabilidade climática, ou seja, alteração do comportamento



padrão observado em séries históricas de dados meteorológicos. Os eventos extremos meteorológicos estão relacionados com a manifestação de uma determinada variável meteorológica, sem que se observe de fato, alteração da variabilidade desta variável ou longo do tempo. Por exemplo, chuvas intensas que provoquem inundações em um determinado local e que não apresentem recorrência ao longo das observações históricas. Os desastres naturais, por sua vez, são classificados segundo a ocorrência de eventos extremos meteorológicos e seus impactos na população humana. Desse modo, chuvas por si só não produzem desastres, mas outros fatores, como o processo de ocupação do espaço, determinam se um evento meteorológico extremo pode ou não provocar um desastre (MARENGO et al., 2010).

No Brasil no período entre 1991 e 2010 ocorreram 38.996 registros de desastres, 22% (8.5151) ocorreram na década de 1990, 56% (21.741) ocorreram na década de 2000 e os outros 22% (8.740) ocorreram a partir do ano de 2010 e somente no ano de 2012 ocorreram 10% do total de eventos (UFSC/CEPED, 2013). Apesar dos números apontarem aumento na frequência de eventos extremos, principalmente por conta da melhora do sistema de informação e de registros da Defesa Civil, a gravidade destes eventos e a recorrência de eventos de grande gravidade, parece apresentar um padrão de maior incidência, e esse comportamento não pode ser relacionado unicamente à melhoria do sistema de registros. Em março de 2004, o litoral gaúcho e catarinense foi impactado pelo Furacão Catarina, fenômeno incomum no Atlântico sul. Em agosto de 2005, um tornado atingiu o município de Muitos Capões, estado do Rio Grande do Sul. Em 2008, um evento extremamente atípico provocou deslizamentos em extensas áreas de Santa Catarina. No Rio de Janeiro, chuvas intensas provocaram deslizamentos no ano 2010, e em 2011 o mais catastrófico desastre natural da história do país ocorreu na região serrana do estado (EM-DAT, 2012). Em Manaus, no primeiro semestre do ano de 2009, chuvas intensas provocaram cheias que ultrapassaram os limites históricos dos rios da região e inundaram a cidade, desabrigando inúmeros residentes. No ano seguinte, foi registrada uma das maiores secas da história, e em 2012 novamente ocorreu uma cheia que superou a cheia de 2009 (SILVA, 2014).

Segundo o IPCC (2007), os impactos à saúde decorrentes de eventos extremos podem ser divididos em imediatos, em médio prazo e longo prazo. Os impactos imediatos incluem óbitos, afogamento, soterramento e ferimentos traumáticos. Em médio prazo podem ocorrer doenças devido à ingestão ou contato com água e alimentos contaminados (cólera, hepatite A, leptospirose), resultantes de superpopulação em condições inadequadas de habitação. Em longo prazo, após as enchentes, pode ocorrer o crescimento de fungos que resultam em aumento de manifestações alérgicas, depressão, fraturas devido ao processo de reconstrução, insegurança alimentar e falta d'água, em casos de secas extremas, entre outros impactos (FREITAS et al., 2014).



Fonte: FREITAS e col., 2014, ISDR, 2011.

Os impactos destes eventos podem perdurar por longos períodos de acordo com a capacidade de resposta das populações atingidas e aplicação de políticas para restabelecimento da situação de saúde dessa população.

No Brasil, uma das fontes de dados sobre desastres naturais causados por eventos climáticos extremos são os decretos de situação de emergência ou estado de calamidade pública, reconhecidos pelo governo federal. A sistematização desses dados permite identificar a ocorrência de desastres naturais, especialmente os de baixa intensidade,

os quais não levam os municípios a decretarem situação de emergência, mas já causam prejuízos à sociedade. No entanto, esses dados devem ser complementados e comparados a registros de chuvas, ventos e níveis dos rios de modo a refletir a variabilidade climática e suas tendências a médio e longo prazo. Por outro lado, é necessário selecionar e acompanhar eventos de saúde (internações, notificações de agravos, óbitos) que permitam detectar e avaliar o impacto dos eventos extremos sobre a saúde da população.

A sistematização desse conjunto de dados é um dos caminhos para suprir a falta de dados organizados sobre desastres naturais e eventos climáticos extremos no Brasil. A continuidade dessa sistematização permitirá em longo prazo, a formação de um importante banco de dados sobre desastres.

Apesar de disponíveis e com melhor qualidade, as informações capazes de descrever o processo de desastre natural ainda estão dispersas no diferentes sistemas de informação disponíveis. O Ministério da Integração dispõe de uma base de dados com série histórica a partir de 2003 com os desastres naturais reconhecidos pelo Governo Federal e são estes decretos reconhecidos que implicam na ajuda do Governo Federal para enfrentamento do desastre. O processo de decreto de situação de emergência ou estado de calamidade pública exige as informações disponíveis no AVADAN (Formulário de Avaliação de Danos) e no FIDE (Formulário de Informações do Desastre) (BRASIL, 2013) e estes documentos trazerem informações sobre danos humanos, contudo inexiste um banco de dados unificado que aponte tantos os decretos reconhecidos e seus impactos descritos pela Defesa Civil.

Outra questão relevante é que as informações levantadas pela Defesa Civil descrevem como se deu a ocorrência do desastre, embora não sejam padronizadas e sempre incluídas, informações quantitativas sobre o processo desencadeador do evento. Por exemplo, em decretos de inundações a informação sobre a quantidade de chuva, ou em secas o número de dias sem chuva. Os órgãos governamentais meteorológicos dispõem destes dados, entretanto não existe uma interface de inclusão destas informações. Além disso, as informações levantadas no momento dos desastres apontam apenas os impactos imediatos e diretos do evento, os impactos em médio prazo e longo prazo não são contabilizados, embora estejam disponíveis nos sistemas de saúde, e, em alguns casos, podem apresentar maior relevância que os impactos imediatos (XAVIER et al, 2014).

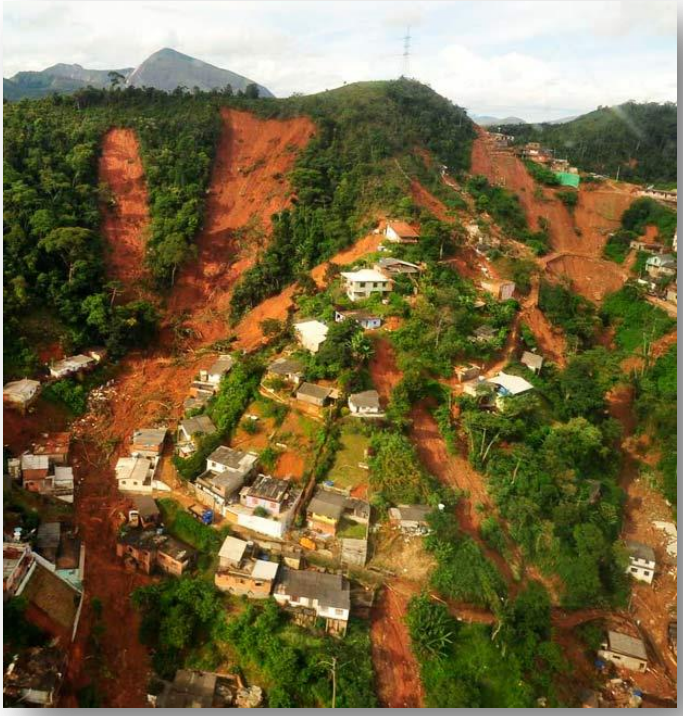
Os desastres naturais refletem a necessidade de preparo dos serviços governamentais para contenção dos efeitos imediatos que estas situações impõem, bem como gerenciamento dos problemas tardios oriundos destes fenômenos. Para isso, é necessário avaliar variáveis contextuais, não apenas ambientais (físicas, químicas e/biológicas), mas aquelas que promovam o entendimento sobre a estrutura e dinâmica social, política e econômica, tendo foco diferentes dimensões do desenvolvimento socioeconômico, com o objetivo de propor políticas públicas de prevenção e decisões específicas em áreas vulneráveis.

Os impactos com gênese em eventos climáticos extremos exigem medidas prévias com a finalidade de que não se instale o caos na saúde da população exposta.

padrão observado em séries históricas de dados meteorológicos. Os eventos extremos meteorológicos estão relacionados com a manifestação de uma determinada variável meteorológica, sem que se observe de fato, alteração da variabilidade desta variável ou longo do tempo. Por exemplo, chuvas intensas que provoquem inundações em um determinado local e que não apresentem recorrência ao longo das observações históricas. Os desastres naturais, por sua vez, são classificados segundo a ocorrência de eventos extremos meteorológicos e seus impactos na população humana. Desse modo, chuvas por si só não produzem desastres, mas outros fatores, como o processo de ocupação do espaço, determinam se um evento meteorológico extremo pode ou não provocar um desastre (MARENGO et al, 2010).

No Brasil no período entre 1991 e 2010 ocorreram 38.996 registros de desastres, 22% (8.5151) ocorreram na década de 1990, 56% (21.741) ocorreram na década de 2000 e os outros 22% (8.740) ocorreram a partir do ano de 2010 e somente no ano de 2012 ocorreram 10% do total de eventos (UFSC/CEPED, 2013). Apesar dos números apontarem aumento na frequência de eventos extremos, principalmente por conta da melhora do sistema de informação e de registros da Defesa Civil, a gravidade destes eventos e a recorrência de eventos de grande gravidade, parece apresentar um padrão de maior incidência, e esse comportamento não pode ser relacionado unicamente à melhoria do sistema de registros. Em março de 2004, o litoral gaúcho e catarinense foi impactado pelo Furacão Catarina, fenômeno incomum no Atlântico sul. Em agosto de 2005, um tornado atingiu o município de Muitos Capões, estado do Rio Grande do Sul. Em 2008, um evento extremamente atípico provocou deslizamentos em extensas áreas de Santa Catarina. No Rio de Janeiro, chuvas intensas provocaram deslizamentos no ano 2010, e em 2011 o mais catastrófico desastre natural da história do país ocorreu na região serrana do estado (EM-DAT, 2012). Em Manaus, no primeiro semestre do ano de 2009, chuvas intensas provocaram cheias que ultrapassaram os limites históricos dos rios da região e inundaram a cidade, desabrigando inúmeros residentes. No ano seguinte, foi registrada uma das maiores secas da história, e em 2012 novamente ocorreu uma cheia que superou a cheia de 2009 (SILVA, 2014).

Segundo o IPCC (2007), os impactos à saúde decorrentes de eventos extremos podem ser divididos em imediatos, em médio prazo e em longo prazo. Os impactos imediatos incluem óbitos, afogamento, soterramento e ferimentos traumáticos. Em médio prazo podem ocorrer doenças devido à ingestão ou contato com água e alimentos contaminados (cólera, hepatite A, leptospirose), resultantes de superpopulação em condições inadequadas de habitação. Em longo prazo, após as enchentes, pode ocorrer o crescimento de fungos que resultam em aumento de manifestações alérgicas, depressão, fraturas devido ao processo de reconstrução, insegurança alimentar e falta d'água, em casos de secas extremas, entre outros impactos (FREITAS et al, 2014).



Região Serrana Fluminense, 2011: Marino Azevedo/Governo do Estado do Rio de Janeiro

IMPACTOS ORIGINADOS EM EVENTOS EXTREMOS

Os impactos dos desastres naturais sobre a saúde podem ocorrer em tempos diferentes, caracterizando-se em períodos que variam entre horas a anos. Em um curto prazo de tempo, considerando-se um período entre horas a alguns dias, se produzem a maior parte dos registros de feridos leves e graves e mortalidade, incluindo como resposta as ações de resgate e urgência. Um segundo momento, se dá no período entre dias a meses, caracterizando-se pela ocorrência de doenças transmissíveis, podendo intensificar as doenças não transmissíveis em pacientes já acometidos por estas, especialmente, a hipertensão. Nessa fase, é importante iniciar ações de vigilância, controle e prevenção de doenças, assim como a reabilitação dos serviços necessários à assistência à saúde e outros serviços essenciais, como o abastecimento de água e alimentos, por exemplo. Num espaço maior de tempo, entre meses a anos, os impactos na saúde se relacionam às doenças não transmissíveis, especialmente, os transtornos psicossociais e comportamentais, as doenças cardiovasculares, desnutrição e a intensificação de doenças crônicas. A reconstrução das infraestruturas físicas da cidade, principalmente dos estabelecimentos de saúde e das residências da população também podem ocorrer nesse período de tempo (OPAS, 2014).

Impactos humanos dos desastres de origem natural.

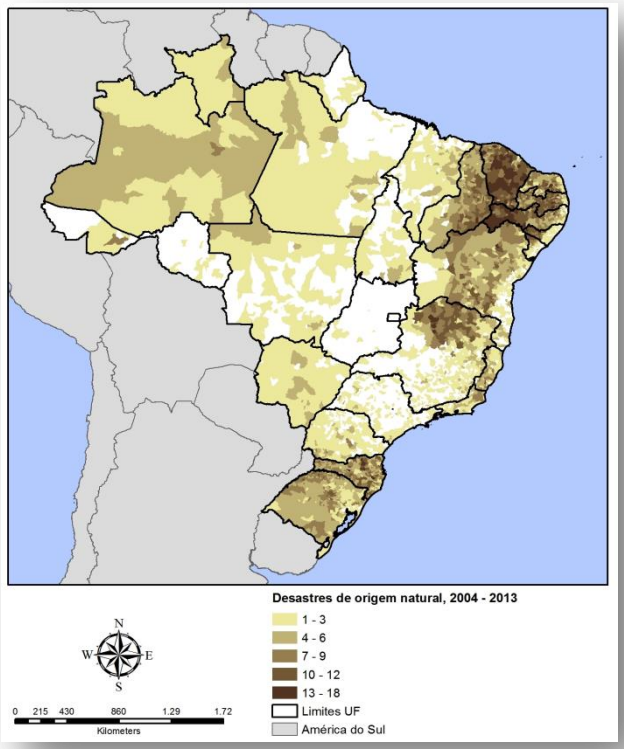
Ambientais	Socioeconômicos	Saúde
• Contaminação biológica e química da água para consumo humano, alimentos e solo. • Comprometimento da rede e fontes alternativas de abastecimento de água. • Comprometimento da rede de serviço de coleta e tratamento de esgoto. • Comprometimento dos serviços de coleta e disposição do lixo. • Alteração nos ciclos dos vetores, hospedeiros e reservatórios de doenças e nas formas de exposições ambientais dos humanos. • Contaminação do ar por poeira e partículas oriundas de incêndios, de florações de cianobactérias e de toxinas acumuladas no solo. • Alteração nos ciclos dos vetores, hospedeiros e reservatórios de doenças e nas formas de exposições ambientais dos humanos.	• Interrupção total ou parcial de pontes, ruas e estradas por inundação ou destruição. • Rompimento de diques de contenção. • Rompimento de tanques de combustíveis • Curto-circuito elétrico • Interrupção total ou parcial do fornecimento de serviços de água, eletricidade, gás, transporte e comunicação. • Interrupção total ou parcial do funcionamento de escolas, comércio, serviços funerários, serviços de saúde e outros. • Comprometimento total ou parcial das atividades agrícolas e pecuárias. • Prejuízos econômicos pela destruição total ou parcial de propriedades, casas e construções. • Prejuízos econômicos pela destruição total ou parcial das fontes de renda e trabalho • Comprometimento total ou parcial das atividades agrícolas, pecuárias e pesqueiras. • Comprometimento da quantidade e qualidade de alimentos. • Perdas de bens pessoais e de valor sentimental devido à necessidade de migrar e à incapacidade de suprir a família com elementos essenciais à vida.	• Diarreias e gastroenterites • Doenças transmitidas por vetores • Doenças de veiculação hídrica • Desnutrição • Estados de estresse pós-traumático • Hipertensão • Acidentes vasculares cerebrais • Infecções respiratórias agudas • Intoxicações e envenenamentos • Choques elétricos • Afogamentos • Quedas • Descontinuidade temporária ou permanente de programas de acompanhamento de hipertensos, diabéticos e diálises. • Óbitos, lesões, traumatismos. • Infecções respiratórias agudas e crônicas, alergias. • Afetados, desalojados, deslocados, desabrigados, desaparecidos.

DESASTRES DE ORIGEM HIDROLÓGICA

As inundações que ocorrem no país podem ser classificadas como alagamentos, inundações bruscas e inundações graduais. As inundações bruscas e os alagamentos são mais frequentes em áreas urbanas com pouca drenagem e escoamento de água de chuvas, e municípios em vales e serras próximos a rios. As inundações graduais são mais comuns em áreas da Amazônia brasileira, onde grandes rios caudalosos da região apresentam comportamento de cheias e vazantes determinados, e em situação de cheias extremas provocam desastres.

DESASTRES DE ORIGEM CLIMATOLÓGICA

Os eventos climatológicos (estiagem e seca, incêndios florestais) correspondem a 67% dos decretos de situação de emergência e estado de calamidade pública reconhecidos pelo governo federal do Brasil. Tais eventos, principalmente seca e estiagem, se concentram nos estados do Nordeste e no Norte do estado de Minas Gerais.



DESASTRES DE ORIGEM GEOFÍSICA E GEOLÓGICA

Os desastres de origem geofísica e geológica dizem respeito a grandes deslizamentos e corridas de massas, eventos quase sempre associados a elevados volumes pluviométricos que atingem áreas de encostas e onde a ocupação se deu de forma desordenada. Os eventos geofísicos e geológicos apresentam pouca frequência, entretanto a maior taxa de letalidade é observada nestes eventos (Xavier et al, 2014). Os desastres de origem geofísica e geológica se concentram, principalmente, em áreas de serra como na Serra Fluminense e no Vale do Itajaí (Brasil, 2014).

DESASTRES METEOROLÓGICOS

Os desastres meteorológicos são concentrados principalmente na região Sul do país. Embora responsáveis por 1,7% dos eventos, não apresentam indicadores de gravidade significativos. Entretanto não podemos deixar de observar mudanças que podem estar se processando a partir de eventos como o Ciclone Catarina, que atingiu o litoral norte do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina, resultando em 1 óbito, 518 lesionados e cerca de 33 mil diretamente expostos. Apesar da controvérsia em torno do mesmo, é um evento importante que alerta sobre a relação entre mudanças climáticas e eventos extremos (Freitas et al, 2014).

Fonte: Adaptado de Xavier et al, 2014.

Referências Bibliográficas

ALPINO, TAIS ARIZA ; SENA, ADERITA RICARDA MARTINS DE ; **FREITAS, CARLOS MACHADO DE** . Desastres relacionados à seca e saúde coletiva ? uma revisão da literatura científica. Ciência & Saúde Coletiva (Online), v. 21, p. 809-820, 2016.

de Freitas, C. M., Silva, D. R. X., de Sena, A. R. M., Silva, E. L., Sales, L. B. F., de Carvalho, M. L., ... & Costa, A. M. (2014). Natural disasters and health: an analysis of the situation in Brazil. Ciência & Saúde Coletiva, 19(9), 3645.

EIRD. Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. Japón: EIRD, 2005.

EM-DATA/CRED. The International Disaster Database / Centre for Research on the Epidemiology of Disaster. Classification. 2009. Disponível em:< http://www.emdat.be/classification> . Acessado em: 16 abr. 15.

GURGEL, H. C. ; Barcellos, C ; **Xavier, DR** . Desastres climáticos e saúde humana: riscos e vulnerabilidades.. In: Francisco Mendonça. (Org.). Riscos Climáticos. 1ed.Jundiaí-SP: PACO, 2014, v. 1, p. 1-388.

IPCC, 2007. Climate change 2007: synthesis report [Internet]. XXVII Plenária do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima; 12-17 de novembro de 2007; Valência, Espanha. Genebra: IPCC; 2007. Disponível em: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf Acesso em 14/08/2-17

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. Ministério da Saúde. Desastres Naturais e Saúde no Brasil. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde, 2014. 49 p:. il. (Série Desenvolvimento Sustentável e Saúde, 2).

RUFINO, RENATA ; GRACIE, RENATA ; SENA, ADERITA ; **FREITAS, CARLOS MACHADO DE** ; BARCELLOS, Christovam . Surtos de diarreia na região Nordeste do Brasil em 2013, segundo a mídia e sistemas de informação de saúde ? Vigilância de situações climáticas de risco e emergências em saúde. Ciência & Saúde Coletiva (Online), v. 21, p. 777-788, 2016.

SENA, ADERITA ; EBI, KRISTIE L. ; **FREITAS, CARLOS** ; CORVALAN, CARLOS ; BARCELLOS, Christovam . Indicators to measure risk of disaster associated with drought: Implications for the health sector. PLoS One, v. 12, p. e0181394-16, 2017.

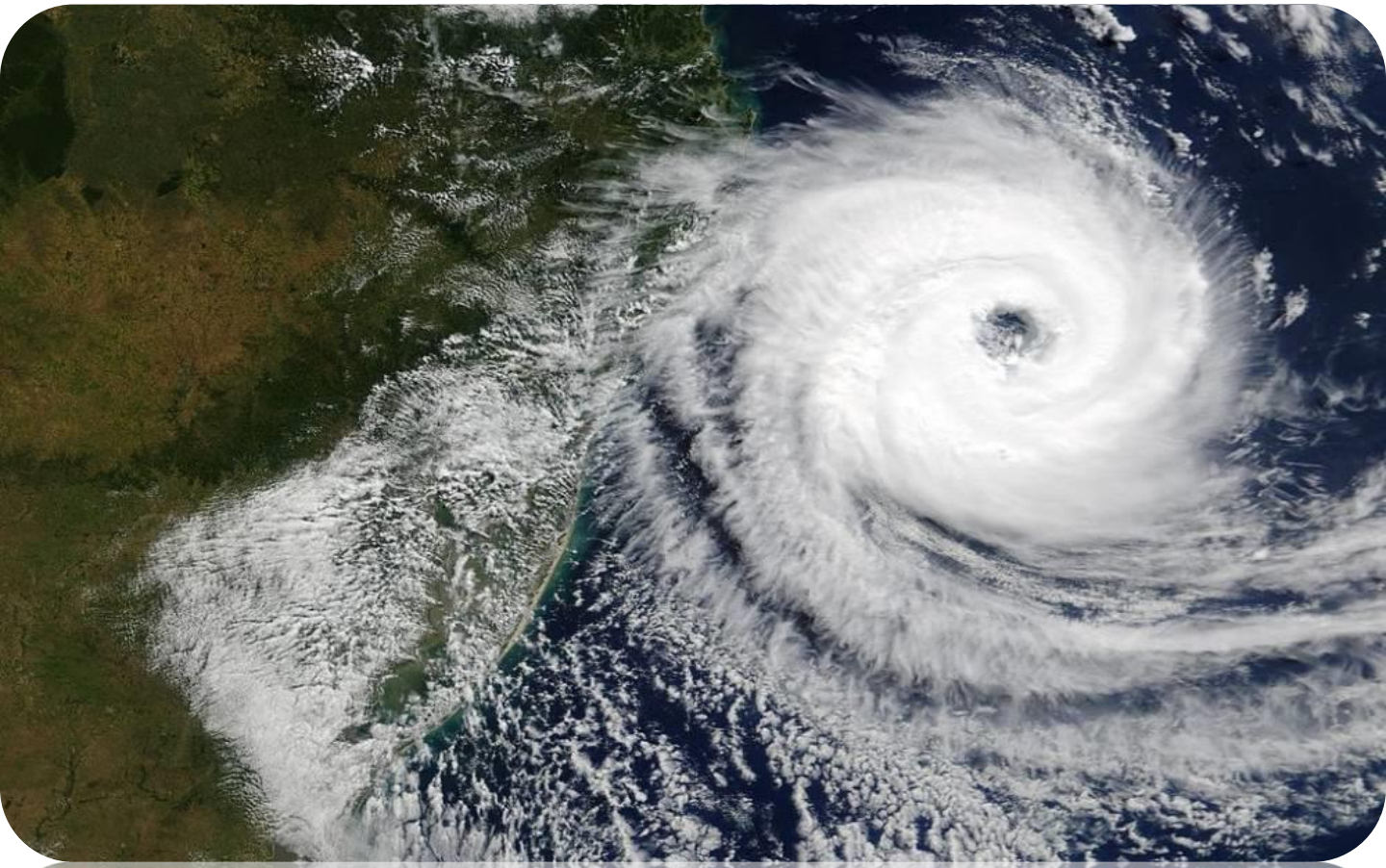
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Centro Universitário De Estudos E Pesquisas Sobre Desastres (CEPED). Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012. 2º ed. ver. ampl. – Florianópolis, 2013. 126P.

XAVIER, DIEGO RICARDO , BARCELLOS, CHRISTOVAM , BARROS, HEGLAUCIO DA SILVA , MAGALHÃES, MONICA DE AVELAR FIGUEIREDO MAFRA , MATOS, VANDERLEI PASCOAL DE , PEDROSO, MARCEL DE MORAES . Organização, disponibilização e possibilidades de análise de dados sobre desastres de origem climática e seus impactos sobre a saúde no Brasil. Ciência e Saúde Coletiva (Impresso), Artigo Publicado - JCR v. 19, p. 3657-3668, n. 2014.

XAVIER, DIEGO RICARDO , BARCELLOS, CHRISTOVAM , FREITAS, CARLOS MACHADO DE . Eventos climáticos extremos e consequências sobre a saúde: o desastre de 2008 em Santa Catarina segundo diferentes fontes de informação. Ambiente & Sociedade (Online), v. 17, p. 273-294, n. 2014.

XAVIER, DIEGO RICARDO; BARCELLOS, CHRISTOVAM ; FREITAS, CARLOS MACHADO DE . Eventos climáticos extremos e consequências sobre a saúde: o desastre de 2008 em Santa Catarina segundo diferentes fontes de informação. Ambiente & Sociedade (Online), v. 17, p. 273-294, 2014.

Xavier, DR; FREITAS, CARLOS MACHADO DE ; Barcellos, C ; SILVA, ELIANE LIMA . Emergência em saúde pública por inundações e deslizamentos: os impactos das chuvas sobre a saúde. Saúde Brasil 2013: uma análise da situação de saúde e das doenças transmissíveis relacionadas à pobreza. In: Jarbas Barbosa da Silva Jr. (Org.). Saúde Brasil 2013. 1ed.Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2014, v. 10, p. 195-224.



Furacão Catarina/ NASA

MÓDULO 5 - Métodos Quantitativas em Análise de Situação de Saúde e Clima.

Neste módulo busca-se apresentar técnicas de análise que podem ser aplicadas aos dados disponibilizados no Observatório Nacional de Clima e Saúde no emprego da Analise de Situação de saúde e Clima. Os métodos não serão exaustivamente abordados, embora sejam apresentados e discutidas questões conceituais sobre analise de tempo e espaço, na perspectiva de clima e saúde.

Inicialmente é importante ressaltar que as informações contidas nos sistemas de informação são utilizadas para subsidiar análises de situações de saúde que vão além da identificação de padrões de incidência ou prevalência de um determinado agravo de saúde. A análise de situações de saúde corresponde a uma área da vigilância da saúde que considera grupos populacionais, particularmente vulneráveis, definidos em função de suas condições de vida/exposição a situações adversas (desastres naturais, contaminações etc.) (BARCELLOS et al., 2002). Ou seja, trata-se de um processo analítico e sintético que caracteriza mensura e discute o processo de adoecimento de uma população, descrevendo danos ou problemas de saúde e seus determinantes. Esse processo contribui para a identificação de necessidades e prioridades em saúde, subsidiando intervenções, programas apropriados, assim como o monitoramento e avaliação de seus impactos (OPAS, 1999).

Nesse sentido, os dados secundários dos sistemas de informação em saúde de base nacional oferecem vantagens relevantes para a análise da situação de saúde, como a oportunidade de intervenção e a utilização de séries históricas de dados, validade externa dos achados, relativa simplicidade dos procedimentos necessários ao uso das bases de dados e menor custo (frente a pesquisas empíricas originais). As desvantagens dizem respeito à qualidade dos dados e cobertura do sistema de informação (BRASIL, 2015).As análises de situação de saúde apresentam diversas abordagens metodológicas e um importante fator que as diferencia de um trabalho acadêmico é sua continuidade de avaliação por longo de períodos. Desse modo, a retroalimentação dos sistemas de informação é essencial para a avaliação, sua eventual reformulação e aprimoramento, proposição e formulação de intervenções, monitoramento e avaliação dos resultados.

Algumas abordagens referentes à análise de situação de saúde podem ser destacadas, por exemplo; as análises de tendência que buscam avaliar mudanças da situação de saúde a médio e longo prazo, o que subsidia a elaboração de cenários e a avaliação de políticas; a avaliação de efeito ou impacto em saúde que busca sistematicamente o entendimento e a influência de uma determinada ação ou programa; e a análise de conjuntura que considera o contexto de situações definidas transversalmente e busca avaliar e monitorar desigualdades em saúde segundo grupos socioeconômicos distintos, e fornecem elementos empiricamente robustos para a discussão sobre iniquidades em saúde (BRASIL, 2015). Para essas avaliações é primordial a aplicação de técnicas de análise no tempo e no espaço em dados agregados.

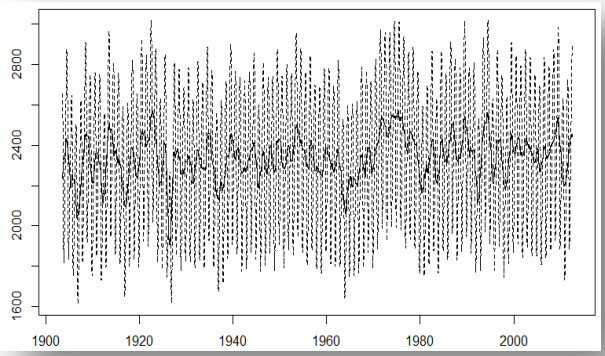
Análises de séries temporais

Séries temporais, também denominada série histórica, são sequência de dados obtidos em intervalos regulares de tempo durante um período específico (LATORRE et al., 2001). Este tipo de dado apresenta relação de dependência da informação observada com as informações vizinhas, e é esse comportamento que se busca modelar através de técnicas de análise distintas. As análises de séries temporais buscam descrever o comportamento/dinâmica da série, elaborar estimativas e, por fim, avaliar quais os fatores que influenciaram o comportamento da série histórica.

A análise pode também buscar definir relações de causa e efeito entre duas ou mais séries (por exemplo, entre variáveis sociodemográficas e ocorrência de agravos). Um conjunto de técnicas estatísticas pode ser utilizado dependendo do modelo proposto para a análise, com base na estrutura da série analisada e do objetivo do trabalho (LATORRE et al., 2001).

As séries temporais podem ser classificadas em séries **determinísticas**, quando seu comportamento futuro pode ser descrito perfeitamente por uma função matemática, ou **estocástica** quando é composta por um componente determinístico e um componente aleatório, que trás um grau de incerteza para previsão do comportamento futuro da série. Na prática, as séries de dados de saúde apresentam esse componente aleatório que pode ser descrito como uma variação (*erro*) da série atribuída ao acaso .

Como classificação, as séries temporais ainda podem ser **estacionárias e não estacionarias,** e esses comportamentos influenciam na escolha do modelo estatístico mais adequado para analise da séries.



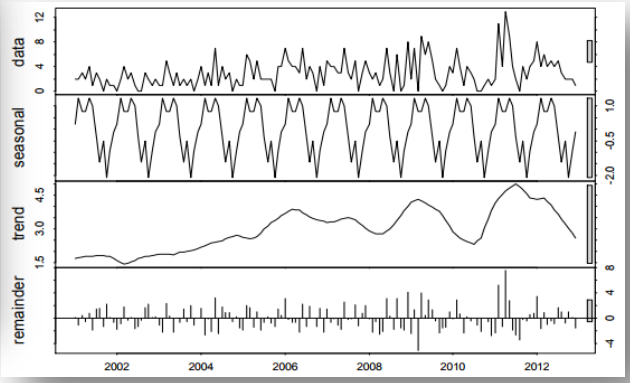
Cotas do Rio Negro em Manaus, 1902 - 2012

Séries estacionárias: Apresentam observações com comportamento entorno de uma média. Exemplos: Cotas de nível do rios, temperatura, umidade.

Séries não estacionárias: Apresentam observações com tendência (crescente ou decrescente) ao longo da série histórica. Exemplos: Expectativa de vida, taxa de mortalidade infantil.

Nas séries históricas não estacionárias observa-se variação constante dos dados entorno de uma média (figura - cotas Rio Negro). Desse modo, diz-se que a série não apresenta tendência ou apresenta tendência estacionária. Nas séries não estacionárias os dados apresentam tendência crescente ou decrescente (PORTA, 2014).

Três componentes básicos compõem uma séries temporal, são eles: a **tendência** que expressa o comportamento da série ao longo do tempo; a **sazonalidade**, que é a variação ondulatória que ocorre em uma série temporal no intervalo de um ano, em geral pronunciada (daí a utilização eventual de métodos de dessazonalização (MCLEOD et al., 2013), e o **componente aleatório ou ruído branco** não modelável, atribuído ao acaso ou evento não esperado no contexto da série (DIGGLE, 1992). Ainda podem ser considerados ciclos que são variações que ocorrem em períodos mais longos de tempo. Os componentes da série temporal apresentam um relacionamento aditivo ou multiplicativo que descrevem a série (MORETTIN et al., 1985; DIGGLE, 1992; LATORRE et al., 2001).



Série histórica de casos de leptospirose decomposta pelo modelo aditivo,
Manaus, 2000 - 2012

A figura acima apresenta uma série de mensal da taxa de leptospirose no município de Manaus-AM no período de 2000 a 2012, decomposta segundo sazonalidade, tendência e componente aleatório. A soma destes componente expressa o primeiro gráfico que é a taxa de casos na população.

Os objetivos das análises de séries de tempo se prestam a descrever as propriedades das séries como a variação sazonal, o padrão de tendência, as observações atípicas e demais alterações estruturais da série. Por exemplo, trazendo estes conceitos para analise de séries climatológicas podemos dizer que a variabilidade climática apresenta oscilações em torno da média climatológica esperada, enquanto as mudanças climáticas se referem à alteração dessa média no tempo, e consequentemente do comportamento esperado da série. Na primeira, o componente sazonal apresenta maior relevância, enquanto na segunda, a tendência. Como vimos anteriormente, estes componentes não agem isoladamente e como reflexo da alteração da tendência no clima, são mais frequentes as anomalias ou evento extremo que referem-se a uma flutuação extrema em uma série climatológica. Esse comportamento é observado nos desvios acentuados do padrão observado de variabilidade. Cabe ressaltar que o conceito de variabilidade climática está atrelado a delimitação geográfica (The National Academies Press, 1998).

Portanto, variabilidade climática e mudanças climáticas não devem ser confundidos, a primeira diz respeito ao tempo, que é um estado momentâneo da atmosfera; e a segunda ao clima, caracterizado por um panorama sobre o regime de chuvas, temperaturas médias e uma série de elementos que marcam as condições naturais de uma região, e, portanto, estabelece as estações que se definem localmente (The National Academies Press, 1998).

Nas análises temporais de situação de saúde e clima busca-se entender as relações entre as séries de saúde e as séries meteorológicas, e com isso como essas associações podem propor modelos capazes de prever valores futuros com o menor grau de incerteza possível. Para isso, vários modelos estatísticos são empregados, os mais utilizados são os **modelos de regressão polinomial,** os **modelos auto-regressivos** e **modelos aditivos generalizados** (BENJAMIN et al., 2003; Hastie, 2013).

Na vigilância em saúde é comum o emprego de **diagramas de controle** aplicados a séries de tempo que buscam avaliar períodos em que ocorre um quantitativo de eventos acima/abaixo do esperado segundo o comportamento histórico da série o que determina processos epidêmicos, interepidêmicos ou surtos (SANCHES, 2000). Entre outros modelos de construção dos diagramas, o mais comumente utilizado assume uma distribuição de probabilidade normal da variável e considera limites do nível endêmico com 95% de certeza (ANTUNES et al., 2007).

Esse tipo de diagrama de controle é construído com os valores das incidências médias mensais ou semanais habitualmente no período de 10 anos acrescidas de 1,96 multiplicado pelo o desvio padrão. Ainda podem ser utilizados medianas e intervalos interquartílicos na substituição de médias e desvios padrão e a utilização de 2 ou 3 desvios padrão para construção do intervalo de confiança.

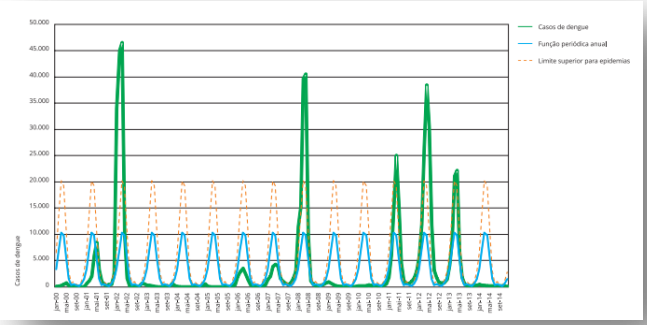
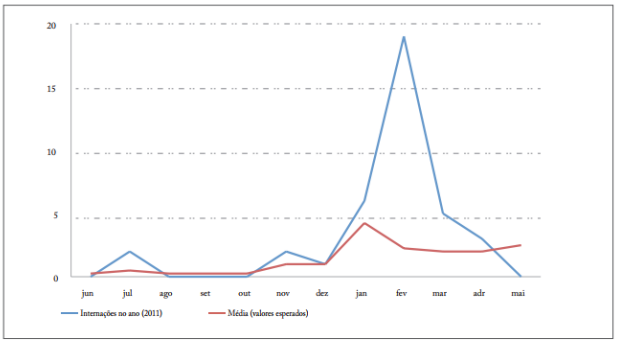


Diagrama de controle Casos de dengue no município do Rio de Janeiro, e o modelo ajustado com intervalo de confiança de 95%, 2000 - 2012

Os diagramas de controle são extremamente úteis na classificação das epidemias de acordo com sua progressão no tempo. Em casos de exposição maciça comum de curta duração, quando os casos aparecem em rápida sucessão e curto período de tempo, a epidemia surge, aumenta de intensidade e declina, sugerindo a existência de um veículo comum de transmissão e uma exposição simultânea de várias pessoas susceptíveis. Em outros casos, essa exposição maciça pode se prolongar e a curva é menos abrupta que a anterior e o evento, em geral, dura mais de um ano. Os casos ainda podem apresentar manifestação secundária com ondas tardias. Assim, a curva apresenta, como características, o prolongamento no tempo e o aspecto bimodal. Ainda podem ocorrer exposições múltiplas devido a

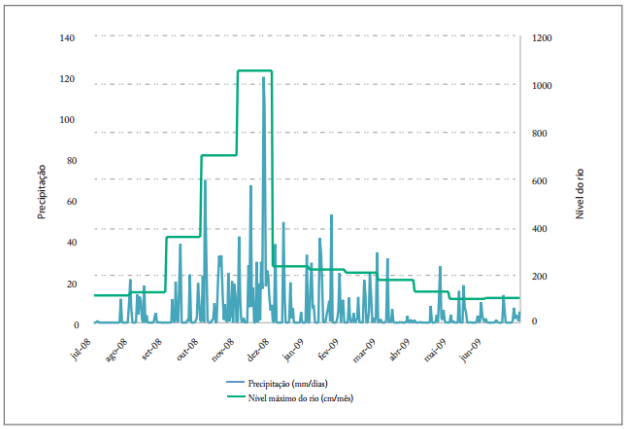
fatores como sua difusão, curto período de incubação e abundância de formas sem sintomatologia clínicas e constituindo-se em vários focos de propagação, o surto se estende até que se esgote o número de suscetíveis. A curva pode apresentar várias ondas epidêmicas (BRASIL, 2009).

Número de internações por leptospirose em residentes dos municípios de Nova Friburgo, Petrópolis, São José do Vale do Rio Preto e Teresópolis para o ano de 2011 em relação à média dos anos de 2009, 2010 e 2012



Fonte: SIH/DATASUS.

Precipitação (em mm) e nível do rio Itajaí (em cm) no município de Blumenau, SC. Julho de 2008 a junho de 2009



Fonte: ANA, CPRM e Inmet.

Adaptado de Xavier et al., 2014

A análise de variáveis meteorológicas e de saúde auxiliam na compreensão do processo de adoecimento de uma população como demonstrado nas figuras acima. Contudo, deve-se considerar a história natural da doença, a defasagem entre o contágio e as manifestações clínicas e o lugar que apresenta fatores econômicos, sociais, históricos , entre outros fatores, que ajudam a entender como o clima pode afetar na manifestação de determinados agravos de saúde.

Análises de séries espaciais

As séries espaciais consistem em sequência de dados obtidos segundo sua localização geográfica. Neste tipo de informação, assim como nas séries de tempo, as observações apresentam relações com observações vizinhas e busca-se analisar esse comportamento, incorporando o espaço.

A avaliação dos contextos onde estão inseridas as unidades de análise e suas vizinhanças tornam-se de extrema importância para os processos de disseminação das doenças. Se o tempo pode indicar quando a disseminação de um determinado problema de saúde, as análises no domínio de espaço indicam onde.

Esta abordagem permite manejar dados espaciais de diferentes formatos e obter informações adicionais a partir destes dados (BAILEY, 1994). A popularização de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e a disponibilidade de infraestrutura computacional têm contribuído para o avanço da área na saúde pública. O espaço tem valor inerente na análise das relações entre saúde, sociedade e ambiente. Desse modo, a análise espacial de condições de saúde pode constituir um instrumento importante na avaliação do impacto de processos estruturas sociais e na determinação de eventos de saúde (BARCELLOS et al., 2002).

O geoprocessamento carrega o conceito de processamento informatizado de dados georreferenciados utilizando os ***Sistema de Informação Geográfica*** (SIG), que converge técnicas de GPS, sensoriamento remoto, cartografia digital e os sistemas de gerenciamento de bancos de dados espaciais, que permitem conectar dados numéricos e de texto aos objetos dos mapas.

Quatro etapas fundamentais podem ser descritas e devem ser seguidas para o trabalho com séries espaciais. A primeira delas trata da aquisição de informações tabulares e gráficas, ajuste e padronização de informações , criação de indexadores (geocódigos) de relacionamento, importação e transformação das informações.

Fonte: Ramalho et al., 2007

A segunda etapa consiste do gerenciamento do banco de dados importados para ambientes SIG. Como as informações são relacionadas através de indexadores que trazem o atributo espacial é possível incluir informações de diversas fontes de dados e relacioná-las considerando sua posição geográfica. Desse modo, formatos distintos de informações com diferentes representações geográficas podem ser incluídos. Contudo, é necessário respeitar a estrutura do banco de dados elaborado de modo que se torne possível realizar o relacionamento das informações.

A terceira etapa trata da visualização gráfica das informações relacionadas dentro do ambiente SIG através do relacionamento das informações em ambientes SGBS (Sistema de gerenciamento de banco de dados). Nesta etapa é possível construir **mapas cloropléticos**, muito utilizados na elaboração de relatórios de situação de saúde e é onde se concentra parte da análise exploratória das informações.

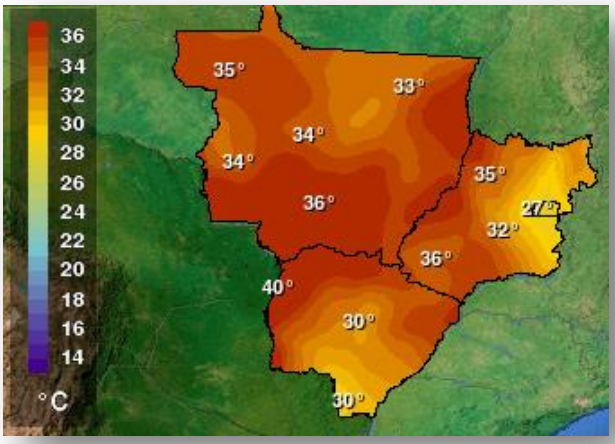
Na quarta etapa são realizadas as consultas interoperacionalizadas das informações de diferentes bases de dados, que geram novas informações. Também são aplicadas estratégias de análise estatística espacial e modelos de capazes de descrever a relação do componente espacial na ocorrência de problemas de Saúde (BRASIL, 2015).

O trabalho com dados espaciais requer do analista conhecimento prévio de conceitos cartográficos e gerenciamento de bancos de dados, que são implementados dentro dos softwares de SIG ***(Sistema de Informação Geográfica)***.

Estas questões não serão abordadas neste documento, e mais informações podem ser obtidas no https://www.capacita.geosaude.icict.fiocruz.br/.

É necessário destacar que a estrutura que as informações espaciais assumem como representação geográfica são distintas e implicam tratamento diferenciado. Os dados espaciais podem assumir formato **matricial** que consiste numa matriz onde cada quadrícula dessa matriz de linhas e colunas assume um valor. Este tipo de estrutura é usualmente utilizada em **dados climáticos**.

A outra estrutura de informação espacial são os dados **vetorias** que podem ser classificados como dados de linhas**, pontos** e dados de **polígonos.** Estes dois últimos são estruturas de dados são usualmente utilizadas para aquisição e gerenciamento de informações de saúde.



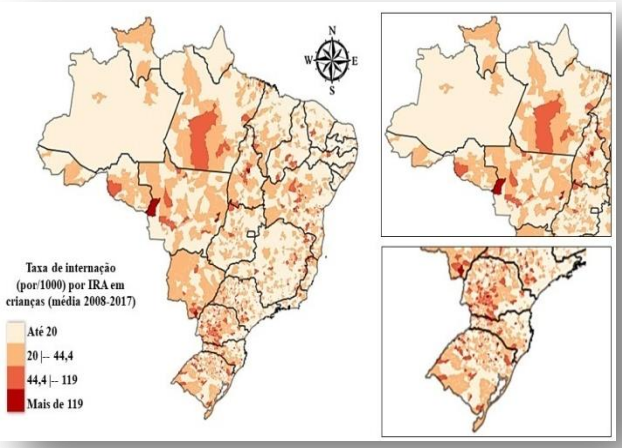
Máximas de temperatura
Fonte: CPTEC - INPE

Pontos – guardam um par de coordenadas e são utilizados para representação de eventos de saúde ou mesmo municípios em pequenas escalas.

Polígonos – representam áreas contíguas, regiões, estados ou países, são constituídos por uma sequência de pares de coordenadas, delimitando espaços geográficos

Nas análises espaciais é importante compreender como a estrutura espacial pode ser descrita. Para isso, é avaliada a dependência espacial que mede a correlação de uma mesma variável entre as unidades de análise do fenômeno estudado a partir de uma matriz de vizinhança. As técnicas mais conhecidas para essas análises são os **índices de Moran e Geary** locais e globais esta análise permite identificar *clusters*, e consequentemente, possíveis locais de intervenção.

Em determinadas situações ocorrem flutuações aleatórias dos indicadores devido a pequenos números no indicador, técnicas como **média móvel espacial** e **estimadores bayesianos** podem ser empregados para suavização dos dados no espaço, além disso formas diretas de agregação dos indicadores em períodos também são usualmente utilizados para contornar essas situações.



As análises no domínio de espaço têm desenvolvido estudos voltados à **detecção de aglomerados** de eventos, em áreas específicas ou conjuntos de casos georreferenciados, **modelos de regressão espacial ecológica** para identificação de variáveis associadas a áreas sob maior risco, **identificação de redes de atenção**, **análise ambiental** e **uso de imagens de satélite** para identificação de fatores de exposição ou risco (BECK et al., 2000). Nos serviços de saúde o uso de ferramentas de SIG contribui para definição da área de cobertura de unidades de saúde (CARVALHO et al., 2005). Os modelos de estatística espacial empregados em estudos consideram explicitamente a possível importância do arranjo espacial na análise ou interpretação dos resultados (BAYLEY; GATRELL, 1995).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antunes JL, Waldman EA, Borrell C, Paiva TM. Effectiveness of influenza vaccination and its impact on health inequalities. Int J Epidemiol. 2007 Dec;36(6):1319-26.

Bailey TC. A review of statistical spatial analysis in geographical information systems. In: Fotheringham S, Rogerson P. Spatial analysis and GIS. Londres: Taylor & Francis; 1994. p.13-44.

Barcellos, C. D. C., Sabroza, P. C., Peiter, P., & Rojas, L. I. (2002). Organização espacial, saúde e qualidade de vida: análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. Informe epidemiológico do SUS, 11(3), 129-138.

BECK, Louisa R.; LOBITZ, Bradley M.; WOOD, Byron L. Remote sensing and human health: new sensors and new opportunities. Emerging infectious diseases, v. 6, n. 3, p. 217, 2000.

Benjamin, R.A.; Rigby, M.A.; Stasinopoulos, M.D. (2003), Generalized autoregressive moving average models. Journal of the American Statistical Association, 98(461), 214-223.

Brasil, Ministério da Saúde. Sistemas de Informação em Saúde e Vigilância Epidemiológica. In: Guia de Vigilância Epidemiológica. 7ª Ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2009. p. 63-71.

Brasil. Ministério da Saúde. Asis - Análise de Situação de Saúde / Ministério da Saúde, Universidade Federal de Goiás. – Brasília : Ministério da Saúde, 2015. 3v. : il.

Câmara G, Monteiro AM, Fucks SD, Carvalho MS. Análise espacial e geoprocessamento. INPE 2001 [livro na Internet]

CARVALHO, Marilia Sá; SOUZA-SANTOS, Reinaldo. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas Analysis of spatial data in public health: methods, problems, and perspectives. Cad. Saúde Pública, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005

Diggle PJ. Time series: a biostatistical introduction. Oxford:Oxford University Press; 1992.

LATORRE, Maria do Rosário Dias de Oliveira; CARDOSO, Maria Regina Alves. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. Rev. bras. epidemiol., São Paulo , v. 4, n. 3, p. 145-152, Nov. 2001

MCLEOD, A. Ian; GWEON, Hyukjun. Optimal deseasonalization for monthly and daily geophysical time series. Vol. 4, Issue 11, Apr 2013

Morettin PA, Toloi CMC. Previsão de séries temporais. 2ª . ed. São Paulo:Atual Editora; 1985.

Porta M. A dictionary of epidemiology. 6th ed. New York: Oxford University Press; 2014.

SANCHES, Odécio. Princípios básicos de procedimentos estatísticos aplicados na análise de dados de vigilância em saúde pública: uma revisão. Cad Saúde Pública, v. 16, p. 317-33, 2000.

The National Academies Press. " Front Matter ." Decade-to-Century-Scale Climate Variability and Change: A Science Strategy [Internet].
Washington, DC; 1998 [acessado em 2014 jan 21] Disponível em: http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=6129.

Trevor Hastie (2013). gam: Generalized Additive Models. R package version 1.09. http://CRAN.R-project.org/package=gam

Xavier, DR; FREITAS, CARLOS MACHADO DE ; Barcellos, C ; SILVA, ELIANE LIMA . Emergência em saúde pública por inundações e deslizamentos: os impactos das chuvas sobre a saúde. Saúde Brasil 2013: uma análise da situação de saúde e das doenças transmissíveis relacionadas à pobreza. In: Jarbas Barbosa da Silva Jr. (Org.). Saúde Brasil 2013. 1ed.Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2014, v. 10, p. 195-224.

MÓDULO 6 - Aquisição de Informações de Clima, Ambiente e Saúde. Observatório Nacional de Clima e Saúde

Observatório de Clima e Saúde

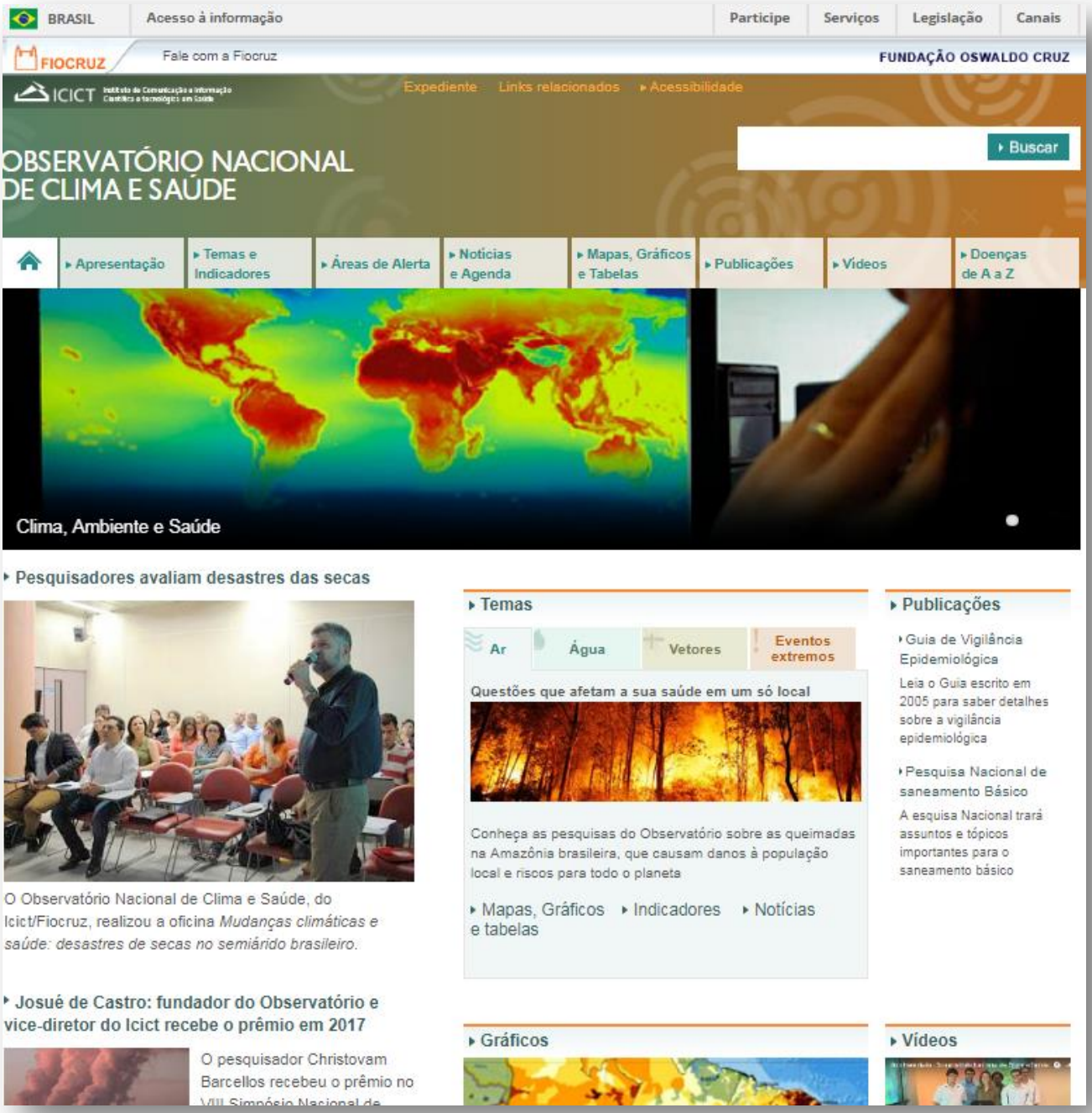
O projeto Observatório Nacional de Clima e Saúde vem disponibilizando informações sobre clima e saúde por meio de uma página na Internet, onde podem ser acessados dados de diferentes origens em uma plataforma comum.As oficinas e grupos de trabalho instituídos no âmbito do Observatório tiveram como um dos resultados um diagnóstico sobre a situação atual dos dados sobre clima, ambiente, população e saúde. Este levantamento permitiu desenvolver alternativas tecnológicas para o acesso distribuído e integrado a estas bases de dados. As diversas fases de implantação do Observatório podem ser vistas na figura abaixo.

A figura mostra, na primeira fase, a necessidade de levantamento e reunião de dados sobre clima, ambiente, população e saúde. A segunda fase, de análise de dados, é constituída pela junção entre experiências, técnicas e teorias e subsidiada pelo acesso a dados.

.

A terceira fase, voltada para a comunicação, tem como alvo os possíveis usuários do sistema: gestores, especialistas e cidadãos. Percebe-se, portanto, que a simples disponibilização de dados não permite a realização plena dos objetivos do Observatório, sendo necessário também promover o debate entre esses usuários sobre as tendências e eventos relacionados com as mudanças climáticas. Estas fases de implantação contribuíram para a seleção de dados e indicadores que estão sendo utilizados para estudos e monitoramento dos efeitos das mudanças climáticas sobre a saúde.

O principal produto do projeto é o portal do Observatório que tem como endereço www.climasaude.icict.fiocruz.br. O acesso a dados é livre e gratuito, podendo ser feito a partir de uma janela de mapa, ou na seção Indicadores, onde são listados indicadores de saúde que podem ser visualizados no mapa ou em gráficos.



O Observatório de Clima e Saúde é integrante da Rede Brasileira de pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais, coordenada pelo INPE e tem a missão de gerar e disseminar conhecimentos para que o Brasil, por meio de seus pesquisadores, responda aos desafios representados pelas causas e consequências das mudanças climáticas globais. A Sub-Rede Mudanças Climáticas e Saúde agrega uma equipe interdisciplinar de pesquisadores nacionais e internacionais que integra diferentes campos do conhecimento e reflete o processo coletivo de desenvolvimento de estudos e pesquisas que ao longo do tempo são traduzidas em dados e informações que estão subsidiando ações de ensino e capacitação, assessorias técnicas-científicas, evidencias para as políticas públicas.

Áreas de Alerta – Sítios Sentinelas

As informações do Observatório buscam, entre outros serviços, dar suporte para ampliação de pesquisa, desenvolvimento e inovação envolvendo as relações entre as mudanças ambientais e climáticas e seus efeitos sobre a saúde da população. Também busca proporcionar subsídios à tomada de decisão dos gestores, através da habilitação da comunicação destas informações no âmbito governamental e junto à sociedade.

Os dados do observatório estão organizadas em temas específicos e os indicadores foram definidos em reuniões específicas com especialistas, gestores e sociedade civil. Os temas debatidos nas oficinas consistiram em :

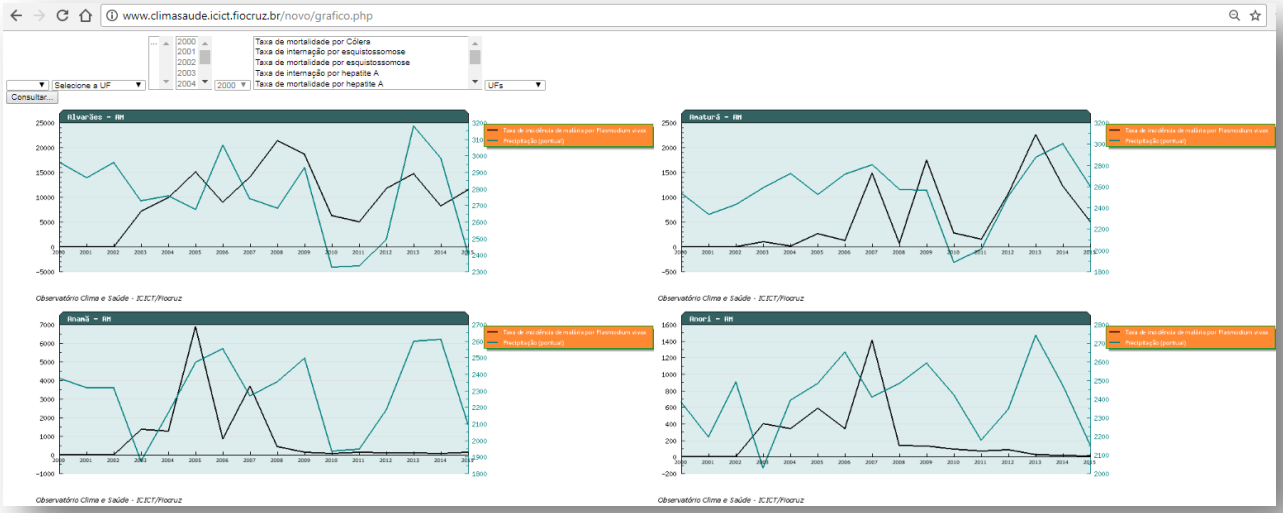
- Crise de escassez da água e o aumento dos riscos de incidência de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) que engloba doenças de veiculação hídrica, transmitidas por vetores, por falta de higiene, por contato com águas contaminadas;
- Poluição atmosférica, queimadas e a potencialização dos efeitos sobre doenças respiratórias e cardiovasculares;
- Mudanças do clima, alteração de ecossistemas e expansão das áreas de transmissão de doenças relacionadas a vetores;
- Eventos meteorológicos e climáticos extremos e os agravos gerados por impacto direto (causas externas) de ondas de calor, ciclones tropicais e extratropicais, inundações desabamentos de encostas e secas;

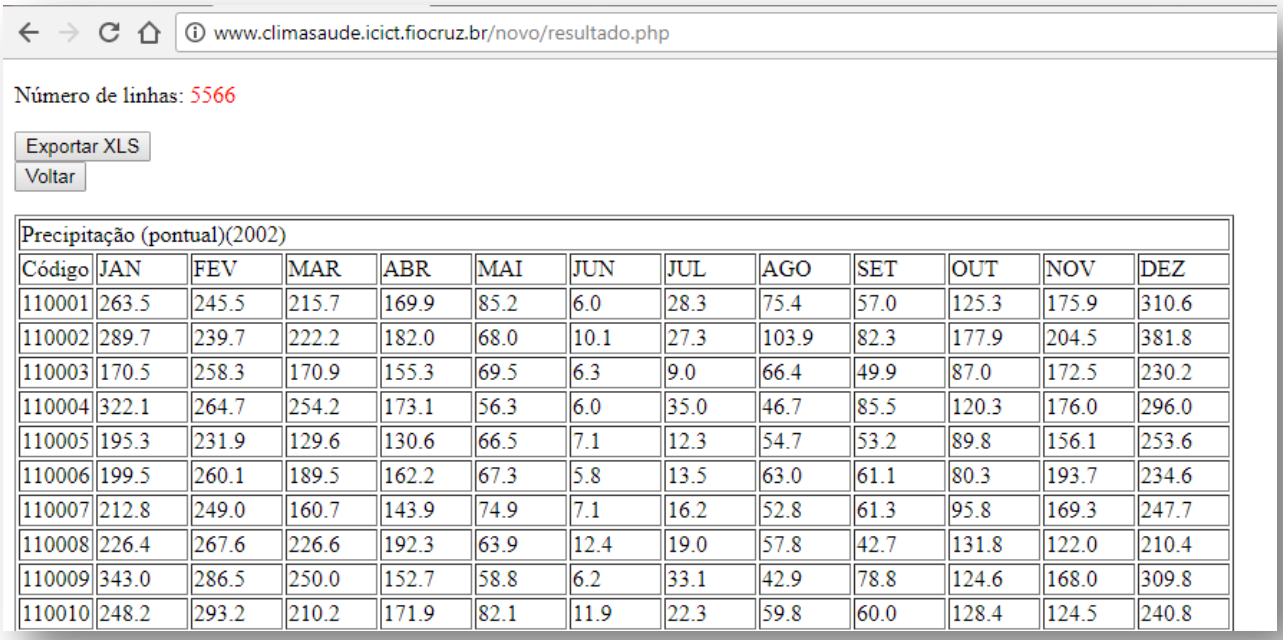
É importante destacar que os impactos dessas mudanças sobre a saúde são extremamente diferenciados, dependendo da vulnerabilidade dos grupos populacionais e de sua resiliência.

Em Porto Velho foi realizada um oficina sobre qualidade do ar e agravos de saúde relacionados com a poluição atmosférica, sobretudo, derivada de queimadas na Amazônia. Em Manaus e Brasília foram realizadas oficinas que discutiram problemas relacionados a água . No rio de Janeiro foram realizadas oficinas que discutiram doenças de transmissão vetorial (dengue febre amarela e leishmaniose) e eventos extremos. Nestas oficinas foram selecionadas indicadores e fontes de dados que foram reunidos e estão disponíveis no sistema de informação do Observatório.

Sistema de Indicadores

As consultas no sistema podem ser realizadas através de tabulações nas quais o usuário pode relacionar informações sobre determinantes socioambientais, dados climáticos e indicadores de saúde. Os dados podem visualizados através de gráficos ou podem ser baixados através de tabelas em formato .csv ou .xls e transportadas para softwares de estatística para análises de situação de saúde.





Precipitação (pontual)(2002)												
Código	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
110001	263.5	245.5	215.7	169.9	85.2	6.0	28.3	75.4	57.0	125.3	175.9	310.6
110002	289.7	239.7	222.2	182.0	68.0	10.1	27.3	103.9	82.3	177.9	204.5	381.8
110003	170.5	258.3	170.9	155.3	69.5	6.3	9.0	66.4	49.9	87.0	172.5	230.2
110004	322.1	264.7	254.2	173.1	56.3	6.0	35.0	46.7	85.5	120.3	176.0	296.0
110005	195.3	231.9	129.6	130.6	66.5	7.1	12.3	54.7	53.2	89.8	156.1	253.6
110006	199.5	260.1	189.5	162.2	67.3	5.8	13.5	63.0	61.1	80.3	193.7	234.6
110007	212.8	249.0	160.7	143.9	74.9	7.1	16.2	52.8	61.3	95.8	169.3	247.7
110008	226.4	267.6	226.6	192.3	63.9	12.4	19.0	57.8	42.7	131.8	122.0	210.4
110009	343.0	286.5	250.0	152.7	58.8	6.2	33.1	42.9	78.8	124.6	168.0	309.8
110010	248.2	293.2	210.2	171.9	82.1	11.9	22.3	59.8	60.0	128.4	124.5	240.8

As pesquisas mais detalhadas em lugares específicos com refinamento dos indicadores são agrupadas nos chamados Sítios Sentinelas ou Áreas de Alerta segundo os temas selecionados:

Queimadas poluição e problemas respiratórios e cardiovasculares

Ciclo da água e doenças em Manaus

Secas no semiárido nordestino

Dinâmica das doenças transmitidas por vetores na região Sudeste

Eventos extremos

Esta abordagem visa avaliar os contextos locais das relações entre mudanças climáticas e os problemas de saúde a partir dos distintos biomas existentes no Brasil. Os resultados desses estudos, mais localizados e aprofundados, permitem validar e estabelecer parâmetros para a modelagem do comportamento dessas doenças no nível nacional, além de acompanhar tendências de alguns problemas ambientais e de saúde ao longo dos próximos anos.

Na Amazônia, o foco recai sobre a água e doenças relacionadas à água e ao saneamento, como hepatite A, leptospirose, dentre outras; link: http://www.climasaude.icict.fiocruz.br/manaus/ .No Cerrado e partes da Amazônia legal, a preocupação se dá com as queimadas e o aumento de doenças respiratórias; link: http://www.climasaude.icict.fiocruz.br/index.php?pag=sts_po

- Na Caatinga, busca-se prever o impacto das secas na desnutrição e na migração; e as doenças diarreicas; sitio em desenvolvimento e sem endereço no momento.
- Na Mata Atlântica, o direcionamento se dá para as doenças transmitidas por vetores, como, por exemplo, a dengue, e a expansão da sua área de transmissão; link: http://www.climasaude.icict.fiocruz.br/rio/
- Além disso foram tabulados dados de pdf da defesa civil levantando informações sobre os diferentes eventos extremos contabilizando, desalojados, desabrigados, enfermos, e mortos com intuito de avaliar os impactos tanto na população quanto nos serviços de saúde.

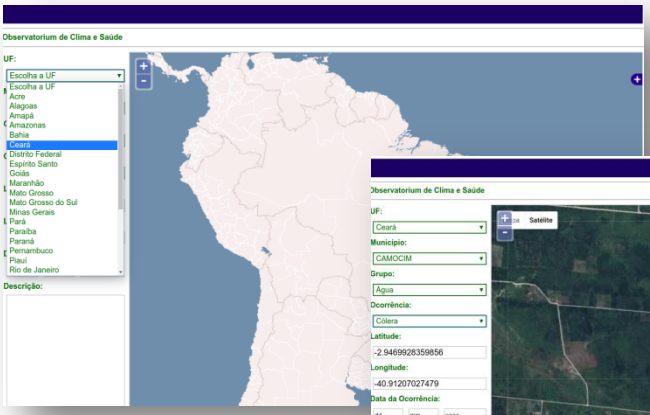
A participação da Sociedade Civil no monitoramento e nas decisões sobre Clima e Saúde

Dentre as iniciativas de conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e tomada de posição sobre os problemas decorrentes da mudança do clima o Observatório tem utilizando uma metodologia de Mapeamento Participativo possibilitamos que membros de comunidades sociais diversas possam cadastrar-se na plataforma e (após a permissão de um validador) relatar através de fotos, vídeos e textos, um determinado processo de doença ou desastre natural relacionada ao clima. Essas informações estarão numa base de dados georreferenciados (localizados no espaço geográfico).

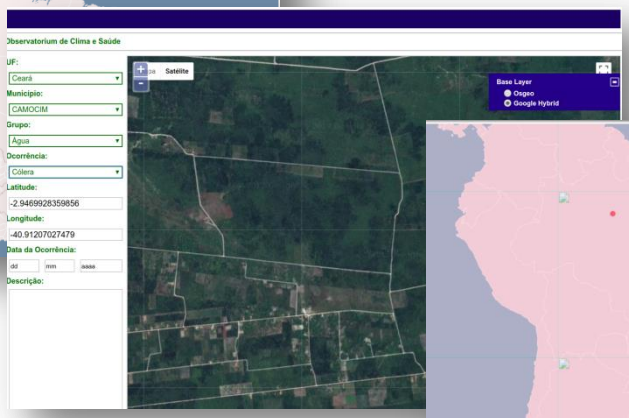
Uma possibilidade desse tipo de participação social pode auxiliar na identificação de áreas vulneráveis à ocorrência de desastres naturais, em que situações de emergência na qual há risco de morte das pessoas, necessitam de respostas imediatas do poder público. O fortalecimento do tecido social e o estabelecimento de redes de proteção são opções importantes e eficazes como mecanismos de prevenção.

A plataforma busca abrir espaço de inserção de informações possam permitir que o cidadão comum, mesmo não estando ligado a nenhuma instituição venha a ser um colaborador para “alimentar” o Observatório de Clima e Saúde. Também propomos a formação de uma rede de instituições e Organizações Não Governamentais-ONGs ligadas ao tema a contribuir. Por excelência, essas organizações através de sua capilaridade, conseguem estabelecer vínculos e estimular o desenvolvimento social de comunidades mais longínquas.

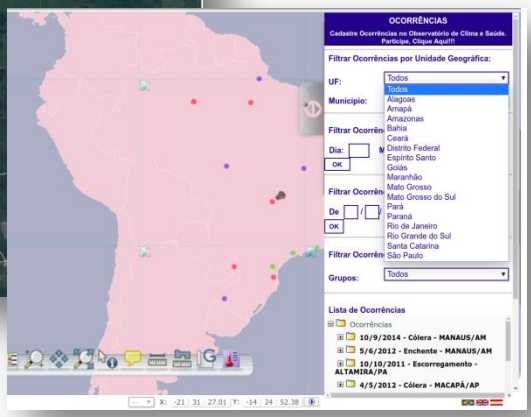
A grande capacidade de adaptação, demonstrada por décadas, por populações sujeitas a eventos climáticos extremos como a seca no Nordeste ou alagamentos na região norte, mostra que estas experiências devem ser consideradas nos planos de adaptação e sistemas de alerta.



Entrada de informação



Georreferenciamento do dado



Banco de dados da sociedade civil