

## **Redução de riscos a desastres urbanos no bioma Mata Atlântica: metodologia para análise da capacidade adaptativa**

Autores: Aline Matulja<sup>1</sup>, Giuliana Talamini<sup>2</sup> e Arlindo Philippi Jr<sup>3</sup>

1- Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestranda em Saúde Pública (FSP/USP)

2- Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestranda em Saúde Pública (FSP/USP)

3- Engenheiro Civil e Sanitarista, Professor Titular da Faculdade de Saúde Pública da USP

**RESUMO:** Enchentes e deslizamentos são desastres urbanos crescentes no panorama urbano atual do bioma Mata Atlântica e advêm da sinergia entre processos geomorfológicos (inundações e movimentos de terra), eventos extremos de chuva e condições precárias de urbanização. Estas populações encontram-se expostas a riscos relacionados a traumas físicos e psicológicos coletivos, bem como transmissão de doenças decorrentes de saneamento não adequado. A adaptação às mudanças climática foca esforços na redução de vulnerabilidade, aumentando a capacidade de resposta às alterações do clima em escala global ou local. Este trabalho apresenta bases teórico-metodológicas para o desenvolvimento de um modelo análise da capacidade adaptativa à questões climáticas urbanas no Bioma Mata Atlântica. O pressuposto da pesquisa é de que a sinergia entre estes fatores aumenta a vulnerabilidade das populações acarretando consequências à qualidade de vida e saúde e, assim, a governança local pode ser decisiva para o avanço na capacidade adaptativa. A metodologia adotada foi estudo bibliográfico de textos científicos indexados portal *Web of Science* a partir dos descritores “Climate Change”, “Adaptation” e “Health”. Os resultados indicam que a análise da capacidade adaptativa deve considerar os fatores: abordagem transversal da adaptação a políticas setoriais, integração de agendas setoriais da gestão pública, participação social, uso de indicadores para avaliação de adaptação e estabelecimento de metas.

## 1. Introdução

Os biomas continentais brasileiros constituem classificação para os complexos ambientais formados por características físicas similares como clima, vegetação, fauna, tipos de solo, geologia e clima. A finalidade desta classificação, que teve origem no estudo em ecologia dinâmica, é hoje expandida para auxiliar na compreensão dos processos de humanos de intervenção e seus impactos nestes ambientes.

O Bioma Mata Atlântica é o complexo ambiental brasileiro que acompanha a costa atlântica leste brasileira, aproximadamente entre as latitudes 5°S e 30°S, sendo que ao sul e sudeste avança para o oeste alcançando as fronteiras com Paraguai e Argentina e ao sul com o bioma Pampas. Segundo dados do ICMBIO (2011) a área original do bioma Mata Atlântica representaria 13,04% do território nacional com 1.110.182 Km<sup>2</sup>.

Em todas as faixas térmicas que se manifestam no bioma, da mesotérmica branda (média de 10 a 15°C) a quente (média acima de 18°C em todos os meses), predominam as modalidades úmida e superúmida de ambiente devido a influencia dos ventos úmidos oceânicos (IBGE, 2004).

Tais características climáticas configuram *as feições ambientais da tropicalidade* deste bioma, marcada principalmente por sua rica biodiversidade. Entretanto, estima-se que hoje, de 92% a 93% de sua cobertura vegetal original tenha dado lugar a ocupação agropecuária, urbana, estradas e outros usos antrópicos.

O bioma Mata Atlântica ocupa inteiramente três estados brasileiros - Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina - e 98% do Paraná, além de porções de outras 11 unidades da federação. A tabela 1 apresenta os percentuais de área deste bioma por unidade da federação.

**TABELA 1: UNIDADES DE FEDERAÇÃO E SEUS PERCENTUAIS APROXIMADOS DE ÁREA NO BIOMA MATA ATLÂNTICA.**

<b>Estados</b>	<b>% de área no BMA (IBGE, 2004)</b>	<b>% de população urbana do Estado (IBGE, 2010)</b>
Rio Grande do Norte	5%	78%
Paraíba	8%	75%
Mato Grosso do Sul	14%	86%
Pernambuco	17%	80%
Bahia	19%	72%
Rio Grande do Sul	37%	85%
Minas Gerais	41%	85%
Sergipe	51%	74%
Alagoas	52%	74%
São Paulo	68%	96%
Paraná	98%	85%
Espírito Santo	100%	83%
Rio de Janeiro	100%	97%
Santa Catarina	100%	84%

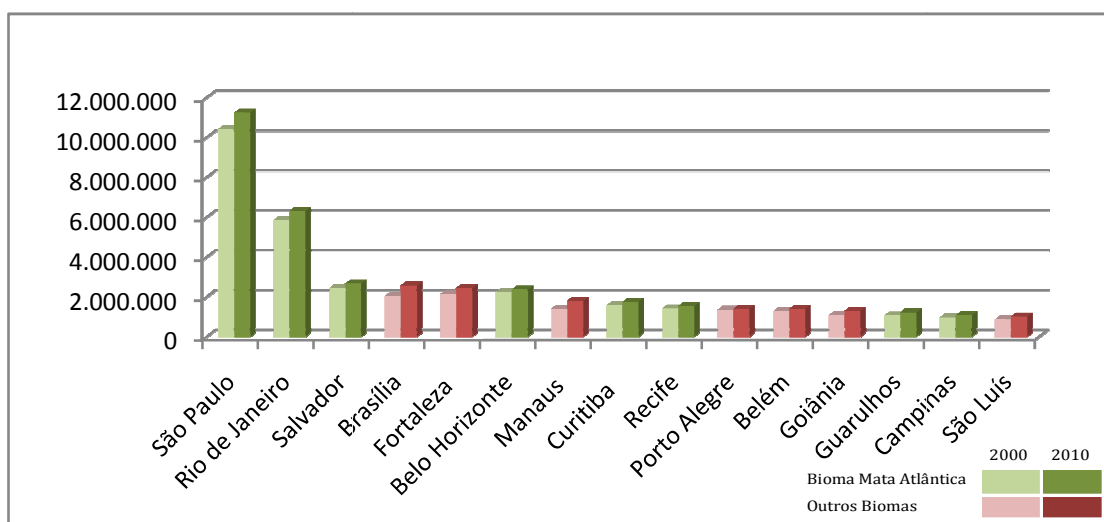
Obs: O Estado de Goiás possui 3% de território no Bioma Mata Atlântica, mas não está incluído na análise por não representar urbanização significativa nesta área.

Em todo o mundo as regiões tropicais úmidas assistiram ao desenvolvimento de conurbações significativas entre suas áreas urbanas, motivadas principalmente pelo processo de industrialização e escoamento de produção agrícola (CONTI, 2004). Moraes (2008), em seu estudo retrospectivo sobre a devastação das florestas tropicais no mundo, traz como justificativa alguns fatores como: *lucro fácil, miséria econômica e cultural, adoção de políticas inadequadas, o crescimento demográfico, a ambição pela terra, as pressões do mercado interno e externo, a subvalorização das matas, a fraqueza das instituições governamentais* (MORAES, 2008, p.80).

A tabela 1 mostra a tendência de urbanização do Bioma Mata Atlântica, com percentual de população urbana atual de 70%, nos estados brasileiros que o compõe. Apesar da transição urbana ter sido expressiva em todo o país, sobretudo a partir da década de 1960, as cidades do Bioma Mata Atlântica receberam grande contingente

populacional. Verifica-se, ainda, ampla coincidência entre áreas de alta densidade populacional (mais de 100 habitantes por Km<sup>2</sup>) e áreas de clima úmido e superúmido (IBGE, 2002). As regiões metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro são exemplos disso, com aproximadamente 19,6 e 11 milhões de habitantes, concentrando cerca de 17% da população do país (IBGE,2010).

O fenômeno descrito não se restringe a estes casos: ocorre nos demais estados e espalha-se ao redor das capitais em um processo de metropolização. Oito entre os quinze municípios mais populosos do Brasil encontram-se no bioma Mata Atlântica (representados pelas barras verdes no Gráfico 1). Seis deles são capitais e configuram centros de áreas metropolitanas envolvendo outros municípios. As duas exceções, Guarulhos e Campinas compõem a Macrometrópole de São Paulo.



**GRÁFICO 1: POPULAÇÃO RESIDENTE NOS 15 MUNICÍPIOS MAIS POPULOSOS DO BRASIL (POPULAÇÃO SUPERIOR A 1 MILHÃO DE HABITANTES)- CENSO IBGE, 2000/2010.**

É importante destacar que municípios de médio porte (100 mil a 500 mil habitantes) registraram as mais elevadas taxas de crescimento populacional da última década (entre 2000 e 2010) dentre todas as classes de tamanho da população (MATULJA, 2011).

O contexto urbano de crescimento demográfico é marcado por mazelas relacionadas tanto à inequidade social no acesso a bens e serviços essenciais quanto à degradação ambiental. Um binário não ocasional, mas sim vinculados: a supressão de vegetação e impermeabilização dos solos compromete o ciclo hidrológico nas cidades e

submete populações a enchentes e deslizamentos. Estando o mercado imobiliário no controle de oferta por espaços habitáveis, a parcela com menor poder aquisitivo habita áreas de maior risco aos desastres, frequentemente em situação imobiliária irregular, caracterizadas pela precariedade ou ausência de infra-estrutura e serviços, como saneamento básico, energia elétrica, saúde, segurança e educação.

Enchentes, movimentos de massa e tempestades representam aproximadamente 70% das ocorrências de desastres no Brasil (MATULJA, 2011). O mesmo estudo levantou a prestação de serviços de tratamento de esgotos domésticos nos municípios mais populosos do bioma Mata Atlântica que registraram ocorrência de alagamentos, enxurradas ou inundações bruscas no Sistema de Informações da Secretaria Nacional de Defesa Civil, Ministério da Integração (SEDEC/MI), ano de 2010. Dez entre os catorze municípios deste recorte de análise possuem percentual de tratamento de esgotos igual ou inferior a 50% segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Estes percentuais podem ser ainda menores, pois esgotos provenientes de assentamentos não regularizados podem não estar contabilizados.

Assim, além dos riscos físicos e psicológicos como afogamentos, soterramentos e estresse associados à diversidade de perdas dos afetados, as deficiências em infraestrutura urbana no bioma estudado expõe a população ao risco de doenças, principalmente durante enchentes. Entre estas, destaca-se (a) Hepatites A, E e F, Poliomiélites, Cólera, disenteria bacilar, Amebas, Diarreia por *Escherichia coli*, giardíases e áscaris; (b) doenças infecciosas de pele e olhos; (c) helmintíases de solo, (e) leptospiroses e Esquistossomoses; (f) Malária, Dengue entre outras (SOARES, et al., 2002).

O contexto urbano incrementa situações de risco, como no caso citado em que um perigo primário (enchente) age sinergicamente com um perigo secundário (exposição a doenças relacionadas a saneamento inadequado) gerando perigos concatenados, como chamou Allan Lavell (1999).

Em uma aproximação inicial pode-se concluir que os desastres urbanos no bioma Mata Atlântica são resultantes de três vetores principais: (a) características climáticas em macro e meso escalas próprias do trópico úmido associadas às características do microclima, (b) transformações geomorfológicas de composição natural da paisagem e (c) padrões inadequados de urbanização e gestão pública do ambiente urbano. A importância de cada um destes vetores, bem como a emergência de outros caracteriza a análise do risco caso a caso.

Enquanto o risco expressa a probabilidade da ocorrência de perigos, a vulnerabilidade capta aspectos que tornam áreas, cidades, grupos ou indivíduos particularmente susceptíveis a danos resultantes de questões climáticas (GASPER, et al., 2011).

Para MARANDOLA (2009) vulnerabilidade é o conjunto dinâmico que compõe a disponibilidade em oferecer respostas aos perigos e riscos associados às mudanças climáticas. Assim, sendo processuais os fenômenos climáticos, geomorfológicos e também o da gestão urbana, cada local, situação, momento, população possuem distintas vulnerabilidades. Conceituar vulnerabilidade é exercício da compreensão epistemológica que permite avançar na investigação e discussão sobre o fenômeno.

O vetor clima na produção de desastres vem recebendo importância crescente no contexto de mídia, no debate acadêmico e de políticas públicas. Destacam-se previsões de mudanças climáticas globais de médio e longo prazo baseadas em modelagens matemáticas em que a emissão antrópica de gases de efeito estufa (GEE) é parâmetro determinante. Tais métodos produzem resultados com significativo nível de incertezas devido aos dados relativos à emissão de gases de efeito estufa e à qualidade e cobertura de dados meteorológicos.

Em uma breve síntese dos resultados divulgados pelo INPE, para o cenário brasileiro em 2100, de projeção mais otimista (B2-BR), ou seja, considera a possibilidade de redução das emissões de GEE, destacam-se as seguintes mudanças climáticas: o aquecimento gradativo de 4-6°C na Amazônia; diminuição das chuvas no Norte e Nordeste, e aumento de chuvas intensas e ondas de calor do Sudeste (MARENGO, 2010).

As discussões sobre mudanças climáticas dividem-se em duas vertentes. A primeira é a “Mitigação de Mudanças Climáticas”, que parte do princípio de que mudanças climáticas são induzidas por ação antrópica caracterizada pela emissão de gases de efeito estufa (GEE). Seus estudos e intervenções ocorrem no sentido de buscar acordos e tecnologias para redução da emissão dos gases em todo ciclo de vida de produtos e serviços, desde matéria prima, consumo e disposição final de resíduos.

A segunda vertente é a “Adaptação às Mudanças Climáticas”, partindo do princípio de que alterações no clima já se manifestam e serão agravadas, independente de sua origem. Ou seja, podem tanto ser provenientes do efeito estufa quanto resultantes da variabilidade climática natural do sistema terrestre. A adaptação foca seus esforços

na redução de vulnerabilidade, aumentando a capacidade de resposta às alterações do clima em escala global ou local.

Em diversas regiões do globo mudanças no clima poderão ser percebidas pelo aumento de intensidade e frequência de eventos extremos que possuem alto potencial na geração de desastres. Satterthwaite et al. (2007) aponta tendência de aumento do número de desastres decorrentes de eventos climáticos entre 1950 e 2005. Mesmo assim, destaca as incertezas em prever quais serão os perigos futuros e onde se localizarão em escala local, dada a dificuldade em estabelecer a frequência de eventos extremos em um cenário de mudanças climáticas.

Trazendo esta reflexão para a realidade brasileira, a incipiente coleta de dados meteorológicos e a complexidade da natureza do sistema atmosférico tornam imprevisível a determinação o ritmo climático local atual, ainda sem considerar mudança ou variabilidade climáticas. Mesmo a região sudeste do Brasil, que abriga maior estrutura institucional e tecnológica para produção de conhecimento, não possui uma rede de estações meteorológicas estrategicamente localizadas que permita tanto a previsão de localização e magnitude de certos eventos extremos, bem como estudo detalhado de precipitações ao longo de diferentes altitudes, orientação e declividade das encostas existentes nas serras do bioma Mata Atlântica (NIMER, 1989; MILANESI & GALVANI, 2009).

Desta forma, Satterthwaite et al. (2007) alerta para a necessidade em compreender desastres no meio urbano como consequência da ausência de planejamento e governança nas cidades e não somente como produto de condições climáticas. Este entendimento vai ao encontro da abordagem de Lavell (1999) onde desastres urbanos são socialmente construídos e frequentemente induzidos por segregação espacial nos ambientes urbanos. A abordagem adaptação absorve este conceito no sentido de fornecer respostas em longo prazo, enquanto o gerenciamento de riscos e desastres possui enfoque mais imediato na produção do perigo.

Assim, o conceito de adaptação às mudanças climáticas no contexto deste trabalho aplica-se no sentido de estudar os vetores que compõem a vulnerabilidade de populações aos desastres urbanos de enchentes e deslizamentos no bioma Mata Atlântica. Partindo da premissa de impossibilidade de evitar a ocorrência de eventos extremos de chuva, visa-se abordar a redução da vulnerabilidade por meio dos vetores: (a) transformações de características geomorfológica de composição natural da

paisagem e (b) padrões inadequados de urbanização e gestão pública do ambiente urbano.

A Saúde Ambiental é o “campo de atuação da saúde pública que se ocupa das formas de vida, das substâncias e das condições em torno do ser humano, que podem exercer alguma influência sobre a sua saúde e o seu bem-estar” (BRASIL, 1999).

O desafio da saúde ambiental urbana é promover qualidade de vida e saúde em busca por equidade social, considerando que populações em situação de pobreza encontram-se, em geral, mais expostas aos riscos à saúde relacionados a condições ambientais pela insuficiência na provisão de serviços e deterioração do ambiente urbano (GOUVEIA, 1999).

Ebi e Semenza (2008) relacionam adaptação à mudanças climáticas ao conceito de prevenção da saúde pública, destacando parte significativa de ações que podem ser realizadas anteriormente aos impactos de mudanças do clima. Entretanto, há, no campo de conhecimento em Saúde Ambiental, o reconhecimento da existência de incertezas sobre relações causais que configuram os riscos e que, portanto, orienta a pesquisa pelo paradigma da precaução de modo a que não se submetam populações a espera por comprovações (GIATTI, 2009).

Assim, avançar no desafio da saúde ambiental significa deparar-se com o que Edgar Morin caracteriza como *complexus*:

Complexus é o que está junto, é o tecido formado por diferentes fios que se transformaram numa só coisa, isto é, tudo isso se entrecruza, tudo se entrelaça para formar a unidade da complexidade. Porém, a unidade do complexus não destrói a variedade e a diversidade das complexidades que o teceram (MORIN, 1998).

Como comentado neste artigo, o bioma Mata Atlântica possui peculiaridades regionais significantes tanto sob a ótica climática, quanto geomorfológica e urbana. Assim, como sugerido por Satterthwaite et al. (2007), a análise de vulnerabilidades no Brasil deve evitar as generalizações frequentemente encontradas para “países em desenvolvimento” e avançar no detalhamento das particularidades de cada região.

O presente estudo considera os diversos componentes do cenário urbano do bioma Mata Atlântica, é norteado pelo paradigma da complexidade e consciente do panorama de incertezas ao qual a questão da climática está submetida. A partir daí, seu objetivo é sugerir diretrizes para a construção de modelo de análise da capacidade



adaptativa de populações urbanas susceptíveis a desastres decorrentes de eventos climáticos.

Cabe ressaltar que esse estudo integra pesquisas do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, Departamento de Saúde Ambiental. Além disso, esta pesquisa é amparada pelo Núcleo de Apoio à Pesquisa – Mudanças Climáticas (NAP/MC) da USP.

## **2. Metodologia**

Realizou-se estudo bibliográfico de textos científicos indexados no portal internacional de periódicos *Web of Science* a partir dos descritores “Climate Change”, “Adaptation” e “Health”. Os descritores foram pesquisados de maneira isolada e combinada a fim de se obter um universo considerável para abordagem da temática. Em seguida procedeu-se seleção de artigos sob duas óticas de relevância: (a) artigos que tratassem de políticas públicas, planejamento e gestão (b) artigos com foco em populações urbanas. Dentro destas óticas, buscou-se os destaques que alimentam a discussão metodológica da avaliação de adaptação. Foram incorporadas à pesquisa referências indiretas identificadas tanto por indicação de autores, quanto pela rede científica em que o trabalho está inserido.

Após levantamento dos principais artigos científicos relacionados ao tema realizou-se análise e síntese a partir da identificação de pontos comuns e complementares nas definições conceituais e abordagens metodológicas de adaptação de comunidades ao risco. Além disso, buscou-se descrever preliminarmente um panorama nacional de inserção do tema em políticas públicas setoriais relacionadas.

## **3. Resultados**

A seguir destacam-se os principais pontos levantados no estudo bibliográfico.

Kristie L. Ebi e Ian Burton (2008) identificaram opções práticas de adaptação visando riscos à saúde, partindo do pressuposto de que populações pobres habitantes de regiões tropicais ou subtropicais já vivem em agravos de doenças relacionadas ao clima sob condições precárias de atendimento e que, portanto demandam desde já ações de adaptação.

Os autores destacam a importância da avaliação de adaptação para identificar estratégias, políticas e indicadores que possam ser desenvolvidos para reduzir vulnerabilidades atuais e futuras. Destacam, ainda, que tais ações devem estar integradas a objetivos já traçados, de maneira que seja possível atualizar planos existentes para reduzir os determinantes de doenças relacionadas ao clima e suas consequências. Este estudo enumera seis tópicos imprescindíveis aos modelos avaliação de adaptação, conforme a Tabela 2.

**TABELA 2: ITENS A SEREM CONSIDERADOS EM MODELOS DE AVALIAÇÃO DE ADAPTAÇÃO**

1. Identificar problemas de saúde relacionados ao clima e suas consequências em diferentes escalas (nacional, regional, local);
2. Identificar programas e indicadores atuais para a questão de saúde e outros setores que se relacionem;
3. Realizar projeção (quali ou quantitativa) sobre como a mudança climática pode alterar o padrão atual de saúde, incluindo projeções sobre dinâmica de população, economia, infraestrutura, etc. É importante explicitar as incertezas do estudo;
4. Identificar opções disponíveis à redução de exposição da população à problemas de saúde relacionados ao clima;
5. Apontar opções prioritárias dentre às identificadas;
6. Identificar restrições à implementação das opções de adaptação e indicar soluções.

Fonte: Adaptado de Ebi e Burton (2008).

Destacam-se, ainda, as diferentes responsabilidades atribuídas aos atores envolvidos, todas necessárias para a implementação de medidas de adaptação. Segundo exemplos citados por Ebi e Burton (2008) a adaptação compete desde ao nível individual, com o respeito às diretrizes para captação de água para consumo, passando pelo nível comunitário com a participação em sistemas de alerta a desastres, até o nível governamental, no estabelecimento de padrões infraestruturais e construtivos.

Ebi e Semenza (2008) ressaltam a importância da avaliação de adaptação em nível local, destacando que diversos caminhos a adaptação poder ser mais efetivos se criados, implementados e monitorados com forte engajamento comunitário. E mais, atribuem o aumento da capacidade adaptativa como função de múltiplos fatores como

capital social, condições socioeconômicas, infraestrutura e responsabilidade de governos e instituições. O sucesso das intervenções está na responsabilidade de cada grupo de atores e instituições, mas o ideal é que haja coordenação entre estes para o alcance máximo das intervenções. Desta forma o artigo define uma sequência cíclica de passos para a facilitação de adaptação comunitária relacionada à saúde, conforme sintetiza a Tabela 3.

**TABELA 3: MODELO PARA ADAPTAÇÃO EM SAÚDE EM NÍVEL LOCAL.**

<b>Passo</b>	<b>Propósito</b>
1º: envolvimento comunitário e definição do escopo	Conhecer o grupo de atores com a preocupação em aumentar a capacidade adaptativa local; definir quais são as principais vulnerabilidades relacionadas ao clima que terão consequências em saúde e delimitar a abrangência geográfica do escopo.
2º: análise da situação	Caracterizar qualitativamente as necessidades e limitações de adaptação atuais e futuras. Definir os fatores de influencia a estas vulnerabilidades (ex: uso do solo). Linhas do tempo passado, presente e futuro podem ser úteis.
3º: mapeamento de recursos disponíveis	Mapear os recursos financeiros e humanos que podem ser direcionados ações de adaptação
4º: ampliar gama de atores engajados	Envolver múltiplos setores na identificação de intervenções possíveis para redução de vulnerabilidade em saúde e facilitar o estabelecimento de redes para intervenção, aumentando o capital social da ação. As possíveis intervenções devem ser listadas em ordem de prioridade.
5º: implementação de intervenções	Ações prioritárias serão implementadas com o acréscimo de efetividade promovido pelo capital social de múltiplos atores, cada um atuando de acordo com seus talentos, expertises e interesses.
6º: monitoramento e avaliação	Estabelecimento de ferramentas de monitoramento e avaliação das intervenções com vistas a identificar problemas e possibilitar correções ainda no decorrer da implementação.

Fonte: Síntese a partir de Ebi e Semenza (2008).

Füssel (2008) revisou características de métodos de avaliação de adaptação produzidos por instituições técnicas, organizações. Tais modelos servem a objetivos distintos e que para lidar com desafios da tomada decisão é necessário combinar elementos de diferentes modelos. Em sua maioria destinada à avaliação de adaptação em níveis regional e nacional, são classificados em três tipos: (a) avaliação de impacto climático: identifica e avalia pontos positivos e negativos de mudanças climáticas, servindo às metas de longo prazo de mitigação; (b) avaliação de vulnerabilidade climática: avalia a importância dos impactos das mudanças climáticas à sociedade, relacionando-os a outros fatores de influência e avaliando a capacidade adaptativa de sistemas sociais e (c) avaliação de políticas de adaptação: objetiva criar estratégias para redução de vulnerabilidade de uma região específica ou setor a estressores climáticos integrando a questão climática a outras políticas públicas.

Como conclusão, Fussel (2008) remarca que diversas comunidade profissionais e científicas podem prover diretrizes para adaptação associada à saúde humana, incluindo as comunidades preocupadas com gerenciamento de risco, saúde pública e saúde ambiental. Entretanto, menciona as dificuldades inerentes a este trabalho: diversidade de impactos à saúde relacionados ao clima; complexa interação entre os fatores climáticos, ambientais, socioeconômicos, demográficos e comportamentais, escassez de dados epidemiológicos relacionados a condições climáticas, fatores não climáticos e consequências à saúde. Cita ainda, limitações dos modelos estudados: desencaixe entre as escalas espaciais e temporais entre projeções de mudanças climáticas e as decisões em adaptação. Füssel sintetiza os pontos comuns a todos os modelos estudados em doze passos sequenciais, conforme a

Tabela 4.

**TABELA 4: PASSOS PARA AVALIAÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA A SAÚDE HUMANA.**

<b>Passos para avaliações de adaptação às mudanças climáticas para a saúde humana:</b>
<b>1.</b> Escopo do projeto;
<b>2.</b> Triagem de riscos atuais e futuros;
<b>3.</b> Exame da linha de base de adaptação;
<b>4.</b> Revisão dos impactos do clima projetado em outros setores;
<b>5.</b> Identificação das necessidades de informações para decisões políticas;
<b>6.</b> Análise das mudanças futuras de riscos;

7. Avaliação das mudanças futuras de riscos;
8. Identificação de opções de adaptação adicional;
9. Avaliação e priorização de opções de adaptação;
10. Decisão sobre a estratégia de adaptação;
11. Implementação da decisão;
12. Monitoramento e avaliação de eficácia.

Fonte: Síntese a partir de Füssel (2008).

É frequente encontrar na literatura sobre adaptação a crítica sobre a adequação dos métodos para quantificar os custos econômicos das mudanças climática. Relatórios de organizações como a UNFCCC, Banco Mundial, e outros são criticados por subestimarem significativamente os impactos por excluírem ou incluírem parcialmente setores vulneráveis (GASPER, et. al, 2011).

Em estudo mais recente, Füssel (2010) sugere a aplicação de um sistema de indicadores para avaliação de adaptação que permita priorização criteriosa para alocação de recursos e forneça subsídios à tomada de decisão das discussões sobre os fundos internacionais de adaptação às mudanças climáticas. O sistema de indicadores proposto é baseado no conceito de vulnerabilidade do IPCC, sendo função do caráter, magnitude e taxa de mudança climática a qual um sistema é exposto, ou a sensibilidade e capacidade adaptativa deste sistema. Este conceito é então aplicado a setores relacionados à produção das vulnerabilidades, conforme mostra o quadro da

Tabela 5.

**TABELA 5: SISTEMA DE INDICADORES DE VULNERABILIDADE À MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA SETORES SENSÍVEIS A CLIMA.**

	<b>Água</b>	<b>Alimento</b>	<b>Saúde</b>	<b>Litoral</b>
<b>Sensibilidade e impactos biofísicos</b>	Alterações de escoamento e precipitação. Previsibilidade de mudanças na precipitação	Mudanças no rendimento das colheitas	Temperatura	Percentual de áreas em cotas inferiores a 1 e 5 metros em relação ao nível do mar
<b>Exposição socioeconômica</b>	Disponibilidade hídrica por área	Percentual de força de	Percentual de população em	Percentual de população

	e per capita; Consumo de água per capita	trabalho em agricultura e no Produto Interno Bruto	áreas de risco a desastres	habitando cotas inferiores a 1 e 5 metros em relação ao nível do mar
<b>Capacidade socioeconômica</b>	Recursos sociais e econômicos (Índice de desenvolvimento humano – IDH; Índice de bem estar humano – HWI) Efetividade governamental			
	Percentual de domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário	Prevalência de fome	Mortalidade Infantil Vulnerabilidade a desastres climáticos	Produto Interno Bruto per capita
<b>Impactos sociais</b>	Incremento no estresse hídrico	Incremento na fome	Incremento na mortalidade	Incremento de populações em áreas inundáveis

Fonte: Adaptado de Füssel (2010).

A dimensão de mudança climática, embora tenha sido considerada para a concepção do conceitual deste sistema de indicadores, não consta na tabela síntese apresentada devido à validade questionável das informações existentes, conforme justifica o autor ao analisar a inconsistência de índices publicados.

A reflexão de Satterthwaite et al. (2007) sobre adaptação em áreas urbanas com enfoque para eventos climáticos extremos divide a importância das ações em pré-desastre e pós-desastre. As ações de adaptação pré-desastre devem reduzir o perigo onde é possível, por exemplo, melhorando o sistema de drenagem urbana; ou ainda, reduzir a exposição da população com melhoria das habitações de áreas de risco ou transferência da população para locais mais seguros. Já as ações pós-desastre devem focar não somente a apoiar reconstrução, mas também promover medidas para redução de riscos a perigos futuros.

Entretanto a capacidade adaptativa depende, segundo o autor, de três atitudes ainda raras: a) participação da sociedade, principalmente populações vulneráveis, b) integração da gestão de riscos no planejamento urbano e c) integração entre setores da gestão pública, como água, habitação e transporte.

Segundo Brooks et al. (2005) a capacidade adaptativa é um elemento de vulnerabilidade e está associada predominantemente com a governança, alfabetização, direitos cívicos e políticos. Esta conclusão emergiu da aplicação de um sistema de indicadores para análise de vulnerabilidade em escala nacional. Segundo os autores esta análise representa um ponto de partida para explorações mais detalhadas sobre vulnerabilidade e capacidade de adaptativa. O conjunto inicial de indicadores foi composto por variáveis distribuídas em nove categorias, conforme a

Tabela 6. O estudo sugere que a análise em escala nacional deverá orientar as medidas de adaptação desde que adaptados as escalas locais na definição de metas específicas a cada contexto.

**TABELA 6: POTENCIAIS INDICADORES PARA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE EM ESCALA NACIONAL.**

<b>Variável</b>	<b>Categoria</b>
<b>Economia</b>	riqueza nacional; desigualdade; autonomia econômica
<b>Saúde e Nutrição</b>	apoio do estado a saúde, encargos com saúde; saúde geral disponibilidade de serviços de saúde; estado nutricional; disponibilidade de alimentos em geral
<b>Educação</b>	acesso à nutrição; compromisso educativo; direito à informação
<b>Infraestrutura</b>	isolamento de comunidade; qualidade da infra-estrutura básica
<b>Governança</b>	conflito; eficácia das políticas; capacidade de fornecer serviços; disposição para investir na adaptação; barreiras à adaptação; disposição para investir na adaptação; tomada de decisão participativa; influência no processo político
<b>Geografia e Demografia</b>	riscos costeiros; pressão dos recursos
<b>Agricultura</b>	dependência da agricultura, autossuficiência agrícola

<b>Ecologia</b>	estresse ambiental, sustentabilidade do recursos hídricos
<b>Tecnologia</b>	compromisso e recursos para pesquisa
	capacidade de realizar pesquisas e compreender as questões

Fonte: Adaptado de Brooks et al. (2005).

#### 4. Conclusão

Este artigo traz uma aplicação preliminar da lógica de análise, iniciando a discussão de resultados da pesquisa que vem sendo realizada por este grupo.

Os resultados desta análise preliminar indicam que a caracterização da capacidade adaptativa deve considerar os fatores: abordagem transversal da adaptação a políticas setoriais, integração de agendas setoriais da gestão pública, participação social, uso de indicadores para avaliação de adaptação e estabelecimento de metas.

**TABELA 7: SÍNTESE DE FATORES DE INFLUENCIA NA CAPACIDADE ADAPTATIVA.**

<b>Fatores de influencia na Capacidade Adaptativa</b>	<b>Autores</b>
1. abordagem transversal da adaptação a políticas setoriais,	Fussel (2008) Satterthwaite et al. (2007) Brooks et al. (2005)
2. responsabilidades em escalas nacional, regional, local	Ebi e Burton (2008) Brooks et al. (2005)
3. integração de agendas setoriais da gestão pública,	Ebi e Burton (2008) Satterthwaite et al. (2007) Brooks et al. (2005)
4. participação social,	Ebi e Semenza (2008) Fussel (2008) Satterthwaite et al. (2007)
5. uso de indicadores para avaliação de adaptação estabelecimento de metas.	Ebi e Burton (2008) Ebi e Semenza (2008)



Conforme caracterização do bioma Mata Atlântica, os riscos referentes a desastres urbanos, aos quais a população encontra-se exposta, são construídos socialmente à medida que o crescimento urbano desordenado e não estruturado avança em direção a áreas de geomorfologia sensível a movimentos de massa e inundações. A susceptibilidade destas áreas é agravada pelas condições climáticas cujas características principais são as altas médias pluviométricas anuais e a alta frequência de eventos extremos de chuva. As intervenções urbanas não são planejadas levando em conta tais características. Soma-se aí a insuficiência de infraestrutura de base como de saneamento básico e precariedade de vias e habitações e a morosidade de processos de implementações de políticas públicas existentes.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC (Lei Federal nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009), não aborda de maneira evidente os fatores encontrados neste estudo como de influencia na capacidade adaptativa de populações urbanas, como a transversalidade da adaptação à políticas setoriais e a integração de agendas setoriais da gestão pública. Por outro lado, a participação social e responsabilidades em escalas nacional, regional, local estão estabelecidas entre seus objetivos:

... V- à implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima pelas 3 (três) esferas da Federação, com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários, em particular aqueles especialmente vulneráveis aos seus efeitos adversos... (BRASIL, 2009b, artigo 4º)

Considerando políticas de setores fundamentais para a redução de vulnerabilidade no bioma Mata Atlântica, como o Estatuto das Cidades; as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico; a Política Nacional de Recursos Hídricos; e a Lei de Conservação da Natureza, é possível localizar estudos e artigos relacionando estes setores à questão de desastres, eventos extremos e vulnerabilidade. A Política Nacional de Defesa Civil não é sancionada por lei, o que pode dificultar investimentos e priorização nas agendas governamentais.

A busca por fatores que possam delinear um modelo para análise da capacidade adaptativa às questões climáticas no bioma Mata Atlântica não está esgotada. A bibliografia sobre riscos e desastres é significativamente mais extensa do que a de

adaptação às mudanças climáticas e possui íntima relação com o tema. Além disso, o estudo bibliográfico em bases internacionais não é suficiente para o levantamento de particularidades locais às quais a pesquisa qualitativa empírica lançando mão de estudo de caso ou pesquisa-ação, possui maior alcance.

Por fim, considera-se fundamental o investimento em pesquisas de caráter interdisciplinar e intersetorial que desvelem novas abordagens, instrumentos e ferramentas técnicas e metodológicas que auxiliem o processo de gestão de desastres, considerando as complexidades dos fenômenos globais e locais e reduzam impactos sociais e ambientais.

## 5. Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. **Política nacional de saúde ambiental para o setor saúde**. Brasília, DF, 1999.

BROOKS, N.; ADGER, W. N.; KELLY, P. M. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. **Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions**, v. 15, n. 2, p. 151-163, Jul 2005. ISSN 0959-3780. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000229514100008 >.

CONTI, J.B. São Paulo, a Metrópole do Trópico Úmido. In CARLOS, A.F. A e OLIVEIRA, A.U. (org.). **Geografias de São Paulo**. São Paulo: 2004 Ed. Contexto: 157-170.

EBI, K. L.; BURTON, I. Identifying practical adaptation options: an approach to address climate change-related health risks. **Environmental Science & Policy**, v. 11, n. 4, p. 359-369, Jun 2008. ISSN 1462-9011. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000257013400008 >.

EBI, K. L.; SEMENZA, J. C. Community-Based Adaptation to the Health Impacts of Climate Change. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 35, n. 5, p. 501-507, Nov 2008. ISSN 0749-3797. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000260396600014>.

FREITAS, Carlos Machado de and GIATTI, Leandro Luiz. Indicadores de sustentabilidade ambiental e de saúde na Amazônia Legal, Brasil. **Cad. Saúde Pública** [online]. 2009, vol.25, n.6, pp. 1251-1266. ISSN 0102-311X. doi: 10.1590/S0102-311X2009000600008.

FUESSEL, H.-M. Assessing adaptation to the health risks of climate change: what guidance can existing frameworks provide? **International Journal of Environmental Health Research**, v. 18, n. 1, p. 37-63, 2008 2008. ISSN 0960-3123. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000252761300003 >.

\_\_\_\_\_. How inequitable is the global distribution of responsibility, capability, and vulnerability to climate change: A comprehensive indicator-based assessment. **Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions**, v. 20, n. 4, p. 597-611, Oct 2010. ISSN 0959-3780. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000284436800008 >.

GASPER, R.; BLOHM, A.; RUTH, M. Social and economic impacts of climate change on the urban environment. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 3, n. 3, p. 150-157, Jun 2011. ISSN 1877-3435. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000291176700006 >.

GIATTI, Leandro Luiz. Fundamentos das relações entre saúde e ambiente. In: \_\_\_\_\_. **Fundamentos de Saúde Ambiental**. Manaus, AM: Editora da Universidade Federal do Amazonas, p. 9-23, 2009.

GOUVEIA, Nelson. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. **Saúde e sociedade**. [online]. 1999, vol.8, n.1, pp. 49-61.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. **Mapa Brasil Climats**, s.d. 2002. 1 mapa, color, Escala 1:5. 000.000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa dos Biomas Continentais do Brasil**, s.d. 2004. 1 mapa, color Escala 1:5. 000.000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011.

INSTITUTO Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade: autarquia em regime especial vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, estabelecida em 28 de agosto de 2007. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br>>. Acesso em: 06 maio 2011.

LAVELL, A. **Natural and Technological Disasters: Capacity Building and Human Resource Development**. ERD-UNDP Geneva. 1999. Disponível em: <[http://www.desenredando.org/public/articulos/1999/ntd/ntd1999\\_mar-1-2002.pdf](http://www.desenredando.org/public/articulos/1999/ntd/ntd1999_mar-1-2002.pdf)>

MARANDOLA JR., E. Tangenciando a vulnerabilidade. In: HOGAN D. J.; MARANDOLA JR., E. (Coord.). **População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais**. 1 ed. Campinas: NEPO/UNFPA, 2009, v.1, p. 29-52.

MARENGO, J. A. et al. **Cenários de clima no Brasil**. In: Marcovitch J, (Coord.). Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades. São Paulo: IBEP Gráfica; 2010. p. 19-21.

MATULJA, A.; PHILIPPI JUNIOR, A. **The urban fact in the brazilian atlantic forest biome: climate and urban disasters**. In: 10th International Conference on Urban Health, 2011, Belo Horizonte. Proceedings of the 10th International Conference on Urban Health. Belo Horizonte : UFMG, 2011. v. 10.

MILANESI, Marcos Alexandre; GALVANI, E. . A chuva orográfica no Parque Estadual de Ilhabela: (PEIb - SP) - Estrada de Castelhanos. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa, MG. A Geografia Física aplicada e as dinâmicas de apropriação da natureza. Viçosa, MG : Universidade Federal de Viçosa, 2009. v. 1. p. 1-1.

MORAES, P.R. **As áreas tropicais úmidas e as febres hemorrágicas virais**. Uma abordagem geográfica. São Paulo. Ed. Humanitas (FFLCH-USP), 304p; 2008.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro. IBGE (Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 422p; 1989.

SATTERTHWAITE, D.; HUQ S.; PELLING M.; REID H.; LANKAO P.R. **Adapting to Climate Change in Urban Areas: the Possibilities and Constraints in Low- and Middle-income Nations**, IIED Working Paper, IIED, London, 107 p. 2007.

SEDEC/MI. Secretaria Nacional de Defesa Civil, Ministério da Integração Nacional. **Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres**. Brasília, [s.d.]. Disponível em: <http://150.162.127.5:8000/e-soll.ceped.aspx>. Acesso em 8 de novembro de 2011.

SOARES S.R.A., et al. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cad. Saúde Pública**. Vol. 18 pp.1713-1724. Rio de Janeiro, RJ. 2002.