

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS**

KAIQUE FELIPE BAÊTA CRUZ

**IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A
POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS: UMA
AVALIAÇÃO DOS INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS**

**BELO HORIZONTE/MG
2017**

KAIQUE FELIPE BAÊTA CRUZ

**Impactos das mudanças climáticas sobre a população dos municípios de
Minas Gerais: Uma avaliação dos indicadores socioambientais.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Minas Gerais como pré-
requisito para obtenção parcial de créditos em Trabalho
de Conclusão de Curso II sob orientação do Prof.
Alisson Flávio Barbieri.

Orientador: Alisson Flávio Barbieri

**BELO HORIZONTE
2017**

KAIQUE FELIPE BAÊTA CRUZ

Impactos das mudanças climáticas sobre a população dos municípios de Minas Gerais: Uma avaliação dos indicadores socioambientais.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Minas Gerais como pré-requisito para obtenção parcial de créditos em Trabalho de Conclusão de Curso II sob orientação do Prof. Alisson Flávio Barbieri.

BELO HORIZONTE, 30 DE MAIO DE 2017

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Gilvan Ramalho Guedes. CEDEPLAR/Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Alisson Flávio Barbieri. CEDEPLAR/Universidade Federal de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Ao longo destes quatro anos cursando Ciências Socioambientais, tenho muito a agradecer à todas pessoas que contribuíram para meu crescimento como profissional, estudante e, principalmente, pessoa.

Primeiramente agradeço a meus pais, Carlos e Stael, à minha irmã, Thainá e às minhas avós, Delba e Neusa, por toda paciência, compreensão, amor, atenção, opiniões, apoio na minha trajetória de vida e por estarem ao meu lado em todos momentos que precisei.

À Deus e meus avôs Carlinhos e Guido por sempre estarem por perto para me proteger, iluminar e guiar meu caminho.

À Universidade Federal de Minas Gerais, pela estrutura disponibilizada e oportunidade de ter um ensino de qualidade e gratuito.

Ao professor Alisson Flávio Barbieri, pelas oportunidades, pela orientação, disponibilidade e seu grande desprendimento em ajudar no desenvolvimento e estruturação deste trabalho.

À Giovana, minha companheira de vida, por todo suporte, cumplicidade, carinho, por todas revisões (inclusive deste agradecimento) e opiniões que com certeza agregaram muito à este trabalho e por ter se tornado uma pessoa tão especial em minha vida.

Aos amigos-irmãos que a vida me presenteou, que acompanham cada passo meu, torcem pelo meu sucesso e que estão sempre do meu lado, nos momentos bons ou ruins. Brasil, Chris, Cynthia, Dudu, Fefê, Gustavo, Jaiminho, Lucio Jr., Marquinho, Nequinho, Pedro, Roberto, Rodrigo, Thais, Thaynan, Thiago, Tupi e Victor. Obrigado por tudo, sempre e pra sempre!

A graduação me presenteou com companheiras que foram base para suportar todos os problemas que se tem durante o percurso. Elaine, Maria e Natália, muito obrigado por serem tão importantes nessa jornada, que nossos caminhos prossigam juntos onde quer que estejamos. Namagiokael sempre!

Aos meus amigos, por se tornarem uma parte da minha história, por todas histórias que pretendo contar aos meus netos: “quando eu tinha a sua idade...”

À minha família, por todo carinho, apoio, torcida, por todas festas, brincadeiras e por terem a sorte de nascerem meus parentes.

Ao Tio Mauro e meus padrinhos, Giuliano e Claudinha por serem referências em minha vida.

Às tias Sônia e Márcia por todo carinho, disposição - principalmente para viajar - e por serem as melhores tias corujas que eu poderia ter.

À todos colegas e amigos que fiz durante meu percurso universitário, por todas conversas e discussões enriquecedoras, aprendizados, desafios e descobertas que com certeza serão muito importantes no resto da minha caminhada como ser humano e profissional.

Ao Clube Atlético Mineiro, Netflix e Steam, por todos momentos de descanso e alívio durante esse semestre que colaboraram muito para que eu esvaziasse minha cabeça e conseguisse dar continuidade aos meus trabalhos.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar e discutir a vulnerabilidade populacional às mudanças climáticas, em particular, no contexto dos municípios do estado de Minas Gerais, onde potenciais cenários de aumento de temperatura e mudanças na quantidade e frequência de chuvas, podem impactar diretamente e indiretamente a segunda maior população do Brasil e os biomas do estado. Os conceitos de vulnerabilidade, perigo e risco e suas relações são discutidos com intuito de fortalecer a seleção de indicadores e variáveis, pois a escolha imprudente destes pode resultar em diversas falhas na construção de políticas públicas devido à uma visão distorcida das reais vulnerabilidades. Serão discutidas também projeções de cenários para construção de mecanismos de adaptação dos grupos populacionais considerados mais vulneráveis às mudanças climáticas. A partir de tais discussões é feita a análise de quatro indicadores propostos por alguns órgãos e instituições especialistas na área, como o CEDEPLAR e a FEAM, para a criação de políticas públicas relacionadas às mudanças climáticas. Os produtos baseados na análise dos indicadores mostram que as diferentes metodologias selecionadas afetam na precisão dos resultados.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Vulnerabilidade; Risco; Adaptação; Minas Gerais.

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1 - Modelo de vulnerabilidade de acordo com o perigo do lugar</u>	Pág. 15
<u>Figura 2 - Vulnerabilidade dos municípios de Minas Gerais às Mudanças Climáticas</u>	Pág. 23
<u>Figura 3 - Distribuição Espacial da Intensidade de Vulnerabilidade por microrregiões do estado de Minas Gerais</u>	Pág. 24
<u>Figura 4 - Mapa da cobertura vegetal original dos biomas em Minas Gerais</u>	Pág. 26
<u>Figura 5 - Mapa de impacto das mudanças climáticas à condição de existência de cafeiculturas de acordo com os diferentes cenários climáticos</u>	Pág. 29
<u>Figura 6 - Esquema prático da metodologia da Associação Nacional de Águas para avaliação da vulnerabilidade à inundações</u>	Pág. 36
<u>Figura 7 - Diagrama de vulnerabilidade utilizado pelo Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas</u>	Pág. 38
<u>Figura 8 - Contribuição Relativa por Dimensão para a Vulnerabilidade Multidimensional em Minas Gerais de 2010 a 2040.</u>	Pág. 41
<u>Figura 9 - Distribuição espacial de Microrregiões conforme Estágio de Transição entre Situação de Não Vulnerabilidade e Vulnerabilidade no Cenário Tendencial (com Choque Climático), 2010 a 2040</u>	Pág. 42

SUMÁRIO

1. Introdução	Pág. 09
2. Revisão Bibliográfica	Pág. 13
2.1 Vulnerabilidade, Risco e Capacidade Adaptativa	Pág. 13
2.2 Avaliação do risco e da vulnerabilidade	Pág. 17
2.3 Políticas Públicas	Pág. 20
3. Impactos das Mudanças Climáticas em Minas Gerais	Pág. 22
3.1 Biomas	Pág. 25
3.2 Agropecuária	Pág. 27
3.3 Área Urbana	Pág. 31
4. Metodologias de avaliação à vulnerabilidades	Pág. 35
4.1 Vulnerabilidade a inundações	Pág. 35
4.2 Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas	Pág. 37
4.3 Vulnerabilidades e adaptação às Mudanças Climáticas (CEDEPLAR/UFMG)	Pág. 39
4.4 Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática	Pág. 42
4.5 Síntese crítica dos indicadores	Pág. 44
5. Conclusão	Pág. 48
6. Referências Bibliográficas	Pág. 50

1. Introdução:

Desde o século XVIII, a partir da Primeira Revolução Industrial, a ação humana tem mudado gradativamente o clima e ambiente do planeta terra. A inversão térmica que afetou a saúde de metade dos adultos da cidade de Donora na Pensilvânia e a “Great Smog of London” em 1952, que matou cerca de quatro mil pessoas em poucos dias, são exemplos do preço pago pela busca do crescimento econômico sem a preocupação com o meio ambiente. (HOGAN, 2007)

A preocupação com a situação ambiental das populações em seus diferentes contextos (econômicos, ambientais, geográficos) tem crescido principalmente nas quatro últimas décadas, se tornando uma grande área de pesquisa. (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2005). Dentre os estudos principais estão as discussões do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Em 2007 foi discutido pelo IPCC que as cidades podem sofrer uma série de impactos causados pelas mudanças climáticas: como o aumento da frequência das ondas de calor, intensificação dos fenômenos de precipitação (chuvas intensas em um curto período de tempo), ocorrência de extremos de seca, aumento do nível do mar, bem como frequência e intensidade de enchentes.

Apesar dos impactos das mudanças climáticas serem para todos, algumas populações sentem tais consequências com maior intensidade. Marandola Jr. E Hogan (2005) definem esses grupos vulneráveis como “aqueles que apresentam características que os tornam susceptíveis aos riscos”, cuja delimitação obedece aos componentes das dinâmicas demográfica e social.

A vulnerabilidade das populações pode ser avaliada utilizando como parâmetro a capacidade das pessoas de evitar, antecipar e minimizar o perigo. Muitos pesquisadores da relação entre população e meio ambiente vinculam a vulnerabilidade populacional à situação socioeconômica. Conforme apresentado na Global Science Panel on Population Environment (2002) por profissionais da área, as populações mais pobres e sem voz política teriam uma capacidade mais limitada de enfrentar e responder aos perigos ambientais atuais e futuros. Barbieri (2013) afirma que essa

capacidade depende de muitos fatores, partindo da localização física das populações e chegando a fatores de ordem socioeconômica, de saúde, política e cultural.

Wisner et al. (2004) afirmam que é crucial para a compreensão dos desastres causados pelas mudanças climáticas considerar que eles não são causados apenas devido a eventos naturais. Os impactos também são produto de um ambiente social, político e econômico, pela maneira que eles afetam diferentes grupos de pessoas. Portanto, é importante que se diminua a vulnerabilidade de tais populações, dotando-as de capacidade de resposta a situações adversas a que são expostas (riscos sociais ou ambientais) e resultando em uma melhoria na qualidade de vida, na inserção social dessas pessoas. Ademais a provisão da condição de responder aos riscos é crucial para o aumento da sustentabilidade (MARANDOLA JR. E HOGAN, 2005)

Devido às condições socioeconômicas das populações mais vulneráveis às mudanças climáticas, a maneira – teoricamente – mais acessível de reduzir a vulnerabilidade dessas pessoas é por meio de políticas públicas. Porém, como observam Queiroz e Barbieri (2012), essas políticas são incipientes ou não conseguem alterar a longo prazo a mudança da realidade das populações vulneráveis e, embora o Brasil tenha políticas de efeito imediato para aliviar a pobreza e melhorar as condições de vida (Bolsa família, por exemplo), é necessário que políticas de longo prazo que lidem com as condições estruturais (desigualdade social, perpetuação da pobreza, etc) sejam aplicadas com intuito de manter essa redução da vulnerabilidade.

Este trabalho tem como principal objetivo analisar alguns dos indicadores de vulnerabilidade socioambiental dos municípios do estado de Minas Gerais. Essa análise se baseará em uma avaliação crítica de indicadores de vulnerabilidade socioambiental. Em seguida, será discutida a relevância dos métodos de integração para o estudo da vulnerabilidade populacional, pois o desenvolvimento de métodos e metodologias é considerado como fundamental para a identificação das situações de vulnerabilidade.

No desenvolvimento do trabalho, a partir de uma revisão bibliográfica e de uma análise das vulnerabilidades às mudanças climáticas nos municípios de Minas Gerais,

buscaremos verificar as limitações metodológicas no estudo de indicadores de vulnerabilidade e como elas podem repercutir na ineficiência das políticas públicas para redução da vulnerabilidade populacional para os grupos com pouca resiliência e capacidade de se adaptar.

Os municípios do Estado de Minas Gerais foram escolhidos como objetos de análise por diversos motivos. Minas Gerais é o segundo estado mais populoso do Brasil, com mais de 21 milhões de habitantes¹ espalhados por quase 600 mil quilômetros quadrados. Além disso a economia mineira representa o 3º maior PIB do Brasil, sendo responsável por 516 bilhões de reais da economia brasileira no ano de 2014 de acordo com o IBGE.

Outros fatores foram importantes para a escolha de Minas Gerais como objeto de análise envolvem o fato de possuir em seu território três biomas diferentes, que são diferentemente afetados pelas mudanças climáticas; possuir uma das maiores malhas hidrográficas do país, possuindo mais de 166 corpos de água inundáveis; além de possuir uma distribuição populacional muito desigual socialmente e economicamente.

Os estudos de vulnerabilidade presentes neste trabalho foram retirados de diversas bases de dados mineiras, brasileiras e globais; por exemplo, o Atlas de vulnerabilidade às inundações no Estado de Minas Gerais, a Estratégia de Adaptação Regional às Mudanças Climáticas para Minas Gerais e o Intergovernmental Panel On Climate Change. Os dados do IPCC também foram utilizados como pilar para as projeções que serão vistas no decorrer deste trabalho.

O presente trabalho está organizado em 5 partes. No segundo capítulo, a partir de uma revisão da literatura, apresentaremos diversos conceitos importantes para o desenvolvimento do estudo, tais como vulnerabilidade, o risco e o perigo. Além disso, será feita uma relação entre os conceitos e suas formas de avaliação. No terceiro capítulo, serão apresentados os impactos das mudanças climáticas em Minas Gerais com ênfase nos biomas, atividades de agropecuária e nas consequências que serão percebidas nas cidades. O quarto capítulo é composta por uma análise do uso de

¹ De acordo estimativa do IBGE com data de referência em 1º de Julho de 2017.

indicadores utilizados por alguns órgãos para a criação de políticas públicas relacionadas às mudanças climáticas além disso, o quarto capítulo faz uma análise dos resultados da pesquisa, principalmente dos indicadores dos tópicos discutidos durante o capítulo, também será discutido como as políticas públicas podem afetar a vulnerabilidade populacional caso os indicadores selecionados não consigam expor a realidade dos grupos vulneráveis. Finalmente, no quinto capítulo temos uma conclusão sobre todas as discussões levantadas durante este trabalho.

2. Revisão da Literatura

2.1 – Vulnerabilidade, Risco e Capacidade Adaptativa

A vulnerabilidade populacional é um termo central para a construção deste trabalho. Mehrotra 13L. 13L. (2009) e Barbieri (2011) definem **vulnerabilidade** populacional, *strictu sensu* e baseados no IPCC Third Assessment Report, como o grau de susceptibilidade e inatividade de um grupo de população em um lugar específico de lidarem com os efeitos adversos das mudanças climáticas. A **capacidade adaptativa** da população dimensiona essa susceptibilidade, a qual é influenciada por fatores físicos e socioeconômicos, tendo como exemplo a qualidade da infraestrutura, a densidade populacional e o local de fixação residencial.

De acordo com Marandola Jr. E Hogan (2005), deve-se considerar, simultaneamente com o entendimento de vulnerabilidade, o conceito de **risco**. Segundo os autores, isto se deve ao fato de inicialmente a vulnerabilidade aparecer no contexto ambiental e posteriormente no contexto socioeconômico. Além disso, eles consideram que a susceptibilidade ao risco é uma consequência das características específicas dos grupos vulneráveis que são delimitados pelos componentes das dinâmicas demográfica e social.

Desde a década de 1960 já existiam muitos estudos de risco em trabalhos de caráter mais quantitativo e dentro de diferentes campos disciplinares como a epidemiologia, psicologia, geografia e engenharia. Os estudos consideravam o risco como um evento adverso com determinadas probabilidades objetivas (que podiam ser estimadas por cálculos matemáticos) de provocar danos. (GUIVANT, 1998; MARANDOLA Jr.; HOGAN, 2006 *apud* VIANA, 2015).

De acordo com Guivant (1998), a partir de 1970 começou-se a criticar a metodologia utilizada para fazer o estudo de risco devido à falta de confiabilidade dos dados. Os autores dessa linhagem acreditavam que mesmo com avanços tecnológicos que permitissem avaliar mais fielmente os riscos, não era possível conhecer tudo sobre os riscos.

Isto pode ser evidenciado pela análise de Marandola Jr. e Hogan (2005) dos trabalhos de Robert W. Kates (*Risk assessment of environmental hazards*, 1978) e de Anne White e Ian Burton (*Environmental Risk Assessment*, 1980). Os autores do trabalho de 2005 criticam a ausência do impacto como abordagem e acrescentam o perigo como outro conceito principal dos trabalhos sobre risco da época:

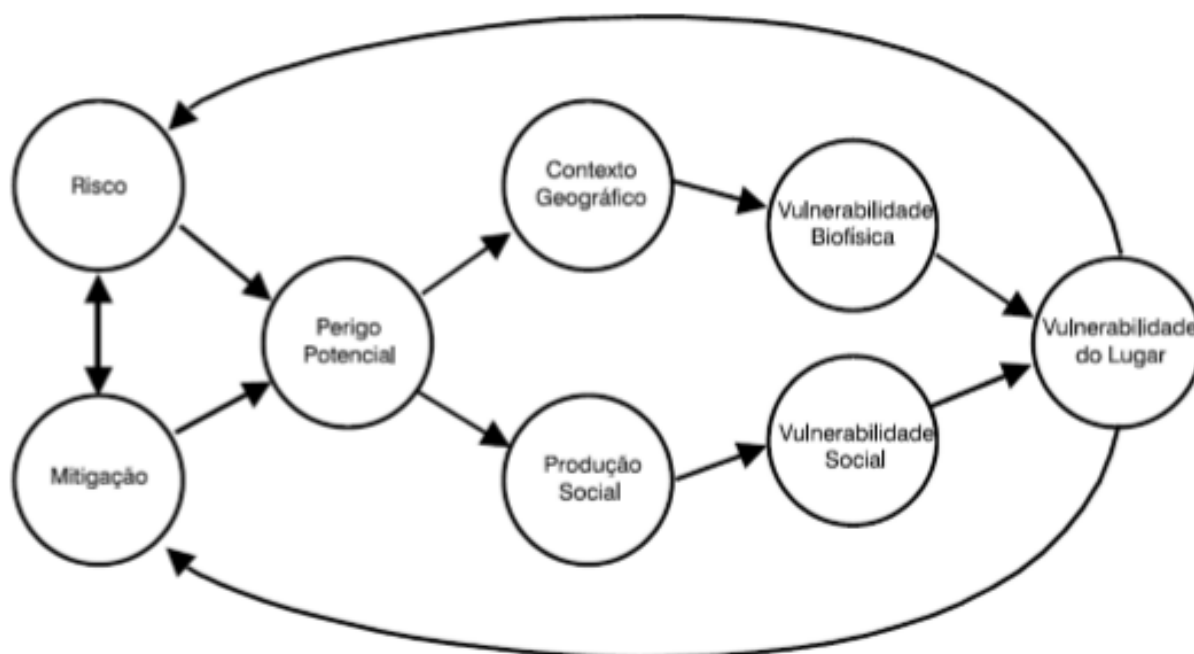
“Nesses trabalhos seminais, os conceitos principais eram risco e perigo. O perigo era o fenômeno estudado e o risco, a perspectiva em que se colocava a abordagem do problema. Em vez de se utilizar o impacto como abordagem, imperava uma preocupação prognóstica que reclamava a minimização da incerteza, ou seja, a mensuração das probabilidades de os perigos acontecerem era fundamental para diminuir a ocorrência e a intensidade dos desastres.” (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2005)

De acordo com Viana (2015), os estudos feitos sobre risco apontavam que, em muitos casos, os desastres naturais estavam mais relacionados com a vulnerabilidade social do que com a intensidade do evento.

A partir da década de 1980, os conceitos de risco e vulnerabilidade começam a ser estimulados no meio acadêmico e científico. Um dos pioneiros dessa relação foi Timmerman (1981) que afirma que o conceito de vulnerabilidade “implica uma medida do risco combinado com o nível da habilidade social e econômica de lidar com o evento resultante a fim de resistir a grandes perturbações ou perdas”. (Tradução nossa)

Segundo Cutter (1996), a partir da década de 1990 a vulnerabilidade passa a ser considerada segundo três tendências: condição preexistente, resposta controlada e de acordo com o perigo do lugar. A última é a mais utilizada no contexto atual por incorporar simultaneamente o risco biofísico, a produção social do risco e a capacidade de resposta, conforme podemos ver na FIGURA 1.

Figura 1 – Modelo de vulnerabilidade de acordo com o perigo do lugar.



Fonte: Cutter, 1996, p. 536 apud Marandola Jr. E Hogan, 2006, p. 36.

A partir da lógica do “perigo no lugar”, Confalonieri & Barata (2011) *apud* Barbieri (2013) verificam como característica da literatura sobre análise da vulnerabilidade a definição sobre a exposição de uma população à um **fator de perigo** e sua sensibilidade e resposta (ou capacidade adaptativa) a esse perigo. Sendo assim, a vulnerabilidade populacional seria o resultado de uma “equação” na qual o fator de perigo é igual a uma soma (ou combinação) de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa.

A partir do momento que percebemos as mudanças climáticas como um fator de perigo, é necessário que o lugar possua capacidade de se adaptar à ela visando reduzir a vulnerabilidade populacional. Pinheiro et al. (2016), a partir da interpretação de Mehrotra et al. (2009) e Rozenzweig et al. (2011), relacionam a capacidade adaptativa aos impactos das mudanças climáticas:

“[...] capacidade adaptativa é o atributo institucional da cidade que determina o grau de capacidade da cidade em responder aos impactos

das mudanças climáticas. São medidas de habilidade como estrutura institucional, recursos humanos, informação, capacidade de análise, Diz respeito à capacidade dos atores locais e da sociedade civil em se adaptar às mudanças climáticas” (ROZENSWEIG et al., 2011; MEHROTRA et al., 2009 in PINHEIRO et al. 2016)

Barbieri (2011; 2013) afirma que, num contexto de mudanças climáticas afetando negativamente a economia, uma falha nos mecanismos adaptativos “constitui risco à reprodução das populações e pode atuar na elevação do nível de vulnerabilidade populacional”. O demógrafo ressalta que essa falha pode causar a migração populacional (voluntária ou involuntária) dependendo da capacidade adaptativa de uma população em múltiplas escalas, desde o capital humano e social (posse de indivíduos e suas famílias) à capacidade institucional (Poder Público e Sociedade Civil). De acordo com as projeções de vulnerabilidade realizadas pelo autor, “os estímulos à migração da população economicamente mais vulnerável e dependente da agricultura tendem a ser gradativamente mais acentuados à medida que se avance nas décadas seguintes.” (BARBIERI, 2013)

Hogan e Marandola Jr. (2005) e o *Global Science Panel on Population Environment* (2002) concordam que a situação socioeconômica é altamente relacionada à vulnerabilidade ambiental, pela limitação das capacidades de prever, evitar, responder e minimizar o perigo que são consequência de diversos problemas estruturais. Wisner et al. (2004) complementam que tais aspectos sociais são facilmente reconhecidos: as pessoas em situações econômicas adversas “são obrigadas” a habitar regiões e lugares afetados por riscos naturais.

No caso dos brasileiros, a desigualdade social é um dos maiores obstáculos que precisa ser corrigida para reduzir de maneira definitiva a vulnerabilidade da população. De acordo com Barbieri (2013), os setores da população brasileira que além de residir em áreas de risco (particularmente em áreas urbanas), apresentam piores indicadores sociais e econômicos, são os mais vulneráveis a mudanças ambientais.

2.2 – Avaliação do risco e da vulnerabilidade

De acordo com Marandola Jr. (2009), a vulnerabilidade populacional às mudanças climáticas se altera no tempo e no espaço. Além disso, o autor afirma que a natureza multiescalar e multidimensional da vulnerabilidade é uma das dificuldades existentes por exigir que se pense em diversas escalas de tempo e espaço em termos de produção, distribuição e ocorrência dos eventos.

Sendo o risco um fator determinante da vulnerabilidade, Pinheiro et al. (2016), a partir de Rozensweig et al. (2011) e Mehotra et al. (2009), acreditam que os riscos também precisam ser avaliados de acordo com sua variância de tempo, além da frequência e intensidade dos eventos extremos. A partir disso, pode-se dizer que avaliação do risco e da vulnerabilidade precisa ser vista em diferentes escalas temporais visto que os fatores de risco podem se tornar mais ou menos intensos e frequentes.

É importante considerar que os elementos da dinâmica demográfica afetam de maneira diferente a vulnerabilidade com as mudanças da escala temporal. Podemos considerar a estrutura familiar e a fecundidade como exemplos que no curto prazo podem parecer irrelevantes para a vulnerabilidade às mudanças climáticas. Porém, no longo prazo mostram relevância em vários contextos, como a pressão sobre os recursos e qualidade de vida.

Existem três escalas temporais diferentes para análise desses eventos – local, regional e global. Na escala local as populações são afetadas diretamente e nela que as ações de ajuste, mitigação e adaptação são sentidas com maior intensidade a curto prazo. A escala global, por outro lado, é mais abordada em grandes conferências (*Intergovernmental Panel on Climate Change, The International Geosphere-Biosphere Programme, Global Science Panel on Population Environment*) que tem como foco central as mudanças ambientais no planeta como um todo e visam acordos internacionais com o objetivo de “responsabilizar” os países de acordo com suas parcelas de impacto às mudanças climáticas e passivos ambientais.

A escala regional é a menos priorizada, o que pode estar relacionado com o fato de não ser tão perceptível pelas populações quanto as locais e pela ausência de agendas,

que possuem problemas para obter grandes resultados globais e certamente teriam mais problemas e demanda de tempo e pesquisa na escala intermediária. Porém, defende-se a necessidade de pensar na escala regional:

“Hudson (2007) defende a necessidade de pensar a região e o desenvolvimento regional no contexto das mudanças ambientais globais pois como a forma de territorialização do capital ainda se organiza regionalmente, ela implica padrões de consumo, transporte e mobilidade de escala regional.” (MARANDOLA JR. 2009)

Portanto, julga-se necessário que na definição de indicadores de vulnerabilidade sejam levadas em consideração as diferentes escalas temporais e espaciais, tanto pelas mudanças de relevância do tempo e espaço quanto pelas diferentes relações socioambientais e demográficas que variam de acordo com cada escala. Ademais, outro aspecto que deve ser levado em consideração ao fazer uma análise das vulnerabilidades é a variedade desta.

Conforme abordado anteriormente, os grupos populacionais possuem diferentes níveis de vulnerabilidades e a situação econômica é um dos principais limitadores da resiliência e capacidade de se adaptar.

Os impactos das mudanças climáticas são sentidos de maneira desproporcional pelas populações mais pobres e com menor poder/voz política. Nas metrópoles esses grupos são geralmente representados por moradores de comunidades, migrantes em busca de melhores condições de vida, residentes em áreas invadidas de encostas, dentre outras “áreas de risco”. A partir dessa relação é possível perceber que, em geral, as populações com maiores dificuldades socioeconômicas são justamente as que se aglomeram em áreas geograficamente perigosas.

De acordo com o PEMCMG (2014), as 10 regiões de planejamento de Minas Gerais apresentam diferentes especificidades e níveis de sensibilidade, exposição e capacidade de adaptação aos impactos climáticos. Essa avaliação colabora na identificação de setores e regiões prioritárias para promover ações em escala local ou regional de adaptação.

O aumento dos efeitos das mudanças climáticas previsto pelos cenários do IPCC tende a afetar muito mais os grupos supracitados. Alves (2009) utiliza alguns efeitos para exemplificar essa relação: Primeiramente, as mudanças nos ciclos de água que poderão afetar o abastecimento, distribuição e qualidade da água - os grupos vulneráveis atualmente possuem menor acesso, num cenário de escassez ou perda de qualidade seriam, certamente, os que mais sentiriam tais impactos. Ademais as mudanças climáticas alterariam os padrões de precipitação em sua quantidade e regime, aumentando os riscos de enchentes e secas e, conseqüentemente, afetariam mais as populações com moradias precárias e as que dependem do solo para a produção.

De acordo com Ribeiro (2008), “as populações que vivem em fundos de vale, em geral junto a córregos, ou mesmo em áreas de expansão natural dos corpos d’água são alvos potenciais de alagamentos”. Torna-se fundamental que se promovam políticas públicas para retirar a população dessas áreas, sendo que apenas a remoção dessas pessoas não é suficiente, é necessário que se ocupe a área com serviços ou equipamentos. Caso seja escolhido manter tais áreas naturais é necessária uma fiscalização ativa com intuito de evitar que novas famílias ocupem o espaço e criem uma nova situação de risco.

Tendo em vista as abordagens feitas no decorrer do capítulo, é possível concluir sobre a necessidade de desenvolver metodologias e indicadores para mensurar os diferentes graus de vulnerabilidade às mudanças climáticas levando-se em consideração as diferentes escalas temporais e espaciais. É necessário, ainda, identificar e caracterizar não só os grupos mais vulneráveis, como também as áreas de maior risco aos desastres naturais (ALVES, 2009). Torres (2000), acredita que para observar as características da população em situação de risco, é necessário pensar também na escala intra-urbana, em pequenos setores censitários, tornando a percepção de vulnerabilidade é mais precisa. Portanto, é necessário que as políticas públicas a serem desenvolvidas sejam propostas a partir de análises em menores escalas.

2.3 - Políticas Públicas

Conforme abordado por Barbieri (2011) no tópico anterior, a implementação de medidas que aumentem a capacidade adaptativa da população é necessária para a redução do grau de vulnerabilidade das populações em situação de risco. Como é escasso o capital humano e social dos grupos vulneráveis, as medidas a serem implementadas tendem a ser via Políticas Públicas:

“A partir de uma breve revisão da literatura sobre medidas urbanas de adaptação e mitigação às mudanças climáticas, um ponto importante a ser ressaltado é a prevalência de medidas de mitigação em relação às medidas de adaptação. Mesmo para aquelas cidades que já implementaram algum tipo de medida de adaptação, a ausência de abordagens multidimensionais e políticas multisetoriais faz com que os efeitos dessas políticas sejam ainda um pouco limitadas.” (BARBIERI; VIANA, 2013)

De acordo com Barbieri e Viana (2013) e Marandola Jr. (2005), a maior parte das ações e medidas de combate aos efeitos das mudanças climáticas que têm sido discutidas e implementadas, no contexto urbano, podem ser classificadas como medidas de mitigação. Essa tendência de preferência pelas medidas de mitigação fica clara dentro do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, no qual o capítulo “impactos, vulnerabilidades e adaptação” possui apenas oito páginas, enquanto as ações de mitigação são discutidas em 56 páginas (OBERMAIER; ROSA, 2013):

“As medidas de mitigação estão relacionadas à redução das emissões de gases do efeito estufa e tem por objetivo direto atacar o fato gerador (a causa) do aquecimento global. Nesse tipo de medida e, devido à dificuldade de sua implementação - seja por questões políticas, seja por questões técnicas e tecnológicas - os efeitos sobre as mudanças são sentidos mais a longo prazo e em uma escala mais global. [...] As medidas adaptativas, por sua vez, visam atenuar os impactos das mudanças climáticas e, por isso, alguns autores consideram que, diferentemente das medidas mitigadoras, seus impactos são sentidos de maneira mais imediata e seus benefícios são mais localizados.” (BARBIERI; VIANA, 2013)

Queiroz e Barbieri (2012) e Barbieri (2013) afirmam que a natureza multifacetada da vulnerabilidade demanda que as estratégias de adaptação para criação de medidas de

longo prazo, que se traduzam em resultados ou ações de curto prazo, dessa forma os impactos devem ser pensados de maneira diferente nas escalas temporais, pois precisa-se considerar os efeitos diretos no funcionamento da economia e as consequências das políticas públicas aplicadas. Portanto é necessária a identificação e compreensão das características demográficas e suas transições no decorrer do tempo. As variações temporais são percebidas “como fatores condicionadores de perfis de vulnerabilidade e capacidade adaptativa às mudanças climáticas” (Barbieri, 2013)

“Acreditamos que a melhor e mais efetiva estratégia de mitigação e adaptação envolve a ‘internalização’ das preocupações relativas às mudanças climáticas em todos os segmentos da sociedade o que, por sua vez, requer um papel mediador do Estado na democratização do acesso à participação coletiva e à elaboração de políticas que contemplem todos os segmentos sociais. Tal proposta deve estar vinculada a uma metodologia transversal que integre diversas áreas de conhecimento que tradicionalmente têm pautado a construção de estratégias setoriais, não articuladas, de elaboração e implementação de políticas públicas” (BARBIERI; VIANA, 2013).

3. Impactos das Mudanças Climáticas em Minas Gerais

O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas afirma que o aquecimento no Brasil está ocorrendo de forma mais rápida do que muitas outras partes do mundo, sendo esperadas diversas mudanças e impactos em todo território. Cada estado e bioma sofrerão em um grau diferente os efeitos projetados e, independentemente do cenário a ser considerado, as projeções feitas mostram que haverá aumento de temperatura e nos padrões de precipitação e umidade em todo o país.

A economia mineira também deverá sofrer um impacto importante das mudanças climáticas. De acordo com o PEMCMG (2014), estima-se que de 2008 a 2014 eventos climáticos extremos tenham custado 12,8 bilhões de reais para Minas Gerais e se essa realidade não for modificada, os custos dos impactos das mudanças climáticas para o estado podem alcançar 450 bilhões de reais até o ano de 2050.

De acordo com o Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais (2014), existe uma vulnerabilidade da economia estadual que se concentra em poucos setores e depende da exportação dos produtos ligados à esses setores:

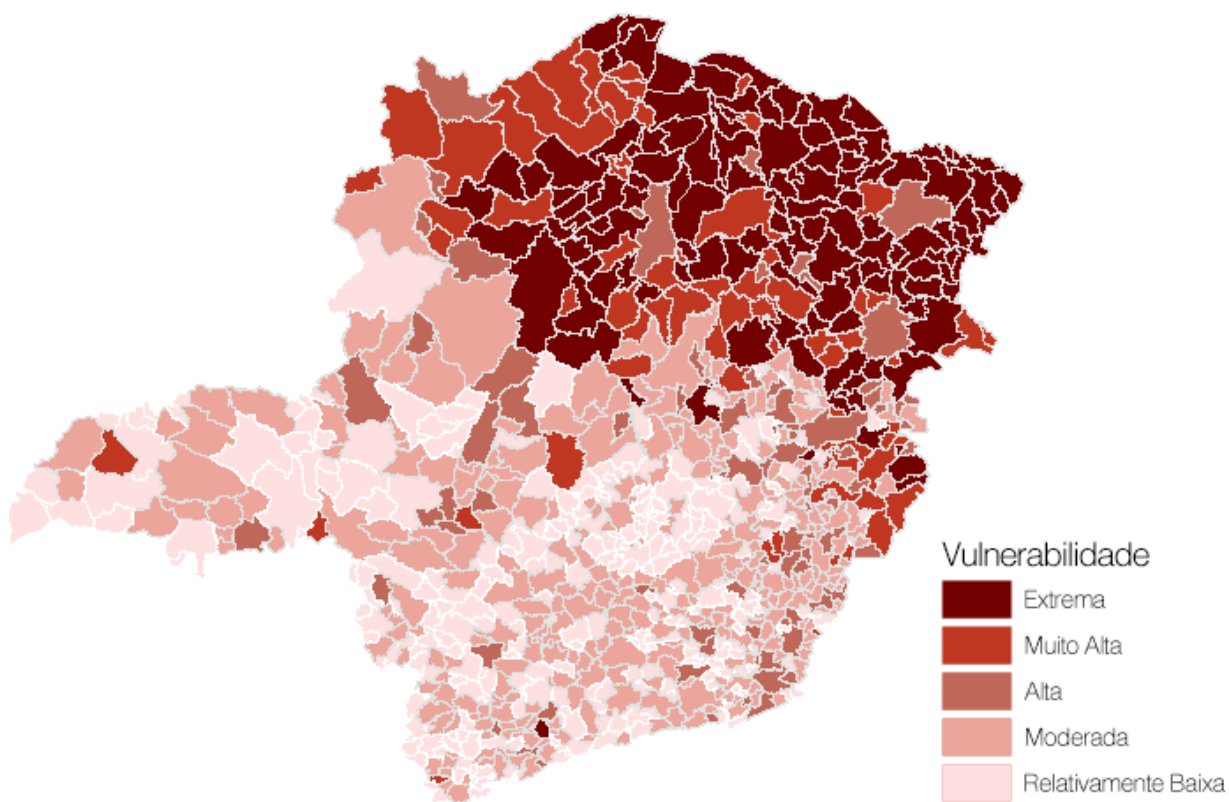
“O padrão geográfico dos impactos projetados para Minas Gerais pode aumentar ainda mais as desigualdades regionais, uma vez que as áreas que possivelmente serão mais severamente afetadas são também as menos desenvolvidas. As consequências sociais podem ser particularmente críticas devido à maior vulnerabilidade de algumas regiões, cujas condições socioeconômicas poderão também limitar a capacidade de adaptação às mudanças climáticas.” (FEAM, 2014)

Minas Gerais possui um território de grandes dimensões, com solos férteis e grandes reservas de águas (mal distribuídas), facilitadores do agronegócio, atividade que está presente em quase todo o estado. Com destaque nacional, o agronegócio mineiro representou em 2011, 12,5% do agronegócio nacional. Do PIB agropecuário mineiro, 40,3% é proveniente da pecuária e 59,7% da agricultura. (PEMCMG, 2014, p. 31) Em junho de 2017, a estimativa era que a participação do agronegócio foi de 13,8% do PIB de Minas Gerais, valor que se encontra em queda se comparado à outros períodos.

De acordo com as conclusões retiradas a partir do Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática - lançado em outubro de 2015 - 78% das cidades mineiras têm alta

sensibilidade às mudanças climáticas e 15% delas estão em áreas de vulnerabilidade extrema. Foi detectado também que cerca de metade das cidades de Minas Gerais (totalizando mais de 5 milhões de pessoas) possuem capacidade relativamente baixas de se adaptar às mudanças climáticas, e que cerca de mais da metade das cidades mineiras têm uma capacidade relativamente baixa de se adaptar às mudanças do clima e seus efeitos. (Agência Minas Gerais, 2015)

Figura 2 - Vulnerabilidade dos municípios de Minas Gerais às Mudanças Climáticas



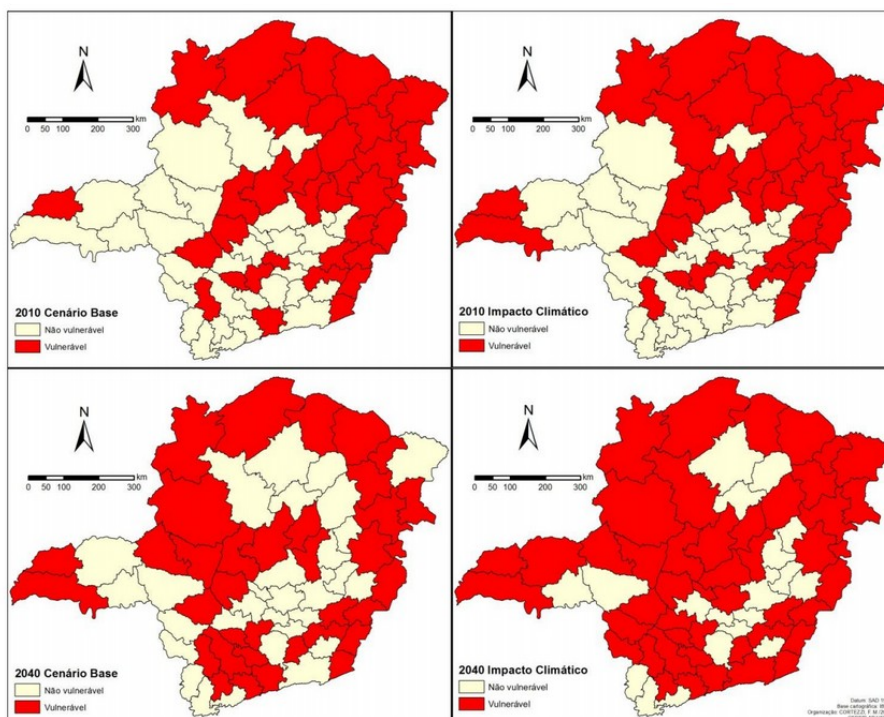
Fonte: Clima Gerais - Plataforma Mineira para adaptação às mudanças climáticas, 2015.

A partir dessa grande variação de cenários populacionais presentes em Minas Gerais, deve-se considerar as diferentes intensidades que os impactos das mudanças climáticas podem trazer aos municípios de Minas Gerais:

“A distribuição desigual dos riscos e dos desastres pode ser constatada não apenas entre os espaços rural e urbano, mas também dentro das próprias cidades. Como outros riscos socioambientais, os efeitos das catástrofes não estão distribuídos homogeneamente nos espaços e entre os grupos sociais. Embora alguns danos possam ser sentidos por quase toda a população, as maiores perdas estão localizadas nas áreas mais pobres e vulneráveis das cidades.” (Viana, 2015)

Um estudo desenvolvido pelo CEDEPLAR (UFMG) em 2013 alerta que a intensidade das vulnerabilidades às mudanças climáticas tende a aumentar nas microrregiões mineiras caso as políticas públicas se mantenham inertes aos impactos causados pela alteração do clima.

Figura 3 - Distribuição Espacial da Intensidade de Vulnerabilidade por microrregiões do estado de Minas Gerais



Fonte: CEDEPLAR (2013)

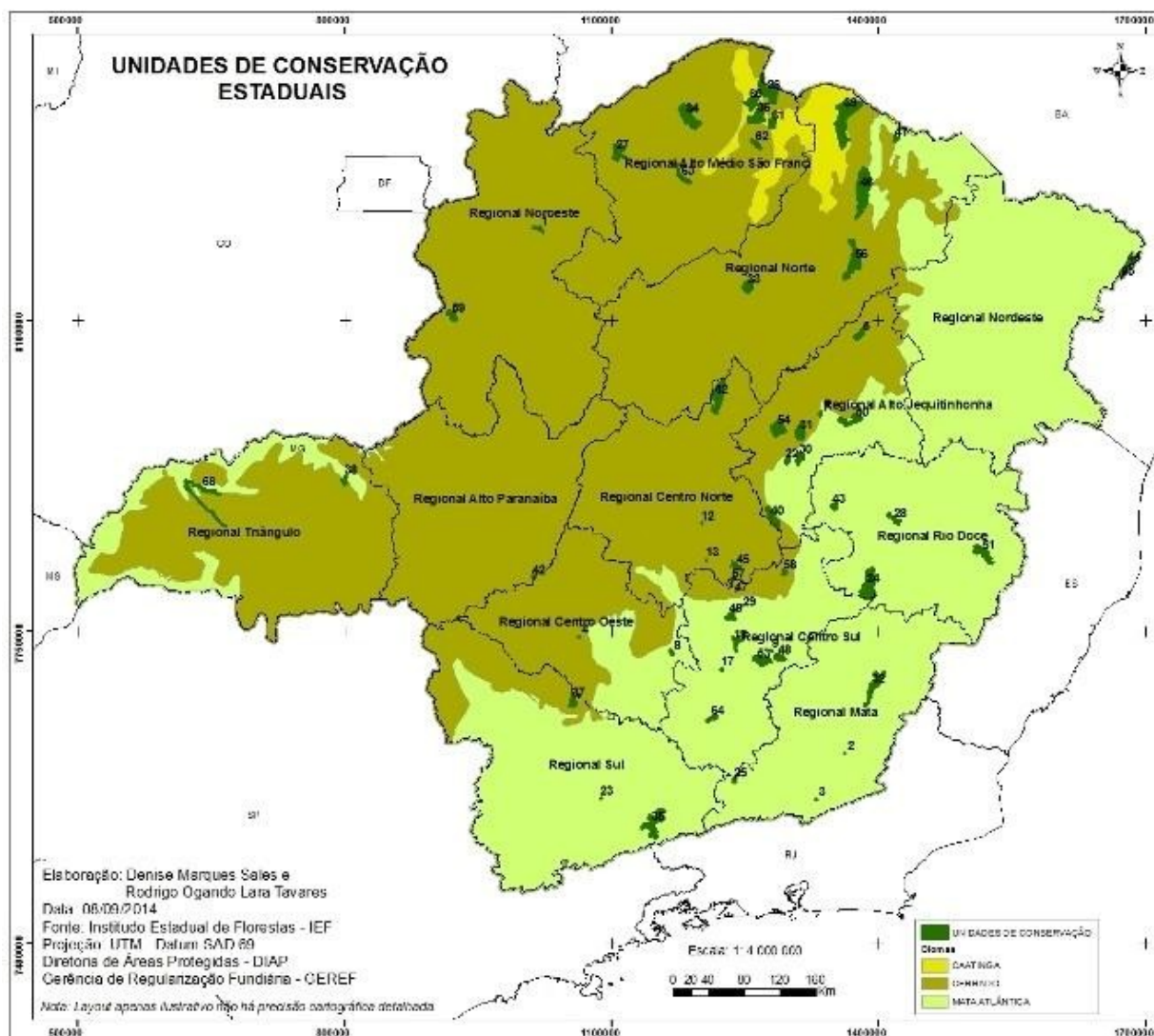
Este capítulo tem como objetivo discutir os potenciais cenários das mudanças climáticas para os municípios do estado de Minas Gerais. Para tal será feita a utilização de exemplos da bibliografia que abordem os problemas tanto nas zonas urbanas, quanto nas áreas de produção agrícola.

3.1 - Biomas

As diferentes formas de relevo em Minas Gerais, somadas às características específicas de solo e clima, propiciaram uma grande variedade de paisagens que se destacam em qualquer viagem feita em vias terrestres pelo estado. A cobertura vegetal da paisagem mineira é dividida em três biomas diferentes: a Mata Atlântica, o Cerrado e a Caatinga. De acordo com um estudo feito em 2005 pelo Instituto Estadual de Florestas e a Universidade Federal de Lavras, 33,8% do território mineiro mantém a cobertura vegetal dos biomas.

Conforme informações do site do IEF, dentre a proporção do território mineiro que conservou a cobertura vegetal, 19,94% representam o Cerrado, dentro desse valor temos 6,6% de campo limpo, 2,56% de campo cerrado, o Cerrado *stricto sensu* corresponde à 9,48%, Cerradão ou catanduva equivale à 0,61% e, finalmente, as veredas que cobrem 0,69% do território mineiro. A Mata Atlântica cobre 10,33% da área de Minas Gerais, sendo 1,05% representada por campos rupestres, 8,9% pela floresta estacional semidecidual e 0,38% equivalentes à floresta ombrófila. Por último, temos a Caatinga que cobre 3,48% da extensão estadual. O mapa a seguir mostra a cobertura vegetal original de cada bioma:

Figura 4 - Cobertura vegetal original dos Biomas de Minas Gerais



Fonte: Instituto Estadual de Florestas - IEF

No contexto das Mudanças Climáticas, as projeções não são boas para os biomas presentes em Minas Gerais. De acordo com o Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (2013), projeta-se uma diminuição de 35% das precipitações e aumento de 4°C no inverno da região de Mata Atlântica. No caso do inverno no Cerrado, a queda de chuvas pode chegar a 45%, além de 5.5°C de aumento na média de temperatura. No inverno da Caatinga, a projeção é que a

diminuição das chuvas poderia chegar a 50%, e o aumento das temperaturas pode chegar a 4,5°C.

Tais modificações podem resultar na substituição do bioma original por um mais adaptado às temperaturas mais altas e menor quantidade de chuvas. Sendo assim, o Cerrado poderia tomar espaço de áreas de Mata Atlântica e parte do Cerrado seria substituído pela Caatinga. Em casos extremos, a Caatinga pode ser sucedida pelo semideserto. Ademais, as mudanças causadas pela alteração do clima podem causar uma enorme perda de biodiversidade pois diversas espécies perderiam seus *habitats* e não conseguiriam se adaptar às novas condições. (PBMC, 2013)

De acordo com o estudo “*Consequences of global climate change for geographic distributions of cerrado tree species*” feito em 2003, mostra uma redução drástica das espécies de árvores no Cerrado, variando entre 25% e 90%. O estudo ainda afirma que 162 espécies de árvores estudadas tendem a um declínio maior que 50% independentemente do cenário climático utilizado. Dentre essas espécies, cerca de 100 poderão apresentar uma distribuição geográfica reduzida em 90%. (PEMCMG, 2014)

Outro estudo do impacto das mudanças climáticas sobre os biomas, alerta que dentre as variedades de árvores estudadas da Mata Atlântica no Brasil, haverá uma redução de ocorrência entre 20% e 50% até o ano de 2050, conforme cenário climático e modelos adotados. (COLOMBO; JOLY, 2010)

3.2 - Agropecuária

Conforme abordado anteriormente, apenas 33,8% do território mineiro manteve a cobertura vegetal dos biomas até 2005. Os outros 66,2% foram ocupados pelas cidades ou por atividades de agropecuária. O último foi responsável por cerca de 5% do PIB mineiro no ano de 2014 ao gerar 25.586,1 milhões de reais para a economia de Minas Gerais².

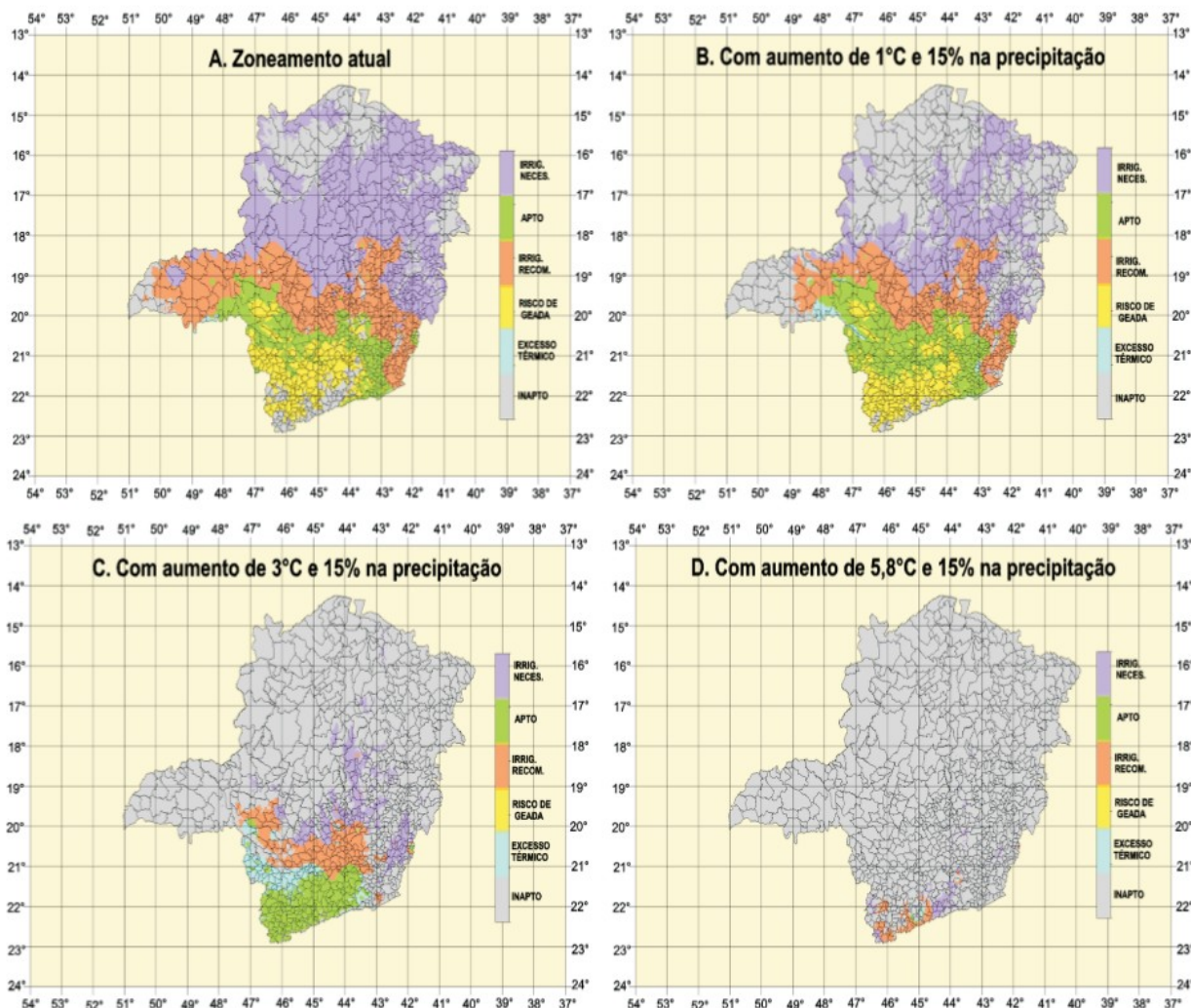
² Dados calculados de acordo com o Relatório Anual do Produto Interno Bruto de Minas Gerais, gerado pela Fundação João Pinheiro.

De acordo com o PEMCMG (2014), quase 60% das exportações da agroindústria mineira em 2011 foram de café. Esse percentual é mais de quatro vezes maior que o segundo colocado, o açúcar (13,5%) e quase sete vezes maior que a carne, que se encontra na terceira colocação de produtos exportados, com 8,6%.

Após as indicações do terceiro relatório do IPCC, Assad et al. (2004) fizeram um estudo sobre os impactos que seriam sentidos nas cafeiculturas pelas mudanças climáticas, para isso foram feitas simulações de aumento de 1°C, 3°C e 5,8°C na temperatura média do ar, sendo todas com o incremento de 15% na precipitação pluvial. Em Minas Gerais, foram identificadas cinco diferentes condições de produção: região para cafeicultura com irrigação necessária; região com aptidão natural; região inapta por excesso térmico (temperatura média anual maior que 23°C); região apta, mas com risco de geada; e região inapta.

No cenário que testava o aumento de 1°C a área inapta para cafeiculturas passa de 24,1% para 43,3% e há um aumento de 3,5% - de 8,9% para 12,4% - na área "naturalmente apta". No cenário com 3°C de aumento na temperatura média anual, praticamente desaparecem as áreas com risco de geada, a área que necessitaria da irrigação para produção seria de 6,1% do estado e 76,3% da área seria considerada inapta para a cafeicultura. No último cenário, com o aumento de 5°C e 15% da precipitação pluvial, seria possível cultivar café em apenas 2,6% da área de Minas Gerais, sendo esse percentual concentrado em municípios do sul, regiões montanhosas e de difícil manejo (ASSAD et. al., 2004). A figura 5 retrata os resultados obtidos pelo estudo:

Figura 5 - Zoneamento do café para o Estado de Minas Gerais (atual e cenários)



Fonte: Assad et al. (2004)

O estudo de Assad et al (2004) ainda afirma que se os cenários do IPCC se tornarem reais e forem mantidas as condições genéticas e fisiológicas das atuais variedades de café, o cultivo do café será drasticamente reduzido nos próximos 100 anos, sendo que a produção de 702 municípios (contabilizados em 2001) será restringida a 28 apenas.

Outro produto importante para a economia e agricultura de Minas Gerais é o milho. O estado é o 4º maior produtor de milho do Brasil com 10,7% da produção nacional. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento, a safra de grãos 2016/17 chegou a mais de 14 milhões de toneladas (ASSAD et al., 2004).

A produção deste produto específico poderá ser afetada pela queda dos períodos de chuva previstos pelo IPCC. De acordo com estudo desenvolvido por Alencar et al. (2011), as alterações nas condições climáticas podem afetar a demanda de água das plantas pois a afeta a evapotranspiração. Foi registrado pela pesquisa uma redução da evapotranspiração da ordem de 1,98 mm e 2,69 mm por ano, para o milho de safra normal e o milho de safrinha, respectivamente. Sendo assim, a cada ano que se passa o milho tende a demandar mais água até o momento que ele não consiga mais se adaptar ao clima local. Isso causaria morte de diversas plantas, além de queda na produção do grão. Além dos produtos supracitados, as estimativas feitas pelo IPCC também projetam diversas consequências das mudanças climáticas sobre as lavouras (temporárias e permanentes), florestas e a pecuária de Minas Gerais.

Moraes et al. (2013), a partir dos resultados da mudança climática obtidos por Timmins (2006) afirmam que as estimativas de aumento de temperatura no verão poderiam causar a diminuição da área de florestas e lavouras permanentes. Porém, essa variação positiva de temperatura no inverno provocaria a redução da área de pastagens.

De acordo com os dados produzidos pela Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira, a tendência entre 2010 e 2040 é de aumento da área de pasto entre 10,9% (A2-BR) e 7,1% (B2-BR). Já as lavouras no mesmo período podem ter uma queda de 3,1% de sua área (A2-BR) ou aumento de 9,6% (B2-BR). No período de 2040 a 2070, a tendência é de aumento das áreas de pasto entre 11,9% (A2-BR) e 8,5% (B2-BR) e possibilidade de queda da área de lavouras de 1,0% (A2-BR) ou aumento de 9,1% (B2-BR). Diferentemente dos dois períodos anteriores, as estimativas entre 2070 e 2100 convergem na idéia que haverá queda na área de lavouras - entre 5,0% (A2-BR) e 18,0% (B2-BR). Neste período o aumento das áreas de pasto estariam entre 11,0% (A2-BR) e 15,2% (B2-BR).

Vale ressaltar que a Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas na Economia Mineira projeta em ambos os cenários uma grande diminuição da área florestal no estado de Minas Gerais. Essa redução das áreas de florestas estão entre 30,1% e

34,7% no período de 2010 a 2040; 35,2% e 40,2% entre 2040 e 2070; e variam de 34,2% a 40,0% de 2070 a 2100.

Estas mudanças climáticas podem desencadear diversos problemas nas regiões mais pobres do estado de Minas Gerais, dentre eles: aumento da atividade pecuarista em todo estado, gerando uma intensificação da pecuária extensiva e de baixa produtividade nas regiões Norte e Nordeste do estado; perda de rentabilidade agrícola a partir da redução da área de lavouras e aumento da pecuária extensiva.

3.3 - Área urbana

É muito importante considerar na análise das vulnerabilidades às mudanças climáticas o contexto urbano. Conforme CEDEPLAR (2017), a alta concentração de população em áreas urbanas no Brasil (acima de 80% em 2017) indica a necessidade de priorizar a construção de capacidade de planejamento e políticas de adaptação que visem a redução da vulnerabilidade socioambiental. Os principais problemas ambientais nas áreas urbanas estão relacionados a diversas especificidades das cidades. Mendonça et al. (2013), a partir da interpretação de Jacobi (2004), apresentam alguma dessas características: “Redução de áreas verdes com excessiva impermeabilização do solo; poluição do ar; rede de transporte inadequada; baixa cobertura da rede de esgoto; contaminação dos mananciais de água e dos rios dentro das cidades; saturação de áreas para despejo dos dejetos sólidos.” Outras características urbanas que apontam situações potenciais de vulnerabilidade são citados por outros estudos:

“Uma das características das áreas urbanas é seu nível de intervenção direta sobre as áreas naturais. Nesse contexto, é inevitável que o ambiente urbano cause grandes alterações no microclima local. As áreas urbanas possuem um coeficiente de reflexão menor nas áreas naturais por conta dos materiais empregados, como cobertura asfáltica, concreto e telhados. Os materiais comumente utilizados em áreas urbanas apresentam grande potencial de absorção da radiação, o que intensifica o fenômeno das ilhas de calor. Além disso, a concentração de pessoas e atividade econômica nas cidades envolve a presença de milhares de fontes de calor em pequena escala, como aparelhos de ar condicionado, veículos automotores, além do uso de energia com fins

comerciais e industriais” (ROSENZWEIG et al., 2008; REVI et al., 2014 apud PINHEIRO et al., 2016).

Segundo a Habitat III - Terceira Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável (2016), aproximadamente 4 bilhões de pessoas (55% da população mundial) vivem em áreas urbanas. A conferência também projeta que até 2030, 60% da população mundial seja urbana.

De acordo com Barbieri e Viana (2013), ao aproximar a escala de estudo para América Latina essa proporção aumenta para 78% da população, representada em termos absolutos por quase 450 milhões de habitantes. Comparando com as outras regiões compostas por países em desenvolvimento, a América Latina é considerada como a região mais urbanizada. De acordo com a projeção da ONU, a proporção da população urbana desta região em 2050 chegará 89%. É importante destacar que o Brasil, no ano de 2010, atingiu a marca de 84% da população vivendo em áreas urbanas. Apesar da previsão ser de aumento desse percentual, acredita-se que a expansão urbana acontecerá mais lentamente no Brasil.

Pode-se afirmar, portanto, que o crescimento da população urbana, aliado aos padrões de urbanização e estilo de vida urbano, tem relação com a gravidade dos impactos mudanças climáticas. Além disso, Pinheiro et al. (2016) ressaltam que o fato de o Brasil ser do grupo dos países tropicais em desenvolvimento, aumenta a vulnerabilidade às mudanças climáticas devido às altas temperaturas - principalmente no verão - e os desafios para se desenvolver, como melhorar o nível educacional, de saúde, renda e qualidade de vida.

Os municípios do estado de Minas Gerais possuem diversas características que podem torná-los mais vulneráveis, dentre elas podemos destacar: a distribuição populacional, o relevo acidentado, as edificações e as grandes quantidades de emissões de gases estufa.

A distribuição populacional pelo território mineiro é vista como muito desigual e afeta as populações dentro e fora das regiões mais populosas. A região metropolitana, por exemplo, possui um quarto (4.883.970 habitantes, em 2013) de toda população

mineira, sendo que quase metade dessa população vive em Belo Horizonte (2.375.151 habitantes).

As áreas urbanas são, portanto, uma área na qual a maior parte da população (do planeta, América Latina, Brasil ou de Minas Gerais) vive e também os locais onde, segundo Hogan (2009), o impacto das mudanças climáticas serão mais sentidos. O autor considera que num cenário de intenso crescimento da população urbana, o excesso de problemas socioambientais e o retardo da elaboração de uma infraestrutura ambiental e sustentável seriam agravantes que não deixariam as cidades estarem preparadas para as mudanças climáticas.

O relevo acidentado de Minas Gerais, somado com as chuvas intensas, aumenta a vulnerabilidade dos municípios do estado aos deslizamentos de terra, cheias e inundações. De acordo com a PEMCMG (2014), 92% dos deslizamentos de terreno e 47% das cheias registradas no Brasil ocorreram na região sudeste. Vale à pena considerar que as mudanças climáticas alteram a frequência e intensidade das precipitações, conseqüentemente pode haver um aumento da intensidade das chuvas que tornariam as populações em situação de risco mais vulneráveis, além de criar novas situações de risco. As metrópoles tendem a ter mais frequência de chuvas de elevada intensidade, pois a temperatura de superfície é maior na região e há existência de maior número de veículos irradiando calor do motor.

Outra consequência das mudanças climáticas que deve afetar as cidades é a elevação das temperaturas. De acordo com os cenários do IPCC, os dias e noites dos municípios tendem a ficar mais quentes, afetando a qualidade de vida da população e exigindo uma revisão das construções humanas em busca de diminuir a absorção e emissão de calor.

Além disso, é preciso reduzir muito a poluição do ar, que é uma das mais graves emissões na escala local. A qualidade de vida das populações que vivem nas cidades é muito afetada pela poluição do ar por diversos fatores, como o aumento de internações de doentes por problemas respiratórios em períodos de estiagem, irritação dos olhos causada pela alta concentração de poluentes, a aceleração do

desenvolvimento de tosse, gripe e resfriado também está relacionado à poluição do ar nas cidades. Estes problemas são percebidos como mais graves a partir da observação que os mais afetados são crianças e idosos, as faixas de idade mais vulneráveis da pirâmide etária.

4. Metodologias de avaliação de vulnerabilidades: avaliação crítica

O presente capítulo tem como principal objetivo fazer uma análise crítica e comparativa de indicadores de vulnerabilidade às mudanças climáticas utilizados no estado de Minas Gerais. Para isto, foram selecionados quatro objetos de estudo criados por solicitação do governo ou de fundações de pesquisa como a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais.

4.1 - Vulnerabilidade a inundações

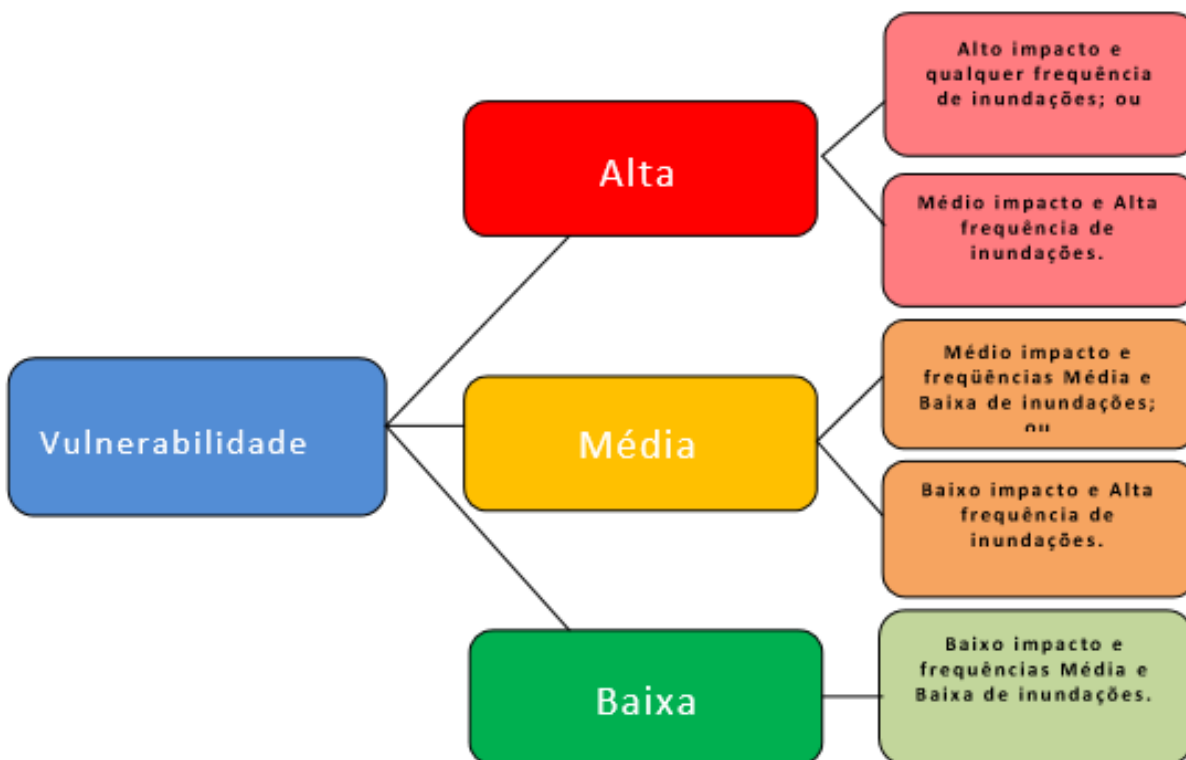
O Atlas de Vulnerabilidade a Inundações no Estado de Minas Gerais publicado em 2013, foi desenvolvido pela SEMAD com intuito de fazer com que comunidades e instituições pudessem se envolver nas ações de prevenção e mitigação de inundações a partir de informações de monitoramento do fenômenos climáticos que podem causar emergências de cheias, secas e tempestades severas. Segundo a própria publicação, o “Atlas é uma ferramenta de planejamento a prevenção de inundações de suma importância que possibilitará a identificação dos pontos mais críticos e as estimativas dos impactos causados pelas chuvas.”

A metodologia de avaliação da frequência das inundações é qualitativa e é classificada a partir da utilização de 3 categorias: i) Alta, se houve ocorrência de inundação na área nos 5 anos anteriores à publicação do Atlas; ii) Média, caso as inundações tenham ocorrido na área entre 5 e 10 anos; e iii) Baixa se a última ocorrência de inundações foi registrada a mais de 10 anos.

Já a estimativa dos impactos foi definida de acordo com os riscos de danos à vida da população atingida. A classificação dos impactos foi dividida da seguinte maneira: i) Alta, risco de dano à vida humana e danos significativos a serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura públicas e residências; ii) Média: Danos razoáveis a serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura públicas e residências; iii) Baixa: Danos localizados.

O Atlas observa: “vários fatores que podem potencializar a vulnerabilidade de um local a inundações, dentre eles: a densidade populacional, a distribuição de renda, as redes de infraestrutura, a tipologia das edificações, a falta de planejamento, o uso e ocupação do solo e a percepção do risco”. Apesar disso, nenhum desses importantes fatores foi inserido na metodologia. De acordo com a revisão sobre vulnerabilidade e seus conceitos associados, feita anteriormente pelo presente estudo, tais fatores poderiam ser levados em consideração no esquema para definição da Vulnerabilidade à Inundação de um trecho de corpo de água.

Figura 6 - Matriz de vulnerabilidade a inundações utilizada pelo Atlas de Vulnerabilidade a Inundações



Fonte: ANA, Atlas de Vulnerabilidade a Inundações, 2014.

4.2 - Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas

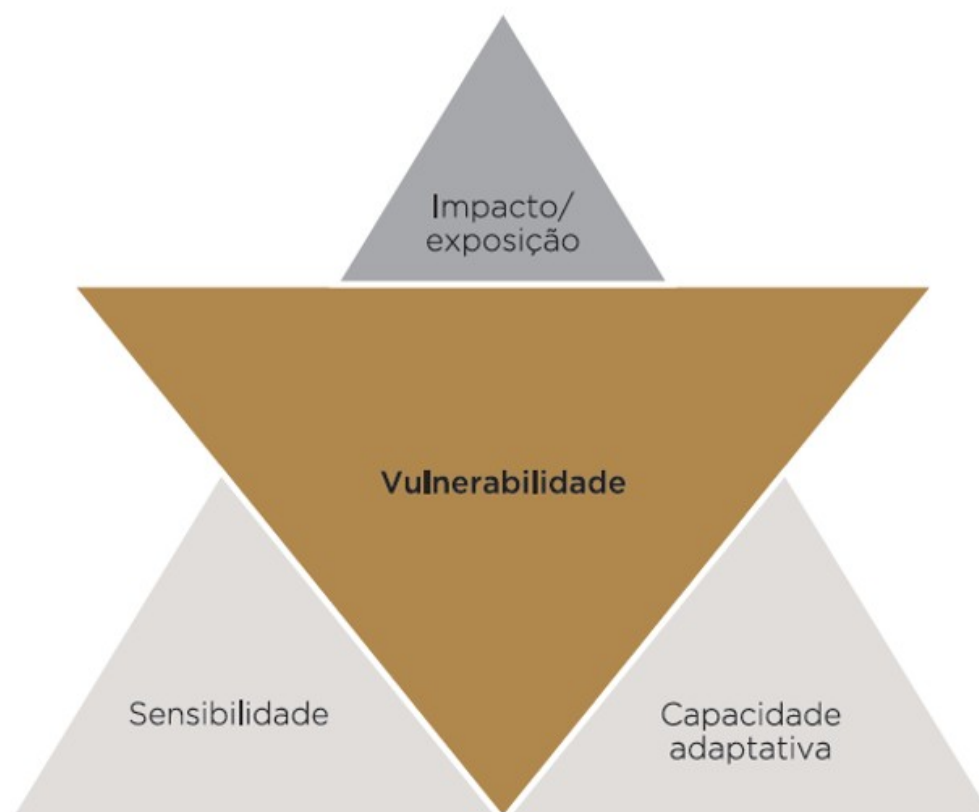
Publicado em 2014 pela Fundação Estadual de Meio Ambiente como parte do Plano de Energia e Mudanças Climáticas, o Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas apresenta uma avaliação da vulnerabilidade do território de Minas Gerais às mudanças climáticas elaborada a partir de uma análise integrada das ameaças potenciais e impactos climáticos nos sistemas naturais e socioeconômicos. O objetivo do relatório é “alinhar conhecimentos existentes e aplicar indicadores quali-quantitativos que permitam identificar as regiões prioritárias, para a implementação de medidas de adaptação, e os desafios a serem vencidos.”

O Estudo foi construído a partir de pesquisas bibliográficas e informações pré-existentes. A definição de vulnerabilidade utilizada pelo relatório, por exemplo, é a definida pelo IPCC (2007):

"[...] medida na qual um sistema está suscetível aos - ou é incapaz de lidar com - efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo-se a variabilidade climática e os fenômenos extremos. A vulnerabilidade depende da natureza, da amplitude e do ritmo da variação climática à qual o sistema em questão está exposto, da sensibilidade desse sistema e de sua capacidade de adaptação". (IPCC, 2007)

O diagrama da vulnerabilidade proposto pelo IPCC é composto por outros 3 componentes: a exposição, a sensibilidade e a capacidade adaptativa:

Figura 7 - Diagrama de vulnerabilidade utilizado pelo Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas



Fonte: IPCC (2007) *apud* PEMCMG (2014)

- A exposição é definida pelo IPCC como "a natureza, a amplitude e o ritmo da variação climática à qual o sistema está exposto". Um território pode ser considerado exposto caso seus componentes socioeconômicos ou ambientais sejam impactados pelas mudanças climáticas. O grau de exposição é definido a partir da amplitude do impacto sobre o lugar;
- A sensibilidade é definida pelo IPCC como o "grau no qual um sistema é influenciado, positivamente ou negativamente, pela variabilidade climática ou pelas mudanças climáticas". Sendo assim, podemos afirmar que a sensibilidade às mudanças climáticas de um território estão atreladas aos atributos

socioeconômicos da população que reside no local e as características ambientais dali;

- A capacidade de adaptação, como o próprio nome diz, é a “capacidade de um sistema se adaptar às mudanças climáticas (especialmente à variabilidade climática e aos fenômenos extremos), a fim de atenuar os danos potenciais, aproveitar as oportunidades ou enfrentar as suas consequências” (IPCC, 2007). O PEMCMG (2014) afirma que a “capacidade de adaptação inclui todos os aspectos que permitem à coletividade se adaptar a uma mudança que surge em determinada situação.”. Ela pode ser medida pelas ferramentas do lugar para mudar os impactos negativos ou aproveitar uma situação positiva.

Os indicadores que avaliam as mudanças climáticas no estudo foram selecionados a partir de uma abordagem dedutiva, que se baseia no conhecimento contemporâneo para deduzir o grau de vulnerabilidade do estado de Minas Gerais às mudanças climáticas. (PEMCMG, 2014)

4.3 - Vulnerabilidades e adaptação às Mudanças Climáticas (CEDEPLAR/UFMG)

O projeto “Vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas: Uma avaliação integrada das dimensões sociodemográfica, econômica e de saúde para o estado de Minas Gerais” foi desenvolvido pelo CEDEPLAR/UFMG com financiamento da FAPEMIG. O projeto “visa ampliar o conhecimento sobre impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas no Brasil, com foco nas microrregiões de Minas Gerais e na RMBH.” (CEDEPLAR et al., 2013)

O estudo define três objetivos principais para o desenvolvimento do conteúdo: i) avaliar a relação de longo prazo entre as mudanças climáticas, a dinâmica sociodemográfica e econômica, além da saúde populacional; ii) Desenvolver metodologias que identifiquem situações de vulnerabilidade a partir de uma perspectiva integrada das relações entre mudanças climáticas, dinâmica sociodemográfica e econômica, e saúde; iii) Discutir a construção de capacidades de planejamento de médio e longo prazo, e sua incorporação completa às políticas públicas em suas diversas esferas, sendo uma

estratégia de adaptação aos impactos das mudanças climáticas sobre as dinâmicas demográfica, econômica e de saúde. (CEDEPLAR et al., 2013)

O projeto considera necessária na análise de vulnerabilidade às mudanças climáticas a busca por um “Marco Conceitual, Teórico e Metodológico” que possa explicitar a multidimensionalidade e a interdisciplinaridade da vulnerabilidade. Assim, é importante que se pense e aplique estratégias metodológicas que possam definir os diferentes cenários de vulnerabilidade.

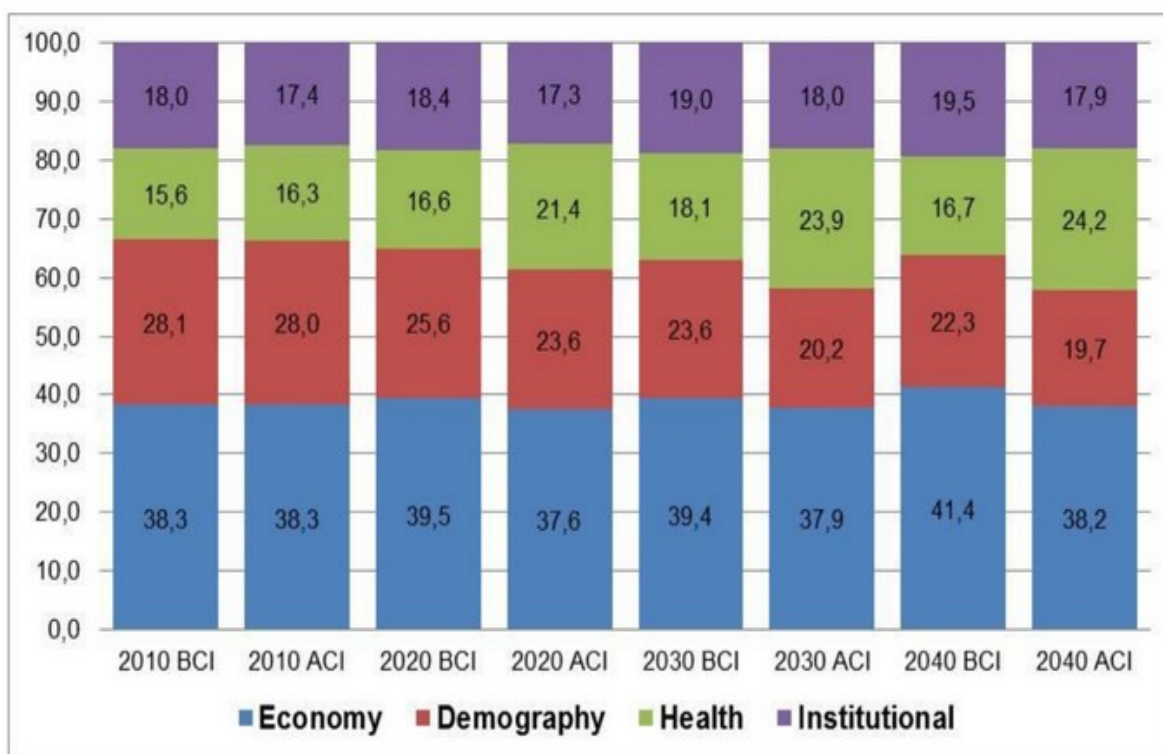
O trabalho utiliza diversas metodologias para fazer integração das dimensões de vulnerabilidade em uma análise multidimensional. Os pesquisadores fizeram diversas estimativas com o intuito de serem mais precisos o possível nas projeções da vulnerabilidade populacional. Para se chegar a uma escala mais refinada, foi feito um “*downscaling*” das projeções dos modelos climáticos A2 e B2; com intuito de saber como será a “cara” da população, foi feita também uma projeção populacional quinquenal até o ano de 2050, por sexo e grupo etário, para Minas Gerais, as microrregiões e municípios do estado; para prever o percentual de domicílios com acesso à água e saneamento entre 2015 e 2050, foi estimada a taxa de crescimento entre 1981 e 2010 e projetada a cobertura do serviço; a expectativa de anos de estudo foi projetada a partir do cálculo da média de anos estudados pela coorte de cada faixa etária entre 7 e 18 anos; as respostas econômicas induzidas pelas mudanças climáticas foram projetadas a partir da interação de modelos econométricos, do modelo IMAGEM-B (que permite simular políticas geradoras de impactos sobre preços específicos das regiões, assim como modelar a mobilidade regional de fatores (CEDEPLAR, 2013)) e de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC, que condensa o comportamento dos agentes econômicos e suas interações com modelos econométricos específicos), que captam as alterações em regiões agrícolas e em sequência verificam os impactos dessas alterações na economia.

A partir do método supracitado, são feitas as estimativas dos impactos das mudanças climáticas para diversas áreas considerando as migrações e a dinâmica populacional, a saúde e a produtividade agrícola. Vale ressaltar que para cada dimensão de vulnerabilidade adotada foi utilizado uma metodologia de aplicação diferente, cada qual

regulada de acordo com as variáveis que tinham relações com o campo trabalhado.

Dentre os resultados alcançados pelo estudo podemos destacar: i) os indicadores estimados de vulnerabilidade nas dimensões ambiental, demográfica, econômica, saúde e institucional entre 2010 e 2014; ii) as projeções de vulnerabilidade nas dimensões supracitadas entre 2010 e 2040; iii) as projeções agregadas de vulnerabilidade populacional em Minas Gerais antes e depois do impacto climático; iv) as projeções de contribuição relativa por dimensão (economia, demografia, saúde e institucional) para a Vulnerabilidade Multidimensional em Minas Gerais (FIGURA 8); v) os mapas que representam as dimensões espaciais dos impactos entre 2010 e 2040 das microrregiões vulneráveis, dentre eles a FIGURA 3 e FIGURA 9.

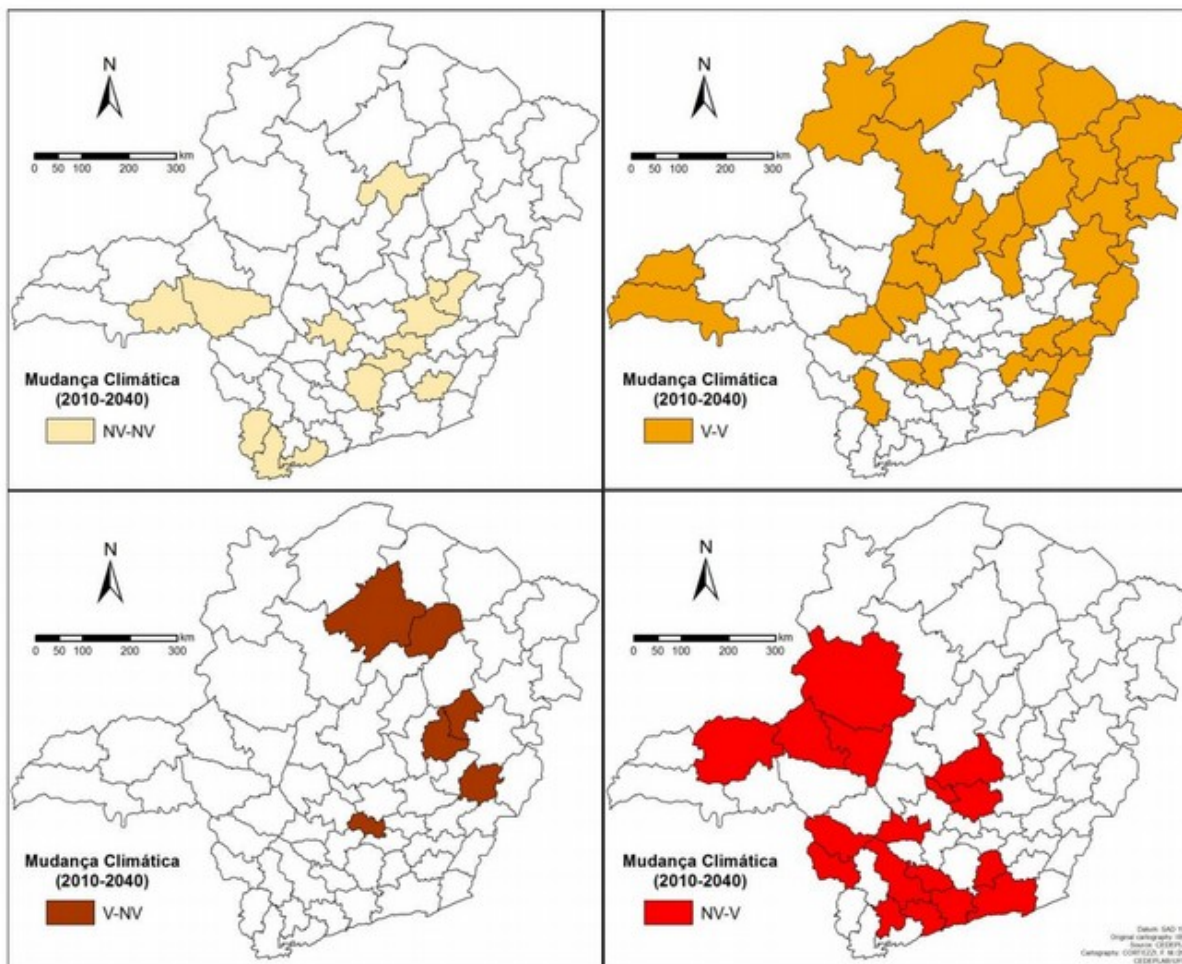
Figura 8 - Contribuição Relativa por Dimensão para a Vulnerabilidade Multidimensional em Minas Gerais de 2010 a 2040.³



Fonte: CEDEPLAR (2013)

³ BCI se refere ao cenário antes do impacto climático e ACI ao cenário pós impacto climático

Figura 9 - Distribuição espacial de Microrregiões conforme Estágio de Transição entre Situação de Não Vulnerabilidade e Vulnerabilidade no Cenário Tendencial (com Choque Climático), 2010 a 2040



Fonte: CEDEPLAR (2013)

4.4 - Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática

O Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática, lançado em outubro de 2015 a partir da parceria entre a Fundação Estadual do Meio Ambiente e a Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD), é um instrumento que tem como objetivo prever os riscos às mudanças climáticas devido à vulnerabilidade. O IMVC é “uma ferramenta que permite

avaliar o nível no qual os municípios de Minas Gerais são suscetíveis ou incapazes de lidar com os efeitos negativos das mudanças climáticas.” (Agência Minas Gerais)

Construído a partir de adaptações feitas da metodologia indicada pelo IPCC, o Índice será instrumento importante para a criação de políticas públicas com intuito de prevenir danos e aumentar a capacidade adaptativa dos municípios às mudanças climáticas. A avaliação de vulnerabilidade do instrumento foi feita a partir do agrupamento de 28 indicadores socioambientais e econômicos com intuito de medir os três componentes do diagrama da vulnerabilidade apresentado pelo IPCC, a sensibilidade, exposição e capacidade adaptativa. A equação da vulnerabilidade apresentada pelo indicador é a mesma do IPCC:

$$\text{Sensibilidade} \times \text{Exposição} \div \text{Capacidade de Adaptação} = \text{Vulnerabilidade}$$

Mais especificamente, os elementos da equação (Sensibilidade, Exposição e Capacidade de Adaptação) são compostos pela média dos valores dos índices selecionados. A equação tem a Capacidade de Adaptação inversamente proporcional à vulnerabilidade devido às definições encontradas nos estudos do IPCC (IPCC, 2007 apud FEAM, 2015). Foram selecionados indicadores para composição de cada componente da vulnerabilidade, cada um utilizando diferentes dados quantitativos oficiais constantes das bases estaduais e federais:

- Sensibilidade: Taxa de famílias inscritas no cadastro único, Participação da Agropecuária no Valor Adicionado (Valor do PIB, excluídos os impostos líquidos de subsídios), Razão de Dependência (Seguridade Social e Saúde), Taxa de Mortalidade Infantil, Serviço de Drenagem Urbana Subterrâneo por tipo de Rede Coletora, Percentual da população atendida com Sistema de Esgotamento Sanitário, Proporção de internações por Doenças de veiculação hídrica, Grau de Urbanização, Percentual de cobertura vegetal por flora nativa e Índice de disponibilidade hídrica superficial (demanda x disponibilidade);
- Exposição: Taxa média de perdas econômicas decorrentes de eventos extremos, Taxa média de pessoas afetadas por eventos extremos, Média de declarações de estado de alerta, emergência e/ou calamidade pública, Anomalia média da temperatura máxima, Anomalia média da precipitação, Média de

ocorrência de enchentes, Média de ocorrência de secas e Média de focos de incêndio registrados;

- Capacidade de adaptação: Receita corrente líquida per capita, Taxa de emprego no setor formal, Renda per capita, Convênio/RCL (Razão entre o montante de transferências recebidas pela administração, na forma de convênios, e a sua Receita Corrente Líquida), Índice de Desenvolvimento da Educação Básica do Ensino Fundamental da rede pública, Esforço orçamentário em saneamento, Esforço orçamentário em atividades de saúde, Taxa da área de unidades de conservação, ICMS recebido pelo critério ecológico da Lei Robin Hood e Esforço orçamentário em Meio Ambiente.

4.5 - Síntese crítica dos indicadores

Após o estudo conceitual da vulnerabilidade e de seus componentes, da análise e projeções dos impactos das mudanças climáticas e da revisão de algumas metodologias utilizadas para avaliar a vulnerabilidade populacional, é possível perceber que existe a necessidade que alguns métodos de avaliação da vulnerabilidade às mudanças climáticas sejam revisados para se tornarem mais precisos e, conseqüentemente, se tornarem mais eficientes para as políticas públicas que tem como objetivo reduzir a vulnerabilidade populacional.

O Atlas de vulnerabilidade às inundações, por exemplo, é uma ferramenta de planejamento a prevenção de inundações que utiliza a vulnerabilidade apenas como a possibilidade de algo ocorrer a partir de seu histórico somada ao possível grau de impacto nas populações locais. Não é utilizada nenhuma projeção de intensidade e frequência de chuvas nos locais. Além disso, as causas dessas inundações não são estudadas com intuito de evitar o acontecimento delas, como é feito, por exemplo, pelo Sistema Estadual de Informações em Saneamento (SEIS), que em estudo de 2008/2009 mapeou as principais causas de inundações nos municípios da região metropolitana de Belo Horizonte a partir das características apresentadas: dimensionamento inadequado do sistema, obstrução de bueiros, bocas de lobo e bocas

de leão, obstrução de galerias e canais de escoamento, ocupação irregular, impermeabilização excessiva do solo e transbordamento nos cursos d'água.

O Atlas de Vulnerabilidade às Inundações leva em consideração somente o transbordamento nos cursos d'água em sua metodologia. Porém, de acordo com os dados produzidos pelo estudo supracitado da SEIS, essa causa aconteceu em 10 dos 34 municípios da RMBH, enquanto o Dimensionamento inadequado do sistema ocorreu em 8; a obstrução de bueiros, bocas de lobo e bocas de leão em 6; a obstrução de galerias e canais de escoamento em 5; ocupação irregular em 8; impermeabilização excessiva do solo em 6.

É importante ressaltar que a metodologia para avaliar a vulnerabilidade utilizada pelo Atlas de Vulnerabilidades a Inundações no Estado de Minas Gerais é a estabelecida pela Agência Nacional de Águas. Sendo assim, essa classificação tende a ser utilizada por grande parte das pesquisas, indicadores e até políticas públicas relacionadas à vulnerabilidade a inundações no Brasil. Portanto, considera-se necessário que a metodologia de análise de vulnerabilidade utilizada pela ANA seja revista com intuito de acolher todas variáveis que possam causar inundações.

No caso do Estudo de Vulnerabilidade Regional às Mudanças Climáticas e do Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática, vemos uma abordagem da vulnerabilidade bem parecida com a proposta pelo IPCC, na qual existe uma equação da vulnerabilidade que leva em consideração a exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação. Porém, o IPCC Third Assessment Report, que trouxe essa noção de vulnerabilidade, ocorreu em 2007, quase uma década antes dos dois trabalhos utilizados pelo governo de Minas Gerais, após o acontecimento do painel foram feitos diversos estudos baseados nele que melhoraram a metodologia proposta. Portanto, os dois estudos poderiam ter levado em consideração as diversas ideias propostas de melhoria da metodologia para que as políticas propostas a partir deles fossem mais eficientes.

Já o projeto do CEDEPLAR e da UFMG, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas: Uma avaliação integrada das dimensões sociodemográfica, econômica e de saúde para o estado de Minas Gerais mostrou-se um estudo inovador em relação aos

demais. Utilizando o IPCC Third Assessment Report como base, o estudo aprofundou a análise da vulnerabilidade às mudanças climáticas. Ao perceber a vulnerabilidade como multidimensional e a interdisciplinar os pesquisadores propuseram metodologias diferentes para avaliar a vulnerabilidade de acordo com cada desdobramento dos impactos causados pelas mudanças climáticas. Além disso, foi explicitada pelo estudo a importância de se reduzir a escala de observação para se ter um maior prognóstico dos efeitos das mudanças climáticas. O estudo também destaca a relevância das projeções para as políticas públicas atuais, pois é a partir dessas previsões que podemos estar mais preparados para reduzir as vulnerabilidades futuras às mudanças climáticas.

A partir disso, podemos verificar que as políticas públicas necessitam de uma metodologia de avaliação dos impactos das mudanças climáticas que seja mais precisa. No caso de Minas Gerais, vemos uma grande urgência na melhoria da análise desses fatores, principalmente pelas enormes disparidades regionais. De acordo com o PEMCMG (2014), a discrepância entre as regiões tendem a se agravar, sobretudo pelo fato de as regiões que serão mais afetadas pelo clima se tratarem das menos desenvolvidas economicamente atualmente, além de possuírem as populações mais vulneráveis de Minas Gerais.

Mendonça et al. (2013) afirmam que a falta de comprometimento dos governos com os investimentos em políticas sociais resultará na carência de infraestrutura urbana acessível para todos os habitantes dos grandes aglomerados. Além disso, também acredita-se que a falta de compromisso com as populações menos favorecidas resultará em precariedade e ilegalidade habitacional, bem como a segregação socioespacial. A partir disso, deve-se entender as políticas sociais como mecanismo para lidar com condições adversas, por exemplo, ajudando as pessoas a evitar a migração para outras regiões.

Porém, o que se percebe no contexto brasileiro atual é um retrocesso das políticas sociais. Barbieri e Ojima (2017, no prelo) afirmam que as políticas neoliberais durante governo de Michel Temer no Brasil podem criar desafios adicionais devido ao i) impacto na redução de programas de transferência de renda para os mais vulneráveis

(crianças e idosos), ii) retirada de direitos trabalhistas e benefícios que precarizam as condições de trabalho, inclusive em termos de maior insegurança jurídica ao trabalhador quanto à exposição a riscos no ambiente de trabalho, iii) a redução dos investimentos em educação e saúde (com impactos enormes na formação do capital humano, essencial para uma melhor inserção laboral e produtividade nas áreas urbanas a longo prazo), iv) redução dos investimentos em conservação e proteção ambiental (diminuindo a quantidade e a qualidade dos serviços ecossistêmicos e o estoque de capital natural).

5. Conclusão

Buscou-se ao longo do presente trabalho, a partir de aportes bibliográficos pertinentes e do estudo das vulnerabilidades às mudanças climáticas nos municípios de Minas Gerais, verificar as limitações metodológicas no estudo de indicadores de vulnerabilidade e como elas podem repercutir na ineficiência das políticas públicas para redução da vulnerabilidade populacional para os grupos com pouca resiliência e capacidade de se adaptar.

Por conseguinte, pode-se concluir que tanto a seleção dos indicadores, quanto a metodologia utilizada pelo indicador que avalia os impactos às mudanças climáticas, são de grande influência para os resultados dos estudos. Estudos mais aprofundados de vulnerabilidade populacional conseguem chegar a resultados mais precisos por buscarem uma abordagem do conceito de maneira multidimensional e interdisciplinar. O estudo do Cedeplar (2013) é um exemplo de estudo que, além de gerar mapas em escala microrregional comparando cenários dos impactos climáticos, conseguiu chegar a resultados refinados a partir do uso de uma inovadora possibilita a separação da vulnerabilidade por áreas de estudo e escalas.

Percebeu-se, ao longo da produção deste trabalho, que a vulnerabilidade populacional pode variar devido à diversos fatores que se relacionam com os perigos criados pelo homem e os aspectos sociais de perigos naturais. Para reduzir esse problema deve-se dotar populações de capacidade de resposta a situações adversas a que são expostas (riscos sociais ou ambientais) resultará tanto na melhoria de sua qualidade de vida e de sua inserção social.

Conclui-se que as políticas públicas são afetadas pelas metodologias de análise das mudanças climáticas. É necessário que se faça um estudo aprofundado da área que a política pretende alcançar. A redução da escala de estudo (*downscaling*) ajuda na aproximação das populações que mais necessitam aumentar a capacidade adaptativa e, conseqüentemente, reduzir o grau de vulnerabilidade às mudanças climáticas. Ademais, é necessário que os governos (principalmente o federal) percebam que a previsão feita por diversas pesquisas (RIBEIRO, 2008, PEMCMG, 2014 e BARBIERI; OJIMA, 2017, no prelo) é de agravamento das desigualdades sociais em detrimento das mudanças climáticas. Sendo assim, as políticas sociais são de extrema

importância para serem aplicadas como mecanismo para lidar com condições adversas e, conseqüentemente, serem uma maneira de reduzir o grau de vulnerabilidade dessas populações, apesar de não serem ideais pela ausência de alteração das condições estruturais das populações vulneráveis.

6. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA MINAS GERAIS. **Feam lança instrumento inédito para avaliar impactos das mudanças do clima nos municípios.** Disponível em: <<http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/feam-lanca-instrumento-inedito-para-avaliar-impactos-das-mudancas-do-clima-nos-municipios>>. Acesso em: 18 de nov. 2017

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações.** Superintendência de Usos Múltiplos e Eventos Críticos (SUM). Brasília: ANA, 2014. 15p.

ALENCAR, L. P. ; SEDIYAMA, G. C. ; MANTOVANI, E. C. ; MARTINEZ, M. A. **Tendências recentes nos elementos do clima e suas implicações na evapotranspiração da cultura do milho em Viçosa-MG.** Eng. Agríc. vol.31 no.4 Jaboticabal, 2011.

ASSAD, E. D. ; PINTO, H. S. ; ZULLO JUNIOR, J. ; ÁVILA, A. M. H. **Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, nov. 2004.

ALVES, H. P. F. **Metodologias de integração de dados sociodemográficos e ambientais para análise da vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas no contexto das mudanças climáticas.** In: HOGAN, D. J. (Org.); MARANDOLA JR, E. (Org.). *População e mudança climática: Dimensões humanas das mudanças ambientais globais.* Campinas: Núcleo de Estudos da População – Nepo, 2009. p. 75-105.

BARBIERI, A. F. **Mudanças Climáticas, mobilidade populacional e cenários de vulnerabilidade para o Brasil.** R. Inter. Mob. Hum., Brasília, Ano XIX, n. 36, p. 95-112, jan./jun. 2011.

BARBIERI, A. F. **Transições populacionais e vulnerabilidades às mudanças**

climáticas no Brasil. R. Des. Regional, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p. 193-213, maio/ago, 2013.

BARBIERI, A. F. ; OJIMA, R. **Rural livelihoods, urbanization and incomplete population transitions in Brazil.** 2017. No prelo.

BARBIERI, A. F. ; VIANA, R. M. **Respostas às mudanças climáticas:** construção de políticas e capacidades de planejamento. In: OJIMA, R.; MARANDOLA JR., E. (Orgs) *Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social.* São Paulo: Blucher, 2013.

CEDEPLAR. **Dinâmica de População e as implicações para a agenda de Planejamento Sustentável:** Assentamentos Urbanos e Sustentabilidade. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFMG), Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA), Belo Horizonte, 2017.

CEDEPLAR; UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas:** Uma avaliação integrada das dimensões sociodemográfica, econômica e de saúde para o estado de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR/UFMG) e Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. 137 p.

CLIMA GERAIS. **Plataforma mineira para adaptação às mudanças climáticas.** Disponível em: <<http://clima-gerais.meioambiente.mg.gov.br/>>. Acesso em: 18 de nov. 2017

COLOMBO A. F.; JOLY C. A. **Brazilian Atlantic Forest lato sensu:** the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. Braz. J. Biol. vol.70 no.3 supl.0 São Carlos out. 2010

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – CEPAL. **Socio-demographic vulnerability:** old and new risks for communities, households and individuals. Summary and conclusions. Brasília: UNA, 2002.

CONFALONIERI, U.E; BARATA, M. **Avaliação da Vulnerabilidade Municipal no Estado do Rio de Janeiro às Mudanças Climáticas.** Relatório de pesquisa. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2011.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MORADIA E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL. **Relatório Brasileiro para a Habitat III.** Habitat III - Terceira Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. – Brasília: ConCidades, IPEA, 2016. 139 p.

CUTTER, S. L. **Vulnerability to environmental hazards.** Progress in Human Geography, v.20, n.4, p. 529-539, dec., 1996.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Estratégia de Adaptação Regional às Mudanças Climáticas para Minas Gerais.** Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte, 2014.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Sistema Estadual de Informações em Saneamento.** FJP: Sistema Estadual de Informações em Saneamento (SEIS). Belo Horizonte, 2008/2009.

GLOBAL SCIENCE PANEL ON POPULATION ENVIRONMENT. **Analyses, goals, actions, realities.** Global Science Panel on Population Environment - GSPPE, IUSSP; UNU, 2002.

GUIVANT, J. **A trajetória das análises de risco: da periferia ao centro da teoria social.** Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais - ANPOCS, Rio de Janeiro, no.46, 1998. p.3-38.

HOGAN, D. J. **A relação entre população e ambiente: desafios para a demografia.** In: TORRES, H. da G. e COSTA, H. (Orgs.). *População e meio ambiente: debates e desafios.* São Paulo: Senac, 2000. p. 21-52.

HOGAN, D. J. **População e Meio Ambiente:** a emergência de um novo campo de estudos. In: HOGAN, D. J. (Org). *Dinâmica populacional e mudança ambiental:*

cenários para o desenvolvimento brasileiro. Campinas: Núcleo de Estudos da População - Nepo/Unicamp, 2007. p. 13-58.

HOGAN, D. J. **População e mudanças ambientais globais**. In: HOGAN, D. J. (Org.); MARANDOLA JR, E. (Org.). *População e mudança climática: Dimensões humanas das mudanças ambientais globais*. Campinas: Núcleo de Estudos da População – Nepo, 2009. p. 11-24.

HUDSON, R. **Region and place: rethinking regional development in the context of global environmental change**. *Progress in Human Geography*, London, v.31, n.6, 2007.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

IGBP. **Biosphere Aspects of the Hydrological Cycle**. The International Geosphere-Biosphere Programme: A Study of Global Change, Report n.27. Estocolmo, 1993. 103p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2007: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 996 p.

JACOBI, P. **Impactos socioambientais urbanos** - do risco à busca de sustentabilidade. In: Mendonça, F. (Org.) *Impactos socioambientais urbanos*. Curitiba: UFPR, 2004.

KATES, R. W. **Risk assessment of environmental hazard**. Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) of the International Council of Scientific Unions (ICSU) by Wiley, 1978. 112 p.

MARANDOLA JR. **Tangenciando a vulnerabilidade**. In: HOGAN, D. J. (Org.); MARANDOLA JR, E. (Org.). *População e mudança climática: Dimensões humanas das*

mudanças ambientais globais. Campinas: Núcleo de Estudos da População – Nepo, 2009. p. 29-52.

MARANDOLA JR, E. ; HOGAN, D. J. **Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia**. R. bras. Est. Pop., São Paulo, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jun. 2005.

MEHROTRA, S.; NATENZON, C. E.; OMOJOLA, A., et al. **Framework for City Climate Risk Assessment**. World Bank Fifth Urban Research Symposium, Marseille. 2009.

MENDONÇA, F. ; DESCHAMPS, M. ; DE LIMA, M. D. V. **A cidade e as mudanças climáticas globais: (intensificação?)** Riscos e vulnerabilidades socioambientais na RMC - Região Metropolitana de Curitiba/PR. In: OJIMA, R.; MARANDOLA JR., E. (Orgs) *Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social*. São Paulo: Blucher, 2013.

MORAES, G. I. ; FILHO, J. B. S. F. **Brasil, Mudanças Climáticas e Economia: O que há estabelecido?** Planejamento e Políticas Públicas. n. 41. jul./dez. 2013.

OBERMAIER, M. ; ROSA, L. P. **Mudança climática e adaptação no Brasil: uma análise crítica**. Estud. av., São Paulo, v. 27, n. 78. 2013.

O'NEILL, B. C. ; MACKELLAR, F. L. ; LUTZ, W. **Population and Climate change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 272 p.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **1º Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. 2013.

PINHEIRO, T. C. ; GUEDES, G. R. ; BARBIERI, A. F. **Cidades Médias e vulnerabilidade às mudanças climáticas no Brasil: elementos para integração do debate a partir de estudos de caso**. ClimaCom, v. 3, 2016. p. 1-12.

PEMCMG. **Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas**. Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais. Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM. Belo Horizonte, 2014. 139 p.

QUEIROZ, B. L.; BARBIERI, A. F. **Vulnerabilidades às mudanças climáticas e adaptação no Brasil.** In: MARTINE, G. (Org.). *População e Sustentabilidade na era das mudanças ambientais globais: contribuições para uma agenda brasileira.* Belo Horizonte: ABEP. p. 71-81. 2012.

REVI, A. et al. **Urban areas.** In: *Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014. p. 535- 612.

RIBEIRO, W. C. **Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil.** Parcerias estratégicas, n. 27. Brasília, dez. 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Atlas de vulnerabilidade às inundações no Estado de Minas Gerais.**- Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2013.

SIQUEIRA, M. F. ; PETERSON, A. T. **Consequences of global climate change for geographic distributions of cerrado tree species.** *Biota Neotropica*, v. 3, n. 2, 2003.

TIMMERMAN, P. **Vulnerability, resilience and the collapse of society.** Toronto: Institute for Environmental Studies, University of Toronto, 1981.

TIMMINS, C. **Endogenous Land Use and the Ricardian Valuation of Climate Change.** Yale University Department of Economics, 2006.

TORRES, H. da G. **A demografia do risco ambiental.** In: TORRES, H. da G. e COSTA, H. (Orgs.). *População e meio ambiente: debates e desafios.* São Paulo: Senac, 2000. p. 53-73.

VIANA, R. M. **A remoção dos desastres e os desastres da remoção: risco, vulnerabilidade e deslocamento forçado em Belo Horizonte.** Tese (Doutorado em Demografia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015. 258 p.

WHITE, A.; BURTON, I. **Environmental Risk Assessment**. Scientific Committee on Problems of the Environment. 1980.

WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. **At Risk**: Natural hazards, people's vulnerability and disasters. Segunda edição. Nova York: Routledge, 2004. 476 p.