

Ministério da Saúde
Fundação Oswaldo Cruz
Instituto René Rachou
Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva

**A VULNERABILIDADE HUMANA À MUDANÇA CLIMÁTICA NA REGIÃO
NORTE BRASILEIRA: UM ESTUDO DA POPULAÇÃO DO AMAZONAS**

por

Júlia Alves Menezes

Belo Horizonte

2017

JÚLIA ALVES MENEZES

**A VULNERABILIDADE HUMANA À MUDANÇA CLIMÁTICA NA REGIÃO
NORTE BRASILEIRA: UM ESTUDO DA POPULAÇÃO DO AMAZONAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva do Instituto René Rachou, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Saúde Coletiva - área de concentração Epidemiologia

Orientação: Dr. Ulisses Eugênio Cavalcanti Confalonieri

Coorientação: Dra. Carina Margonari

Belo Horizonte

2017

Catálogo-na-fonte
Rede de Bibliotecas da FIOCRUZ
Biblioteca do IRR
Segemar Oliveira Magalhães CRB/6 1975

M541v Menezes, Júlia Alves.
2017

A vulnerabilidade humana à mudança climática na região Norte brasileira: um estudo da população do Amazonas / Júlia Alves Menezes. – Belo Horizonte, 2017.

XXIII, 204 f.: il.; 210 x 297mm.

Bibliografia: f.: 198 - 223

Tese (Doutorado) – Tese para obtenção do título de Doutor(a) em Saúde Coletiva pelo Programa de Pós - Graduação em Saúde Coletiva do Instituto René Rachou. Área de concentração: Epidemiologia

1. Mudança Climática 2. Desastres/prevenção & controle
3. Riscos Ambientais I. Título. II. Confalonieri, Ulisses Eugenio Cavalcanti (Orientação). III. Margonari, Carina (Coorientação)

CDD – 22. ed. – 577.22

Júlia Alves Menezes

**A VULNERABILIDADE HUMANA À MUDANÇA CLIMÁTICA NA REGIÃO
NORTE BRASILEIRA: UM ESTUDO DA POPULAÇÃO DO AMAZONAS**

**Tese apresentada ao Programa de
Pósgraduação em Saúde Coletiva do
Instituto René Rachou, como requisito
parcial à obtenção do título de Doutor em
Saúde Coletiva - área de concentração
Epidemiologia**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ulisses Eugênio Cavalcanti Confalonieri (IRR/Fiocruz) Presidente

Prof. Dr. Alisson Flávio Barberi (UFMG) Titular

Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztein (UFPA) Titular

Profª. Dra. Ana Paula Madureira (UFSJ) Titular

Profª. Dra. Martha Macedo de Lima Barata (IOC/Fiocruz) Titular

Profª. Dra. Célia Maria Ferreira Gontijo (IRR/Fiocruz) Suplente

Tese defendida e aprovada em Belo Horizonte, 17 / 08 / 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e iluminação.

Agradeço à minha família, especialmente aos meus pais Zilá e Fernando, e à minha tia Lourdes, por todo o apoio e compreensão.

Ao Mário Henrique pela companheirismo incondicional.

Aos meus queridos orientadores. Ao professor Ulisses Confalonieri por todo o aprendizado, sabedoria e generosidade. À Dra. Carina Margonari por sempre estar presente, pela amizade e pelas valiosas sugestões.

Ao GETESA e seus integrantes por terem me acolhido nessa jornada.

De maneira especial, agradeço aos amigos do GETESA Aline, Isabela, Poliana, Priscila, Regis e Rhavena por viverem comigo todos os momentos desse projeto.

Aos integrantes do projeto de Vulnerabilidade ao Clima, do qual se originou essa tese, e que muito contribuíram para a construção desse trabalho.

Aos órgãos públicos do estado do Amazonas que auxiliaram nas articulações e no desenvolvimento do projeto, especialmente à Secretaria de Estado de Planejamento, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Instituto Leonidas e Maria Deane, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Ao Ministério do Meio Ambiente pelo financiamento deste trabalho e ao Instituto René Rachou pelas instalações.

RESUMO

A vulnerabilidade, entendida como a propensão a ser adversamente afetado, tem ganhado importância no contexto das mudanças climáticas ao permitir compreender o que torna populações e territórios mais susceptíveis aos impactos do clima. Condições de vulnerabilidade podem variar a depender das características de cada local estudado – sociais, ambientais, de infraestrutura, políticas públicas, dentre outras. O presente estudo teve o objetivo de avaliar os aspectos que tornam os municípios do estado do Amazonas, Brasil, vulneráveis à mudança do clima no contexto da maior floresta tropical do mundo e quais regiões do estado são as mais susceptíveis. Para tanto, um Índice de Vulnerabilidade Municipal foi desenvolvido, o qual associou características socioambientais do momento presente com cenários de clima futuros para identificar as áreas mais vulneráveis. A metodologia se baseou na atribuição de notas indicativas de maior (4) ou menor vulnerabilidade (0) a cada variável. Essas foram sucessivamente agregadas através de média aritmética e padronização, gerando índices e sub-índices com valores que variaram numa escala entre 0 (menos vulnerável) e 1 (mais vulnerável). Os resultados mostraram que os sub-índices relacionados à Pobreza, Doenças Infecciosas, Desastres, Organização Sociopolítica e Estrutura Socioeconômica foram os fatores que mais influenciaram a vulnerabilidade atual dos municípios do Amazonas, sendo as áreas sul, norte e leste as mais vulneráveis do estado. Quando a vulnerabilidade atual foi associada com as projeções de clima futuro, as regiões mais vulneráveis foram a norte, nordeste, extremo sul e sudoeste. Sob o ponto de vista socioambiental e climático, essas regiões são as que devem receber recursos e incentivos prioritários para reduzir suas vulnerabilidades e se preparar para lidar com os impactos adversos do clima. Acredita-se que a manutenção das condições socioambientais observadas no presente estudo pode representar, na perspectiva de alteração climática, um agravamento da desigualdade social e da miséria, além de elevar os custos e perdas relacionadas aos desastres e ao sistema de saúde. Espera-se que o mapeamento dos índices gerados possa contribuir, de maneira pioneira, para a orientação das políticas públicas com foco na redução da vulnerabilidade da população amazonense, pois indicam as ações que, de fato, podem ter efetividade para melhorar as condições de vida e saúde da população local.

Palavras-chave: Vulnerabilidade; Mudança do Clima; Amazônia; Municípios; Indicadores.

ABSTRACT

Vulnerability, understood as the propensity to be adversely affected, has attained importance in the context of climate change by helping to understand what makes populations and territories predisposed to its impacts. Conditions of vulnerability may vary depending on the characteristics of each territory studied - social, environmental, infrastructural, public policies, among others. Thus, the present study aimed to evaluate what makes the municipalities of the state of Amazonas, Brazil, vulnerable to climate change in the context of the largest tropical forest in the world, and which regions of the State are the most susceptible. Thus, a Municipal Vulnerability Index was developed, which associated current socio-environmental characteristics of the with future climate scenarios to identify the most vulnerable areas. The methodology was based on the assignment of scores indicating greater (4) or lesser vulnerability (0) to each variable. These were successively aggregated through arithmetic mean and standardization, generating indexes and sub-indices with values ranging from 0 (less vulnerable) to 1 (more vulnerable). The results showed that the sub-indices related to poverty, infectious diseases, disasters, cociopolitical organization, and socioeconomic structure were the factors that influenced the most the current vulnerability of the municipalities of Amazonas, with the southern, northern and eastern areas being the most vulnerable in the state. When the current vulnerability was associated with future climate projections, the most vulnerable regions were north, northeast, south, and southwest. From a socio-environmental and climatic point of view, priority should be given to these regions in terms of resources and incentives aiming at reducing their vulnerabilities and prepare them to deal with the adverse impacts of climate. The maintenance of the socio-environmental conditions observed in the present study may represent, in the perspective of the climate change, a worsening of the social inequality and poverty, besides raising the costs and losses - whether economic or human - related to disasters and to the health system. It is expected that mapping the indeces generated in the present study may contribute, in a pioneering way, to the orientation of the public policies focusing on the reduction of the vulnerability of the Amazonas population. These indexes highlight the actions that may, in fact, be more effective to improve the health and living conditions of the local population.

Keywords: Vulnerability; Climate Change; Amazon; Municipalities; Indicators.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ciclo global do Carbono. As emissões e fixações de CO₂ são mostradas em gigatoneladas para as atividades antropogênicas (vermelho), para a vegetação e superfície terrestre, e para os oceanos (preto). Fonte: adaptado de IPCC AR4 - Climate Change 2007: Working Group I – The Physical Science Basis..... 30
- Figura 2.** A- Total anual das emissões de gases do efeito estufa antropogênicos em gigatons/ano para o período de 1970 a 2010, por gases: CO₂ da queima de combustíveis fósseis e processos industriais, CO₂ de florestas e outros usos da terra, metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e gases fluorados abarcados pelo Protocolo de Kyoto. B- Total das emissões de gases antropogênicos do efeito estufa em gigatons/ano de setores econômicos em 2010. Fonte: adaptado de IPCC, 2014. 31
- Figura 3.** Aumento na concentração de gases do efeito estufa considerados estáveis, entre os anos de 1750 e 2000. A: dióxido de carbono; B: metano; C: óxido nitroso; D: clorofluorcarbono-11. Fonte: adaptado de VITOUSEK (1992)..... 32
- Figura 4.** Mudanças qualitativas projetadas para o final do século XXI sob o cenário de emissão A2 do IPCC AR4: o painel superior mostra as mudanças esperadas na precipitação e o painel inferior as mudanças esperadas na temperatura. O tamanho das setas indica a magnitude das mudanças projetadas. Fonte: SOLMAN (2013)..... 36
- Figura 5.** Resumo das projeções de mudança do clima para o Brasil e suas grandes regiões com base nos resultados do Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM). Fonte: PIVETTA (2013). 39
- Figura 6.** Mecanismos de ação da mudança do clima na saúde. Fonte: IPCC (2007)..... 41
- Figura 7.** Tradições de pesquisa em vulnerabilidade e sua evolução. Fonte: FEITOSA; MONTEIRO (2012). 45
- Figura 8.** Microrregiões do Amazonas e a localização da capital, Manaus, mostrada no polígono rachurado..... 53
- Figura 9.** Municípios do estado do Amazonas. 55
- Figura 10.** Modelo conceitual ilustrando a relação entre a vulnerabilidade e seus componentes. O círculo representa o município onde as muitas condições de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa determinam o perfil de vulnerabilidade da população. As caixas exemplificam algumas dessas condições consideradas críticas para cada componente: a caixa verde está relacionada à exposição, a amarela à sensibilidade e a laranja à capacidade adaptativa. O risco climático está representado pela mudança climática futura. Adaptado: ALLEN CONSULTING GROUP (2005)... 57
- Figura 11.** Diagrama metodológico mostrando como os índices municipais desenvolvidos foram organizados para gerar o Índice de Vulnerabilidade Municipal considerando ambos os cenários de emissão otimista (RCP 4.5) e pessimista (RCP 8.5). 63

LISTA DE MAPAS

- Mapa 1.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação de exposição relacionada ao ICVD – do bege, menos exposto, até o vermelho, mais exposto.... 96
- Mapa 2.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Desastres Naturais (IDN) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação de exposição relacionada ao IDN – do bege, menos exposto, até o vermelho, mais exposto..... 98
- Mapa 3.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Desastres Naturais (IDN) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação de exposição relacionada ao IDN – do bege, menos exposto, até o vermelho, mais exposto..... 100
- Mapa 4.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da sensibilidade relacionada ao IDAC – do bege, menos sensível, até o vermelho, mais sensível. 106
- Mapa 5.** Representação espacial dos índices das doenças que compuseram o Índice de Doenças Associadas ao clima (IDAC) para o Amazonas. A – Índice de Animais Peçonhentos; B – Índice de Dengue; C – Índice de Leishmaniose Tegumentar; D – Índice de Malária. As cores representam a gradação da sensibilidade relacionada às doenças – do bege, menos sensível, até o vermelho, mais sensível. 109
- Mapa 6.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Pobreza (IPo) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da sensibilidade relacionada ao IPo – do bege, menos sensível, até o vermelho, mais sensível..... 110
- Mapa 7.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Sensibilidade Sociodemografica (ISS) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da sensibilidade relacionada ao ISS – do bege, menos sensível, até o marrom, mais sensível. 113
- Mapa 8.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Sensibilidade (IS) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da sensibilidade do IS – do bege, menos sensível, até o vermelho, mais sensível. 116
- Mapa 9.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da capacidade adaptativa a partir do raciocínio da vulnerabilidade para o IES – do bege, mais adaptado/menos vulnerável, até o vermelho, menos adaptado/mais vulnerável. 121
- Mapa 10.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Instituições e Infraestrutura para Adaptação (IADAP) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da capacidade adaptativa a partir do raciocínio da vulnerabilidade para o IADAP – do bege, mais adaptado/menos vulnerável, até o vermelho, menos adaptado/mais vulnerável. 122

- Mapa 11.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Organização Sociopolítica (IOS) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da capacidade adaptativa a partir do raciocínio da vulnerabilidade para o IOS – do bege, mais adaptado/menos vulnerável, até o vermelho, menos adaptado/mais vulnerável. 125
- Mapa 12.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da capacidade adaptativa a partir do raciocínio da vulnerabilidade – do bege, mais adaptado/menos vulnerável, até o vermelho, menos adaptado/mais vulnerável..... 126
- Mapa 13.** Distribuição dos valores municipais do Índice Vulnerabilidade (IV) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da vulnerabilidade para os municípios amazonenses – do bege, menos vulnerável, até o vermelho, mais vulnerável. 129
- Mapa 14.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da vulnerabilidade no aspecto climático para os municípios amazonenses – do bege, menos vulnerável, até o vermelho, mais vulnerável. 134
- Mapa 15.** Distribuição dos valores municipais do Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da vulnerabilidade no aspecto climático para os municípios amazonenses – do bege, menos vulnerável, até o vermelho, mais vulnerável. 139
- Mapa 16.** Distribuição dos valores municipais do Índice Municipal de Vulnerabilidade 4.5 (IMV 4.5) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da vulnerabilidade municipal para os municípios amazonenses – do bege, menos vulnerável, até o vermelho, mais vulnerável..... 145
- Mapa 17.** Distribuição dos valores municipais do Índice Municipal de Vulnerabilidade 8.5 (IMV 8.5) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da vulnerabilidade municipal para os municípios amazonenses – do bege, menos vulnerável, até o vermelho, mais vulnerável..... 147

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1.** Valores médios do Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD) e de seus componentes, desmatamento e cobertura vegetal, para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD) e de seus componentes, desmatamento e cobertura vegetal, para os municípios mais expostos do estado do Amazonas. 97
- Gráfico 2. A** - Valores médios do Índice de Desastres Naturais (IDN) e de seus componentes, Índice de Susceptibilidade a Desastres Naturais (ISDN) e Índice de Ocorrência de Desastres Naturais (IODN), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Desastres Naturais (IDN) e de seus componentes, Índice de Susceptibilidade a Desastres Naturais (ISDN) e Índice de Ocorrência de Desastres Naturais (IODN), para os municípios mais expostos do estado do Amazonas..... 99
- Gráfico 3. A** - Valores médios do Índice de Exposição (IE) e de seus componentes, Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD), do Índice de Desastres Naturais (IDN), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Exposição (IE) e de seus componentes, Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD), do Índice de Desastres Naturais (IDN), para os municípios mais expostos do estado do Amazonas..... 101
- Gráfico 4.** Valores médios do Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC) e de seus componentes, Leishmaniose Tegumentar, Malária, Animais Peçonhentos e Dengue, para as microrregiões do estado do Amazonas..... 107
- Gráfico 5.** Gráfico radar mostrando os valores do Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC) e de seus componentes, Leishmaniose Tegumentar, Malária, Animais Peçonhentos e Dengue, para os municípios mais sensíveis do estado do Amazonas – A – Manaus; B – Rio Preto da Eva; C – Lábrea; D – São Gabriel da Cachoeira. 107
- Gráfico 6.** Valores médios do Índice de Pobreza (IPo) e de seus componentes – probabilidade morrer até os 40 anos, analfabetismo acima dos 25 anos, domicílios com saneamento inadequado, mortalidade infantil até 5 anos e proporção da população com renda até ½ salário mínimo, para as microrregiões do estado do Amazonas 111
- Gráfico 7.** Gráficos Radar mostrando os valores do Índice de Pobreza (IPo) e de seus componentes – probabilidade morrer até os 40 anos, analfabetismo acima dos 25 anos, domicílios com saneamento inadequado, mortalidade infantil até 5 anos e proporção da população com renda até ½ salário mínimo, para os municípios mais sensíveis do estado do Amazonas – A – Barcelos; B – Fonte Boa; C – Lábrea; D – Tapauá; E – Envira; F – Pauini; G – Uarini; H – Atalaia do Norte; I – Ipixuna; J – Itamarati; K – Santa Isabel do Rio Negro; L – Juruá. 112
- Gráfico 8. A** - Valores médios do Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) e de seus componentes, ISS presente e ISS futuro, para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** –

Valores do Índice de Sensibilidade Sociodemográfica Presente (ISS presente) e de seus componentes, mulheres chefes de família, chefes de família jovens, população infantil e idosa, população deficiente e população ribeirinha, para as microrregiões do Estado..... 114

Gráfico 9. Gráfico radar mostrando os valores dos componentes do Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) presente – mulheres chefes de família, chefes de família jovens, população infantil e idosa, população deficiente e população ribeirinha, para o município de Iranduba, o mais sensível do estado do Amazonas - Iranduba..... 115

Gráfico 10. Gráfico radar mostrando a distribuição dos valores municipais dos componentes do Índice de Sensibilidade (IS) para os municípios mais sensíveis do estado do Amazonas – A - São Gabriel da Cachoeira; B – Lábrea..... 116

Gráfico 11. Valores médios do Índice de Sensibilidade (IS) e de seus componentes – Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC), Índice de Pobreza (IPo) e Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) – para as microrregiões do estado do Amazonas..... 117

Gráfico 12. Valores médios do Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES) para as microrregiões do estado do Amazonas..... 121

Gráfico 13. Valores médios do Índice de Instituições e Infraestrutura para Adaptação (IADAP) para as microrregiões do estado do Amazonas..... 123

Gráfico 14. Distribuição dos valores do Índice de Instituições e Infraestrutura para Adaptação (IADAP) para os municípios menos adaptados do estado do Amazonas – A – Itapiranga; B – Humaitá; C – Nhamundá; D – Novo Airão; E – Careiro da Várzea; F – Santa Isabel do Rio Negro..... 124

Gráfico 15. Valores médios do Índice de Organização Sociopolítica (IOS) para as microrregiões do estado do Amazonas..... 126

Gráfico 16. Valores médios do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA) e seus componentes para as microrregiões do estado do Amazonas..... 127

Gráfico 17. Gráficos radar mostrando a distribuição dos valores dos componentes do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA) para os municípios menos adaptados do estado do Amazonas – A – São Gabriel da Cachoeira; B - Barcelos; C - Beruri; D - Santa Isabel do Rio Negro..... 128

Gráfico 18. Valores médios do Índice de Vulnerabilidade (IV) e seus componentes para as microrregiões do estado do Amazonas..... 130

Gráfico 19. Representação radar dos valores dos componentes do Índice de Vulnerabilidade (IV) para os municípios mais vulneráveis do estado do Amazonas – A - Boca do Acre; B - Lábrea; C - Careiro da Várzea. IE – Índice de Exposição; IS – Índice de Sensibilidade; ICA – Índice de Capacidade Adaptativa..... 130

Gráfico 20. A – Valores médios do Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5) e de seus componentes, Índice de Temperatura (ITemp) e Índice de Precipitação (IPrec), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5) e de seus componentes, Índice de Temperatura (ITemp) e Índice de Precipitação (IPrec), para os municípios mais vulneráveis climaticamente do estado do Amazonas. 138

Gráfico 21. A – Valores médios do Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5) e de seus componentes, Índice de Temperatura (ITemp) e Índice de Precipitação (IPrec), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5) e de seus componentes, Índice de Temperatura (ITemp) e Índice de Precipitação (IPrec), para os municípios mais vulneráveis climaticamente do estado do Amazonas. 142

Gráfico 22. A – Valores médios do Índice de Vulnerabilidade Municipal 4.5 (IMV 4.5) e de seus componentes, Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Vulnerabilidade Municipal 4.5 (IMV 4.5) e de seus componentes, Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5), para os municípios mais vulneráveis do estado do Amazonas. 146

Gráfico 23. A – Valores médios do Índice de Vulnerabilidade Municipal 8.5 (IMV 8.5) e de seus componentes, Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Vulnerabilidade Municipal 8.5 (IMV 8.5) e de seus componentes, Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5), para os municípios mais vulneráveis do estado do Amazonas. 149

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1.** Índices que compõem o Índice Municipal de vulnerabilidade, seu cálculo, breve descrição e sua relação com a vulnerabilidade.66
- Quadro 2.** Método de atribuição das notas às variáveis presentes no item “Gerenciamento de Risco”. 85
- Quadro 3.** Metodologia de atribuição de notas ao item “instituições de segurança”. 86

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Notas e distribuição dos percentuais de desmatamento acumulado e cobertura vegetal nativa para os municípios do Amazonas..... 72
- Tabela 2.** Notas e distribuição do percentual de pessoas em risco por município e do número médio de dias consecutivos sem chuva na série histórica para o estado do Amazonas. 73
- Tabela 3.** Notas e distribuição da proporção de eventos no município e da proporção de óbitos no município para o estado do Amazonas. 74
- Tabela 4.** Percentis utilizados para atribuir as notas, com seus respectivos intervalos, para as doenças sensíveis ao clima 78
- Tabela 5.** Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas aos indicadores de renda, probabilidade de morrer antes dos 40 anos, analfabetismo, saneamento e mortalidade infantil. 80
- Tabela 6.** Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas aos indicadores chefes de família, mulheres chefes de família, população infantil e idosa, população deficiente e população ribeirinha. 81
- Tabela 7.** Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas aos indicadores de projeção de crianças e de idosos para o ano de 2040. 82
- Tabela 8.** Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas ao Índice de Estruturas Socioeconomicas (IES)..... 84
- Tabela 9.** Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas aos indicadores de saúde, leitos e cobertura da atenção básica..... 87
- Tabela 10.** Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas ao indicador de conselhos e consórcios 88
- Tabela 11.** Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas aos indicadores de temperatura e precipitação..... 91
- Tabela 12.** Valores municipais dos índices de susceptibilidade a desastres naturais (ISDN), de ocorrência de desastres naturais (IODN), de desastres naturais (IDN), indicador de desmatamento (IDesm), indicador de cobertura vegetal (ICob), índice de cobertura vegetal e desmatamento (ICVD) e índice de exposição (IE)..... 93
- Tabela 13.** Valores, por microrregião, dos índices de susceptibilidade a desastres naturais (ISDN), de ocorrência de desastres naturais (IODN), de desastres naturais (IDN), do indicador

de desmatamento (IDesm), indicador de cobertura vegetal (ICob), índice de cobertura vegetal (ICV) e índice de exposição (IE). 95

Tabela 14. Valores municipais do Índice de Sensibilidade (IS) e seus respectivos componentes. Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC) e seus indicadores - Leishmaniose Tegumentar (ILTA), Malária (IMAL), Acidentes por Animais Peçonhentos (IAP) e Dengue. Índice de Pobreza (IPo) e seus indicadores – Probabilidade de Sobrevida (I40), Analfabetismo (IANf), Saneamento (ISan), Mortalidade (IMort) e Renda (IRend). Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) e seus sub-índices – Sensibilidade Futura (ISS Futuro) e Sensibilidade Presente (ISS Presente), com os respectivos indicadores deste último – Mulheres Chefes de Família (IMul), Chefes de Família Jovens (IJov), Mortalidade Infantil (IInf), População Idosa (IIDos), População Deficiente (IDef) e População Ribebirinha (IRib). 102

Tabela 15. Valores, por microrregião, do Índice de Sensibilidade (IS) e seus respectivos componentes. Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC) e seus indicadores - Leishmaniose Tegumentar (ILTA), Malária (IMAL), Acidentes por Animais Peçonhentos (IAP) e Dengue. Índice de Pobreza (IPo) e seus indicadores – Probabilidade de Sobrevida (I40), Analfabetismo (IANf), Saneamento (ISan), Mortalidade (IMort) e Renda (IRend). Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) e seus sub-índices – Sensibilidade Futura (ISS Futuro) e Sensibilidade Presente (ISS Presente), com os respectivos indicadores deste último – Mulheres Chefes de Família (IMul), Chefes de Família Jovens (IJov), Mortalidade Infantil (IInf), População Idosa (IIDos), População Deficiente (IDef) e População Ribebirinha (IRib). 105

Tabela 16. Valores municipais do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA) e seus sub-índices. Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES), Índice de Instituições, Infraestrutura e Serviços para Adaptação (IADAP) com seus respectivos indicadores – saúde (ISAúde), segurança (ISeg) e gerenciamento (IGer); e Índice de Organização Sociopolítica (IOS). 118

Tabela 17. Valores, por microrregião, do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA) e seus sub-índices. Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES), Índice de Instituições, Infraestrutura e Serviços para Adaptação (IADAP) com seus respectivos indicadores – saúde (ISAúde), segurança (ISeg) e gerenciamento (IGer); e Índice de Organização Sociopolítica (IOS). 120

Tabela 18. Valores municipais do Índice de Vulnerabilidade (IV) e de seus respectivos sub-índices – Índice de Exposição (IE), Índice de Sensibilidade (IS) e Índice de Capacidade Adaptativa (ICA). 131

Tabela 19. Valores médios, por microrregião, do Índice de Vulnerabilidade e de seus componentes - Exposição (IE), Sensibilidade (IS) e Capacidade Adaptativa (ICA). 133

Tabela 20. Valores municipais do Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC4.5) e seus sub-índices – Índice de Temperatura 4.5 (ITemp 4.5) e Índice de Precipitação (IPrec 4.5). 135

Tabela 21. Valores médios, por microrregião, do Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC4.5) e de seus sub-índices – Índice de Temperatura 4.5 (ITemp4.5) e de Precipitação 4.5 (IPrec4.5).	137
Tabela 22. Valores municipais do Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC8.5) e seus sub-índices – Índice de Temperatura 8.5 (ITemp 8.5) e Índice de Precipitação (IPrec 8.5).	140
Tabela 23. Valores médios, por microrregião, do Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC8.5) e seus sub-índices – Índice de Temperatura 8.5 (ITemp 8.5) e Índice de Precipitação (IPrec 8.5).	141
Tabela 24. Valores municipais dos principais índices que compuseram o Índice Municipal de Vulnerabilidade 4.5 e 8.5 – Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático (ICC4.5 e ICC8.5).	143
Tabela 25. Valores médios, por microrregião, dos principais índices que compuseram o Índice Municipal de Vulnerabilidade 4.5 e 8.5 – Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático (ICC4.5 e ICC8.5).	149

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CDD – Dias Consecutivos Secos

CH₄ – Gás Metano

CMIP5 – Coupled Model Intercomparison Project Phase 5

CO₂ – Gás Carbônico

CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais

CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disasters

ETCCDMI – *Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices*

GEE – Gases do Efeito Estufa

IADap – Índice de Instituições, Serviços e Infraestrutura para Adaptação

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICA – Índice de Capacidade Adaptativa

ICC4.5 – Índice de Cenário Climático 4.5

ICC8.5 – Índice de Cenário Climático 8.5

ICVD - Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento

IDAC – Índice de Doenças Associadas ao Clima

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IDN – Índice de Desastres Naturais

IE – Índice de Exposição

IES – Índice de Estruturas Socioeconômicas

IFDM – Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal

IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia

IMV4.5 – Índice Municipal de Vulnerabilidade 4.5

IMV8.5 – Índice Municipal de Vulnerabilidade 8.5

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IODN – Índice de Ocorrência de Desastres Naturais

IOS – Índice de Organização Sociopolítica

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPO – Índice de Pobreza

IPrec – Índice de Precipitação

IPS – Índice de Progresso Social da Amazônia

IS – Índice de Sensibilidade

ISDN – Índice de Susceptibilidade a Desastres Naturais

ISS – Índice de Sensibilidade Sociodemográfica

ISS futuro – Índice de Sensibilidade Sociodemográfica Futuro

ISS presente – Índice de Sensibilidade Sociodemográfica Presente

ITemp – Índice de Temperatura

IV – Índice de Vulnerabilidade

MCR – Modelos Climáticos Regionais

N₂O – Óxido Nitroso

NOAS - Normas Operacionais de Assistência à Saúde

NOB – Normas Operacionais Básicas

OMM – Organização Meteorológica Mundial

PBF – Programa Bolsa Floresta

PIB – Produto Interno Bruto

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

ppm – Partes por milhão

PRCPTOT - Precipitação Total Anual nos Dias Úmidos

PRODES – Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite

R95p – Precipitação Total Anual Diária > 95p

RCP – Representative Concentration Pathways

RX1day –

RX5day – Precipitação Máxima Acumulada em 5 Dias Consecutivos

SAARA – Sistema de Avaliação e Acompanhamento de Resultados Anuais do Plano Diretor de Educação do Estado do Amazonas

SINAN – Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SIVEP-MALARIA – Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica da Malária

SSE – Sistema Socioecológico

SUS – Sistema Único de Saúde

UCs – Unidades de Conservação

UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	24
2 JUSTIFICATIVA	27
3 OBJETIVO GERAL	28
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4 REVISÃO DE LITERATURA	29
4.1 A MUDANÇA CLIMÁTICA	29
4.2 MUDANÇA CLIMÁTICA, SEUS IMPACTOS E A SAÚDE DAS POPULAÇÕES ...	39
4.3 OS CONCEITOS DE VULNERABILIDADE E SUA APLICAÇÃO NO ÂMBITO DA MUDANÇA CLIMÁTICA	44
4.4 O USO DE INDICADORES COMO FERRAMENTA DE ESTUDO DA VULNERABILIDADE.....	49
5 METODOLOGIA	53
5.1 ÁREA DE ESTUDO.....	53
5.2 MODELO CONCEITUAL DO ESTUDO.....	57
5.3 HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO DO MODELO CONCEITUAL: A COOPERAÇÃO FIOCRUZ E MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE	58
5.4 VARIÁVEIS DO MODELO	59
5.5 CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO CLIMÁTICO.....	60
5.6 CÁLCULO DO ÍNDICE MUNICIPAL DE VULNERABILIDADE	60
5.7 FONTE DOS DADOS	65
5.8 COMPONENTES DO ÍNDICE MUNICIPAL DE VULNERABILIDADE	65
5.8.1 Índice de exposição (IE)	65
5.8.1.1 Indicador de cobertura vegetal e desmatamento (ICVD)	71
5.8.1.2 Índice de desastres naturais (IDN).....	72
5.8.1.3 Cálculo do índice de exposição final (IE).....	75
5.8.2 Índice de sensibilidade (IS).....	75
5.8.2.1 Índice de doenças associadas ao clima (IDAC).....	76
5.8.2.2 Índice de pobreza humana (IPo)	79
5.8.2.3 Índice de sensibilidade sociodemográfica (ISS).....	81
5.8.2.4 Cálculo do índice de sensibilidade (IS)	83
5.8.3 Índice de capacidade adaptativa (ICA).....	83
5.8.3.1 Índice de estruturas socioeconômicas (IES).....	84

5.8.3.2 Índice de instituições, infraestruturas e serviços para adaptação (IAdap).....	85
5.8.3.3 Índice de organização sócio-política (IOS)	87
5.8.3.4 Cálculo do índice de capacidade adaptativa (ICA).....	88
5.8.4 Índice de vulnerabilidade (IV).....	89
5.8.5 Índice de cenário climático (ICC).....	89
5.8.6 Índice municipal de vulnerabilidade (IMV)	92
6 RESULTADOS	93
6.1 OS TRÊS COMPONENTES FUNDAMENTAIS DA VULNERABILIDADE	93
6.1.2 O Índice de exposição.....	93
6.1.3 O Índice de sensibilidade.....	101
6.1.4 O índice de capacidade adaptativa.....	117
6.2 O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE	128
6.3 ÍNDICES DE CENÁRIOS CLIMÁTICOS (ICC 4.5 E ICC 8.5).....	133
6.4 ÍNDICE MUNICIPAL DE VULNERABILIDADE (IMV 4.5 E IMV 8.5).....	143
7 DISCUSSÃO	151
7.1 O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE PRESENTE	151
7.1.1 Os índices que mais incrementaram a vulnerabilidade.....	151
7.1.1.1 O índice de pobreza (IPo)	151
7.1.1.2 O índice de doenças associadas ao clima (IDAC)	154
7.1.1.3 O índice de desastres naturais (IDN)	159
7.1.1.4 O índice de organização sociopolítica (IOS)	162
7.1.1.5 O índice de estruturas socioeconômicas (IES)	165
7.1.2 Os demais índices componentes da vulnerabilidade presente	169
7.1.2.1 O índice de cobertura vegetal e desmatamento (ICVD).....	169
7.1.2.2 O índice de sensibilidade sociodemográfica (ISS)	172
7.1.2.3 O índice de instituições, serviços e infraestrutura para adaptação (IADAp).....	182
7.2 O ÍNDICE DE CENÁRIO CLIMÁTICO	186
7.3 O ÍNDICE MUNICIPAL DE VULNERABILIDADE.....	190
8 CONCLUSÃO	194
9 CONSIDERAÇÃO FINAIS E PERSPECTIVAS	196
REFERÊNCIAS	198
APÊNDICES	224

Apêndice A - Representação espacial das anomalias de temperatura máxima (A) e temperatura mínima (B) para o estado do Amazonas, considerando o cenário 4.5.	224
Apêndice B - Representação espacial das anomalias de precipitação considerando o cenário 4.5 – Rx5day (A), CDD (B), R950 (C) e PRCPTOT (D).	225
Apêndice C - Representação espacial das anomalias de temperatura máxima (A) e temperatura mínima (B) para o estado do Amazonas, considerando o cenário 8.5.	226
Apêndice D - Representação espacial das anomalias de precipitação considerando o cenário 8.5 – Rx5day (A), CDD (B), R950 (C) e PRCPTOT (D).	227

1 INTRODUÇÃO

O “*Intergovernmental Panel on Climate Change*” (IPCC), define vulnerabilidade como “a propensão ou predisposição a ser adversamente afetado” (IPCC, 2014a), cujos componentes básicos são a exposição, a sensibilidade e a capacidade adaptativa. A exposição se refere à presença de pessoas, ecossistemas, infraestrutura e ativos econômicos ou sociais em locais que podem ser adversamente afetados pela mudança do clima, ou seja, em locais que podem estar sob maior estresse climático ou ambiental. A sensibilidade está relacionada à capacidade que um sistema apresenta de ser afetado pela alteração ou variabilidade do clima e está intimamente associada às características internas desse sistema. Por fim, a capacidade adaptativa diz respeito à habilidade de um sistema se ajustar aos estresses climáticos e responder às consequências dessas alterações (ADGER, 2006; IPCC, 2014b; O'BRIEN et al., 2004). Esses três componentes são capazes de influenciar a vulnerabilidade, podendo incrementá-la ou reduzi-la de acordo com algumas características inerentes ao sistema humano ou ao sistema natural. O conjunto dessas características é específico de cada local e população e possui um arranjo particular de interação entre seus componentes, determinando perfis de vulnerabilidade únicos (ADGER; KELLY, 1999; CUTTER, 1996; CUTTER; MITCHELL; SCOTT, 2000).

Sob esse ponto de vista, a vulnerabilidade tem apresentado, nos últimos anos, uma abordagem multifatorial que engloba aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais distintos, incluindo cenários de mudanças climáticas futuras (BARATA & CONFALONIERI, 2011; LEICHENKO & O'BRIEN, 2002; O'BRIEN ET AL., 2004). Nesse sentido, as avaliações de vulnerabilidade têm se mostrado uma ferramenta eficaz ao permitir, dentre outras abordagens, o seu mapeamento (BARATA & CONFALONIERI, 2011; O'BRIEN et al., 2004; PRESTON, YUEN, & WESTAWAY, 2011; YUSUF & FRANCISCO, 2009). Algumas vantagens de se compreender a geografia da vulnerabilidade às alterações climáticas são: 1) poder contribuir para a melhor gestão do risco de desastres, 2) reduzir a exposição de ativos humanos e ecológicos e 3) identificar populações particularmente vulneráveis (PRESTON; YUEN; WESTAWAY, 2011).

A Amazônia tem enfrentado desafios que são inerentes à condição de desenvolvimento na qual seus países se encontram e que perpassam a necessidade de promover o progresso social e econômico aliado à preservação ambiental, incluindo as questões climáticas. Por um lado, os ecossistemas amazônicos, além de importantes redutos de biodiversidade e de

recursos naturais, também possuem papel ativo no intercâmbio entre a biosfera e atmosfera, seja em escala regional ou global, exercendo função essencial no equilíbrio climático (DAVIDSON et al., 2012; NOBRE; SELLERS; SHUKLA, 1991; SALATI; VOSE, 1984). Por outro lado, as condições socioeconômicas da população amazônica em relação à média nacional de seus respectivos países apresentam grande descompasso, ainda mais grave quando analisado da perspectiva das populações tradicionais, cujo contingente estimado é de 1,6 milhões de pessoas para todo o território da Amazônia (ARA, 2011; RAISG, 2012; SANTOS et al., 2014). A superação dessa condição encontra barreiras na pressão antrópica exercida sobre os ecossistemas amazônicos, devido à expansão da fronteira agrícola e do “desenvolvimento econômico” que têm reduzido sobremaneira a diversidade biológica, cultural e os serviços ecossistêmicos associados. A conjugação desses fatores com a mudança climática global tem mostrado seus efeitos na região – na Amazônia Brasileira, os últimos 10 anos apresentaram os maiores eventos do século relacionados à seca (2005 e 2010) e à inundação (2009 e 2012) – devido às alterações no regime de chuvas observados na bacia amazônica (DAVIDSON et al., 2012; GLOOR et al., 2013; LANGERWISCH et al., 2013; MARENGO et al., 2011a, 2011b; MARENGO; ESPINOZA, 2016)

O estado do Amazonas, no Brasil, não foge ao padrão socioambiental observado nos demais países amazônicos. O estado se encontra totalmente inserido na floresta amazônica e vem enfrentando problemas relacionados a: 1) políticas do uso da terra, devido à expansão agropecuária, abertura de estradas e construção de hidrelétricas; 2) à saúde, devido à alta incidência de doenças infecciosas e à necessidade de adaptação da infraestrutura às condições socioespaciais peculiares – o acesso é principalmente fluvial; e 3) à vulnerabilidade das populações tradicionais, grupo social muito prevalente no estado e que depende das atividades extrativistas e da agricultura familiar (CONFALONIERI, 2000, 2005; CONFALONIERI; MARGONARI; QUINTÃO, 2014; GASH; NOBRE, 1997; KATSURAGAWA et al., 2008; SAMPAIO et al., 2007; SOARES-FILHO et al., 2005).

Compreender, no contexto brasileiro, as fragilidades e capacidades dos municípios amazonenses frente à mudança do clima, cujos impactos também vêm sendo observados na maior floresta tropical do mundo, é um primeiro passo para fortalecer e preparar a população para lidar com a ameaça climática. Assim, visando embasar futuras políticas públicas de adaptação para a população do estado do Amazonas, Brasil, o presente trabalho apresenta uma metodologia para mapear a vulnerabilidade humana à mudança do clima no estado. Para tanto, foi construído um índice municipal de vulnerabilidade que combina cenários climáticos

regionalizados com características socioeconômicas, demográficas, ambientais e de saúde da população para compreender e comparar os perfis de vulnerabilidade dos 62 municípios amazonenses. A partir desse levantamento, tornam-se mais tangíveis propostas de adaptação adequadas à realidade do estado e que possam, em um futuro próximo, reduzir os impactos do clima sobre os territórios e populações do Amazonas.

2 JUSTIFICATIVA

Para o estado do Amazonas podem ser elencados diversos fatores que tornam a população susceptível às alterações do clima, como as práticas de uso da terra influenciando o microclima local, a degradação ambiental e suas consequências para o equilíbrio da biodiversidade, a existência de povos tradicionais com fortes laços com o meio natural e as características socioeconômicas ainda desfavoráveis, quando comparadas ao restante do país. Nesse contexto, os impactos esperados da mudança climática para a região podem ser negativamente exacerbados, interferindo na qualidade de vida e saúde da população em um futuro próximo. Dado que o foco principal do estudo é a saúde e o bem-estar humanos e os efeitos adversos que as mudanças climáticas podem ter sobre os sistemas sócioecológicos, é necessário que sejam identificadas as características da população amazonense que contribuem para sua vulnerabilidade. Dessa forma, será possível propor caminhos para sua adaptação que possam, simultaneamente, superar as barreiras socioeconômicas e tecnológicas ainda comuns aos países em desenvolvimento, e criar ou mesmo ampliar, no curto prazo, as ações adaptativas que mostrem viabilidade para a realidade local.

3 OBJETIVO GERAL

Desenvolver indicadores de vulnerabilidade socioambiental e de saúde para os municípios do Amazonas, em função das mudanças ambientais e climáticas, sejam atuais ou projetadas.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Desenvolver índices que permitam verificar o perfil de vulnerabilidade presente da população amazonense baseado na exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa;
- b) Desenvolver um índice climático que forneça um panorama das futuras alterações do clima projetadas para os municípios amazonenses;
- c) Avaliar situações locais de vulnerabilidade ao clima a partir da conjugação de cenários climáticos com a vulnerabilidade presente dos municípios do Amazonas;
- d) Fornecer aos gestores municipais e estaduais uma metodologia de fácil utilização que permita identificar os municípios mais vulneráveis no momento atual bem como monitorar a vulnerabilidade ao longo do tempo no estado do Amazonas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A MUDANÇA CLIMÁTICA

4.1.1 O aquecimento global e a mudança climática observada

De maneira geral, o clima pode ser definido como um conjunto de condições meteorológicas (precipitação, temperatura, pressão atmosférica, etc) que se mantêm por determinados períodos de tempo nas diversas regiões do planeta. Ao longo da história, o clima da Terra passou por mudanças consideráveis devido à influência de processos naturais, como, por exemplo, pequenas variações na órbita do planeta que modificaram a quantidade de energia solar recebida. Essa variabilidade natural do clima pode ser percebida ao observar os últimos 650.000 anos, em que ocorreram diversos ciclos de aquecimento e resfriamento naturais, sendo o término da era glacial, há 7.000 anos, um marco da era climática moderna e da civilização humana (VIJAYAVENKATARAMAN; INIYAN; GOIC, 2012). Entretanto, a variabilidade natural do clima também pode interagir com modificações regionais advindas das atividades humanas, como o aumento das concentrações de dióxido de carbono (CO₂) e as alterações nos padrões de uso da terra, causando modificações climáticas regionais (NOBRE; SELLERS; SHUKLA, 1991; SAMPAIO et al., 2007; VITOUSEK, 1992).

Um dos fatores determinantes do clima da Terra é a troca de gases que ocorre entre a atmosfera e outros fatores físicos como a água, o ar e a superfície do planeta, quer seja por processos naturais – atividades geológicas intensas – quer pelas atividades humanas, como a industrialização. Alguns desses gases são conhecidos como gases do efeito estufa (GEE) – CO₂, óxido nitroso (N₂O), gás metano (CH₄) – pois absorvem a radiação infravermelha refletida pela superfície terrestre e atmosfera, dificultando seu escape para o espaço (VITOUSEK, 1992). A capacidade de absorver a radiação refletida e armazená-la em forma de calor, nas camadas mais baixas da atmosfera, é um fenômeno natural indispensável para a manutenção da vida no planeta. Entretanto, fatores como crescimento exponencial das populações humanas, industrialização, desmatamento e queima de combustíveis fósseis vêm liberando GEE, principalmente CO₂, na atmosfera em um ritmo muito mais acelerado do que os processos naturais. A figura 1 ilustra o papel de processos naturais e dos antropogênicos no ciclo global do carbono. Vê-se que os oceanos e a superfície terrestre (incluindo as florestas) emitem CO₂ em quantidades bastante superiores às atividades humanas. Porém, essa emissão

é compensada através da fixação do carbono, principalmente através da fotossíntese, fazendo com que oceanos, solos e florestas funcionem como sumidouros de carbono. Por outro lado, as atividades humanas não apresentam a capacidade de sumidouro, ficando o excedente de carbono livre na atmosfera.

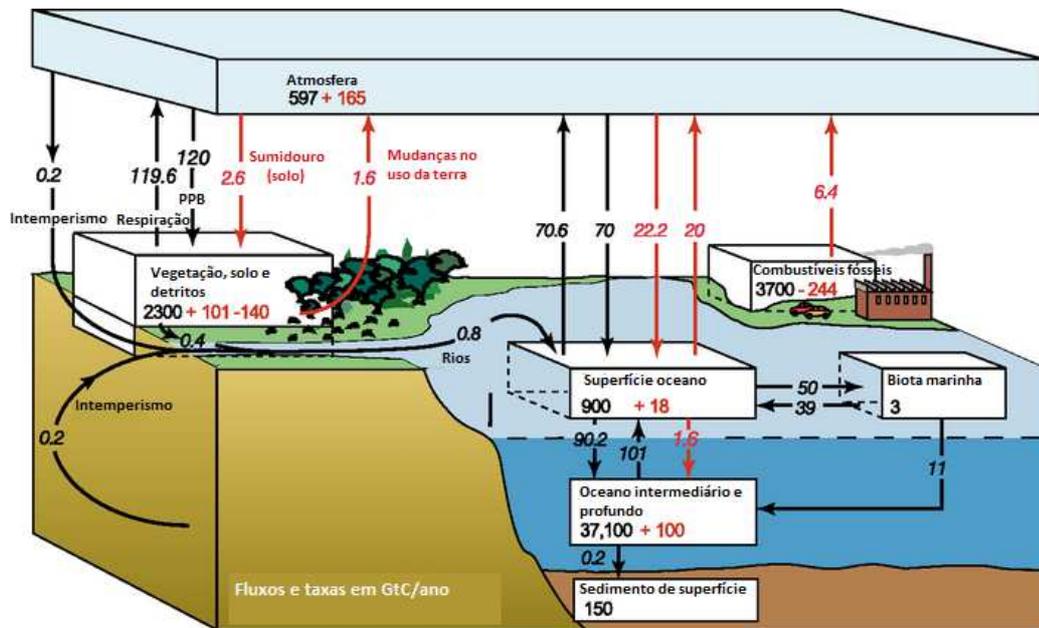
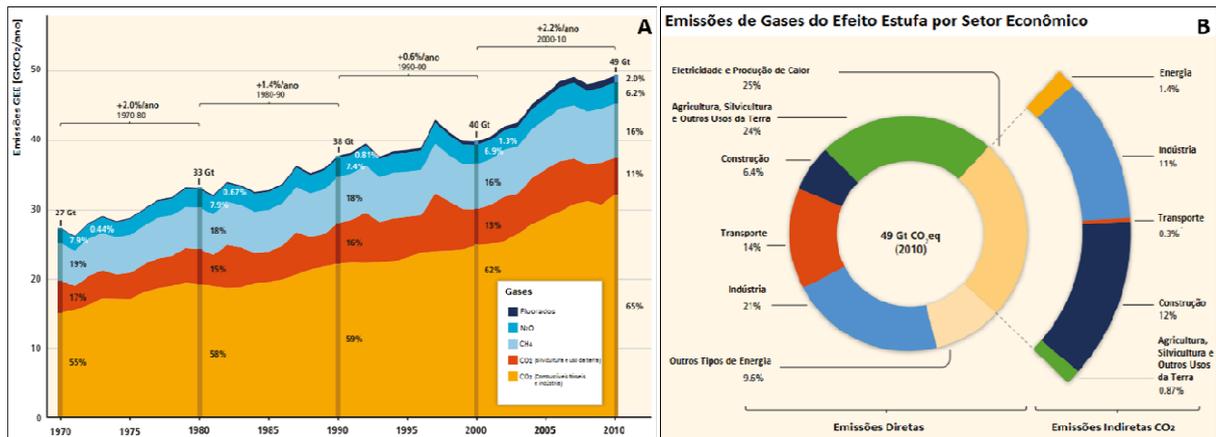


Figura 1. Ciclo global do Carbono. As emissões e fixações de CO₂ são mostradas em gigatoneladas para as atividades antropogênicas (vermelho), para a vegetação e superfície terrestre, e para os oceanos (preto). Fonte: adaptado de IPCC AR4 - Climate Change 2007: Working Group I – The Physical Science Basis.

Desde o início da era pré-industrial, por volta dos anos 1750, as atividades humanas adicionaram quantidades significativas de carbono na atmosfera. De acordo com o 5º Relatório sobre Mudança do Clima do IPCC (IPCC AR5), cerca de metade das emissões antropogênicas de CO₂ ocorreram nos últimos quarenta anos, sendo as emissões de GEE, ocorridas entre as décadas de 2000 e 2010, as maiores da história da humanidade (IPCC, 2014a). Cerca de 78% do aumento no total de GEE emitidos entre 1970 e 2010 correspondem ao CO₂ advindo da queima de combustíveis fósseis e processos industriais (IPCC, 2014a). A figura 2 dá uma dimensão das emissões antropogênicas anuais de GEE entre 1970 e 2010, bem como os principais setores econômicos envolvidos nas emissões em 2010.



A maior concentração de gases do efeito estufa na atmosfera tem levado a um aquecimento com consequentes impactos no clima da Terra, ocasionando o fenômeno conhecido como mudança climática global. O IPCC, em seu 5º Relatório, define mudança climática como mudanças no estado do clima que são percebidas por alterações na média e/ou na variabilidade de suas propriedades, podendo persistir por períodos extensos (IPCC, 2014b). É importante notar que o Painel considera a mudança do clima como qualquer alteração climática ao longo do tempo, seja pela variabilidade natural, seja pela atividade humana. Por outro lado, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês) considera a mudança climática como aquela atribuída direta ou indiretamente à ação humana e que altera a composição da atmosfera, funcionando como fator adicional à variabilidade natural do clima e observado em períodos de tempo comparáveis (SOLOMON et al., 2007).

As reconstruções de temperatura durante os últimos 1.000 anos apontam que as mudanças da temperatura global não são devidas apenas a causas naturais, ainda que existam incertezas nos registros paleoclimáticos (MARENGO, 2006). Um indicativo das contribuições antrópicas para a mudança do clima é o registro das concentrações de CO₂ a partir de amostras do gelo polar – essas concentrações permaneceram estáveis em níveis próximos de 280ppm durante um milênio, até começarem a aumentar a partir de 1750, com o início da Revolução Industrial. Posteriormente, medidas instrumentais da composição da atmosfera foram feitas a partir de 1957 e revelaram que a concentração de CO₂ subiu de

317ppm para 391ppm em 2011 (IPCC, 2013). A figura 3 mostra como evoluíram as concentrações de CO₂ e de outros GEE considerados estáveis entre os anos de 1750 e 2000.

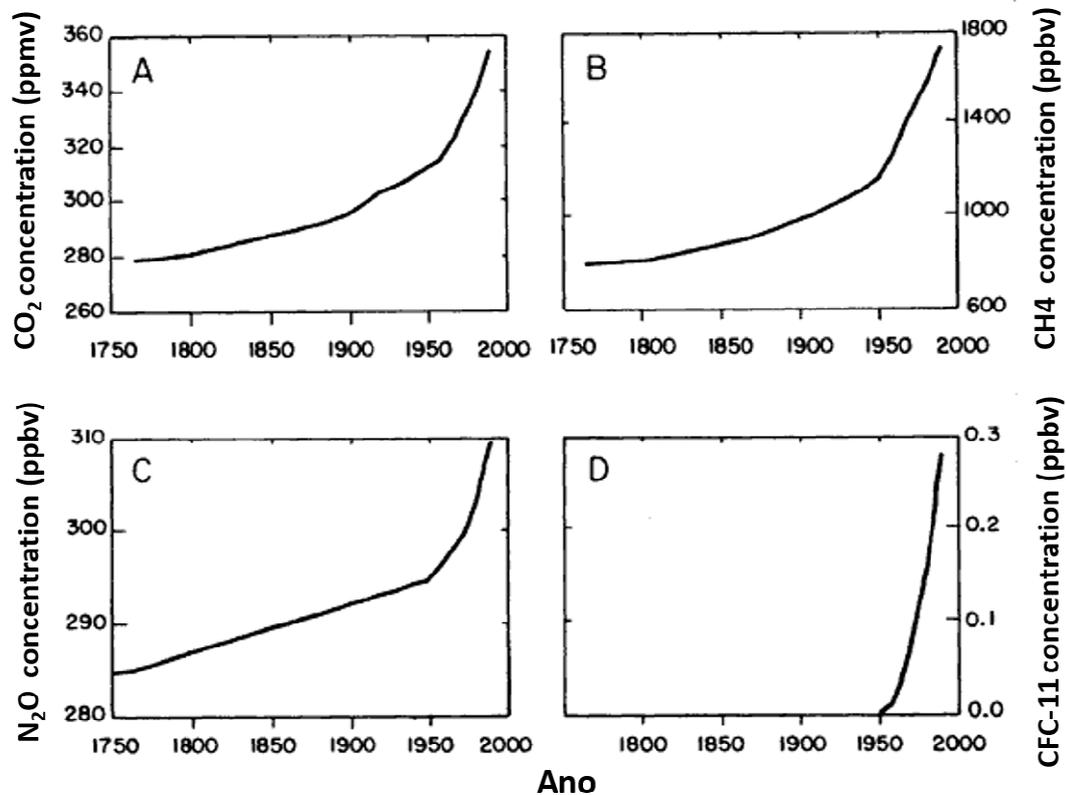


Figura 3. Aumento na concentração de gases do efeito estufa considerados estáveis, entre os anos de 1750 e 2000. A: dióxido de carbono; B: metano; C: óxido nitroso; D: clorofluorcarbono-11. Fonte: adaptado de VITOUSEK (1992).

O grupo de trabalho I do IPCC, através do AR5, afirma que a temperatura média global da superfície do planeta tem aumentando desde o século XIX e que as últimas três décadas têm sido, sucessivamente, mais quentes que as anteriores, sendo a primeira década do século XXI a mais quente já registrada (HARTMANN et al., 2013). Para o IPCC, a influência humana sobre o sistema climático é clara e o aquecimento do planeta é fato inequívoco. De fato, as evidências compiladas pelo IPCC AR5 sobre a mudança climática observada são convincentes (IPCC, 2013):

- Aumento do nível do mar: a taxa de elevação do nível do mar durante o século XIX foi maior que a taxa média dos últimos 2 mil anos. Entre 1901 e 2010, o aumento global médio dos oceanos foi de 0,19m;
- Atmosfera: a média global da temperatura da superfície da terra e dos oceanos mostra um aquecimento de 0,85°C entre 1880 e 2012, sendo que praticamente todo o globo experimentou um aumento da temperatura de superfície;

- Oceanos: o aumento da energia estocada no sistema climático está vinculado principalmente ao aquecimento dos oceanos, com mais de 90% da energia acumulada entre 1971 e 2010. O aquecimento dos oceanos é maior próximo à superfície, que esquentou 0,11°C/década entre 1971 e 2010;
- Criosfera: as calotas polares da Antártida e da Groelândia vêm perdendo massa nos últimos 20 anos, havendo diminuição das extensões de neve e gelo no Ártico e Hemisfério Norte;
- Ciclo do carbono: as emissões de GEE são as maiores desde 800 mil anos atrás. Cerca de 30% do CO₂ antropogênico emitido foi absorvido pelos oceanos, causando sua acidificação.

4.1.2 Projeções de mudança do clima para o mundo e para o Brasil

Diversos estudos demonstram as futuras mudanças climáticas projetadas para diferentes escalas de tempo até o final do século XXI. Para responder como o clima irá se comportar frente às futuras modificações no uso da terra e nas emissões antropogênicas, são utilizados Modelos Climáticos Globais (MCG) considerando diferentes cenários de emissão de GEE (CHOU et al., 2014).

Estudos reconhecidos mundialmente são os relatórios do IPCC, órgão fundado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). O objetivo do Painel é apoiar, com a análise de trabalhos científicos, as avaliações do clima e os cenários de mudanças climáticas para o futuro, avaliando o conhecimento existente no mundo sobre a mudança climática global. O IPCC faz uso de diversos modelos acoplados oceano-atmosfera produzidos por diferentes institutos de pesquisa ao redor do mundo como, por exemplo, o HadCM3, do Hadley Centre na Inglaterra, e o MIROC5, da Universidade de Tóquio. A esses modelos o IPCC vem associando cenários socioeconômicos e de emissões para fornecer descrições plausíveis da evolução do clima futuro publicados, desde 1990, através dos relatórios IPCC FAR, IPCC SAR, IPCC TAR, IPCC AR4 e IPCC AR5. Uma série de características pode ser usada como constituinte dos modelos climáticos – mudanças socioeconômicas e tecnológicas, uso da terra, emissão de poluentes e de GEE, dentre outros – e servem de orientação para avaliar os possíveis impactos do clima e as opções de mitigação (VAN VUUREN et al., 2011).

Em seu 5º Relatório, o IPCC inaugurou uma nova série de 4 cenários, produzidos pela comunidade científica, chamados de Representative Concentration Pathways (RCPs), que representam trajetórias de concentração de GEE e não mais de emissão, como apresentado nas edições anteriores. Cada RCP leva em conta uma trajetória de atividade econômica, usos de energia, crescimento populacional e outros fatores socioeconômicos que serão capazes de influenciar a concentração de GEE até o ano 2100 (IPCC, 2013; VAN VUUREN et al., 2011). O termo “representative” denota que os RCPs construídos são representativos de um conjunto maior de cenários existentes na literatura científica e o termo “concentration pathways” significa que os mesmos não são um pacote final de projeções socioeconômicas, climáticas e de emissões, mas sim uma série de projeções consistentes sobre as forçantes radiativas (VAN VUUREN et al., 2011). A forçante radiativa representa uma medida cumulativa das emissões humanas de GEE de todas as fontes até 2100, expressa em watts por metro quadrado, em relação ao período pré-industrial (1750). Assim, os novos cenários foram nomeados de acordo com essas forçantes radiativas da seguinte forma: RCP2.6 ($2,6 \text{ Wm}^{-2}$), RCP4.5 ($4,5 \text{ Wm}^{-2}$), RCP6.0 ($6,0 \text{ Wm}^{-2}$) e RCP8.5 ($8,5 \text{ Wm}^{-2}$) (IPCC, 2013). O RCP2.6 compreende um cenário de mitigação em que a forçante radiativa é baixa, os RCPs 4.5 e 6.0 constituem cenários de emissão estáveis e o RCP8.5 se apresenta como um cenário de altas emissões. Esses novos cenários de emissões foram usados para as recentes simulações climáticas desenvolvidas no âmbito do quadro do Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) para o 5º Relatório do IPCC. De maneira geral, as projeções de alterações no sistema climático global apontam (IPCC, 2013):

- Temperatura do ar: para o período 2016-2035, as projeções apontam um aumento entre $0,3^{\circ}\text{C}$ e $0,7^{\circ}\text{C}$ na temperatura global média em comparação a 1986-2005 sob todos os RCPs. Para o final do século XXI (2081-2100), a mudança na temperatura média global deve exceder os $1,5^{\circ}\text{C}$ para os cenários RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5, considerando o baseline 1850-1900;
- Ciclo da água: as mudanças na média de precipitação não serão uniformes, havendo projeções de intensificação das chuvas nas áreas tropicais e de redução nas regiões secas. Para todos os RCPs, as variações na precipitação relacionadas ao fenômeno El Niño irão se intensificar;
- Criosfera: todos os cenários RCPs projetam reduções anuais no gelo do Ártico. As coberturas de gelo permanente nas latitudes mais ao norte irão reduzir com o

aumento da temperatura, havendo perspectivas de redução de 37% para o RCP2.6 e de 81% para o RCP8.5;

- Aumento do nível do mar: o nível médio dos oceanos continuará se elevando e não será uniforme ao redor do globo. Há projeção de uma taxa de elevação entre 8 e 16mm/ano para o período 2081-2100, considerando o RCP8.5.

Enquanto ferramenta que alia projeções de mudança do clima a diferentes cenários de emissão, os modelos globais são uma rica fonte de informação; porém, características regionais como topografia e bacias hidrográficas não são bem representadas pelas simulações globais (CHOU et al., 2014). Para avaliar os impactos da mudança climática e as vulnerabilidades associadas, os Modelos Climáticos Regionais (MCR) são mais adequados, fornecendo informações em escalas menores para a condução de avaliações dos impactos em áreas localizadas (CHOU et al., 2014; FLATO et al., 2013). Dessa forma, os MCRs permitem fazer um detalhamento do modelo global (downscaling) para o nível regional e para períodos de tempo determinados.

Diversos autores fizeram essa regionalização para a América do Sul e para escalas ainda menores, como a Amazônia, usando diferentes modelos e cenários, como por exemplo, o Eta-HadCM3, o Eta-MIROC5 e o Eta-BESM (CHOU et al., 2014; LAPOLA et al., 2011; MARENGO, 2014; NOBRE; SAMPAIO; SALAZAR, 2008; NUNEZ; SOLMAN; CABRÉ, 2009; OMETTO et al., 2013; SALAZAR; NOBRE; OYAMA, 2007). Para a América do Sul, por exemplo, cenários futuros de clima derivados do modelo Eta-HadCM3 A1B mostraram que as mudanças do clima apresentam variabilidade regional, diferindo, principalmente, no que se refere à precipitação.

De maneira geral, modelos apontam que a América do Sul vem experimentando um aumento nos extremos de temperatura e precipitação desde os anos 1950, havendo projeções climáticas de um aumento ainda maior desses extremos até o final do século XXI (MARENGO et al., 2010, 2014; TEBALDI, 2007). TORRES & MARENGO (2013) demonstraram que a possibilidade de aumento da temperatura acima dos 2°C é muito provável (>90%) para toda a região em todas as estações do ano. BLÁZQUEZ; NUÑEZ & KUSUNOKI (2012), usando modelos climáticos da Agência Meteorológica Japonesa, observaram que as mudanças na temperatura serão de aumento para a América do Sul, principalmente nos Andes e latitudes tropicais da região. A maior parte do subcontinente também experimentará aumento na precipitação, exceto o sul do Chile. Dessa forma, os autores sugerem que a precipitação pode ter impacto maior do que o aquecimento em algumas

localidades, como na Bacia do Rio Prata, cuja expectativa é de aumento da vazão (BLÁZQUEZ et al., 2012).

As mudanças projetadas pelo modelo RegHad com base nos cenários de emissões do IPCC AR4 mostram que, até o final do século XXI, pode haver uma elevação da temperatura média entre 2°-3°C no sul da Argentina/Chile e de 3-5°C na Amazônia Brasileira, Colômbia, Venezuela e Peru, durante o verão (REBOITA et al., 2014). Diminuições na precipitação diária da ordem de 1,5mm são esperados para a porção sul da América do Sul e de 2,5mm/dia para a região norte/noroeste do subcontinente durante o verão (REBOITA et al., 2014). SOLMAN (2013) fez uma revisão das dificuldades, incertezas e dos progressos alcançados durante o desenvolvimento de MCRs por diferentes pesquisadores para a América do Sul a partir dos anos 2000. A autora evidencia que, embora existam diferenças entre os modelos e as resoluções usadas por cada grupo em suas regionalizações, há um conjunto de evidências qualitativas comuns quanto às mudanças projetadas para a região, como pode ser visto na figura 4.

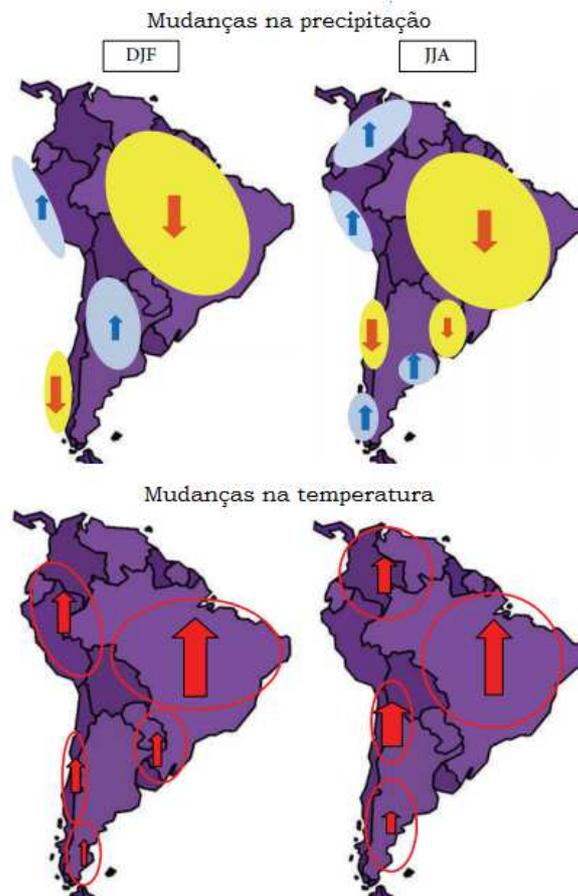


Figura 4. Mudanças qualitativas projetadas para o final do século XXI sob o cenário de emissão A2 do IPCC AR4: o painel superior mostra as mudanças esperadas na precipitação e o painel inferior as mudanças esperadas na temperatura. O tamanho das setas indica a magnitude das mudanças projetadas. Fonte: SOLMAN (2013).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) gerou os primeiros modelos regionalizados de clima para o Brasil em 2007. Os mais recentes foram publicados em 2014 e utilizaram o Eta 20km acoplado a três modelos globais - HadGEM2 ES, MIROC5 do Japão e Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre – com base nos RCPs 4.5 e 8.5 do IPCC (MARENGO et al., 2014). Embora todos os modelos citados tenham como foco o Brasil, diferenças podem ser observadas nas projeções climáticas de cada um deles. As projeções climáticas e ambientais geradas pela modelagem do clima trazem consigo diversos níveis de incertezas, a saber: incerteza sobre os cenários de emissões, incerteza sobre a variabilidade natural do sistema climático e a incerteza dos modelos (SOUZA; MANZI, 2014). O grupo de trabalho I do IPCC, responsável pela avaliação da base física das alterações climáticas, explica que, embora os modelos globais de onde se originam as regionalizações se baseiem nos mesmos princípios físicos, os cientistas precisam fazer aproximações para lidar com a complexidade do sistema climático. Essas aproximações podem ser distintas entre os diferentes grupos e institutos responsáveis pela construção dos vários modelos globais, o que produz diferenças nas projeções climáticas dos modelos, incluindo as regionalizações (IPCC, 2013). Por exemplo, alguns modelos projetaram climas mais chuvosos e outros climas mais secos para a Bacia Amazônica; por outro lado, alguns modelos sugeriram aumento da precipitação, enquanto a maioria indicou redução de chuvas para o Nordeste brasileiro (MARENGO et al., 2014).

Alguns estudos recentes para o clima no Brasil mostram essas divergências. CHOU e cols. (2014) usaram dois modelos climáticos regionais (ETA-HadGEM e ETA-MIROC5) para avaliar a mudança do clima na América do Sul sob os cenários RCP4.5 e 8.5 e demonstraram que, para o Brasil, os locais mais sensíveis para aumento de temperatura são também os mais populosos do país, as regiões Central e Sudeste. No verão, de acordo com o modelo ETA-MIROC5, o aquecimento pode ser de 1,5°C a 2°C até o ano de 2040, enquanto as simulações do ETA-HadGEM mostram um aquecimento de até 4°C para o mesmo período (CHOU et al., 2014). Indicadores de extremos climáticos oriundos dos modelos ETA-HadGEM e ETA-MIROC5 mostram: 1) uma redução da precipitação anual durante o século XXI para as regiões Amazônica e Sudeste do país, com uma redução anual total de cerca de 700mm até o final do século e 2) aumento dos dias consecutivos secos na região Nordeste do Brasil, onde se localiza a região semi-árida, com intensificação dessa condição até o final do século (CHOU et al., 2014). Já TORRES e cols. (2012) fizeram um estudo sobre os hotspots

sócioclimáticos no Brasil usando o Índice de Mudança Climática Regional (RCCI na sigla em inglês) para identificar as regiões nas quais a mudança do clima poderia ser mais proeminente – o RCCI faz uso de parâmetros como diferença de temperatura regional e global, mudanças na precipitação média regional, dentre outros. Os autores demonstraram que a porção oeste da região Nordeste, o noroeste de Minas Gerais e as regiões Centro-Oeste e Norte do país concentraram o maior número de hotspots climáticos devido a fatores como mudanças na média e na variação interanual da precipitação e temperatura. A figura 5 compila as principais projeções do clima, por região, para o Brasil.

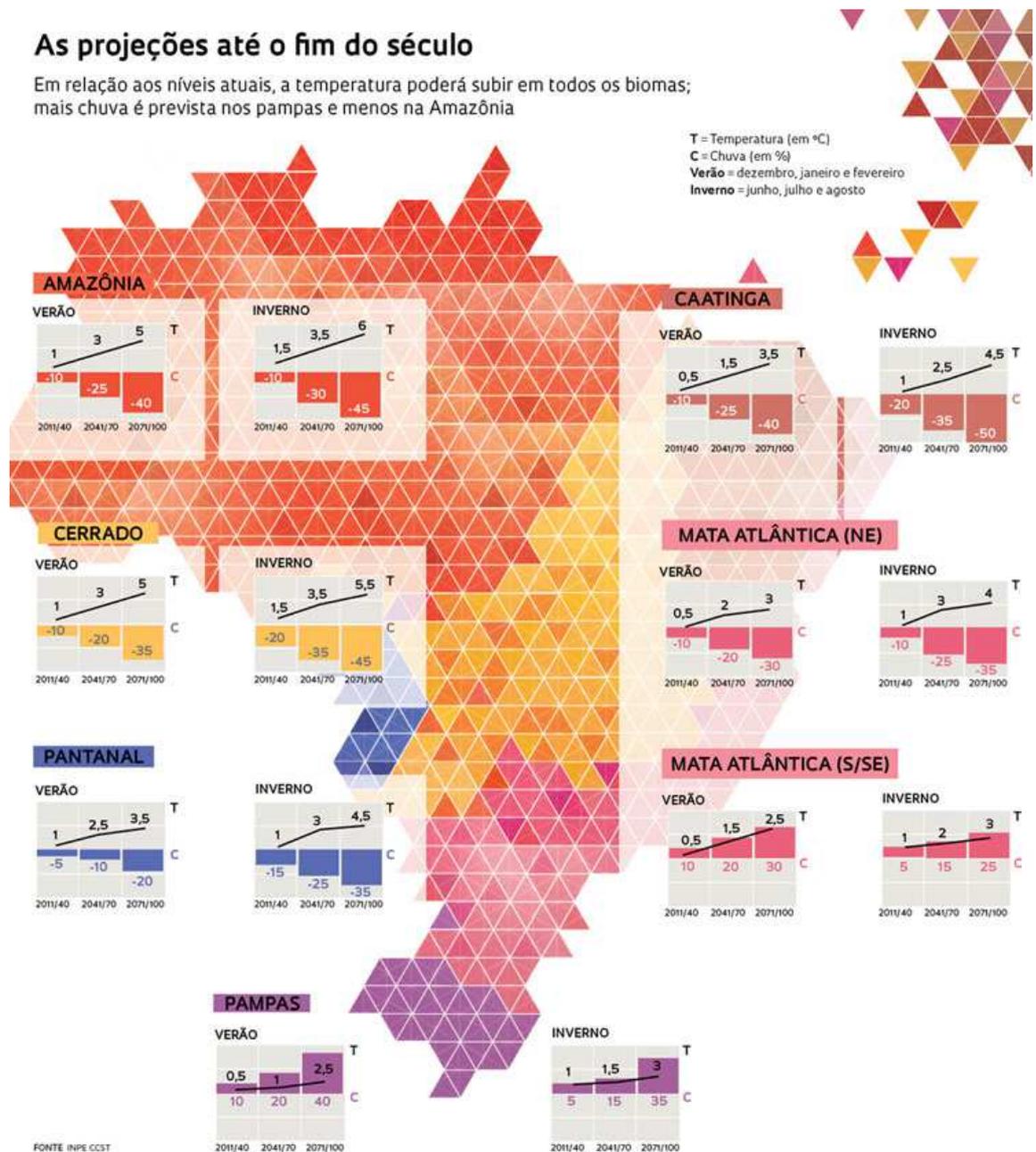


Figura 5. Resumo das projeções de mudança do clima para o Brasil e suas grandes regiões com base nos resultados do Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM). Fonte: PIVETTA (2013).

4.2 MUDANÇA CLIMÁTICA, SEUS IMPACTOS E A SAÚDE DAS POPULAÇÕES

As alterações antrópicas e climáticas impulsionadas pelo modelo de desenvolvimento econômico vigente, acarretam uma série de impactos aos sistemas naturais e humanos. Os impactos podem ser duradouros ou passageiros e serão maiores nos setores dependentes do clima, como agricultura, saúde e água. Como impactos se entende os efeitos dos eventos climáticos sobre um sistema, abrangendo aspectos como vidas, saúde, ecossistemas, economia,

cultura e infraestrutura. Os impactos que a mudança do clima pode determinar sobre as sociedades humanas dependem de dois aspectos fundamentais; 1) da magnitude e da distribuição espacial dos fatores de perigo associados ao clima (temperatura; precipitação; umidade, ventos, etc.); e 2) da vulnerabilidade da população, sendo esta caracterizada pela exposição ao perigo, pela sensibilidade a estes fatores e pela capacidade adaptativa do grupo social.

De maneira geral, os principais impactos observados compreendem as alterações nos sistemas hidrológicos; mudanças na distribuição geográfica, migração e abundância de espécies; inviabilização de determinadas culturas, como trigo e milho, trazendo preocupações para a segurança alimentar mundial; aumento da carga de doenças e da mortalidade relacionada ao clima – ondas de calor, doenças de veiculação hídrica e vetoriais; aumento da vulnerabilidade a extremos climáticos como secas, ciclones e inundações; dentre outros. De acordo com o IPCC, os impactos futuros incluem extinção significativa de espécies nas áreas tropicais, substituição das florestas tropicais por savanas, aumento do número de pessoas sob estresse hídrico, redução das culturas de arroz, aumento das pragas e doenças relacionadas à agricultura e aumento do risco nas áreas costeiras devido à elevação do nível do mar. Todos esses exemplos demonstram o quanto os sistemas, sejam naturais ou humanos, são altamente susceptíveis às alterações climáticas (IPCC, 2014a).

É importante ressaltar que, dentro do escopo desse trabalho, são considerados os impactos do clima sobre os sistemas socioecológicos (SSE), sendo estes compreendidos pela população humana de um determinado território, seu ambiente construído e o ambiente natural. De acordo com OSTROM (2009), o SSE é constituído por subsistemas de recursos, de unidades, de usuários e de governança. Sendo assim, os diversos subsistemas, apesar de individuais, interagem gerando efeitos no nível macro do SSE, o qual em um processo de “*feedback*”, afeta os subsistemas e seus componentes. Os efeitos sobre o SSE são múltiplos, assim como as respostas a eles; entretanto, o foco do presente trabalho são os efeitos adversos sobre o bem-estar e saúde das populações.

Nesse sentido, os impactos da mudança climática global e regional são reconhecidamente capazes de interferir na saúde das populações, diretamente ou indiretamente (Figura 6). O IPCC (SMITH et al., 2014) aponta três caminhos pelos quais a mudança climática pode impactar a saúde:

- 1) Diretos, através do aumento da morbimortalidade por eventos extremos, como secas, inundações e ondas de calor;

- 2) Indiretos sobre os sistemas naturais, em que o aumento da temperatura e da precipitação pode influenciar a reprodução dos vetores e as condições de transmissão das doenças de veiculação hídrica;
- 3) Indiretos sobre os sistemas sociais, em que as transformações ambientais podem ocasionar perdas na agricultura, insegurança alimentar, desnutrição, deslocamento de populações e danos às estruturas de saúde.

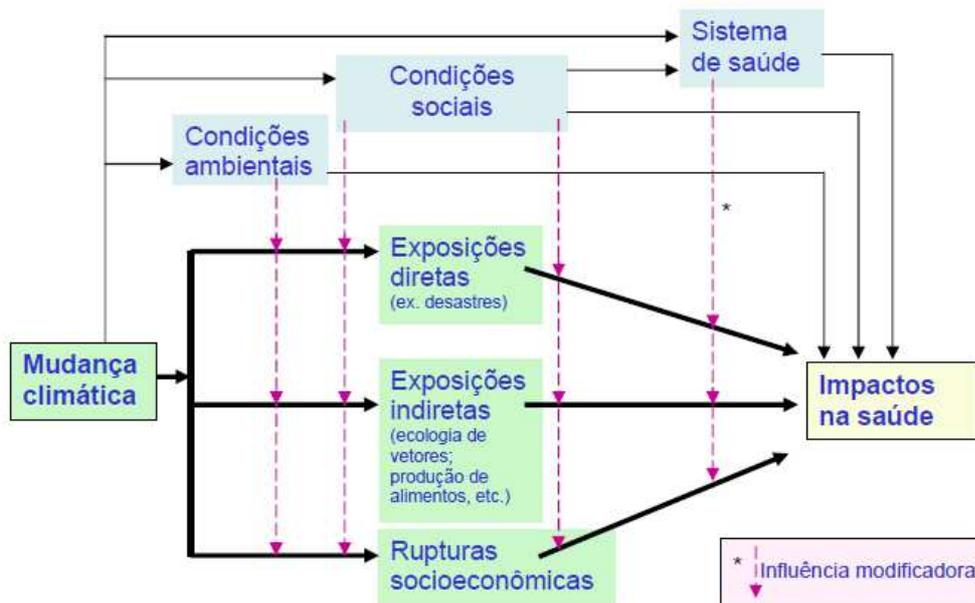


Figura 6. Mecanismos de ação da mudança do clima na saúde. Fonte: IPCC (2007).

O IPCC AR5 aponta como um risco-chave da mudança climática a perda de ecossistemas, biodiversidade e de bens e serviços proporcionados pelos sistemas naturais, como por exemplo, a regulação do clima local, a disponibilidade de água limpa e a provisão de alimentos. Junto à ameaça climática, também incide sobre o sistema natural a demanda humana por comida, espaço e matéria-prima que suprime os ecossistemas e vem acelerando a extinção de espécies.

Sob o aspecto estritamente ecológico, evidências científicas demonstram que as alterações antropogênicas do clima e a distribuição e fenologia das espécies, principalmente nas latitudes mais altas (PARMESAN; YOHE, 2003; ROOT et al., 2003). PARMESAN & YOHE (2003), usando metanálise para os aumentos de temperatura já observados no século XX, observaram alterações na fenologia de plantas e animais, com uma antecipação de 2,3 dias por década nas atividades relacionadas à primavera como a reprodução dos sapos, construção dos ninhos das aves e brotamento das árvores. As florestas também são particularmente sensíveis à mudança do clima, uma vez que o ciclo de vida longo não permite

que as árvores se adaptem rapidamente às alterações climáticas. MIDGLEY e cols. (2002) estudando o bioma Fynbos na região Floral do Cabo, África do Sul, um hotspot global de biodiversidade, observaram que pode haver uma perda entre 51% e 65% desse bioma até 2050, sendo que 1/3 das espécies pode sofrer deslocamento completo de sua distribuição no mesmo período. Para a Amazônia, modelagens climáticas mostraram que das 69 espécies de Angiospermas estudadas por MILES e cols. (2004), 43% se tornariam inviáveis até 2095 devido à redução drástica de sua distribuição. Essa perda drástica de biodiversidade, por consequências diretas da mudança do clima ou pela pressão antrópica, significa que importantes substâncias e genes de relevância médica podem nunca ser descobertos. Ainda em 1997, MYERS havia estimado que 5/6 das propriedades medicinais disponíveis nas florestas tropicais ainda não tinham sido descobertas pela humanidade. Além desse fator, é importante considerar que a biodiversidade de um ecossistema é o pilar para o fornecimento de bens e serviços - ecológicos, ambientais, sociais ou econômicos – sendo, por isso, também responsável pela resiliência desses serviços em cenários de estresse ambiental e de mudança do clima (McMAHON et al., 2011).

Os impactos da mudança do clima no sistema natural também estão, em muito, associados ao aumento da carga de doenças infecciosas, especialmente as vetoriais, dado que os agentes etiológicos e vetores são particularmente sensíveis às condições do clima. Fatores físicos como temperatura, umidade e precipitação são bem documentados na literatura influenciando o risco e a sazonalidade de doenças, o que, juntamente com as alterações antrópicas do ambiente, elevam a susceptibilidade das populações, principalmente as mais pobres a doenças endêmicas como Malária, Leishmanioses e Doença de Chagas (GOTTDENKER et al., 2012; PATTANAYAK et al., 2006; SALOMÓN et al., 2012; VITTOR et al., 2009). Em relação à transmissão de doenças, as alterações mais relevantes são as relacionadas às taxas de sobrevivência e reprodução dos vetores, aos padrões temporais de atividade do vetor e às taxas de sobrevivência e reprodução do patógeno (GITHEKO et al., 2000; GUBLER et al., 2001; KOVATS et al., 2001). Outros fenômenos climáticos naturais, como o El Niño, também estão associados à maior incidência de determinadas doenças infecciosas, como documentado para a Malária em parte da América do Sul e para o Cólera na Índia, o que aliado à expectativa de intensificação do fenômeno com a mudança do clima traz implicações graves para a saúde pública nas regiões afetadas (HAINES; PATZ, 2004; MANTILLA; OLIVEROS; BARNSTON, 2009; PASCUAL; BOUMA; DOBSON, 2002). Para o Brasil, estudos apontam a influência dos fenômenos La Niña e El Niño nos extremos

climáticos relacionados às chuvas e secas em diversas bacias hidrográficas (VALVERDE; MARENGO, 2014). Os resultados demonstraram que o fenômeno El Niño esteve relacionado com dias consecutivos secos (CDD) e chuvas fortes de curta duração (RX5day e RX1day) na bacia do São Francisco, com chuvas fortes e curtas mais intensas na bacia do Paraná e com as secas na bacia Amazônica. Os eventos La Niña estiveram relacionados com CDDs de maior magnitude na bacia do Tocantins (VALVERDE; MARENGO, 2014).

No que se refere aos ciclos hidrológicos, estes vêm sendo alterados globalmente em função do derretimento das geleiras e das modificações nos padrões de precipitação desencadeados pela mudança do clima, com impactos importantes para a disponibilidade de água (IPCC, 2013). Estudos demonstraram que a precipitação média anual está relacionada ao escoamento médio dos rios nos Estados Unidos e que o aquecimento global pode ter efeitos significativos na hidrologia das Bacias do Ganges, Brahmaputra e Meghna, com possibilidade de inundações severas em Bangladesh (ARNELL, 1992; MIRZA, 2002). No continente asiático, espera-se que, em um primeiro momento, o aumento do degelo dos Himalaias implique aumento da descarga de água devido à sua contribuição de até 45% para o fluxo dos rios (XU et al., 2009). Porém, os efeitos a longo prazo podem ser a escassez de água e suprimentos para as comunidades à jusante dos rios, principalmente durante a estação seca (XU et al., 2009). Para a América do Sul, estudos usando diferentes modelos climáticos mostraram um incremento na vazão de rios da Bacia Amazônica até o final do século (AERTS et al., 2006; NAKAEGAWA; KITO; HOSAKA, 2013) e diminuição consistente em outras bacias do Brasil, como nas Bacias do Rio Tapacurá e Parnaíba (MONTENEGRO; RAGAB, 2012; PALMER et al., 2008). Os efeitos do clima sobre componentes essenciais dos ciclos hidrológicos, como a evapotranspiração, irão refletir também na irrigação para agricultura e no planejamento e manejo dos recursos hídricos. Esse fato foi demonstrado por vários autores para a região Nordeste do Brasil, onde são projetados aumento das demandas humana e de irrigação (ARNELL; GOSLING, 2013; GONDIM et al., 2012; VIJAYAVENKATARAMAN; INIYAN; GOIC, 2012).

No aspecto social, existem evidências de que eventos extremos, como secas, enchentes, ondas de calor e de frio, furacões e tempestades, têm afetado diferentes partes do planeta e produzido perdas econômicas e de vidas (MARENGO, 2006). Os eventos naturais representam uma faceta da variabilidade climática do planeta e podem ocorrer em cenários estáveis ou de mudanças das condições do clima. Entretanto, o que se observa é que as modificações ambientais naturais e as desencadeadas pela atividade humana têm contribuído

para a ocorrência de eventos naturais extremos cada vez mais intensos. As projeções de mudanças do sistema climático para o final do século XXI apontam que o aumento da temperatura média do planeta poderá influenciar na maior incidência de ondas de calor; na intensificação de fenômenos naturais como o El Niño e em uma distribuição desigual da precipitação, havendo aumento dos eventos extremos de precipitação nas regiões mais úmidas e diminuição nas regiões secas (IPCC, 2014a). Alterações são esperadas também na ocorrência de ciclones intertropicais, de inundações fluviais e na intensificação das secas (IPCC, 2012). De acordo com o IPCC AR5, eventos como tempestades severas, aumento do nível do mar e inundações costeiras e urbanas representam um grande risco à saúde e à manutenção dos meios de subsistência das populações, bem como causam danos à infraestrutura de serviços críticos, como os de saúde. Essa capacidade de gerar grandes impactos quando incide sobre os sistemas humanos faz com que os eventos extremos ou naturais sejam frequentemente associados à ocorrência de desastres. De acordo com a base de dados do “*Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*” (CRED), desastres como epidemias, vendavais, incêndios florestais, secas, dentre outros, têm aumentado tanto em número quanto em intensidade desde 1930. Entre 1986 e 2006, estima-se que mais 2,5 bilhões de pessoas tenham sido afetadas por inundações, mais 1,5 milhões pela seca e cerca de 650 mil por tempestades de vento ao redor do mundo (ADIKARI; YOSHITANI, 2009).

O Brasil apresenta elevada susceptibilidade aos impactos da mudança do clima. O país é extremamente dependente da exportação de commodities e da agricultura de pequeno porte, sua matriz energética se baseia principalmente em hidrelétricas e ainda são recorrentes a pobreza, epidemias e as inequidades sociais (CONFALONIERI, 2003; CONFALONIERI; FONSECA, 2013; DE LUCENA et al., 2009; IPEA, 2011; TORRES et al., 2012). No país, a magnitude dos efeitos dependerá, em grande medida, de fatores moduladores como o meio ambiente e da efetividade dos sistemas sociais em proteger as populações humanas (CONFALONIERI; MARINHO, 2007). Para a Amazônia, por exemplo, possíveis impactos relacionados à mudança do clima e ao desmatamento poderão ser a maior frequência de incêndios florestais e ameaças à biodiversidade dos ecossistemas tropicais.

4.3 OS CONCEITOS DE VULNERABILIDADE E SUA APLICAÇÃO NO ÂMBITO DA MUDANÇA CLIMÁTICA

O termo vulnerabilidade tem suas raízes na geografia e nas linhas de pesquisa sobre perigos naturais relacionados aos desastres (BLAIKIE et al., 1994), sendo um conceito central

de diversas áreas como ecologia, saúde pública, segurança alimentar e mudança climática. De modo geral, a vulnerabilidade se refere a um estado de susceptibilidade ao dano devido à exposição a um fator de perigo (“*hazard*”), ou seja, remete à forte ideia de perda, de insegurança, de suscetibilidade a um determinado dano (FEITOSA; MONTEIRO, 2012). Esse termo pode carregar uma variedade de significados implícitos a depender de sua utilização prática, como resiliência, adaptabilidade, risco, exposição, capacidade adaptativa, dentre outros (FÜSSEL, 2007; LIVERMAN, 1990). É justamente essa diversidade de significados que revela a riqueza do conceito de vulnerabilidade e lhe permite operar como um conceito mediador em diferentes disciplinas ou perspectivas, referindo-se ao mesmo objeto, fenômeno, processo ou estado, mas com significados distintos em cada uma das áreas (FEITOSA; MONTEIRO, 2012; MOLLINGA, 2008).

Segundo ADGER (2006), os estudos de vulnerabilidade apresentam duas correntes principais: a vulnerabilidade social, que trata dos meios de subsistência e pobreza, e a vulnerabilidade relacionada aos SSE (Figura 7).

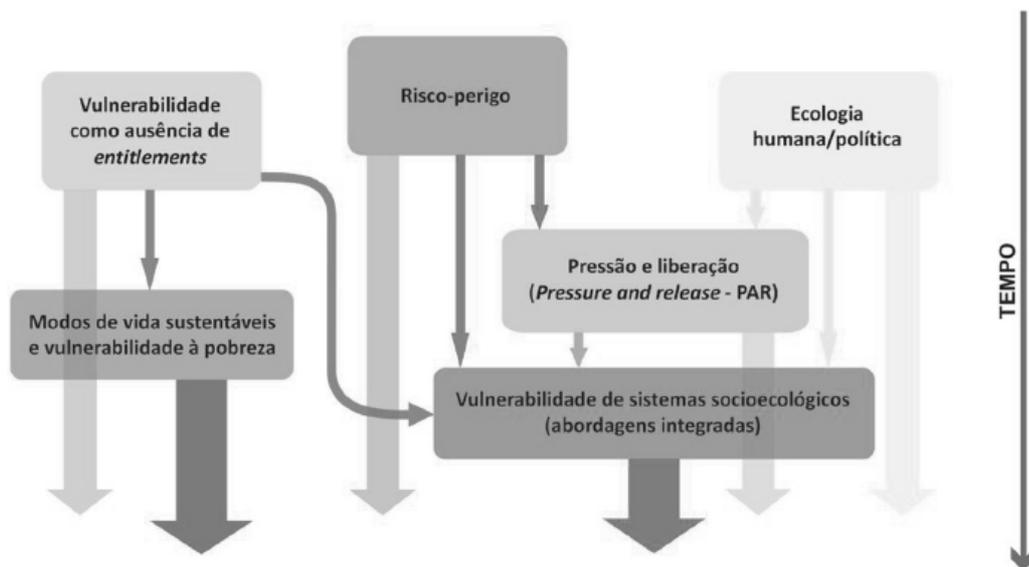


Figura 7. Tradições de pesquisa em vulnerabilidade e sua evolução. Fonte: FEITOSA; MONTEIRO (2012).

A primeira linha teórica tem suas raízes nos trabalhos clássicos de SEN (1981, 1985) que na tentativa de aprimorar o espaço informacional da pobreza concebeu a teoria dos “entitlements”, estes compreendidos “como um conjunto de pacotes alternativos de bens que uma pessoa pode adquirir usando a totalidade de direitos e oportunidades ao qual tem acesso” (SEN, 1997, p.497). Dessa forma, a vulnerabilidade seria a ausência de “entitlements” – moradia, terra, trabalho, assistência social – ou seja, a inexistência de fontes de bem-estar e

renda que sejam potencialmente reais (FEITOSA; MONTEIRO, 2012). Esta corrente pioneira enfatiza a sensibilidade e a capacidade diferenciada de indivíduos e coletividades de lidar com a exposição ao risco, sendo, portanto, a vulnerabilidade o resultado de uma série de fatores socioeconômicos, culturais e institucionais (FEITOSA; MONTEIRO, 2012). CUTTER; BORUFF & SHIRLEY (2003) definem a vulnerabilidade social como um produto tanto das inequidades sociais – fatores que influenciam e moldam a susceptibilidade de vários grupos ao dano e que também governam sua habilidade de responder – quanto das inequidades espaciais – características das comunidades e do ambiente construído que contribuem para a vulnerabilidade social dos lugares. Uma crítica a essa corrente está em seu foco exclusivo na esfera social e seus desdobramentos (status social, gênero e bem-estar), subestimando a dinâmica dos sistemas biofísicos e seus riscos associados (ADGER, 2006).

Já os estudos de vulnerabilidade dos sistemas socioecológicos desenvolveram um conhecimento voltado para os riscos ambientais associados aos parâmetros sociais. Essa linha também incorpora, indiretamente, a questão dos “entitlements”, porém, com a ótica voltada para os desastres naturais, sendo as abordagens risco-perigo (risk-hazard), ecologia humana e pressão e liberação as mais reconhecidas.

A abordagem risco-perigo se fundamenta nas percepções da escola de pensamento de perigos naturais, cuja veia positivista foca no estudo dos perigos como um estresse ambiental particular, sendo a vulnerabilidade uma função do risco de exposição (VINCENT, 2004). Nesse caso, a vulnerabilidade é decorrente de perturbações naturais que funcionam como fatores de risco biofísicos e irá depender do tipo e da magnitude do perigo, sendo a quantificação das perdas humanas um proxy da vulnerabilidade (BURTON; KATES; WHITE, 1993; FÜSSEL, 2007). A tradição do perigo natural argumenta que este é mediado pelas estruturas institucionais e que, por isso, seus impactos serão distintos sobre os diversos grupos populacionais (BURTON; KATES; WHITE, 1993). Um ponto-chave dessa abordagem é a diferenciação estrita entre o fator de perigo (“hazard”) – evento físico potencialmente danoso, fenômeno ou atividade humana que é caracterizado por sua localização, intensidade, frequência e probabilidade – e vulnerabilidade, que compreende uma relação entre a severidade do perigo e o grau de dano causado (FÜSSEL, 2007). Devido ao fato de a teoria risco-perigo considerar um evento perigoso como raro, conhecido e estável, sua utilização não é comum nos estudos de populações cuja exposição ao perigo depende de fatores socioeconômicos (FÜSSEL, 2007). Ao explicar a vulnerabilidade, majoritariamente, a partir de fatores técnicos, físicos e institucionais, esta linha teórica negligencia fortemente a

contribuição de outros fatores para a construção das vulnerabilidades e as coloca como o ponto final de uma sequência de análises linear e mandatória para a identificação dos ajustes necessários diante de uma ameaça (FEITOSA; MONTEIRO, 2012).

Por outro lado, a linha de pensamento da ecologia humana tem ênfase na vulnerabilidade de grupos ou unidades sociais expostas, especialmente no que se refere às estruturas e instituições que governam as vidas humanas (VINCENT, 2004). Esta tradição tenta explicar porque os pobres e marginalizados são também os mais susceptíveis aos perigos naturais, dado que o discurso do manejo do risco advogado pela teoria risco-perigo não conseguiu abarcar as causas políticas e estruturais da vulnerabilidade (ADGER, 2006; HEWITT, 1997; WATTS; BOHLE, 1993). A abordagem da ecologia humana enfatiza o papel do desenvolvimento econômico na adaptação ao risco e evidencia como os impactos serão diferentes a depender das estruturas de classe, governança e economia (ADGER, 2006; HEWITT, 1997).

Por fim, a linha pressão-liberação foi construída por BLAIKIE e cols. (1994) a partir das duas tradições anteriormente citadas (risco-perigo e ecologia humana) e define risco como um produto do perigo e da vulnerabilidade. Esse modelo parte do pressuposto de que um desastre é resultante da intersecção entre duas forças opostas – a exposição a uma ameaça biofísica e a existência de processos que geram vulnerabilidade e se acumulam progressivamente. Essas duas pressões culminam nos desastres e, como forma de reduzi-las, os autores sugerem intervenções nas causas de fundo – acesso ao poder, estruturas e recursos; nas pressões dinâmicas – urbanização, crescimento demográfico; e nas condições inseguras – contextos particulares de vulnerabilidade expressos no tempo e espaço (BLAIKIE et al., 1994). Embora seja aplicado em estudos de vulnerabilidade, o modelo de BLAIKIE e cols. (1994) não conceitua o termo vulnerabilidade.

Mais recentemente, as teorias da ecologia humana e do risco-perigo têm sido rearranjadas em novas abordagens integradas sistêmicas, como o modelo “*hazard-of-place*” e o quadro combinado de vulnerabilidade (CUTTER; BORUFF; SHIRLEY, 2003; CUTTER; MITCHELL; SCOTT, 2000; METZGER; LEEMANS; SCHRÖTER, 2005; TURNER et al., 2003). Essas novas abordagens enfatizam a vulnerabilidade de um sistema como o reflexo da exposição e da sensibilidade a perturbações, sejam elas naturais ou não, e de sua capacidade de responder, adaptar-se ou recuperar-se dos efeitos destas condições adversas. Nesse contexto, CUTTER (2003) define vulnerabilidade como a probabilidade de um indivíduo ou grupo ser exposto e afetado por um perigo, compreendendo assim a interação entre o perigo

local e o perfil social da população. Essa abordagem integrada de vulnerabilidade tem sido vastamente usada nos estudos de mudança ambiental global e mudança climática especialmente porque, nessas áreas, o termo vulnerabilidade tem sido amplamente aceito e usado como parte da agenda científica. Além disso, vulnerabilidade passa a ser compreendida como um processo e não o fim de um SSE dotado de interações complexas e não-lineares (FEITOSA; MONTEIRO, 2012; KELLY; ADGER, 2000).

A variedade de conceitos e abordagens para a vulnerabilidade evidenciada na figura 7 também é usada nas avaliações no âmbito das mudanças climáticas. O IPCC define vulnerabilidade como “a propensão ou predisposição a ser adversamente afetado, compreendendo a sensibilidade ou susceptibilidade ao dano e falta de capacidade para lidar ou se adaptar aos impactos” (IPCC, 2014a, p. 128). Nesse contexto, a vulnerabilidade ao clima apresenta três fundamentos básicos: exposição enquanto a natureza e o grau com que um sistema experimenta os estresses ambiental e sociopolítico; a sensibilidade como o grau com que o sistema é afetado ou modificado por perturbações; e capacidade adaptativa como a habilidade de um sistema evoluir para acomodar e lidar com os perigos ambientais ou mudanças políticas (ADGER, 2006).

Assim sendo, a vulnerabilidade e a exposição são dinâmicas e dependentes de fatores como economia, demografia, instituições e governança, assim como o são as populações e comunidades expostas de acordo com suas características – sexo, idade, renda, educação, dentre outros (MARENGO, 2014). A elevada vulnerabilidade e exposição são, portanto, resultado de processos de desenvolvimento falhos, como a má gestão do recurso natural, alterações demográficas, urbanização não planejada, insegurança alimentar, dentre outros (MARENGO, 2014). Diversos autores têm enfatizado que o termo vulnerabilidade só pode ser utilizado com algum significado se fizer menção a uma situação vulnerável específica (FÜSSEL, 2004; LUERS et al., 2003; METZGER; LEEMANS; SCHRÖTER, 2005). Como exemplos temos BROOKS (2003), para a qual só se pode falar significativamente sobre a vulnerabilidade de um sistema específico a um perigo também específico, e METZGER; LEEMANS & SCHRÖTER (2005), os quais especificam a vulnerabilidade de um ecossistema no que se refere a aspectos como localização, cenários de estresse e períodos de tempo. Sendo assim, Füssel (2007) sugere quatro dimensões básicas para descrever e delimitar uma situação de vulnerabilidade:

- Sistema: o sistema de análise pode ser uma população (ADGER, 1999, 2003), um SSE (BARATA; CONFALONIERI, 2011) ou qualquer outro sistema ameaçado por um perigo;
- Atributo: as características ou atributos mais importantes de um sistema vulnerável que estão ameaçados pela exposição a um perigo, como por exemplo, vidas humanas, saúde e biodiversidade;
- Fator de perigo: uma influência potencialmente danosa ao sistema analisado que pode afetar adversamente alguns atributos importantes do sistema;
- Referência temporal: período de tempo de interesse, o qual é particularmente importante quando o risco a que o sistema está sujeito pode se modificar ao longo do tempo.

4.4 O USO DE INDICADORES COMO FERRAMENTA DE ESTUDO DA VULNERABILIDADE

As avaliações da vulnerabilidade à mudança do clima têm o intuito principal de orientar as políticas públicas de adaptação para reduzir os riscos associados às alterações climáticas. A adaptação é uma das estratégias disponíveis para lidar com os riscos associados à mudança antropogênica do clima, sendo a outra alternativa as ações de mitigação. Enquanto a mitigação foca na redução da emissão dos GEE e no aprimoramento dos sumidouros desses gases, a adaptação tem como objetivo fundamental manejar os efeitos adversos da mudança climática através de intervenções nos sistemas vulneráveis, sejam esses naturais ou humanos (FÜSSEL; KLEIN, 2006).

O interesse crescente nas questões relacionadas à mudança climática e seus impactos associados tem aberto espaço para as avaliações de vulnerabilidade, cuja finalidade principal é analisar os fatores socioeconômicos e institucionais e, em menor extensão, fatores políticos, ecológicos e culturais, que determinam como as populações respondem e lidam com os perigos climáticos (ADGER et al., 2004). Nesse sentido, os estudos de vulnerabilidade compreendem um passo no escopo das estratégias de adaptação, as quais constituem um ciclo de etapas composto por 1) avaliação dos impactos, 2) monitoramento dos impactos, 3) avaliação da vulnerabilidade, 4) propostas de adaptação e 5) monitoramento e avaliação das ações propostas.

A adaptação eficiente às alterações climáticas depende da disponibilidade de dois pré-requisitos importantes: informações sobre o que precisa ser adaptado e como ser adaptado, e

recursos para implementar as ações adaptativas (FÜSSEL; KLEIN, 2006). Nesse sentido, um dos pontos imprescindíveis é a coleta de informações sobre o sistema vulnerável e suas exposições. Isso permite a agregação de alguns componentes essenciais capazes de indicar o dano potencial pela ação do clima, assim como a capacidade de adaptação do grupo social afetado.

Nos estudos de vulnerabilidade, indicadores são ferramentas comumente usadas para avaliar a vulnerabilidade e compará-la entre os diversos sistemas estudados. HINKEL (2011) argumenta que quando se trata de vulnerabilidade, é impossível definir uma medida, pois a mesma compreende um conceito teórico não observável. O autor defende que o ideal é usar o termo operacionalização, caracterizado como a construção de um método capaz de mapear a vulnerabilidade, um conceito teórico, em algo observável (MOSS; BRENKERT; MALONE, 2001; PATT et al., 2009). Nesse caso, se fala em metodologia de avaliação da vulnerabilidade, na qual os indicadores operacionalizam o conceito de vulnerabilidade em uma função simples e linear (HINKEL, 2011). Assim, a partir de um modelo conceitual coerente à realidade estudada, um conjunto amplo de informações e indicadores vem sendo usados para avaliar os impactos da mudança climática, a exemplo de BROOKS; ADGER & KELLY (2005), que definiram onze indicadores chave para avaliar a vulnerabilidade e a capacidade adaptativa no nível nacional englobando aspectos como saúde, educação, geografia e ecologia; e MOSS; BRENKERT & MALONE (2001), que utilizaram variáveis de setores distintos como infraestrutura, economia e saúde para construir seu índice de vulnerabilidade.

Um indicador é definido como uma medida qualitativa ou quantitativa de um conjunto de variáveis capaz de fornecer informações relevantes sobre um fenômeno, ambiente ou área (OECD; EUROPEAN UNION; JOINT RESEARCH CENTRE, 2008). Ele é capaz de informar sobre o progresso em direção a uma determinada meta, sendo utilizado como recurso para deixar mais perceptível uma tendência ou fenômeno não imediatamente detectável através dos dados isolados (VAN BELLEN, 2005). São descritos como algo que fornece uma pista para um assunto ou torna perceptível uma tendência ou processo que não é imediatamente detectável. Além disso, um indicador não é um elemento explicativo ou descritivo, mas uma informação pontual no tempo e no espaço, cuja integração e evolução permite o acompanhamento dinâmico da realidade (SOBRAL; DE FREITAS, 2010). Portanto, o significado de um indicador se estende, além do que é de fato medido, para um

alcance maior do fenômeno de interesse, sendo capaz de encapsular uma realidade complexa em um construto único (MORAES, 2011; VINCENT, 2004).

Devido à natureza multidimensional da vulnerabilidade, em muitos estudos são usados indicadores compostos, caracterizados como um compilado de indicadores individuais em um índice e baseados em um modelo conceitual básico (OECD; EUROPEAN UNION; JOINT RESEARCH CENTRE, 2008). Sendo assim, um indicador composto é a representação unidimensional de um conceito multidimensional através de um índice simples (SCHUSCHNY; SOTO, 2009). Indicadores compostos são muitas vezes utilizados para fazer comparações sobre o desempenho das unidades de análise a partir do qual são calculados, facilitando a interpretação dos cenários a serem considerados pelos tomadores de decisão e funcionando como uma ferramenta útil para avaliar o desempenho dos sistemas estudados (SCHUSCHNY; SOTO, 2009). Esses instrumentos são apresentados como facilitadores para o atendimento das demandas de informação para formulação de políticas e para a tomada de decisões nas esferas públicas, assim como para a disseminação da cultura de uso de indicadores nas agendas de políticas públicas (SCHUMANN; MOURA, 2015). Um exemplo conceituado de indicador composto é o Índice de Desenvolvimento Humano das Nações Unidas, o qual agrega as dimensões de renda, educação e expectativa de vida para formar um índice anual que compara o desenvolvimento dos países e aponta necessidades de assistência humanitária.

Embora de grande utilidade prática, o processo de construção dos indicadores compostos exige grande embasamento teórico, transparência e objetividade para não incorrer em más interpretações e falta de comparabilidade entre as unidades de análise. De acordo com (SCHUSCHNY; SOTO, 2009), um indicador composto exige duas características básicas 1) a definição clara do atributo a ser medido e 2) a existência de informação confiável para construir a métrica desejada. Isso porque a concepção do indicador deve ser feita a partir de um conjunto de informações "mensuráveis", isto é, os dados utilizados devem estar amplamente disponíveis. Além disso, ressalta-se que o desenho de um indicador composto deve ser orientado por uma demanda potencial, motivo pelo qual durante sua construção é imprescindível a participação de especialistas e dos atores sociais envolvidos. Essa postura agrega confiabilidade aos índices, cuja transparência no processo de desenvolvimento e aplicabilidade é considerada peça fundamental da metodologia. A "*Organisation for Economic Co-operation and Development*" (OECD), em seu Manual de Indicadores Compostos (2008), listou algumas vantagens inerentes à metodologia dos indicadores

compostos, sendo algumas delas a capacidade de simplificar uma realidade complexa e a facilidade de interpretação.

Baseado nessas exigências, a escolha dos indicadores adequados irá depender do modelo conceitual adotado; se há um embasamento teórico que estabelece a relação entre as variáveis desejadas, a abordagem de escolha é dita dedutiva; se a escolha dos indicadores se fundamenta na significância estatística das variáveis envolvidas, a abordagem é nomeada indutiva (ADGER et al., 2004). Entretanto, muitos estudos de vulnerabilidade não pertencem nem à abordagem indutiva nem à dedutiva de escolha dos indicadores, sendo estes selecionados com base em como eles se inserem nos componentes da vulnerabilidade – sensibilidade, exposição e capacidade adaptativa (ADGER et al., 2004).

Outro aspecto importante nas avaliações de vulnerabilidade por indicadores compostos consiste na forma de agrupar os sub indicadores. Alguns autores consideram que os sub indicadores que compõem os índices devem estar relacionados entre si; outros advogam que os indicadores compostos resumem vários e diferentes aspectos de um fenômeno e que, por isso, não necessitam estar relacionados entre si (SATURNO, 2004). Estas abordagens correspondem, respectivamente, ao modelo “Reflexivo” e “Formativo” de construção de índices de vulnerabilidade às mudanças climáticas, ou seja, com e sem exigência de uma relação interna entre os seus componentes.

5 METODOLOGIA

5.1 ÁREA DE ESTUDO

O estado do Amazonas está localizado na Região Norte do Brasil e é o maior estado do país, ocupando cerca de 18% de seu território, cerca de 1.559.161,682 km². Limita-se com os Estados brasileiros do Acre, Pará, Rondônia, Roraima e Mato Grosso, e com os seguintes países: Venezuela, Peru e Colômbia. Oficialmente, o Amazonas é dividido em 4 mesorregiões (Centro Amazonense, Sul Amazonense, Sudoeste Amazonense e Norte Amazonense) e treze microrregiões (Alto Solimões, Boca do Acre, Coari, Itacoatiara, Japurá, Juruá, Madeira, Manaus, Parintins, Purus, Rio Negro, Rio Preto da Eva e Tefé) (Figura 8).

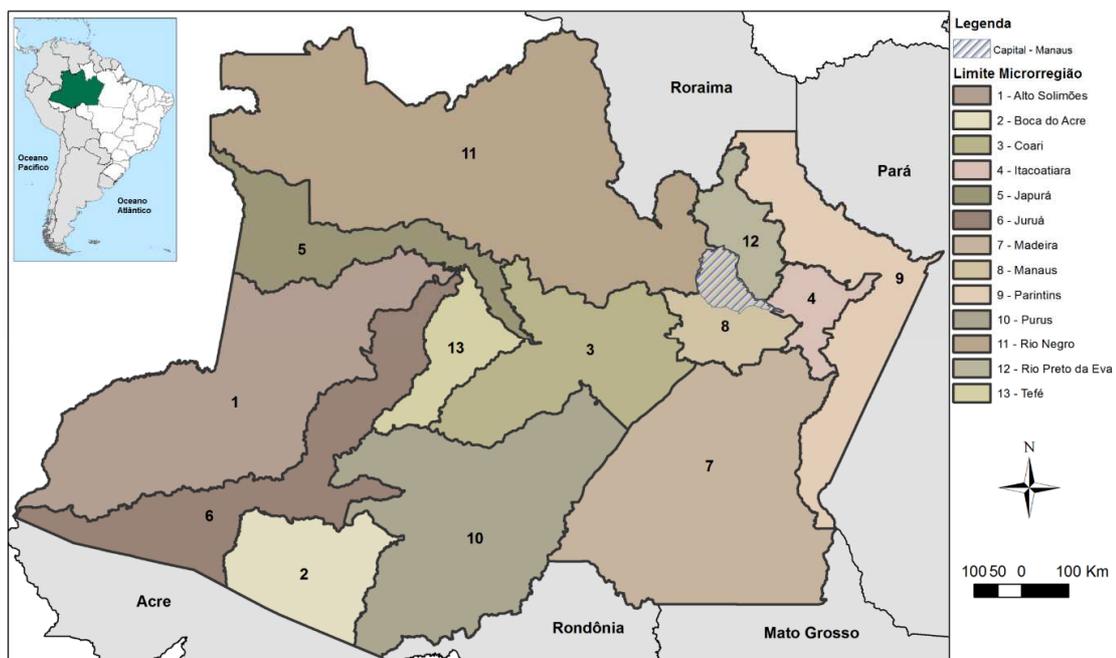


Figura 8. Microrregiões do Amazonas e a localização da capital, Manaus, mostrada no polígono rachurado.

Seus 62 municípios abrigam 4.001.667 habitantes, sendo 52% residentes na capital, Manaus, considerada um centro histórico e portuário do estado. Por esse motivo, Manaus é a cidade mais populosa da Amazônia Brasileira. A população é majoritariamente urbana, embora exista um considerável contingente de populações denominadas rurais que são, acima de tudo, grupos tradicionais do estado: os índios, que residem principalmente em terras indígenas; e os ribeirinhos, que incorporam um critério geográfico representado por lagos e

rios (ALMEIDA, 2004). A maior parte da população amazonense é parda (68,8%), recebe até $\frac{1}{2}$ salário mínimo (56,1%), e vive em domicílios com saneamento precário (IBGE, 2010).

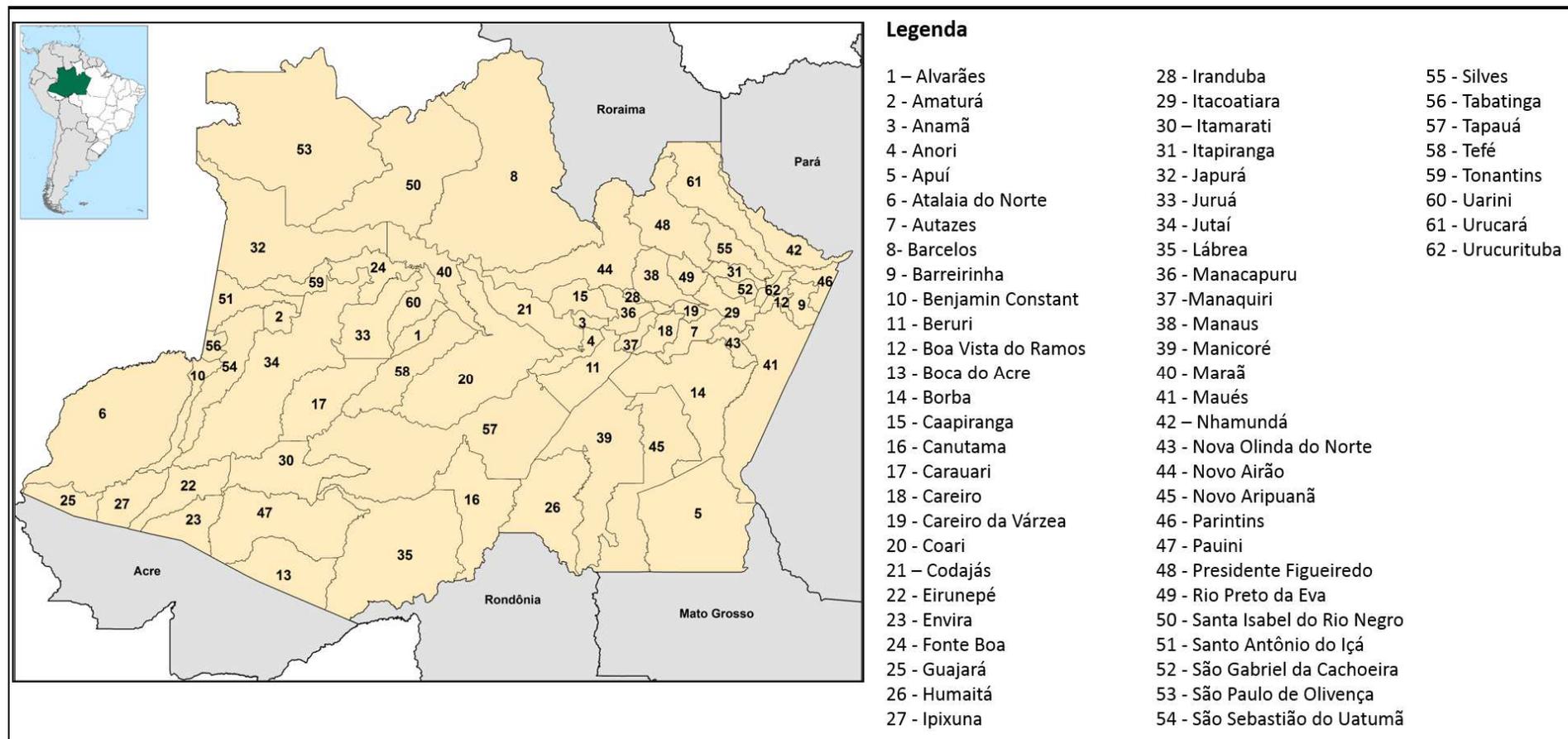


Figura 9. Municípios do estado do Amazonas.

No aspecto ambiental, o estado é considerado pouco desmatado, possuindo 23,5% do ecossistema protegido em unidades de conservação e cerca de 98% do território preservado. Porém, ainda existem regiões historicamente ligadas ao desmatamento, principalmente na região sul, impulsionado pelas ondas de desenvolvimento econômico do ciclo da borracha, do período militar e, mais recentemente, dos empreendimentos energéticos e das atividades agroflorestais (PRATES; BACHA, 2011; SAMPAIO et al., 2015). A fitofisionomia varia entre cerrado e florestas densas, o tipo predominante é a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (40%), seguida da Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas (14%) e do Contato Campinarana-Floresta Ombrófila (13%) (CEPAL, 2007). Durante o período de cheia, as águas inundam as margens dos rios, avançam pela floresta e chegam quase a alcançar as copas das árvores, formando os "igapós" – áreas permanentemente inundadas durante as cheias.

A Amazônia possui a maior bacia hidrográfica do mundo devido à influência de fatores como precipitação, vegetação e altitude, estendendo-se por 3.889.489,6 km². Nesse aspecto, o estado do Amazonas é essencialmente fluvial, sendo a mobilidade de bens e pessoas dependente dos rios. São mais de 20 mil km de vias fluviais navegáveis ligando comunidades distantes na região, o que torna a acessibilidade do contexto físico do Estado a menor da Região Norte (CEPAL, 2007). Além dos rios Amazonas, Negro e Solimões, outros rios principais são: Madeira, Purus, Juruá, Uatumã, Içá, Japurá e Uaiupés, todos integrantes da Bacia Amazônica. Por terra, a rodovia Transamazônica corta transversalmente parte do sul do Estado, vindo do estado do Pará, enquanto as estradas BR-319 (Manaus a Porto Velho) e BR-174 (Manaus a Boa Vista) permitem o fluxo do sudeste ao nordeste, mas o centro e o oeste do estado ainda são praticamente inacessíveis por terra (CEPAL, 2007).

O clima é equatorial úmido, com temperatura média/dia/anual de 26,7°C, havendo variações médias entre 23,3°C e 31,4°C (CEPAL, 2007). A umidade relativa do ar fica em torno de 80% e o Estado possui apenas duas estações bem definidas: chuvosa (inverno) e seca ou menos chuvosa (verão). A região amazônica possui uma precipitação média de aproximadamente 2300 mm/ano, embora existam regiões (na fronteira entre Brasil e Colômbia e Venezuela) em que o total anual atinge 3500 mm (FISCH; MARENGO; NOBRE, 1996).

A economia do Amazonas baseia-se principalmente no setor primário, em atividades de extrativismo, mineração e pesca. Em Manaus concentram-se o setor industrial e o de serviços. A produção industrial recebeu significativo impulso a partir de 1967, quando foi criada a

Zona Franca comercial e industrial de Manaus, com o objetivo de promover o desenvolvimento da região a partir da produção de materiais elétricos e de comunicação.

5.2 MODELO CONCEITUAL DO ESTUDO

O modelo conceitual é parte fundamental da análise de vulnerabilidade pois ilustra os conceitos importantes do problema e a associação existente entre seus componentes. O cerne do presente modelo foi a definição de vulnerabilidade de contexto, definida pelo 5º Relatório do IPCC como “a inabilidade presente de lidar com as pressões externas ou mudanças do clima, sendo uma característica do sistema social e ecológico gerada por múltiplos fatores e processos”. Os múltiplos fatores e processos considerados abarcaram os componentes clássicos da vulnerabilidade humana ao clima: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa.

Sendo assim, para a construção do modelo foi considerando que, em cada local, as populações estão sujeitas a tensões múltiplas e específicas que se relacionam para determinar os impactos do clima no âmbito regional. Nesse sentido, o presente estudo construiu um modelo conceitual para os municípios amazonenses considerando que o SSE apresenta determinadas características próprias que determinam um perfil de vulnerabilidade, o qual pode ser exacerbado por um fator de perigo – a mudança do clima (Figura 10).

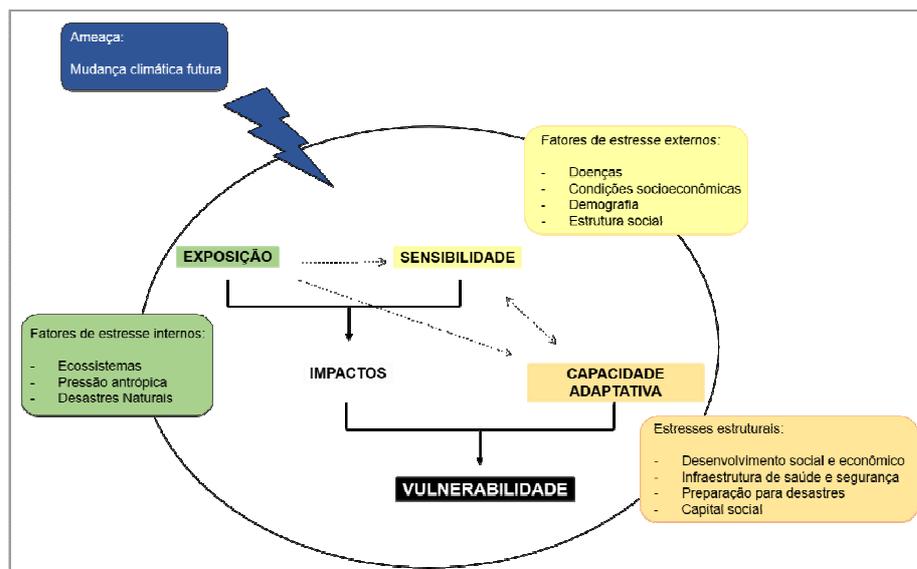


Figura 10. Modelo conceitual ilustrando a relação entre a vulnerabilidade e seus componentes. O círculo representa o município onde as muitas condições de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa determinam o perfil de vulnerabilidade da população. As caixas exemplificam algumas dessas condições consideradas críticas para cada componente: a caixa verde está relacionada à exposição, a amarela à sensibilidade e a laranja à capacidade adaptativa. O risco climático está representado pela mudança climática futura. Adaptado: ALLEN CONSULTING GROUP (2005).

O círculo representa o SSE, no caso o município, no qual as inúmeras condições físicas, naturais, econômicas, sociais, políticas e estruturais moldam o perfil de vulnerabilidade da população. Esse perfil é, em parte, determinado pela exposição e a sensibilidade, uma vez que esses dois componentes contribuem para definir a magnitude dos possíveis impactos da mudança futura do clima. A magnitude dos impactos pode ser maior ou menor a depender da capacidade da população e do município de lidar com as consequências adversas do clima. A capacidade adaptativa está estritamente ligada à sensibilidade do sistema, uma vez que este componente abarca determinadas características intrínsecas à população que determinam sua habilidade de se recuperar dos impactos. O perfil de vulnerabilidade construído, então, pode ser alterado pela influência de um perigo climático, aqui representado pela mudança do clima futuro para o período de 2041-2070.

5.3 HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO DO MODELO CONCEITUAL: A COOPERAÇÃO FIOCRUZ E MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

O arcabouço conceitual do modelo que baliza os indicadores escolhidos para a análise da vulnerabilidade mostrada no presente trabalho, foi estabelecido a partir da contratação da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), em 2013. O MMA e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), através do Grupo Executivo do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, coordenam o Grupo de Trabalho Adaptação (GT Adaptação). Um dos objetivos principais do GT Adaptação é elaborar o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA). Nesse contexto, o GT Adaptação deve subsidiar o desenvolvimento de um sistema de indicadores para monitoramento de parte das ações do PNA como, por exemplo, a identificação e construção de indicadores de vulnerabilidade social para monitoramento das ações de adaptação à mudança do clima no Brasil.

A partir da cooperação técnica entre a FIOCRUZ e o MMA/MCTI em 2014, foi proposto o projeto “Modelo Conceitual para avaliação municipal da vulnerabilidade humana à mudança do clima no Brasil: contribuição da FIOCRUZ ao Plano Nacional de Adaptação”. O objetivo do projeto é subsidiar o PNA na identificação de populações e territórios vulneráveis à mudança do clima no Brasil, através do desenvolvimento de um modelo conceitual e de uma ferramenta de avaliação da vulnerabilidade – um conjunto de indicadores socioambientais – tendo como unidade de análise os municípios brasileiros. A primeira fase do projeto compreendeu o desenvolvimento teórico do sistema de indicadores, tendo sido a proposta

metodológica inicial apresentada pelas equipes da Fiocruz do Rio de Janeiro e de Belo Horizonte, em 2014. A proposta metodológica foi aprimorada em 2015, através de um painel de especialistas acadêmicos e institucionais de todo o país, formado para o seminário “Indicadores Subnacionais de Vulnerabilidade da População à Mudança do Clima no Brasil”, ocorrido em março de 2015, em Brasília. Assim, foi definida uma estrutura mestra de indicadores, embora passível de modificações para abarcar as condições de vulnerabilidade (climáticas, sociais, ambientais, etc) distintas nas várias regiões brasileiras.

Dentre as fases posteriores do projeto, estava prevista a aplicação do sistema de indicadores em um estado piloto (Espírito Santo) para a validação da metodologia e a aplicação da metodologia escolhida em mais cinco estados brasileiros (Amazonas, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Paraná e Pernambuco). Dessa forma, o presente trabalho se insere em um contexto maior de estudos de vulnerabilidade no âmbito nacional e tem seu modelo conceitual e metodologia derivados da proposta inicial de indicadores que vem sendo aprimorada ao longo do desenvolvimento da cooperação técnica FIOCRUZ/MMA, guardadas as devidas alterações para a realidade social, ambiental, econômica e territorial do Amazonas.

5.4 VARIÁVEIS DO MODELO

As variáveis constituintes do modelo foram escolhidas de acordo com duas características básicas 1) ser, em sua maior parte, de livre acesso ao público e 2) ser atualizada sistematicamente. A maior parte dessas variáveis se baseou no “background” estabelecido por outros trabalhos desenvolvidos no contexto brasileiro, enquanto outras variáveis foram propostas especificamente para serem inseridas no presente trabalho; todas passaram pela validação de um painel de especialistas (BARATA; CONFALONIERI, 2011; CONFALONIERI; MARINHO; RODRIGUEZ, 2009; CONFALONIERI; QUINTÃO; BRITO, 2016; QUINTÃO et al., 2017).

No quesito exposição foram considerados componentes ambientais do sistema - a extensão de cobertura vegetal e o desmatamento acumulado – assim como a ocorrência de desastres naturais. Na sensibilidade foram avaliadas a morbidade das doenças sensíveis ao clima e as características inerentes à população, como pobreza e demografia. Por fim, na capacidade adaptativa foram estudados aspectos físicos e organizacionais do SSE, como infraestrutura de saúde. A esses componentes foi agregada uma ameaça, representada pelas anomalias de parâmetros climáticos de precipitação e temperatura projetadas pelo modelo ETA-HadGEM2-ES para o período 2041-2070.

5.5 CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO CLIMÁTICO

A partir de bases de dados digitais especializados, disponíveis em Sistemas de Informação Geográfica, dados climáticos de temperatura e precipitação foram processados para gerar mapas de anomalias climáticas para todos os municípios do estado do Amazonas. Os dados climáticos foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e corresponderam à saída do modelo climático Eta/HadGem2-ES para temperatura (máxima e mínima – média diária em graus Celsius) e precipitação (precipitação máxima acumulada em 5 dias consecutivos – Rx5day; número máximo de dias em que a precipitação diária foi < 1mm (CDD), precipitação total anual diária > 95p (R95p) e precipitação total anual nos dias úmidos (PRCPTOT)).

O modelo climático Eta/HadGem2-ES correspondeu ao modelo regionalizado (Eta) aninhado ao modelo global HadGem-ES e apresentou grid horizontal de 20km para a maior parte da América do Sul. O modelo Eta regionalizado mostra forte concordância com os dados observacionais de precipitação para a América do Sul e, assim, pode ser usado em estudos de mudança do clima para o território Brasileiro (LUIGGI, 2014).

As variáveis climáticas foram representadas pelas anomalias climáticas – diferença absoluta entre o período futuro (2041-2070) e o presente (1961-1990). Os “*Representative Concentration Pathways*” (RCP) adotados foram o RCP 8.5 – forçante radiativa acima de 8,5 W/m² e concentração de CO₂ de 1.370 ppm – e o RCP 4.5, que considera um cenário de forçante radiativa de até 4,5 W/m² e concentração de CO₂ de até 650 ppm, ambos até o final do século XXI. Para a análise espacial das variáveis climáticas foi usada modelagem geoestatística através da ferramenta “*Geostatistical Analyst*” do software ArcGis, versão 10.2.2, e Surfer, versão 11. Os dados foram interpolados para estimar valores das variáveis climáticas para locais que não estavam disponíveis na base de dados.

5.6 CÁLCULO DO ÍNDICE MUNICIPAL DE VULNERABILIDADE

Para medir a vulnerabilidade dos municípios, foi utilizada a abordagem dos índices sintéticos, metodologia aplicada de maneiras distintas por diversos autores, quer em escala nacional ou regional (BARATA; CONFALONIERI, 2011; BROOKS; ADGER; KELLY, 2005; CONFALONIERI; MARINHO; RODRIGUEZ, 2009; CONFALONIERI; QUINTÃO; BRITO, 2016; CUTTER; MITCHELL; SCOTT, 2000; DERESSA; HASSAN; RINGLER, 2008; MOSS; BRENKERT; MALONE, 2001; QUINTÃO et al., 2017; YUSUF;

FRANCISCO, 2009). O método se baseia na seleção de alguns indicadores a partir de um conjunto potencial de variáveis, que são, então, sistematicamente combinados para gerar níveis de vulnerabilidade (DERESSA; HASSAN; RINGLER, 2008). De acordo com SABELLI (2011), que revisou a literatura referente às avaliações de vulnerabilidade ao clima baseadas em indicadores para a América Latina, essa abordagem é recomendada em detrimento das simulações de modelagem pois 1) os resultados alcançados são similares, e 2) para muitos países em desenvolvimento, como o Brasil, os requisitos técnicos, a disponibilidade de dados e de recursos financeiros necessários para conduzir as avaliações de modelagem são escassos ou inexistentes. Assim, para o cálculo da vulnerabilidade no presente trabalho, foi assumido que todos os indicadores apresentam igual importância e, portanto, recebem todos o mesmo peso (CUTTER; BORUFF; SHIRLEY, 2003; CUTTER; MITCHELL; SCOTT, 2000). A escala de análise escolhida foi municipal.

O presente estudo construiu um Índice Municipal de Vulnerabilidade (IMV) para os municípios do estado do Amazonas a partir da agregação sucessiva de indicadores e índices. Os índices construídos foram agregados seguindo o raciocínio dos componentes fundamentais da vulnerabilidade, da seguinte forma:

(Equação 1.0)

$$\textit{Vulnerabilidade} = \textit{Exposição} + \textit{Sensibilidade} + \textit{Capacidade Adaptativa}$$

Nos estudos clássicos de vulnerabilidade, é considerado que a exposição e a sensibilidade podem elevar a vulnerabilidade do SSE, enquanto a capacidade adaptativa pode reduzi-la. Nesses estudos, a equação mostrada acima assume outra lógica – a capacidade adaptativa recebe sinal negativo, evidenciando que a introdução desse componente diminui a vulnerabilidade. O presente trabalho também considerou a mesma relação dos componentes exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa com a vulnerabilidade, porém, como pode ser visto na equação 1.0, a capacidade adaptativa recebeu sinal positivo. Isso ocorreu para facilitar a interpretação da informação, por parte dos gestores, durante a etapa de atribuição de notas às variáveis que compuseram o índice de capacidade adaptativa. Assim, todas as notas atribuídas aos indicadores que compuseram a exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa seguiram o mesmo raciocínio – se a característica analisada conferia vantagem ao município, o mesmo recebia notas mais baixas que indicavam menor vulnerabilidade; ao passo que características desvantajosas conferiam ao município notas maiores, de maior

vulnerabilidade. Se a lógica tradicional tivesse sido adotada, a forma de raciocinar a atribuição de notas para o índice de capacidade adaptativa deveria ser inversa à lógica adotada para as notas da exposição e da sensibilidade, podendo gerar confusão para os gestores. Dessa forma, pode-se considerar que as variáveis da capacidade adaptativa reduzem a vulnerabilidade da mesma forma como nos estudos clássicos, pois o conceito desse componente é mantido em sua essência, havendo uma inversão do raciocínio apenas na etapa de atribuição de notas. Logo, para os índices de capacidade adaptativa, os maiores valores representaram os municípios mais vulneráveis (menos adaptados); enquanto os menores valores representaram os municípios menos vulneráveis (mais adaptados).

A figura 11 mostra, de forma desagregada, como os índices constituintes do IMV estão relacionados. O IMV representa, sinteticamente, a relação entre a vulnerabilidade observada no presente e as alterações do clima futuro em uma gradação entre 0 e 1 – 0 representa a menor e 1 a maior vulnerabilidade observada entre os municípios avaliados.

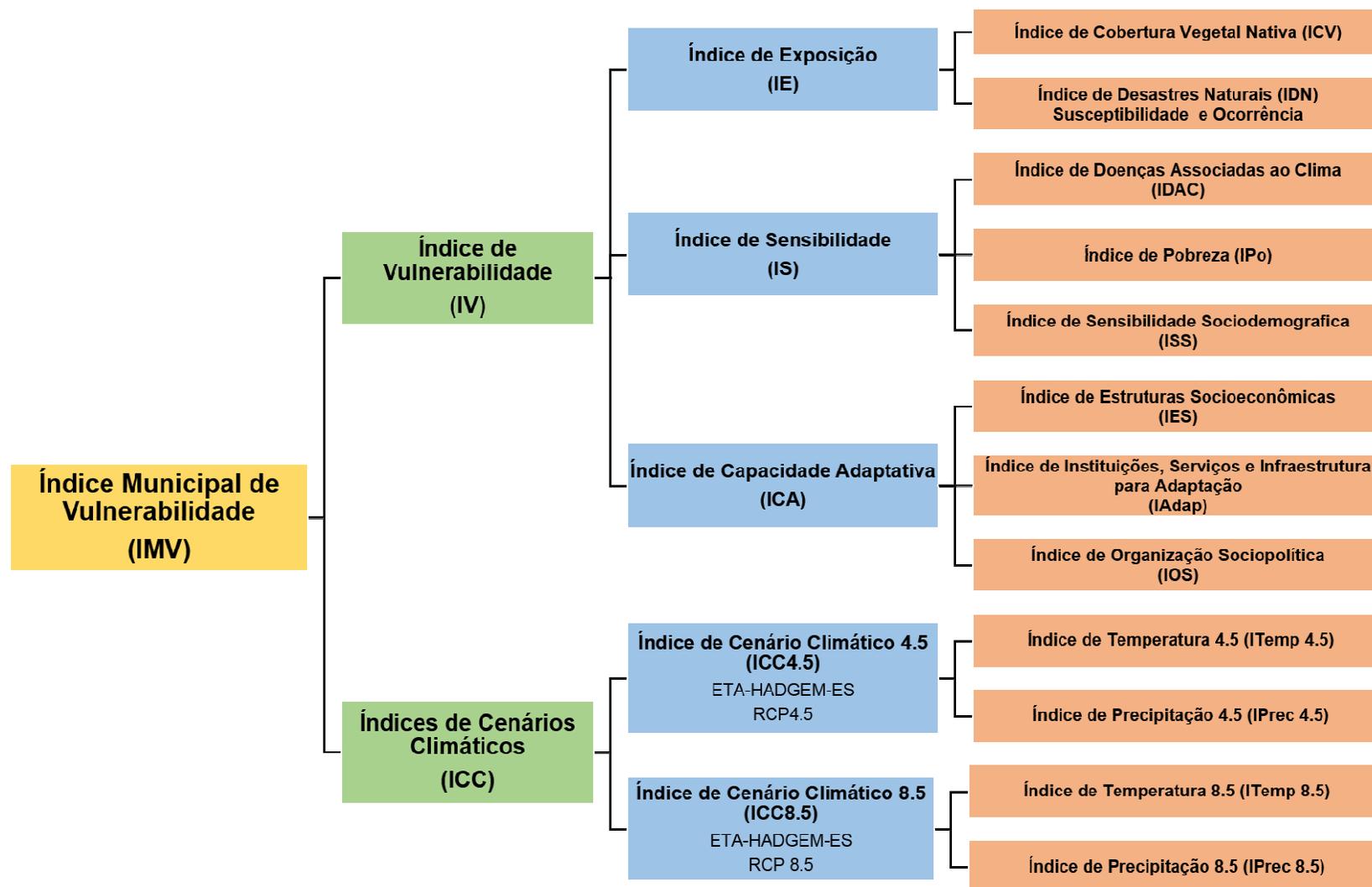


Figura 11. Diagrama metodológico mostrando como os índices municipais desenvolvidos foram organizados para gerar o Índice de Vulnerabilidade Municipal considerando ambos os cenários de emissão otimista (RCP 4.5) e pessimista (RCP 8.5).

O cálculo do IMV apresentou duas etapas distintas. A primeira foi a de atribuição de notas gradativas, representando a vulnerabilidade, para cada indicador. A segunda etapa consistiu na realização de médias aritméticas das notas atribuídas aos indicadores para a formação dos índices.

Na atribuição de notas, o primeiro passo foi a divisão de cada indicador municipal em grupos, de forma que cada grupo de municípios pudesse receber uma nota gradativa de vulnerabilidade. A divisão da informação foi feita por percentis, sendo que cada intervalo de percentil recebeu um valor entre 0 e 4. A nota 0 foi atribuída ao grupo de municípios considerado menos vulnerável no quesito avaliado e 4 atribuída ao grupo de municípios considerado mais vulnerável, conforme raciocínio explicitado nas etapas seguintes referentes à descrição e cálculo dos indicadores.

Atribuídas as notas, em seguida foi realizado o cálculo dos índices, que podem ser observados de maneira sintética também nas caixas de cor rosa do diagrama metodológico (Figura 10). O cálculo se baseou na média aritmética das notas atribuídas aos indicadores municipais que constituíam cada índice. Posteriormente, foi feita uma padronização para que o valor obtido variasse sempre em uma escala entre 0 e 1, como na seguinte fórmula:

(Equação 1.1)

$$\text{Índice}_p = \frac{(\text{Índice}_{obs} - \text{Menor índice})}{(\text{Maior índice} - \text{Menor índice})}$$

Sendo:

Índice p = índice padronizado;

Índice_{obs} = valor do índice calculado (para cada município);

Menor índice = valor mínimo do índice observado entre todos os municípios;

Maior índice = valor máximo do índice observado entre todos os municípios.

O mesmo procedimento de média aritmética e padronização foi utilizado para calcular e agregar todos os índices do esquema metodológico. Ao final, o índice desenvolvido – IMV – resultou em uma medida relativa de vulnerabilidade municipal variando entre 0 e 1. Essa medida teve o papel principal de servir à comparação entre os municípios, permitindo “ranqueá-los” de acordo com suas vulnerabilidades observadas. Para todos os índices, os

intervalos entre 0 e 1 corresponderam a: 0 a 0,2 (baixo); 0,201 a 0,400 (médio-baixo); 0,401 a 0,6 (médio); 0,601 a 0,8 (médio alto) e 0,801 a 1 (alto).

5.7 FONTE DOS DADOS

Dados socioeconômicos, ambientais, de infraestrutura e de projeções climáticas foram coletados para os 62 municípios do Amazonas. As informações sobre a população e infraestrutura dos municípios foram obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal, e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Os dados ambientais foram coletados a partir do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. As informações referentes aos desastres naturais foram retiradas do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, da Agência Nacional de Águas e da Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais. Por fim, as informações climáticas foram obtidas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

5.8 COMPONENTES DO ÍNDICE MUNICIPAL DE VULNERABILIDADE

Essa seção apresenta e detalha a construção dos índices utilizados para compor o Índice Municipal de Vulnerabilidade (IMV) assim como seus sub-índices. Uma visão resumida do conteúdo dessa seção, mostrando os cálculos e a relação da cada índice com a vulnerabilidade pode ser observada no quadro 1.

5.8.1 Índice de exposição (IE)

De acordo com o IPCC exposição pode ser definida como “a presença de pessoas, meios de subsistência, espécies e ecossistemas, funções ambientais, recursos, infraestrutura ou ativos econômicos, sociais e culturais em locais que podem ser adversamente afetados” (IPCC, 2014b). A exposição, enquanto subcomponente da vulnerabilidade é capaz de tornar territórios e populações mais propensas a serem afetados pelos impactos climáticos. De maneira geral, tanto a exposição quanto a vulnerabilidade são influenciadas por múltiplos fatores e o risco apresentado pela mudança do clima poderá se concretizar em impactos mais ou menos severos a depender das características dos SSE.

Quadro 1. Índices que compõem o Índice Municipal de vulnerabilidade, seu cálculo, breve descrição e sua relação com a vulnerabilidade.

COMPONENTE DO IMV	ÍNDICE E CÁLCULO	DESCRIÇÃO DOS INDICADORES	RELAÇÃO COM A VULNERABILIDADE
<p style="text-align: center;">ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD) $ICVD = (Nota\ cobertura\ vegetal + Nota\ desmatamento) / 2$ 	<p>Cobertura vegetal nativa: percentual da área do município que é coberta por vegetação nativa. Proxy de serviços ecossistêmicos.</p>	<p>Quanto maior a cobertura, menor a exposição/vulnerabilidade.</p>
		<p>Desmatamento acumulado: percentual da área de vegetação nativa original desmatada entre 2000 e 2013. Indicativo da pressão antrópica sobre a floresta.</p>	<p>Quanto maior o desmatamento acumulado para a série histórica, maior a exposição/vulnerabilidade.</p>
		<p>População em risco: percentual do total da população vivendo em área de alto e muito alto risco para deslizamentos e eventos hidrológicos. Sugestivo das perdas humanas que podem resultar dos desastres.</p>	<p>Quanto maior o percentual de população em risco, mais exposto vulnerável.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Desastres Naturais (IDN) $IDN = (ISDN + IODN) / 2$ 	<p>Consecutive dry days (CDD): parâmetro climático que indica maior propensão a períodos secos.</p>	<p>Quanto maior o CDD médio, mais exposto / vulnerável.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Susceptibilidade a Desastres Naturais (ISDN) $ISDN = (Nota\ população\ em\ risco + Nota\ CDD) / 2$ 	<p>Ocorrência de desastres entre 1991-2012: percentual de eventos ocorridos no município em relação a todos os eventos ocorridos no estado. Foi usado como uma indicação do peso dos desastres em cada cidade.</p>	<p>Quanto maior a proporção de eventos do município em relação ao estado, mais exposto / vulnerável.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Ocorrência de Desastres Naturais (IODN) $IODN = (Nota\ ocorrência\ desastres + Nota\ óbitos\ relacionados\ a\ desastres) / 2$ 	<p>Óbitos relacionados aos desastres: a proporção de óbitos reportados no município em relação ao total de eventos no município. Foi usado como uma indicação da fatalidade dos eventos.</p>	<p>Quanto maior a proporção de óbitos, mais exposto/vulnerável.</p>

ÍNDICE DE SENSIBILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC): Dengue; Malária; Leishmaniose Tegumentar; Acidentes por Animais Peçonhentos (aranhas, escorpiões e serpentes) <p><i>IDAC = (Nota da proporção de casos + Nota da incidência + Nota tendência da taxa de incidência) / 3</i></p>	<p>Proporção de casos da doença: casos ocorridos no município em relação ao total de número de casos ocorridos no estado durante a série histórica.</p>	Quanto maior a proporção de casos, mais sensível/ vulnerável.
		<p>Taxa de incidência: a incidência média foi usada para medir o risco da doença durante a série histórica.</p>	Quanto maior a incidência média, mais sensível/ vulnerável.
		<p>Tendência da taxa de incidência: a taxa de incidência foi usada para conhecer o comportamento da doença durante a série histórica, se negativo, positivo ou neutro.</p>	Se a doença mostrou tendência de declínio, o município foi considerado menos sensível. Se a tendência foi de aumento, a cidade foi considerada mais sensível.
	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Pobreza (IPo) <p><i>IPo = (Nota probabilidade morrer antes dos 40 anos + Nota analfabetismo + Nota Saneamento + Nota mortalidade infantil + Nota renda) / 5</i></p>	<p>Probabilidade de morrer antes dos 40 anos: Reflete as condições de vida e padrão de mortalidade da população.</p>	Quanto maior a probabilidade de morrer antes dos 40 anos, mais sensível..
		<p>Percentual da população acima de 25 anos analfabeta: razão entre a população de 25 anos ou mais que não sabe ler ou escrever e o número de pessoas na mesma faixa etária. A taxa de analfabetismo foi considerada um proxy do nível educacional e das habilidades da população.</p>	Quanto maior a taxa de analfabetismo, mais sensível/ vulnerável.
		<p>Percentual de domicílios com saneamento inadequado: domicílios com saneamento considerado inadequado para esgotamento sanitário, água encanada e coleta de lixo. Considerada uma necessidade básica, está relacionada com as condições de saúde da população.</p>	Quanto maior o percentual de domicílios sem saneamento, mais sensível..

		<p>Probabilidade de morrer antes dos 5 anos a cada 1.000 nascidos vivos: reflete os padrões de vida e saúde da população.</p>	<p>Quanto maior a probabilidade de morrer antes dos 5 anos, maior a sensibilidade/ vulnerabilidade.</p>
	<p>• Índice de Sensibilidade Sociodemografica (ISS) $ISS = (ISS\ presente + ISS\ futuro) / 2$</p> <p>• ISS presente: $ISS\ presente = (Nota\ mulheres\ chefes\ de\ família + Nota\ chefes\ de\ família\ jovens + Nota\ população\ infantil + Nota\ população\ idosa + Nota\ população\ com\ deficiência + Nota\ população\ ribeirinha) / 6$</p> <p>• ISS futuro: $ISS\ futuro = (Nota\ população\ infantil + Nota\ população\ idosa) / 2$</p>	<p>Percentual de domicílios com renda abaixo da pobreza: domicílios em que a renda nominal per capita foi de até ½ salário mínimo. Medida monetária da pobreza.</p>	<p>Quanto maior o percentual de domicílios com renda até ½ salário, mais sensível/ vulnerável.</p>
		<p>Percentual de mulheres chefes de família com ensino fundamental incompleto ou sem instrução: percentual do total de domicílios. Indicativo de inequidades econômicas e de gênero.</p>	<p>Quanto maior a proporção de domicílios chefiados por mulheres, mais sensível.</p>
		<p>Percentual de chefes de família jovens: percentual do total de domicílios chefiados por pessoas entre 10 e 29 anos de idade.</p>	<p>Quanto maior a proporção de domicílios chefiados por jovens, mais sensível/ vulnerável.</p>
		<p>Percentual da população até 5 anos de idade: grupo social mais vulnerável em situações de desastres e que requer cuidados permanentes.</p>	<p>Quanto maior a proporção de população infantil, mais sensível.</p>
		<p>Percentual de população idosa (60 anos ou mais): grupo social mais vulnerável em situações de desastres e que requer cuidados permanentes.</p>	<p>Quanto maior a proporção de população idosa, mais sensível.</p>
		<p>Percentual da população com deficiência: percentual do total d população com alguma forma de deficiência (mental, visual, auditiva, motora ou intelectual). Grupos social mais vulnerável em situação de desastres e que pode requerer atenção especializada.</p>	<p>Quanto maior o percentual de população deficiente, maior a sensibilidade.</p>

		<p>População ribeirinha: grupo social muito dependente dos recursos naturais para sobrevivência.</p> <p>Quanto maior o percentual de população ribeirinha, mais sensível/vulnerável.</p>
		<p>Projeção de crianças entre 0 e 4 anos para 2040: proporção de população infantil em 2040.</p> <p>Quanto maior a população infantil esperada para 2040, mais sensível.</p>
		<p>Projeção de idosos com 60 anos ou mais para 2040: proporção de população idosa em 2040.</p> <p>Quanto maior a população idosa esperada para 2040, mais sensível.</p>
ÍNDICE DE CAPACIDADE ADAPTATIVA	<ul style="list-style-type: none"> <p>Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES): esse indicador foi baseado no Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM), calculado para todos os municípios brasileiros. O IFDM varia entre 0 e 1, em que 0 representa o menos desenvolvido e 1 o município mais desenvolvido. Esse raciocínio é oposto ao aplicado à lógica da vulnerabilidade. Assim, para a construção do Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES) foi utilizado o inverso do IFDM para que a atribuição de notas seguisse o raciocínio da vulnerabilidade – 0 o menos vulnerável e 1 o mais vulnerável.</p> 	<p>Reflete o capital social da comunidade e englobe os seguintes aspectos 1) estruturas de geração de emprego e renda; 2) Estrutura e qualidade da educação; e 3) Estrutura da saúde.</p> <p>Quanto maior o valor do IES, mais vulnerável/ menos adaptado.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <p>Índice de Instituições, Serviços e Infraestrutura para Adaptação (IADAp) $IADAp = (Nota\ instituições\ de\ segurança + Nota\ instrumentos\ de\ gestão\ de\ risco + Nota\ serviços\ de\ saúde) / 3$</p> 	<p>Existência de instituições de segurança: defesa civil municipal, corpo de bombeiros e guarda municipal. Reflete a capacidade estrutural do município de lidar com os impactos do clima</p> <p>Quanto maior o número de instituições de segurança, menos vulnerável.</p>
		<p>Existência de instrumentos de gestão de risco para deslizamentos e inundações: mapeamento das áreas de risco, programa habitacional, controle de áreas de risco, planos de contingência, projetos de engenharia, sistemas de alerta e avaliação de risco. Indicativo da capacidade do município de lidar e mitigar os impactos do clima.</p> <p>Quanto maior o número de instrumentos de gestão, menos vulnerável.</p>
		<p>Serviços de saúde: indicam a capacidade do município de prover serviços básicos à população. As informações</p> <p>Quanto maior o número de leitos e a cobertura da atenção básica, menor vulnerável/ mais</p>

		utilizadas foram 1) número de leitos por 1000 habitantes e 2) cobertura da atenção básica.	adaptado.
	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Organização Sociopolítica (IOS) 	<p>Existência de conselhos e consórcios municipais relacionados à adaptação ao clima: proxy do capital social da comunidade. Os conselhos e consórcios avaliados foram meio ambiente, bem-estar social, saneamento básico, trabalho e emprego, habitação, transporte, desenvolvimento urbano e direitos humanos.</p>	Quanto maior o número de conselhos e consórcios, menos vulnerável. .
ÍNDICE DE CENÁRIO CLIMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Índice de Temperatura = $(TMAX_{mean} + TMIN_{mean}) / 2$</i> • <i>Índice de Precipitação = $(Rx5day + R95p + CDD + PRCPTOT) / 4$</i> 	<p>Anomalias de temperatura: média anual da temperatura máxima (TMAXmean) e media anuam da temperatura mínima (TMINmean).</p>	Quanto maior a anomalia, mais vulnerável.
		<p>Anomalias de precipitação: Rx5day (precipitação máxima em 5 dias consecutivos); R95p (precipitação total anual nos dias em que a quantidade diária excedeu o percentil 95); CDD (número máximo de dias consecutivos em que a precipitação diária foi menor que 1mm); PRCPTOT (precipitação total anual dos dias úmidos).</p>	Quanto maior a anomalia, mais vulnerável.

No âmbito do presente estudo, o percentual de cobertura vegetal nativa, o desmatamento acumulado e a ocorrência/susceptibilidade dos municípios a extremos climáticos serão considerados como componentes do SSE capazes de aumentar a vulnerabilidade das populações. Nesse sentido, quanto menor a cobertura vegetal, maior a exposição apresentada pelo município aos impactos da mudança do clima; por outro lado, quanto maior o desmatamento acumulado e a ocorrência/susceptibilidade do município a extremos climáticos, maior sua exposição. Esses aspectos são esclarecidos em mais detalhes nos tópicos seguintes que constituirão o Índice de Exposição.

5.8.1.1 Indicador de cobertura vegetal e desmatamento (ICVD)

Para este indicador, serão usados a cobertura vegetal nativa e o desmatamento acumulado para os municípios do Amazonas. O pressuposto para utilização dos dados é que ecossistemas mais conservados são capazes de minimizar os impactos da mudança climática sobre os territórios e populações, tornando-os menos expostos.

Tanto a cobertura vegetal quanto o desmatamento acumulado foram obtidos do PRODES, vinculado ao INPE, a partir dos dados de floresta em km² para o ano de 2014 e para os anos de 2000 a 2013, respectivamente. Para ambos, a informação foi utilizada como percentual, da seguinte forma: a proporção da área de floresta nativa em relação à área do município em 2014 e a proporção da área de floresta desmatada entre 2000 e 2013 em relação à área de floresta existente no início da série histórica. Ambos funcionam como um proxy dos serviços ecossistêmicos, porém, o desmatamento acumulado serve também para dimensionar, indiretamente, a pressão antrópica exercida sobre o sistema natural, pois adiciona uma dimensão temporal à variável estática “área de cobertura vegetal”.

Os valores obtidos foram divididos em grupos através de percentis, de forma que fossem atribuídas notas variando entre 0 e 4. As notas indicaram uma gradação de exposição – quanto maior a nota, mais exposto é o município no aspecto avaliado. Para o desmatamento acumulado, foram utilizados os percentis P5, P25, P75, P95. O agrupamento dos valores percentuais do desmatamento acumulado a partir dos percentis é mostrado na tabela 1, em que quanto maior o percentual desmatado, maior a nota atribuída ao município. Para a cobertura vegetal nativa, o município de Urucurituba apresentou um valor muito discrepante dos demais, tendo sido o mais baixo do estado proporcionalmente. Dessa forma, esse município foi considerado como o mais vulnerável nesse aspecto e, por isso, foi o único que recebeu a

nota 4. Os demais municípios receberam notas de 0 a 3 de acordo com os percentis – P5, P50, P95. A distribuição dos percentuais de cobertura vegetal e as respectivas notas podem ser observadas na tabela 1 com a seguinte interpretação: quanto maior a proporção de cobertura vegetal do município, menor a exposição e menor a nota.

Tabela 1. Notas e distribuição dos percentuais de desmatamento acumulado e cobertura vegetal nativa para os municípios do Amazonas

Nota	Desmatamento acumulado entre 2000-2013 (%)	Cobertura vegetal nativa em 2014 (%)
0	< 0,06	≥ 95,25
1	0,06 -- 0,2	95,25 -- 77,13
2	0,2 -- 2,0	77,13 -- 36,10
3	2 -- 6,16	36,10 -- 4,27
4	≥ 6,16	≤ 4,27

As notas atribuídas a cada município nos quesitos mencionados anteriormente foram utilizadas para calcular o Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD). Inicialmente, foi feita uma média aritmética das notas recebidas (Equação 1.2) e uma padronização do valor obtido de forma que o ICVD apresentasse uma escala entre 0 e 1. Assim, 0 foi o valor atribuído ao município com menor exposição e 1 ao município com maior exposição, sendo os demais valores indicativos da distância relativa entre o caso menos exposto e o mais exposto.

(Equação 1.2)

$$ICVD = \frac{(Nota\ cobertura\ vegetal\ nativa + Nota\ desmatamento\ acumulado)}{2}$$

5.8.1.2 Índice de desastres naturais (IDN)

Para a construção do índice, foram usados sub-índices para mensurar: 1) a susceptibilidade do município aos desastres e 2) a frequência com que ocorreram eventos extremos e vítimas fatais.

O primeiro subíndice, nomeado como Índice de Susceptibilidade a Desastres Naturais (ISDN), considerou dois aspectos: a população vivendo em áreas de risco e a propensão a períodos de estiagem na série histórica. Para a população em risco foram utilizados os registros da Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM). O CPRM é responsável pela setorização dos riscos geológicos em municípios de alto e muito alto risco à ocorrência

de desastres, principalmente os relacionados a movimentos de massa e a eventos hidrológicos. A Companhia realiza o levantamento do número de moradias existentes nos setores municipais considerados de risco, através de imagens de satélite de alta resolução, estimando também o número de pessoas e famílias em cada setor. Como forma de mensurar o quantitativo aproximado de pessoas vivendo em áreas de risco e, portanto, mais susceptíveis aos desastres naturais, a estimativa feita pelo CPRM foi utilizada para compor o ISDN. Dessa forma, a população considerada em risco foi relativizada para a população total residente. Os valores obtidos foram agrupados de acordo com os percentis P5, P25, P75 e P95 para receberem notas entre 0 e 4, conforme a tabela 2, de forma que quanto maior o percentual de pessoas em risco no município, maior a nota recebida.

Ainda no ISDN, foi utilizado o parâmetro climático CDD médio como forma de melhor mensurar a susceptibilidade à estiagem-seca para o Amazonas. Neste são contabilizados o número máximo de dias consecutivos em que a precipitação diária foi menor que 1mm, por município. Para o cálculo do CDD médio, foram utilizadas séries históricas de no mínimo 20 anos de pluviosidade das estações meteorológicas disponíveis na plataforma Hidroweb, da Agência Nacional de Águas, existentes para o Amazonas. Os dados sobre o CDD médio foram então agrupados a partir da divisão dos percentis P5, P25, P75 e P95 para receberem notas entre 0 e 4, de maneira que, quanto maior o número médio de dias consecutivos secos observados na série histórica, maior a nota (Tabela 2).

Tabela 2. Notas e distribuição do percentual de pessoas em risco por município e do número médio de dias consecutivos sem chuva na série histórica para o estado do Amazonas.

Nota	População em risco segundo CPRM (%)	Dias consecutivos secos (médio)
0	< 0,20	< 11,50
1	0,20 -- 0,95	11,50 -- 14,80
2	0,95 -- 5,98	14,80 -- 21,30
3	5,98 -- 25,76	21,30 -- 35,10
4	≥ 25,76	≥ 35,10

Para o cálculo do ISDN foi então realizada a média aritmética das notas atribuídas à população em risco pelo CPRM e ao CDD médio por município, com posterior padronização, de acordo com a equação 1.3.

(Equação 1.3)

$$ISDN = \frac{(Nota\ população\ em\ risco + Nota\ CDD\ médio)}{2}$$

Para a construção do sub-índice de ocorrência de desastres naturais (IODN), foram utilizadas as seguintes informações:

- 1) Eventos extremos por município: informações quanto a inundação/alagamento/enxurrada, estiagem/seca, movimentos de massa, incêndios florestais e erosão fluvial retiradas do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (1991-2012).
- 2) Vítimas fatais por município: informações sobre óbitos foram fornecidas pela Defesa Civil Nacional e compreenderam o período de 2006 a 2012.

Para o cálculo do IODN, foi considerada a proporção (%) de eventos extremos em cada município com relação ao total de eventos no estado e a proporção (%) de óbitos ocorridos no município em relação ao total de eventos no próprio município medindo, assim, a gravidade dos eventos ocorridos. Os valores observados tanto para a proporção de eventos quanto para a proporção de óbitos receberam notas variando de 0 a 4, que foram atribuídas de acordo com percentis P5, P25, P75 e P95 (Tabela 3). Em seguida, foi calculada a média aritmética das notas dadas à proporção de eventos e de vítimas fatais para cada município, conforme a equação 1.4, seguido de padronização.

Tabela 3. Notas e distribuição da proporção de eventos no município e da proporção de óbitos no município para o estado do Amazonas.

Nota	Eventos no município em relação aos eventos no estado (%)	Óbitos no município em relação aos eventos no município (%)
0	< 1,43	< 5,88
1	1,43 -- 1,63	5,88 -- 11,76
2	1,63 -- 2,24	11,76 -- 40,00
3	2,24 -- 3,47	40,00 -- 125,00
4	≥ 3,47	≥ 125,00

(Equação 1.4)

$$IODN = \frac{(Nota\ proporção\ de\ eventos + Nota\ proporção\ de\ vítima\ fatais)}{2}$$

Para a obtenção do índice de desastres naturais final (IDN), foi feita a média aritmética das notas obtidas no ISDN e no IODN padronizados, conforme a equação 1.5. O passo

seguinte foi a padronização do IDN para obter a escala de valores indicativas de vulnerabilidade/exposição entre 0 e 1. Os municípios com valor 0 são os de menor grau de exposição aos desastres naturais e os municípios com valor 1, os de maior exposição.

(Equação 1.5)

$$IDN = \frac{(ISDN_p + IODN_p)}{2}$$

5.8.1.3 Cálculo do índice de exposição final (IE)

O Índice de Exposição final (IE) foi a média aritmética dos índices calculados anteriormente, o ICVD e o IDN padronizados, ambos compreendidos no componente de exposição do modelo conceitual desse trabalho (Equação 1.6). A padronização do IE gerou um índice variando entre 0 e 1, indicando os municípios que apresentaram menor exposição à alteração climática (valor 0) e os municípios com maior exposição ao clima (valor 1) e, portanto, mais vulneráveis.

(Equação 1.6)

$$IE = \frac{(ICVD_p + IDN_p)}{2}$$

5.8.2 Índice de sensibilidade (IS)

A sensibilidade pode ser definida como o grau com que um sistema pode ser afetado, de maneira adversa ou benéfica, pela variabilidade do clima (IPCC, 2014b). Esse componente diz respeito às susceptibilidades intrínsecas do SSE no presente; como por exemplo, as condições de moradia e de acesso a bens e serviços ou a carga de uma doença com incidência modulada pelo clima que recai sobre determinada população.

Isso posto, o presente trabalho considerou as doenças sensíveis ao clima, a pobreza e as características sociodemográficas da população amazonense, como os componentes intrínsecos do SSE que modulam sua sensibilidade ao clima no momento presente. Dessa forma, quanto menor a carga de doença apresentada por um município, menor sua sensibilidade, assim como quanto melhor as condições de pobreza e sociodemográficas da

população, menor a sensibilidade do município. Esses índices e suas interpretações são esclarecidos nos tópicos que se seguem.

5.8.2.1 Índice de doenças associadas ao clima (IDAC)

Para a construção do índice, foram escolhidas as doenças sensíveis ao clima mais importantes para o estado do Amazonas – dengue, leishmaniose tegumentar e malária. A essas doenças foram acrescentados os casos de acidentes por animais peçonhentos.

Os dados municipais foram obtidos através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e do Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica da Malária (SIVEP-MALARIA). Para o SINAN, os filtros utilizados foram: município de residência e ano do primeiro sintoma/ ano de diagnóstico. Para o SIVEP, foram utilizados os relatórios anuais por provável local de infecção. As séries históricas compreenderam os seguintes períodos: 2001 a 2012 para dengue e acidentes por animais peçonhentos, 2001 a 2013 para leishmaniose tegumentar e 2004 a 2014 para malária. Os indicadores que compuseram o índice foram:

- a) A proporção de casos;
 - A proporção se baseou nos casos ocorridos no município durante a série histórica em relação ao total de casos ocorridos no estado durante o mesmo período.
- b) A incidência média;
 - A incidência média foi calculada a partir do número absoluto de casos em relação à população do município, por 100 mil habitantes, por ano. Para malária, foi utilizada a incidência por 1000 habitantes, representando o índice parasitário anual. As incidências anuais foram usadas para calcular a incidência média para a série histórica por município.
- c) A tendência dos casos de cada doença.
 - A tendência foi baseada na incidência anual para analisar o comportamento da doença, se crescente, decrescente ou neutro. Para tanto, foi ajustado um modelo de regressão local não paramétrico conhecido como LOES (“*locally weighted scatter plot smooth*”), originalmente proposto por CLEVELAND (1979) e desenvolvido por CLEVELAND; DEVLIN (1988). Esse método estima curvas através de suavização, permitindo que as diferenças observadas na tendência entre os anos da série histórica sejam minimizadas sem que as informações de anos anteriores sejam descartadas.

Os percentis utilizados para atribuir notas de 0 a 4 às informações de proporção, incidência e tendência, assim como seus respectivos intervalos, são mostrados na tabela 4. Quanto maior a proporção e a incidência, maior a nota. Para tendência, os valores negativos foram considerados um indicativo de menor sensibilidade, enquanto os valores positivos foram considerados como de maior sensibilidade.

Tabela 4. Percentis utilizados para atribuir as notas, com seus respectivos intervalos, para as doenças sensíveis ao clima

Doença	Indicadores	Percentil	Nota				
			0	1	2	3	4
Acidentes por Animais Peçonhentos	Incidência	P2,5;P25;P75;P97,5	<34,3	34,3 -- 58,53	58,53 -- 108,80	108,80 -- 209,74	≥209,74
	Proporção	P2,5;P25;P75;P97,5	<0,28	0,28 -- 0,68	0,68 -- 1,89	1,89 -- 5,15	≥5,15
	Tendência	P2,5;P25;P75;P97,5	<-31,53	-31,53 -- -11,82	-11,82 -- 16,75	16,75 -- 59,70	≥59,70
Malária	Incidência	P2,5;P25;P75;P97,5	<0,43	0,43 -- 16,99	16,99 -- 101,87	101,87 -- 222,04	≥222,04
	Proporção	P1;P25;P75;P99	<0,01	0,01 -- 0,36	0,36 -- 2,37	2,37 -- 20,86	≥20,86
	Tendência	P2,5;P25;P75;P97,5	<-45,31	-45,31 -- -5,0	-5,0 -- 0,52	0,52 -- 28,64	≥28,64
Dengue	Incidência	P1;P25;P75;P99	<2,12	2,12 -- 13,40	13,40 -- 160,13	160,13 -- 472,40	≥472,40
	Proporção	P1;P25;P75;P99	<0,01	0,01 -- 0,02	0,02 -- 0,50	0,50 -- 84,34	≥84,34
	Tendência	P2,5;P25;P75;P97,5	<-419,69	-419,69 -- -65,46	-65,46 -- 0,70	0,70 -- 302,97	≥302,97
Leishmaniose Tegumentar	Incidência	P2,5;P25;P75;P97,5	<3,41	3,41 -- 12,93	12,93 -- 72,20	72,20 -- 839,55	≥839,55
	Proporção	P2,5;P25;P75;P97,5	<0,03	0,03 -- 0,10	0,10 -- 0,92	0,92 -- 14,75	≥14,75
	Tendência	P2,5;P25;P75;P97,5	<-94,22	-94,22 -- -10,85	-10,85 -- 1,35	1,35 -- 18,97	≥18,97

Para cada doença, foi feita a média aritmética das notas atribuídas aos indicadores proporção, incidência e tendência por município (Equação 1.7). Em seguida, os valores obtidos para cada doença foram padronizados para variar entre 0 e 1.

(Equação 1.7)

$$\text{Índice da Doença}_x = \frac{(\text{Nota proporção} + \text{Nota incidência} + \text{Nota tendência})}{3}$$

A etapa final do cálculo consistiu na média aritmética do valor padronizado de cada doença e sua posterior padronização para gerar o IDAC (Equação 1.8). O IDAC, então, apresentou uma escala variando entre 0 e 1, sendo 0 o valor atribuído ao município de menor sensibilidade e 1 o valor do município com maior sensibilidade.

(Equação 1.8)

$$\text{IDAC} = \frac{(\text{Dengue}_p + \text{Leishmaniose}_p + \text{Malária}_p + \text{Animais Peçohentos}_p)}{4}$$

5.8.2.2 Índice de pobreza humana (IPo)

O presente trabalho considerou os aspectos monetários e não monetários da pobreza, pois além de complementares, estes fatores permitem uma análise mais ampla do tema. Na abordagem monetária, foi contabilizada a porcentagem dos domicílios com renda abaixo da linha da pobreza, fixada em meio salário mínimo. Para tanto foram consideradas as seguintes categorias do salário mínimo – até 1/8, mais de 1/8 a 1/4, mais de 1/4 a 1/2 e sem rendimento, extraídas do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010). Na abordagem não monetária, foram considerados:

- 1) Probabilidade de morrer antes dos 40 anos: para esse indicador foi utilizado o inverso da probabilidade de sobrevivência até os 40 anos de idade, disponível no Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD; IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013);
- 2) Porcentagem da população acima de 25 anos analfabeta: razão entre a população de 25 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever e o total de pessoas nessa faixa etária, multiplicada por 100. Os dados foram extraídos do Atlas do

Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD; IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013);

- 3) Porcentagem de domicílios com saneamento básico inadequado: informação proveniente do Censo Demográfico 2010, que disponibiliza a proporção de domicílios com saneamento adequado, semi-adequado e inadequado (IBGE, 2010). Para o IBGE, o domicílio com saneamento adequado é aquele em que há abastecimento de água por rede geral, esgotamento sanitário por rede geral ou fossa séptica, e lixo coletado direta ou indiretamente; inadequado é aquele em que todas as formas de saneamento não foram observadas;
- 4) Taxa de mortalidade infantil até 5 anos de idade: número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida em cada 1.000 nascidos vivos, disponível no Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD; IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013).

As informações foram divididas em grupos para receber notas entre 0 e 4, conforme a tabela 5. Todos os indicadores seguiram o intervalo determinado pelos percentis P5, P25, P75, P95, exceto saneamento básico, que foi agrupado segundo os percentis P1, P25, P75, P99. Em seguida, foi calculada a média aritmética das notas apresentadas por cada município, conforme a equação 1.9.

Tabela 5. Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas aos indicadores de renda, probabilidade de morrer antes dos 40 anos, analfabetismo, saneamento e mortalidade infantil.

Indicador	Nota				
	0	1	2	3	4
Domicílios com renda abaixo da linha da pobreza (%)	<51,23	51,23 -- 63,93	63,93 -- 72,92	72,92 -- 80,61	≥80,61
Probabilidade de morrer antes dos 40 anos	<4,08	4,08 -- 4,79	4,79 -- 5,97	5,97 -- 6,94	≥6,94
População acima de 25 anos analfabeta (%)	<10,36	10,36 -- 15,03	15,03 -- 33,33	33,33 -- 43,57	≥43,57
Domicílios com saneamento básico inadequado (%)	≤0,90	0,90 -- 32,20	32,20 -- 47,80	47,80 -- 80,00	≥80,00
Taxa de mortalidade infantil	<18,601	18,60 -- 21,96	21,96 -- 27,72	27,72 -- 32,38	≥32,38

(Equação 1.9)

$$IPO = \frac{(Nota\ prob.\ morrer + Nota\ pop.\ analfabeta + Nota\ saneamento + Nota\ mort.\ infantil + Nota\ renda)}{5}$$

5.8.2.3 Índice de sensibilidade sociodemográfica (ISS)

A construção do ISS compreendeu um componente presente e um futuro. As informações do componente presente foram obtidas do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010), sendo as seguintes:

1. Proporção de chefes de família jovens: os dados compreenderam os responsáveis pela família com idades entre 10 e 29 anos, independentemente do nível de instrução;
2. Mulheres chefes de família sem instrução: os dados se referiram às mulheres que são as responsáveis pela família, nas categorias sem instrução e fundamental incompleto, independentemente da idade;
3. Proporção da população com 60 anos ou mais;
4. Proporção da população com até 5 anos;
5. Proporção da população deficiente: compreendeu os grupos de residentes que apresentavam pelo menos uma das deficiências contempladas no Censo (visual, motora, auditiva e mental/intelectual);
6. Proporção da população ribeirinha: shapefiles da população residente em domicílios particulares permanentes foram sobrepostos à malha municipal, à rede hidrográfica e aos terrenos sujeitos à inundação no Amazonas, através do software ArcGIS, da ESRI, na versão 10.3.

A distribuição dos valores encontrados em cada indicador seguiu os intervalos determinados pelos percentis P5, P25, P75 e P95, conforme tabela 6.

Tabela 6. Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas aos indicadores chefes de família, mulheres chefes de família, população infantil e idosa, população deficiente e população ribeirinha.

Indicador	Nota				
	0	1	2	3	4
Chefes de família jovens (%)	<3,23	3,23 -- 4,07	4,07 -- 5,07	5,07 -- 5,88	≥5,88
Mulheres chefes de família sem instrução (%)	<2,54	2,54 -- 3,65	3,65 -- 4,98	4,98 -- 6,09	≥6,09
População com 60 anos ou mais (%)	<4,36	4,36 -- 5,14	5,14 -- 6,50	6,50 -- 7,32	≥7,32
População até 5 anos (%)	<12,24	12,24 -- 13,89	13,89--16,75	16,75 -- 18,18	≥18,18
População deficiente (%)	<12,34	12,34 -- 16,99	16,99 -- 22,31	22,31 -- 25,73	≥25,73
População ribeirinha (%)	<4,89	4,89 -- 24,44	24,44 -- 45,72	45,72 -- 93,76	≥93,76

Após essa etapa, foi realizada a média aritmética das notas atribuídas a cada indicador, com posterior padronização, gerando o ISS presente (Equação 2.0).

(Equação 2.0)

$$ISS_{\text{presente}} = \frac{(Nota\ chefes\ jovens + Nota\ mulheres\ chefes + Nota\ pop.\ idosa + Nota\ pop.\ infantil + Nota\ pop.\ deficiente + Nota\ pop.\ ribeirinha)}{6}$$

O componente futuro do ISS se baseou na projeção de crescimento populacional de cada município amazonense até o ano 2040. Considerando a maior vulnerabilidade de crianças e pessoas acima de 60 anos, foi utilizado o percentual do contingente populacional projetado para 2040 dessas faixas etárias em relação à população total, projetado para o mesmo ano. A atribuição de notas entre 0 e 4 seguiu os intervalos determinados pelos percentis P5, P25, P50, e P95 (tabela 7). Posteriormente, foi realizada a média aritmética das notas com posterior padronização, gerando o ISS futuro (Equação 2.1).

Tabela 7. Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas aos indicadores de projeção de crianças e de idosos para o ano de 2040.

Indicador	Nota				
	0	1	2	3	4
Projeção da população com 60 anos ou mais	<0,110	0,110 -- 0,124	0,124 -- 0,157	0,157 -- 0,18	≥0,18
Projeção da população com até 5 anos	<0,052	0,052 -- 0,568	0,568 -- 0,63	0,63 -- 0,698	≥0,698

(Equação 2.1)

$$ISS_{\text{futuro}} = \frac{(Nota\ população\ infantil + Nota\ população\ idosa)}{2}$$

O cálculo final do Índice de Sensibilidade Sociodemográfica consistiu na média aritmética dos ISS presente e futuro (Equação 2.2), seguido de padronização. Assim, o ISS apresentou escala de 0 a 1, indicando os municípios menos sensíveis na dimensão sociodemográfica (nota 0) e os mais sensíveis (nota 1).

(Equação 2.2)

$$ISS = \frac{(ISS_{presente} + ISS_{futura})}{2}$$

5.8.2.4 Cálculo do índice de sensibilidade (IS)

O Índice de Sensibilidade final (IS) representou a média aritmética dos índices padronizados calculados acima, compreendidos no componente de sensibilidade do modelo conceitual desse trabalho (Equação 2.3). A padronização do IS gerou um índice variando entre 0 e 1, indicando os municípios que apresentam menor sensibilidade à alteração climática (nota 0) e os municípios com maior sensibilidade ao clima (nota 1).

(Equação 2.3)

$$IS = \frac{(IDAc_p + IPo_p + ISS_p)}{3}$$

5.8.3 Índice de capacidade adaptativa (ICA)

A capacidade adaptativa diz respeito à habilidade dos sistemas, instituições, pessoas e outros organismos de se ajustar a um potencial dano, se aproveitar das oportunidades ou de responder às consequências advindas da mudança do clima (IPCC, 2014b). A capacidade adaptativa representa uma característica externa ao ente impactado, abarcando aspectos como o papel das instituições, governança, gestão e capital social que permitem às populações alterar seu funcionamento em resposta a um impacto no futuro, no caso, a mudança climática. De modo geral, a capacidade adaptativa modula os demais componentes da vulnerabilidade: ainda que elevadas exposição e sensibilidade representem impactos negativos em um contexto de mudança do clima, a capacidade adaptativa é capaz de reduzir a vulnerabilidade das populações. Dessa forma, a interpretação dos índices associados a essa característica geralmente é feita de forma inversa: quanto maior a capacidade adaptativa, menor a vulnerabilidade. Porém, considerando a facilidade de interpretação, os mapas produzidos no capítulo de capacidade adaptativa mantiveram o raciocínio dado aos demais componentes da vulnerabilidade: os menores valores (0,0) representam os menos vulneráveis – portanto, melhor adaptados; enquanto os maiores valores (1,0) representaram os municípios de maior vulnerabilidade, logo, com menor capacidade de adaptação.

Devido à capacidade adaptativa representar uma resposta a um possível impacto futuro, algo ainda não concretizado, sua caracterização pode ser representada por variáveis de médio e longo prazo (educação, infraestrutura de serviços, capacidade institucional, etc). No presente trabalho, os componentes utilizados para construir o ICA foram a estrutura socioeconômica; as instituições, serviços e infraestrutura para adaptação; e a participação/ organização sócio-política da população de cada município amazonense. Acredita-se que estas informações irão definir a maneira pela qual a sociedade pode lidar com os perigos climáticos adversos a fim de minimizar os possíveis impactos. Foi considerado que, quanto melhores as características do município nesses quesitos, maior a capacidade de se adaptar à mudança do clima e, conseqüentemente, menor a vulnerabilidade.

5.8.3.1 Índice de estruturas socioeconômicas (IES)

O IES se baseou no Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM), produzido pela Confederação das Indústrias do Rio de Janeiro, para todos os municípios brasileiros, com o intuito de avaliar o desenvolvimento relativo à saúde, educação e emprego/renda. O IFDM apresenta uma variação de 0 a 1 agrupada em quatro categorias (baixo-desenvolvimento de 0 a 0,4; regular - de 0,4 a 0,6; moderado - de 0,6 a 0,8; e alto - 0,8 a 1). Observando as categorias, fica evidente que a interpretação do IFDM é inversa à que foi utilizada no presente trabalho: no IFDM, a maior nota representa o município mais desenvolvido, enquanto no raciocínio da vulnerabilidade, a maior nota é sempre referente ao município mais vulnerável e, portanto, menos adaptado ou desenvolvido. Por isso, no presente trabalho, foi considerado o inverso do IFDM (1-IFDM), que foi nomeado como Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES). Os valores obtidos foram agrupados a partir dos percentis P5, P25, P75, P95 para receber notas entre 0 e 4 (tabela 8). Em seguida, foi feita a padronização.

Tabela 8. Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas ao Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES).

Indicador	Nota				
	0	1	2	3	4
Estruturas Socioeconômicas	<0,401	0,401 -- 0,502	0,502 -- 0,577	0,577 -- 0,630	≥0,630

5.8.3.2 Índice de instituições, infraestruturas e serviços para adaptação (IAdap)

Para este índice, foram usadas informações sobre 1) o gerenciamento de risco de desastres, 2) a existência de instituições de segurança e 3) os serviços de atendimento à saúde.

Para o indicador de Gerenciamento de Risco, foram utilizadas informações qualitativas presentes na Pesquisa de Informações Básicas Municipais – MUNIC (IBGE, 2013), cujo foco são os aspectos relevantes da gestão e da estrutura dos municípios. As informações de gerenciamento de risco foram compiladas, separadamente, para os eventos hidrológicos (enchente/alagamento/enxurrada) e de movimento de massa (escorregamento/deslizamento), ocorridos entre 2009 e 2013. A atribuição de notas partiu das informações sobre: 1) a ocorrência desses eventos e 2) o número de instrumentos de planejamento existentes no município, conforme quadro 2. Os instrumentos de planejamento compreenderam: mapeamento da área de risco, programa habitacional para realocação, controle e fiscalização da ocupação, plano de contingência, projetos de engenharia, sistema de alerta e cadastro de risco. Para o cálculo do indicador, foi realizada a média aritmética das notas municipais atribuídas aos eventos hidrológicos e aos de movimento de massa, com posterior padronização (Equação 2.4).

Quadro 2. Método de atribuição das notas às variáveis presentes no item “Gerenciamento de Risco”.

O município foi atingido por desastre?	Quantos instrumentos de planejamento possui?	Nota
Deslizamento / Escorregamento		
Não sabe informar	1 ou mais instrumentos	0
Sem desastre	1 ou mais instrumentos	0
	Nenhum ou não aplicável	0,5
Com desastre	3 ou mais instrumentos	0
	2 instrumentos	0,25
	1 instrumento	0,75
	Nenhum instrumento ou não aplicável	1
Enchentes / Alagamentos / Enxurradas		
Sem desastre	1 ou mais instrumentos	0
	Nenhum ou não aplicável	0,5
Com desastre	3 ou mais instrumentos	0
	2 instrumentos	0,25
	1 instrumento	0,75
	Nenhum instrumento ou não aplicável	1

(Equação 2.4)

$$\text{Indicador Gerenciamento Risco} = \frac{(\text{Nota movimento massa} + \text{Nota evento hidrológico})}{2}$$

Para o indicador de Instituições de Segurança, informações qualitativas foram retiradas da Pesquisa de Informações Básicas Municipais – MUNIC (IBGE, 2014). As instituições de segurança pesquisadas foram corpo de bombeiros, defesa civil e guarda municipal. Foi considerado que a existência dessas instituições torna o município menos vulnerável – para cada instituição que o município não possuía foi atribuída nota 0,33; caso o município possuísse todas as instituições pesquisadas recebia nota 0 (Quadro 3);

Quadro 3. Metodologia de atribuição de notas ao item “instituições de segurança”.

Notas	Presença de Corpo de Bombeiros, Defesa Civil Municipal ou Guarda Municipal
0	O município possui todas as instituições pesquisadas
0,33	O município possui duas das instituições pesquisadas
0,66	O município possui apenas uma das instituições pesquisadas
1	O município não possui nenhuma instituição pesquisada

Por fim, para o indicador de Serviços de Atendimento à Saúde foram considerados os leitos por 1000 habitantes (ambulatoriais, urgência, unidade de tratamento intensivo e internação) e a cobertura da Atenção Básica, por município (MINISTÉRIO DA SAÚDE; DATASUS, [s.d.], 2014). Os dados sobre leitos foram agrupados de acordo com os percentis P5, P25, P75 e P95, recebendo notas gradativas entre 0 e 4 (Tabela 9). O raciocínio para atribuição de notas foi, quanto maior o número de leitos, mais adaptado e menos vulnerável; quanto menor o número de leitos, menos adaptado e mais vulnerável. Para o indicador de Cobertura da Atenção Básica, os valores também foram agrupados de acordo com os percentis P5, P25, P75 e P95, porém, devido ao considerável número de municípios com cobertura total, os percentis foram aplicados sem considerar aqueles com 100% de cobertura. Após o agrupamento pelos percentis, os municípios com 100% de cobertura receberam nota 0 juntamente com os municípios com os maiores percentuais de cobertura definidos pelos percentis, conforme tabela 9. Em seguida, foi realizada a média aritmética das notas atribuídas aos indicadores de cobertura e leito, com padronização, para formar o indicador de Serviços de Atendimento à Saúde (Equação 2.5).

Tabela 9. Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas aos indicadores de saúde, leitos e cobertura da atenção básica.

Indicador	Nota				
	4	3	2	1	0
Leitos por 1000 habitantes	<0,74	0,74 -- 1,25	1,25 -- 2,08	2,08 -- 3,76	≥3,76
Cobertura Atenção Básica	<42,74	42,74 -- 54,28	54,28 -- 81,78	81,78 -- 91,81	≥91,81

(Equação 2.5)

$$\text{Indicador Serviços de Saúde} = \frac{(\text{Nota leitos} + \text{Nota atenção básica})}{2}$$

O cálculo final do Índice de Instituições, Serviços e Infraestrutura para Adaptação (IADAp) foi realizado através da média aritmética dos seus 3 componentes em cada município, seguido de padronização (Equação 2.6). O IADAp gerado representou um índice variando entre 0 e 1, indicando os municípios que se apresentam menos adaptados aos impactos do clima (1,0) e os municípios mais adaptados ao clima nos aspectos avaliados (0,0).

(Equação 2.6)

$$\text{IADAp} = \frac{(\text{Indicador gerenciamento} + \text{Indicador segurança} + \text{Indicador serviços saúde})}{3}$$

5.8.3.3 Índice de organização sócio-política (IOS)

Para o IOS, foram usadas informações sobre conselhos e consórcios disponíveis na Pesquisa de Informações Básicas Municipais, do ano de 2011 (IBGE, 2011). As informações disponíveis são qualitativas e, dentre as disponíveis, foram selecionadas as seguintes:

1. Conselhos: habitação, saneamento básico e direitos humanos (crianças e adolescente, igualdade racial, idoso, pessoas com deficiência e LGBTT - lésbicas, gays, bissexuais, travestis e transexuais). Estes podem ser consultivos, normativos, fiscalizadores ou deliberativos. Os conselhos de saúde e tutelar não foram inclusos no indicador, pois sua existência é prevista em lei – Lei nº 8.142, de 28 de dezembro de 1990 e Resolução nº 170, de 10 de dezembro de 2014 - (BRASIL, 1990, 2014)e, por isso, não seriam bons discriminadores intermunicipais;

2. Consórcios: meio ambiente, assistência e desenvolvimento social, emprego e trabalho, habitação, transporte, desenvolvimento urbano e saneamento básico. O consórcio pode ser ainda, público, administrativo, em parceria com o setor privado ou com apoio do setor privado ou de comunidades.

A existência de cada uma das categorias de conselho e consórcio supracitada foi contabilizada como 1 e a inexistência como 0. Assim, cada município pôde receber notas variando de 0 a 10, sendo este último correspondente àquele que apresentasse todos os conselhos (3) e consórcios (7) estabelecidos para análise. Os percentis P5, P50, P95 foram usados para dividir os valores obtidos em grupos com notas entre 1 e 4, exceto o município de Tabatinga, que por ter o maior número de conselhos e consórcios do estado, recebeu a nota 0, gerando o IOS (tabela 10). Em seguida, foi feita a padronização das notas, de forma que o IOS padronizado variasse entre 0 – maior número de conselhos e consórcios, menos vulnerável – e 1 – menor número de conselhos e consórcios, menor capacidade adaptativa, mais vulnerável.

Tabela 10. Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas ao indicador de conselhos e consórcios

Indicador	Nota				
	4	3	2	1	0
Número de conselhos e consórcios relacionados à adaptação	<1	1 -- 2	2 -- 3	3 --5	≥8

5.8.3.4 Cálculo do índice de capacidade adaptativa (ICA)

O ICA foi calculado a partir da média aritmética de seus três componentes padronizados: IESp, IADAp e IOSp (Equação 2.7). Em seguida, o próprio ICA foi padronizado para compreender valores escalares entre 0 e 1, os quais representaram os municípios com pior capacidade adaptativa (1) e os com melhor capacidade adaptativa (0).

(Equação 2.7)

$$ICA = \frac{(IES_p + IADAp_p + IOS_p)}{3}$$

5.8.4 Índice de vulnerabilidade (IV)

O Índice Vulnerabilidade (IV) representou a união de todas as informações descritas anteriormente, originando um único índice. Agregou informações do momento presente referentes à conservação ambiental, susceptibilidade e ocorrências de eventos extremos, doenças sensíveis ao clima, pobreza, condições sociodemográficas, características socioeconômicas, de infraestrutura e sócio-políticas. Estas foram agrupadas ao longo deste trabalho em três índices: Índice de Exposição (IE), Índice de Sensibilidade (IS) e Índice de Capacidade Adaptativa (ICA). Desta forma, o IV foi construído como segue (Equação 2.8):

(Equação 2.8)

$$IV = \frac{(IE_p + IS_p + ICA_p)}{3}$$

5.8.5 Índice de cenário climático (ICC)

Um componente climático foi associado aos demais elementos básicos da vulnerabilidade para representar o perigo associado à mudança do clima. De maneira resumida, o hazard é definido pelo IPCC como a ocorrência potencial de um evento relacionado ao clima, seja ele natural ou induzido pelo homem, que pode causar perdas (vidas, saúde, lesões) ou danos (infraestrutura, subsistência, serviços ambientais) (IPCC, 2014b). Assim, o presente trabalho avaliou as possíveis alterações climáticas futuras em relação ao momento atual, projetadas pelo modelo ETA-HadGem-ES, considerando seis dos parâmetros desenvolvidos pelo Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices (ETCCDMI). Os parâmetros foram gerados de acordo com CHANG e cols. (2014) e foram os seguintes: total de chuva anual para dias chuvosos, isto é, dias em que a precipitação é maior ou igual a 1 mm (PRCPTOT); pluviosidade total anual nos dias em que a precipitação é maior que a do 95º percentil dos dias chuvosos (R95p); precipitação mensal máxima consecutiva em 5 dias (Rx5day); o número máximo de dias secos consecutivos para o ano, ou seja, os dias em que as chuvas são inferiores a 1 mm (CDD) e as médias anuais máximas (TMAXmean) e mínimas (TMINmean), em graus Celsius.

A partir de bases espaciais digitalizadas, disponíveis em Sistemas de Informação Geográfica, dados climáticos sobre temperatura e precipitação foram processados para gerar

mapas de anomalias climáticas para todos os municípios do estado do Amazonas. Os dados climáticos foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e correspondem às saídas do modelo climático Eta / HadGem2-ES para temperatura (máxima e mínima - média diária, em Celsius) e precipitação (Rx5day, CDD, R95p e PRCPTOT). O Eta/HadGem2-ES corresponde ao modelo regionalizado (Eta) aninhado ao modelo global HadGem-ES e apresenta uma grade horizontal de 20km em toda a América do Sul. O modelo regionalizado ETA apresenta forte concordância com os dados observacionais de precipitação para a América do Sul e pode ser utilizado para estudos de mudanças climáticas no território brasileiro (CHOU et al., 2014).

As variáveis climáticas foram representadas pelas anomalias climáticas - diferença absoluta entre o período climático futuro (2041-2070) e o período presente (1961-1990). Os RCPs adotados foram os do IPCC AR5, sendo os RCP8.5 - forçante radiativa além de 8,5 W/m² e concentrações de CO₂ de 1.370 ppm - e RCP4.5, que considera um cenário de forçante radiativa de até 4,5 W/m² e concentração de CO₂ de 650 ppm, ambos até o ano 2100. Para a análise espacial das variáveis climáticas, a modelagem geoestatística foi realizada com a ferramenta Geostatistical Analyst do software ArcGIS Desktop versão 10.2.2 e Surfer, versão 11 (LUIGGI, 2014). Os dados foram então interpolados para estimar o valor das variáveis climáticas para os locais não disponíveis na base de dados.

Assim, o ICC correspondeu, às anomalias climáticas observadas para cada indicador de extremo climático, tanto no cenário 4.5 quanto no cenário 8.5. Para o cálculo dos cenários de clima 4.5 e 8.5, foram utilizadas as anomalias médias de precipitação e de temperatura, aqui designadas, respectivamente, como IPrec e ITemp. O IPrec representou o aumento ou diminuição da precipitação em mm⁻³ e o ITemp o aumento ou diminuição da temperatura, em graus Celsius. Os valores médios das anomalias foram agrupados em percentis (P5, P25, P75, P95) e receberam notas entre 0 e 4, conforme tabela 11, indicando uma gradação de municípios menos vulneráveis (0) e mais vulneráveis à mudança do clima futuro (4). Para a atribuição das notas, as variáveis PRCPTOT, Tmax e Tmin foram utilizadas em módulo, com o intuito de diminuir a subjetividade; as variáveis R95p, Rx5day e CDD foram utilizadas em seus valores absolutos, pois partiu-se do pressuposto de que essas variáveis representavam indicadores de condições de precipitação extrema associada à maior chance de desastre.

Tabela 11. Intervalos dos percentis utilizados para atribuir as notas aos indicadores de temperatura e precipitação

Índice	Indicador	Nota				
		0	1	2	3	4
Índice de Cenário Climático 4.5						
ITemp	Temperatura mínima	<2,086	2,086 -- 2,256	2,256 -- 2,468	2,468 -- 2,626	≥2,626
	Temperatura máxima	<2,312	2,312 -- 2,720	2,720 -- 3,304	3,304 -- 3,697	≥3,697
	CDD	<-1,319	-1,319 -- 7,594	7,594 -- 26,138	26,138 -- 35,819	≥35,819
IPrec	Rx5day	<-11,141	-11,141 -- -7,013	-7,013 -- 5,379	5,379 -- 11,457	≥11,457
	R95p	<-23,151	-23,151 -- -8,419	-8,419 -- 21,187	21,187 -- 48,339	≥48,339
	Prcptot	<0,929	0,929 -- 6,059	6,059 -- 13,418	13,418 -- 23,831	≥23,831
Índice de Cenário Climático 8.5						
ITemp	Temperatura mínima	<3,112	3,112 -- 3,289	3,289 -- 3,754	3,754 -- 3,805	≥3,805
	Temperatura máxima	<3,515	3,515 -- 3,929	3,929 -- 4,775	4,775 -- 5,038	≥5,038
	CDD	<-7,928	-7,928 -- -2,318	-2,318 -- 21,081	21,081 -- 31,191	≥31,191
IPrec	Rx5day	<-8,504	-8,504 -- -0,593	-0,593 -- 7,836	7,836 -- 11,927	≥11,927
	R95p	<-10,919	-10,919 -- -3,176	-3,176 -- 5,047	5,047 -- 12,108	≥12,108
	Prcptot	<1,316	1,316 -- 4,138	4,138 -- 13,503	13,503 -- 22,678	≥22,678

O passo seguinte foi realização da média aritmética das notas atribuídas aos componentes do ITemp e do IPrec, para ambos os cenários 4.5 e 8.5, de acordo com as equações 2.9 e 3.0.

(Equação 2.9)

$$IPrec\ 4.5\ ou\ 8.5 = \frac{(Nota\ PRCPTOT + Nota\ R95p + Nota\ RX5day + Nota\ CDD)}{4}$$

(Equação 3.0)

$$ITemp\ 4.5\ ou\ 8.5 = \frac{(Nota\ temp.máxima + Nota\ temp.mínima)}{2}$$

Por fim, foi realizada a média aritmética dos índices de temperatura e precipitação para construção do ICC 4.5 e 8.5, com sua padronização (Equações 3.1)

(Equação 3.1)

$$ICC\ 4.5\ ou\ 8.5 = \frac{(ITemp_p + IPrec_p)}{2}$$

5.8.6 Índice municipal de vulnerabilidade (IMV)

O Índice Municipal de Vulnerabilidade (IMV) foi elaborado a partir do Índice de Vulnerabilidade (IV) e dos Índices de Cenário Climático (ICC 4.5 e ICC 8.5). As informações compiladas para o presente estudos foram agrupadas, como evidenciado nos passos metodológicos anteriores, nos componentes fundamentais da vulnerabilidade, a saber, exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. Esses componentes, através de seus índices padronizados, formaram o IV. Este foi combinado aos ICC 4.5 e ICC 8.5, separadamente, gerando um IMV distinto a depender do cenário considerado (Equações 3.2 e 3.3).

(Equação 3.2)

$$IMV_{4.5} = \frac{(IV_p + ICC4.5_p)}{2}$$

(Equação 3.3)

$$IMV_{8.5} = \frac{(IV_p + ICC8.5_p)}{2}$$

O passo final consistiu na padronização do IMV de cada cenário, para que este configurasse um índice escalar entre 0 e 1.

6 RESULTADOS

6.1 OS TRÊS COMPONENTES FUNDAMENTAIS DA VULNERABILIDADE

A vulnerabilidade atual dos municípios amazonenses foi mensurada pelo Índice de Vulnerabilidade (IV), que abarca aspectos diversos da população através de três componentes fundamentais, a exposição, a sensibilidade e a capacidade adaptativa. O desempenho dos municípios em cada um desses componentes auxilia na compreensão dos aspectos que mais influenciaram a vulnerabilidade da população e que podem torná-la mais susceptível à mudança do clima no futuro. Assim, os Índices de Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa serão primeiro apresentados para embasar o entendimento dos principais pontos que contribuíram para construir o perfil de vulnerabilidade atual dos municípios do Amazonas.

6.1.2 O Índice de exposição

Seguindo o diagrama apresentado na Figura 10, o primeiro índice fundamental da vulnerabilidade foi o Índice de Exposição, cujo objetivo foi identificar as pessoas ou sistemas mais expostos ao risco climático. Nele, foram avaliados tanto o aspecto ambiental – representado pelo Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD); quanto o tema dos desastres – representado pelo Índice de Desastres Naturais (IDN), quer através da Susceptibilidade (ISDN), quer da Ocorrência (IODN). Os valores finais de cada um desses índices, por município e microrregião, podem ser conferidos nas tabelas 12 e 13, respectivamente.

Tabela 12. Valores municipais dos índices de susceptibilidade a desastres naturais (ISDN), de ocorrência de desastres naturais (IODN), de desastres naturais (IDN), indicador de desmatamento (IDesm), indicador de cobertura vegetal (ICob), índice de cobertura vegetal e desmatamento (ICVD) e índice de exposição (IE).

Município	INDICADOR/ ÍNDICE						
	ISDN	IODN	IDN	IDesm	ICob	ICVD	IE
Alvarães	0,333	0,000	0,200	0,500	0,250	0,286	0,256
Amaturá	0,333	0,000	0,200	0,500	0,500	0,429	0,331
Anamã	0,833	0,333	0,699	0,500	0,250	0,286	0,518
Anori	0,667	0,000	0,400	0,500	0,250	0,286	0,361
Apuí	0,833	0,000	0,500	0,750	0,250	0,429	0,489

Município	INDICADOR/ ÍNDICE						
	ISDN	IODN	IDN	IDesm	ICob	ICVD	IE
Atalaia do Norte	0,500	0,667	0,700	0,250	0,500	0,286	0,519
Autazes	0,167	0,667	0,500	0,750	0,500	0,571	0,564
Barcelos	0,500	0,000	0,300	0,250	0,250	0,143	0,233
Barreirinha	0,667	0,500	0,700	0,750	0,500	0,571	0,669
Benjamin Constant	0,667	1,000	1,000	0,250	0,500	0,286	0,677
Beruri	0,500	0,000	0,300	0,500	0,500	0,429	0,384
Boa Vista do Ramos	0,333	0,000	0,200	0,750	0,500	0,571	0,406
Boca do Acre	1,000	0,500	0,900	0,750	0,250	0,429	0,699
Borba	0,667	0,667	0,800	0,250	0,250	0,143	0,496
Caapiranga	0,833	0,333	0,699	0,500	0,250	0,286	0,518
Canutama	1,000	0,167	0,700	0,750	0,250	0,429	0,594
Carauari	0,500	0,167	0,400	0,250	0,000	0,000	0,211
Careiro	0,333	0,833	0,699	0,750	0,500	0,571	0,668
Careiro da Várzea	0,667	0,833	0,900	1,000	0,750	0,857	0,925
Coari	0,500	0,000	0,300	0,250	0,250	0,143	0,233
Codajás	0,500	0,167	0,400	0,250	0,250	0,143	0,286
Eirunepé	0,333	0,333	0,400	0,500	0,000	0,143	0,286
Envira	0,667	0,000	0,400	0,750	0,250	0,429	0,436
Fonte Boa	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,429	0,226
Guajará	0,500	0,500	0,600	0,750	0,250	0,429	0,542
Humaitá	0,500	0,667	0,700	0,500	0,500	0,429	0,594
Ipixuna	0,500	0,000	0,300	0,500	0,000	0,143	0,233
Iranubia	0,500	0,667	0,700	1,000	0,500	0,714	0,744
Itacoatiara	0,333	0,333	0,400	1,000	0,500	0,714	0,586
Itamarati	0,667	0,167	0,500	0,250	0,250	0,143	0,338
Itapiranga	0,500	0,000	0,300	0,500	0,750	0,571	0,458
Japurá	0,167	0,167	0,200	0,000	0,500	0,143	0,181
Juruá	0,333	0,000	0,200	0,500	0,250	0,286	0,256
Jutaí	0,000	0,167	0,100	0,250	0,250	0,143	0,128
Lábrea	0,833	0,667	0,900	0,750	0,250	0,429	0,699
Manacapuru	0,500	1,000	0,900	0,750	0,500	0,571	0,774
Manaquiri	0,500	0,500	0,600	0,500	0,500	0,429	0,542
Manaus	0,500	0,667	0,700	0,500	0,500	0,429	0,594
Manicoré	0,500	0,333	0,500	0,500	0,500	0,429	0,489
Maraã	0,500	0,500	0,600	0,500	0,500	0,429	0,542
Maués	0,333	0,000	0,200	0,500	0,250	0,286	0,256
Nhamundá	0,833	0,500	0,800	0,500	0,500	0,429	0,647
Nova Olinda do Norte	0,333	0,500	0,500	0,500	0,500	0,429	0,489
Novo Airão	0,167	0,000	0,100	0,250	0,250	0,143	0,128
Novo Aripuanã	0,833	0,333	0,699	0,500	0,250	0,286	0,518
Parintins	0,667	0,500	0,700	0,750	0,750	0,714	0,744
Pauini	0,833	0,333	0,699	0,500	0,000	0,143	0,443
Presidente Figueiredo	0,667	0,000	0,400	0,500	0,500	0,429	0,436
Rio Preto da Eva	0,667	0,167	0,500	0,500	0,500	0,429	0,489

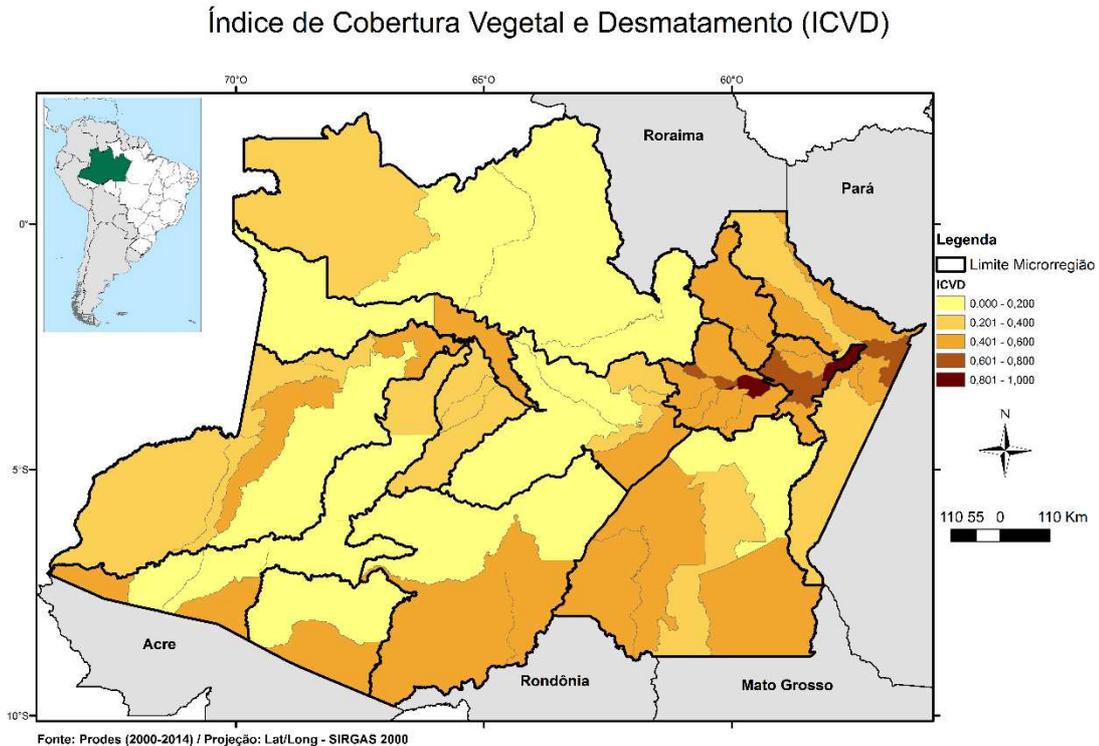
Município	INDICADOR/ ÍNDICE						
	ISDN	IODN	IDN	IDesm	ICob	ICVD	IE
Santa Isabel do Rio Negro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000
Santo Antônio do Içá	0,167	0,333	0,300	0,500	0,250	0,286	0,308
São Gabriel da Cachoeira	0,167	0,000	0,100	0,250	0,500	0,286	0,203
São Paulo de Olivença	0,333	1,000	0,800	0,500	0,500	0,429	0,647
São Sebastião do Uatumã	0,333	0,000	0,200	0,500	0,500	0,429	0,331
Silves	0,500	0,000	0,300	0,500	0,500	0,429	0,384
Tabatinga	0,167	0,500	0,400	0,500	0,250	0,286	0,361
Tapauá	0,500	0,000	0,300	0,250	0,250	0,143	0,233
Tefé	0,500	0,333	0,500	0,500	0,250	0,286	0,414
Tonantins	0,167	0,333	0,300	0,500	0,250	0,286	0,308
Uarini	0,000	0,833	0,500	0,500	0,250	0,286	0,414
Urucará	0,333	0,000	0,200	0,250	0,500	0,286	0,256
Urucurituba	0,833	0,667	0,900	1,000	1,000	1,000	1,000
Valores médios	0,484	0,320	0,482	0,512	0,379	0,367	0,447

Tabela 13. Valores, por microrregião, dos índices de susceptibilidade a desastres naturais (ISDN), de ocorrência de desastres naturais (IODN), de desastres naturais (IDN), do indicador de desmatamento (IDesm), indicador de cobertura vegetal (ICob), índice de cobertura vegetal (ICV) e índice de exposição (IE).

Microrregião	INDICADOR/ ÍNDICE						
	ISDN	IODN	IDN	IDesm	ICob	ICVD	IE
Alto Solimões	0,259	0,444	0,422	0,417	0,389	0,318	0,389
Boca do Acre	0,917	0,417	0,800	0,625	0,125	0,286	0,571
Coari	0,639	0,139	0,466	0,417	0,292	0,262	0,383
Itacoatiara	0,500	0,300	0,480	0,700	0,650	0,629	0,583
Japurá	0,334	0,334	0,400	0,250	0,500	0,286	0,362
Juruá	0,500	0,167	0,400	0,500	0,143	0,225	0,329
Madeira	0,667	0,400	0,640	0,500	0,350	0,343	0,517
Manaus	0,452	0,738	0,714	0,750	0,536	0,592	0,687
Parintins	0,500	0,214	0,429	0,571	0,500	0,469	0,473
Purus	0,778	0,278	0,633	0,583	0,250	0,334	0,509
Rio Negro	0,209	0,000	0,125	0,188	0,313	0,143	0,141
Rio Preto da Eva	0,667	0,084	0,450	0,500	0,500	0,429	0,463
Tefé	0,278	0,389	0,400	0,500	0,250	0,286	0,361

O ICVD está representado espacialmente no mapa 1. Percebe-se que, de maneira geral, o estado do Amazonas apresentou exposição reduzida no aspecto ambiental. Praticamente toda a região Central e a Norte exibiram valores reduzidos no ICVD, indicando que esses locais apresentam uma combinação de elevada cobertura vegetal com baixo desmatamento. Por outro lado, as microrregiões de Manaus, Itacoatiara e Rio Preto da Eva (região Nordeste) foram as mais expostas, assim como os municípios de Urucurituba e Careiro da Várzea. Vale

mencionar também as microrregiões do Madeira e Purus, que embora não tenham apresentado valores elevados no ICVD, apresentaram vários municípios com exposição média (a partir de 0,401).



Mapa 1. Distribuição dos valores municipais do Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação de exposição relacionada ao ICVD – do bege, menos exposto, até o vermelho, mais exposto.

Os valores médios dos indicadores de desmatamento, cobertura vegetal e o ICVD para essas microrregiões são mostrados no gráfico 1A, enquanto os valores absolutos dos municípios mais expostos são mostrados na figura 1B. No que se refere às microrregiões, nota-se que o desmatamento foi o fator que mais influenciou o ICVD, exceto para as microrregiões de Boca do Acre, Japurá e Rio Negro. Nessas, a baixa proporção de cobertura vegetal em relação a área do município foi mais importante. Para os municípios mais expostos, o desmatamento também foi preponderante para elevar o ICVD.

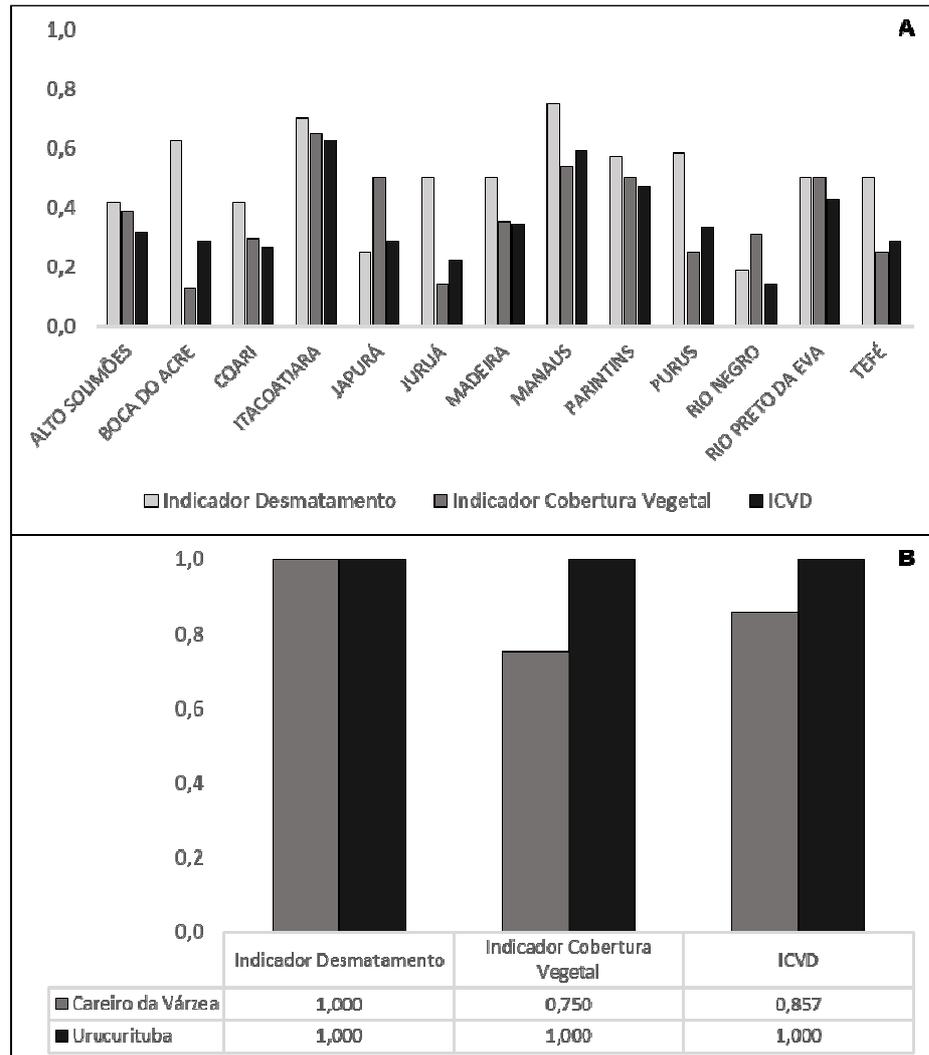
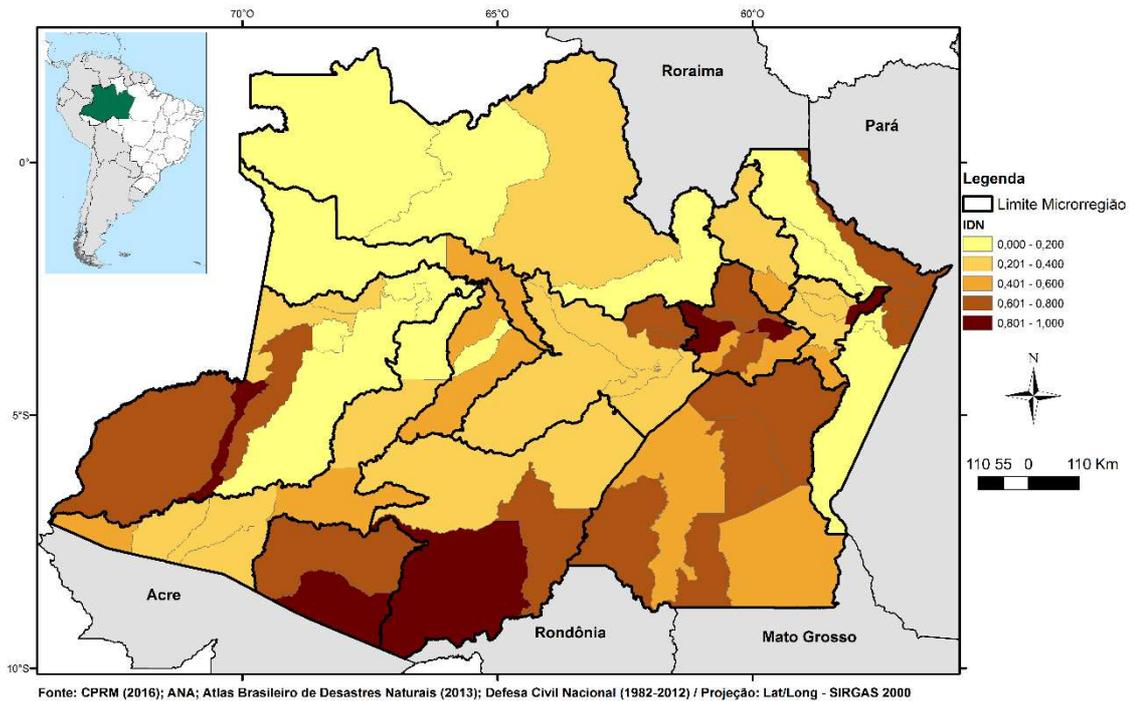


Gráfico 1. Valores médios do Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD) e de seus componentes, desmatamento e cobertura vegetal, para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD) e de seus componentes, desmatamento e cobertura vegetal, para os municípios mais expostos do estado do Amazonas.

Ainda na Exposição, foram abordadas tanto a ocorrência quanto a susceptibilidade dos municípios aos desastres através do Índice de Desastres Naturais (IDN). O mapa 2 mostra que as Regiões Sul, Sudoeste e a porção Leste do Amazonas apresentaram maior exposição aos desastres. As microrregiões de Manaus, Madeira, Purus, Boca do Acre e parte do Alto Solimões foram as que apresentaram os maiores valores no IDN. As regiões menos expostas foram a Norte, Central e parte da Nordeste.

Índice de Desastres Naturais de Origem Meteorológica (IDN)



Mapa 2. Distribuição dos valores municipais do Índice de Desastres Naturais (IDN) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação de exposição relacionada ao IDN – do bege, menos exposto, até o vermelho, mais exposto.

Dentre as microrregiões mais expostas aos desastres, a susceptibilidade, que engloba a série histórica de dias consecutivos secos e o percentual da população residindo em áreas de risco, foi o que mais influenciou o IDN em Boca do Acre, Madeira e Purus (gráfico 2A). Essa tendência também foi observada para a maioria das microrregiões. Ainda dentre as mais expostas, apenas o Alto Solimões e Manaus apresentaram maior peso da ocorrência de desastres para o cômputo final do IDN, ou seja, nesses locais a frequência dos desastres e os óbitos relacionados apresentaram papel preponderante (gráfico 2A). Os municípios mais expostos aos desastres no Amazonas foram Benjamin Constant, Boca do Acre, Careiro da Várzea, Lábrea, Manacapuru e Urucurituba (gráfico 2B). Observa-se que para Benjamin Constant, Careiro da Várzea e Manacapuru, a ocorrência de desastres foi mais importante para definir o IDN, enquanto para os demais, a susceptibilidade aos desastres teve maior peso.

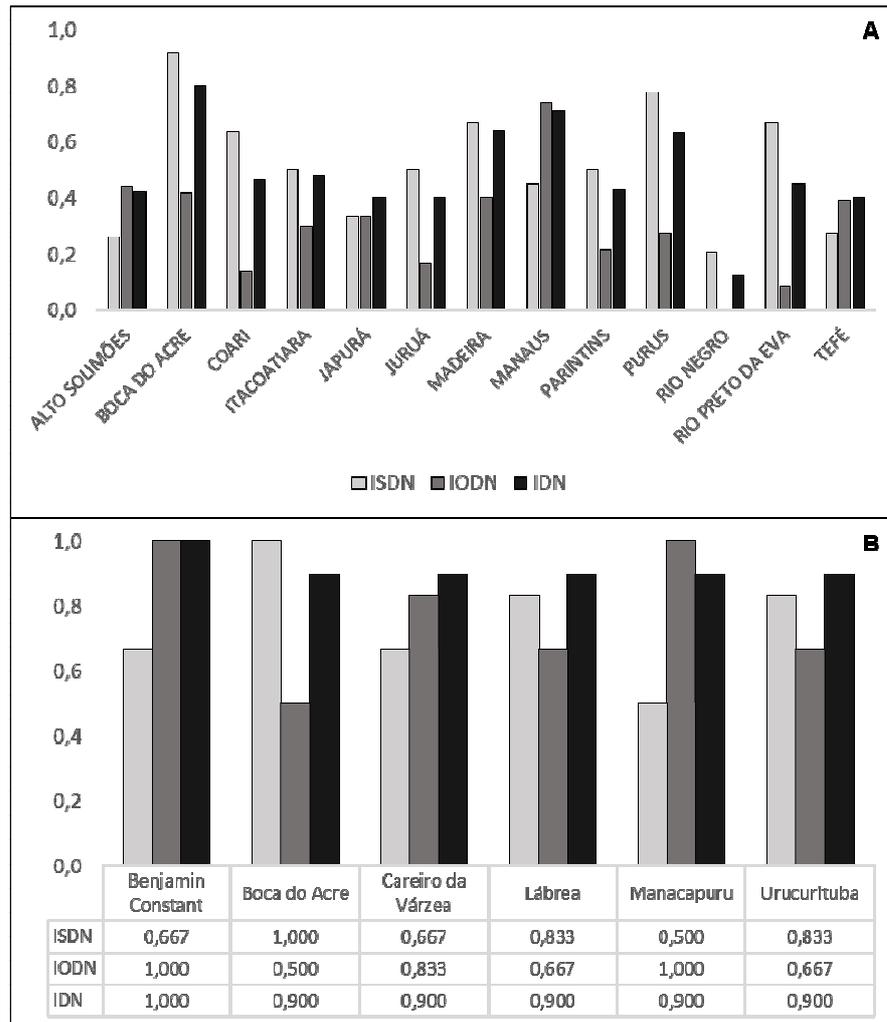
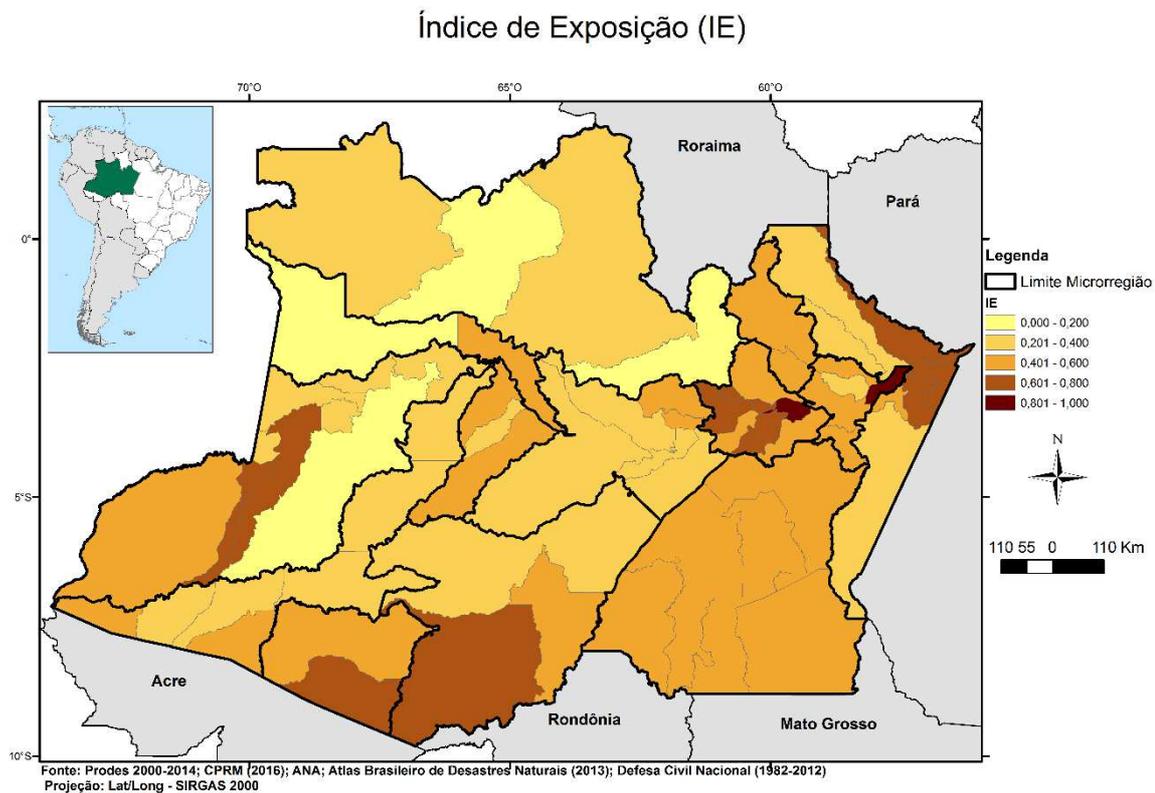


Gráfico 2. A - Valores médios do Índice de Desastres Naturais (IDN) e de seus componentes, Índice de Susceptibilidade a Desastres Naturais (ISDN) e Índice de Ocorrência de Desastres Naturais (IODN), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** - Valores do Índice de Desastres Naturais (IDN) e de seus componentes, Índice de Susceptibilidade a Desastres Naturais (ISDN) e Índice de Ocorrência de Desastres Naturais (IODN), para os municípios mais expostos do estado do Amazonas.

A partir da conjugação do ICVD com o IDN, foi possível obter o Índice de Exposição (IE) dos municípios do Amazonas (Mapa 3). De maneira geral, nota-se que o Estado apresenta um grau de vulnerabilidade no quesito exposição bastante reduzido, o que se refletiu na distribuição espacial do IE de forma heterogênea pelos municípios. Entretanto, ainda é possível perceber as maiores exposições se concentrando nas Regiões Leste e Sul, com alguns municípios se destacando na área Central. Esta porção do Estado, juntamente com a Região Norte, foram as que apresentaram os municípios menos expostos.



Mapa 3. Distribuição dos valores municipais do Índice de Desastres Naturais (IDN) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação de exposição relacionada ao IDN – do bege, menos exposto, até o vermelho, mais exposto.

Quanto às microrregiões, as que apresentaram os maiores valores médios de exposição foram Boca do Acre, Madeira, Manaus, Itacoatiara e Rio Preto da Eva (gráfico 3A). Os municípios mais expostos foram apenas dois, Urucurituba e Careiro da Várzea (gráfico 3B). É importante ressaltar que esses municípios apresentaram os maiores valores no ICVD e também estiveram entre os mais expostos aos desastres, o que fez com que os mesmos figurassem como os mais expostos ao risco no estado do Amazonas. Em relação às microrregiões, a de Manaus esteve presente entre as mais expostas no aspecto ambiental e também aos desastres, o que fez com que essa microrregião apresentasse a maior exposição média (IE) do Amazonas.

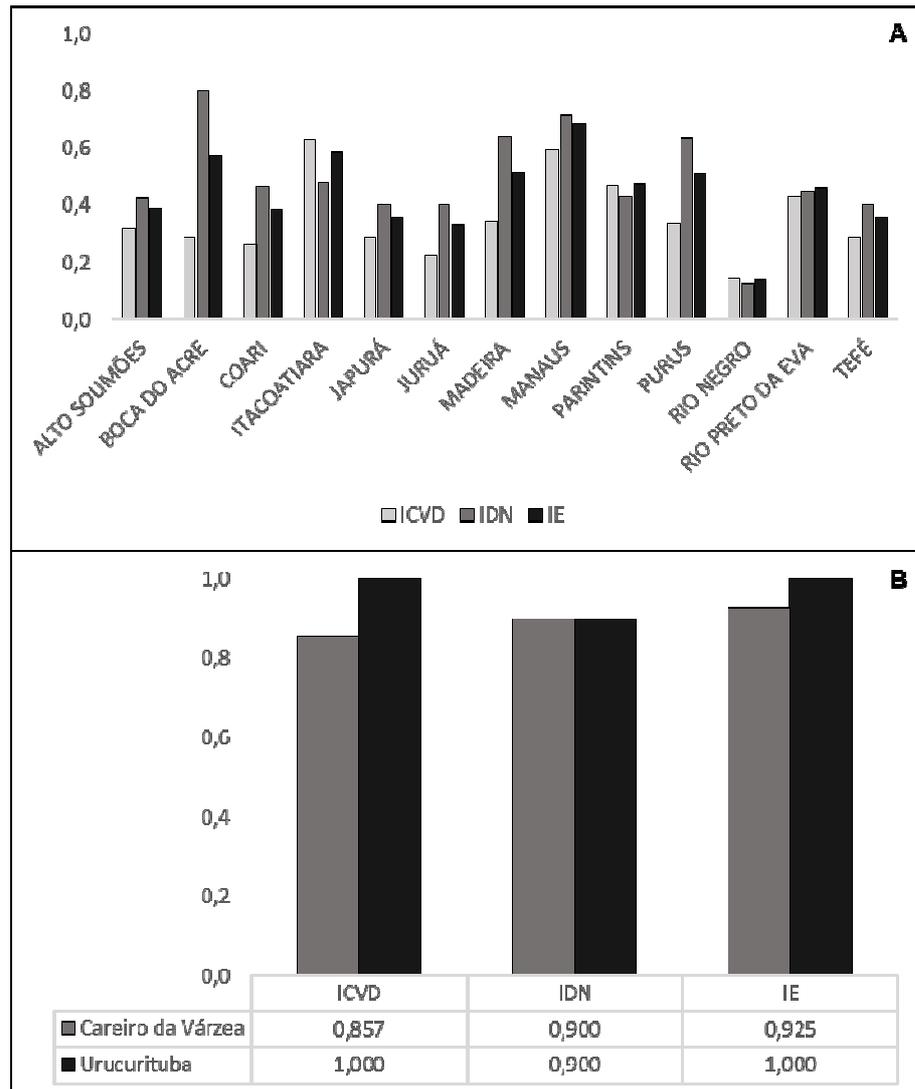


Gráfico 3. A - Valores médios do Índice de Exposição (IE) e de seus componentes, Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD), do Índice de Desastres Naturais (IDN), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** - Valores do Índice de Exposição (IE) e de seus componentes, Índice de Cobertura Vegetal e Desmatamento (ICVD), do Índice de Desastres Naturais (IDN), para os municípios mais expostos do estado do Amazonas.

6.1.3 O Índice de sensibilidade

Outro componente fundamental da vulnerabilidade é a sensibilidade, entendida como a predisposição intrínseca de populações ou sistemas a serem afetados por um evento perigoso, no presente contexto, a alteração do clima. Essa predisposição foi abordada através do Índice de Sensibilidade, cujos componentes básicos foram o Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC), o Índice de Pobreza (IPo) e o Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS). Os valores finais de cada um desses índices, por município e microrregião, podem ser conferidos nas tabelas 14 e 15, respectivamente.

Tabela 14. Valores municipais do Índice de Sensibilidade (IS) e seus respectivos componentes. Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC) e seus indicadores - Leishmaniose Tegumentar (ILTA), Malária (IMAL), Acidentes por Animais Peçonhentos (IAP) e Dengue. Índice de Pobreza (IPo) e seus indicadores – Probabilidade de Sobrevida (I40), Analfabetismo (IAnf), Saneamento (ISan), Mortalidade (IMort) e Renda (IRend). Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) e seus sub-índices – Sensibilidade Futura (ISS Futuro) e Sensibilidade Presente (ISS Presente), com os respectivos indicadores deste último – Mulheres Chefes de Família (IMul), Chefes de Família Jovens (IJov), Mortalidade Infantil (IInf), População Idosa (IDos), População Deficiente (IDef) e População Ribebirinha (IRib).

Município	INDICADOR/ÍNDICE																				
	ILTA	IMAL	IAP	IDENG	IDAC	I40	Ianf	ISan	Imort	IRend	IPO	ISS futuro	Imul	Ijov	Iinf	IDos	IDef	IRib	ISS presente	ISS	IS
Alvarães	0,375	0,500	0,571	0,500	0,552	0,500	0,500	0,500	0,500	0,750	0,688	0,250	0,500	0,500	0,750	0,250	0,250	0,500	0,364	0,307	0,404
Amaturá	0,250	0,250	0,143	0,125	0,097	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	0,750	0,250	0,000	0,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,091	0,171	0,036
Anamá	0,375	0,250	0,429	0,500	0,400	0,750	0,500	0,500	0,750	0,250	0,688	0,750	0,250	0,250	0,500	0,500	0,500	0,750	0,364	0,557	0,473
Anori	0,250	0,250	0,429	0,500	0,352	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,625	0,500	0,500	0,250	0,500	0,500	0,500	0,500	0,364	0,432	0,308
Apuí	0,625	0,500	0,857	0,500	0,759	0,500	0,250	0,500	0,500	0,250	0,500	0,500	0,500	0,750	0,000	0,500	0,500	0,000	0,182	0,341	0,441
Atalaia do Norte	0,375	0,625	0,857	0,250	0,614	0,750	1,000	0,750	0,750	0,750	1,000	0,250	0,500	0,500	0,750	0,000	0,250	0,500	0,273	0,262	0,633
Autazes	0,500	0,500	0,714	0,500	0,655	0,250	0,500	0,500	0,250	0,500	0,500	0,750	0,500	0,750	0,500	0,750	0,750	0,500	0,727	0,739	0,646
Barcelos	0,625	0,875	0,429	0,625	0,786	0,750	0,750	0,500	0,750	0,500	0,813	0,000	0,250	0,250	0,000	0,500	0,250	0,500	0,000	0,000	0,441
Barreirinha	0,625	0,000	0,571	0,250	0,358	0,500	0,250	0,500	0,500	0,750	0,625	0,500	0,500	0,500	0,750	0,750	0,500	0,250	0,545	0,523	0,376
Benjamin Constant	0,625	0,375	0,857	0,500	0,710	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,625	0,500	0,750	0,500	0,750	0,500	0,500	0,250	0,545	0,523	0,621
Beruri	0,250	0,500	0,429	0,125	0,304	0,750	0,500	0,500	0,750	0,500	0,750	0,500	0,750	0,750	1,000	0,500	0,500	0,500	0,818	0,659	0,520
Boa Vista do Ramos	0,375	0,250	0,429	0,250	0,304	0,500	0,250	0,500	0,500	0,750	0,625	0,500	1,000	0,750	0,500	0,500	0,750	0,750	0,909	0,705	0,465
Boca do Acre	0,875	0,500	0,286	0,500	0,635	0,500	0,750	0,500	0,500	0,500	0,688	0,500	1,000	0,750	0,500	0,750	0,750	0,750	1,000	0,750	0,770
Borba	0,500	0,500	0,714	0,375	0,607	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,625	0,500	0,500	0,500	0,750	0,500	0,500	0,500	0,545	0,523	0,549
Caapiranga	0,750	0,375	0,714	0,625	0,752	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,625	0,500	0,250	0,500	0,500	0,500	0,500	0,750	0,455	0,478	0,619
Canutama	0,375	0,500	0,143	0,250	0,290	0,500	0,750	0,750	0,500	0,500	0,750	0,500	0,500	0,500	0,250	0,750	0,500	0,750	0,545	0,523	0,415
Carauari	0,500	0,375	0,571	0,125	0,407	0,750	0,750	0,250	0,750	0,500	0,750	0,250	0,750	0,750	0,500	0,500	0,750	0,250	0,636	0,443	0,441
Careiro	0,500	0,875	0,429	0,375	0,642	0,500	0,500	0,750	0,500	0,500	0,688	0,500	0,500	0,500	0,250	0,500	0,250	0,500	0,273	0,387	0,523
Careiro da Várzea	0,250	0,625	0,143	0,625	0,434	0,500	0,500	1,000	0,500	0,500	0,750	0,750	0,500	0,500	0,250	1,000	0,750	0,750	0,727	0,739	0,666
Coari	0,500	0,625	0,429	0,625	0,642	0,500	0,500	0,500	0,250	0,250	0,500	0,250	0,750	0,750	0,500	0,500	0,500	0,500	0,636	0,443	0,431
Codajás	0,500	0,250	0,429	0,500	0,448	0,500	0,500	0,250	0,500	0,500	0,563	0,500	0,500	0,500	0,250	0,500	0,250	0,500	0,273	0,387	0,301
Eirunepé	0,750	0,625	0,286	0,250	0,538	0,500	0,750	0,500	0,500	0,500	0,688	0,250	1,000	0,750	0,500	0,500	0,500	1,000	0,909	0,580	0,585
Envira	0,625	0,375	0,429	0,125	0,400	0,750	0,750	0,500	0,750	0,750	0,875	0,500	0,750	0,500	0,500	0,250	0,500	1,000	0,636	0,568	0,610
Fonte Boa	0,250	0,250	0,571	0,000	0,214	1,000	0,500	0,250	1,000	0,500	0,813	0,250	0,500	0,250	0,750	0,500	0,500	0,500	0,455	0,353	0,288

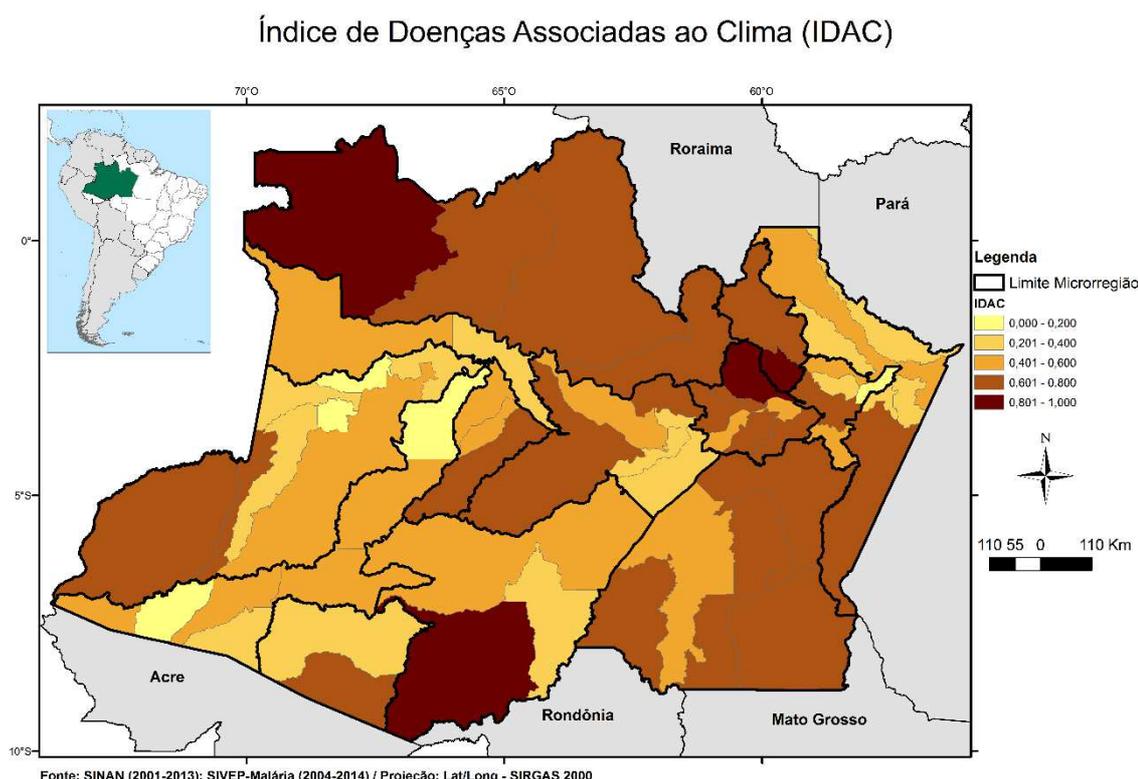
Município	INDICADOR/ÍNDICE																				
	ILTA	IMAL	IAP	IDENG	IDAC	I40	Ianf	Isan	Imort	Irend	IPO	ISS futuro	Imul	Ijov	Iinf	Iidos	Idef	Irib	ISS presente	ISS	IS
Guajará	0,500	1,000	0,286	0,250	0,586	0,500	0,750	0,500	0,500	0,750	0,750	0,500	0,500	0,500	0,500	0,250	0,250	0,750	0,364	0,432	0,558
Humaitá	0,875	0,625	0,571	0,500	0,793	0,250	0,500	0,250	0,250	0,250	0,375	0,500	0,500	0,500	0,250	0,500	0,500	0,500	0,364	0,432	0,441
Ipixuna	0,500	0,500	0,000	0,000	0,186	0,500	1,000	0,750	0,500	1,000	0,938	0,750	0,000	0,250	1,000	0,250	0,000	1,000	0,273	0,512	0,466
Irاندوبا	0,500	0,625	0,714	0,500	0,703	0,250	0,500	0,250	0,250	0,250	0,375	1,000	1,000	1,000	0,500	0,750	0,750	0,500	1,000	1,000	0,774
Itacoatiara	0,750	0,500	0,714	0,625	0,800	0,000	0,250	0,250	0,000	0,000	0,125	0,750	0,750	0,750	0,250	1,000	0,750	0,250	0,727	0,739	0,486
Itamarati	0,500	0,625	0,429	0,250	0,497	0,500	1,000	0,750	0,500	1,000	0,938	0,250	0,750	1,000	0,750	0,250	0,000	1,000	0,727	0,489	0,667
Itapiranga	0,750	0,375	0,286	0,250	0,441	0,250	0,250	0,250	0,250	0,500	0,375	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	1,000	0,250	0,727	0,614	0,323
Japurá	0,625	0,375	0,286	0,500	0,490	0,750	0,500	0,500	0,750	0,500	0,750	0,500	0,500	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,091	0,296	0,397
Juruá	0,375	0,375	0,000	0,250	0,186	1,000	1,000	0,500	1,000	0,500	1,000	0,500	0,750	0,500	0,500	0,250	0,500	0,500	0,455	0,478	0,486
Jutaí	0,250	0,625	0,571	0,375	0,503	0,500	0,750	0,500	0,500	0,750	0,750	0,000	0,500	0,500	1,000	0,250	0,500	0,500	0,545	0,273	0,390
Lábrea	0,875	1,000	0,429	0,625	0,931	0,750	0,750	0,500	0,750	0,500	0,813	0,500	0,750	0,750	0,500	0,500	1,000	0,500	0,818	0,659	1,000
Manacapuru	0,625	0,625	0,571	0,625	0,745	0,250	0,500	0,250	0,000	0,250	0,313	0,500	0,750	0,500	0,250	0,750	0,750	0,500	0,636	0,568	0,459
Manaquiri	0,250	0,500	0,429	0,500	0,448	0,500	0,250	0,750	0,500	0,500	0,625	0,750	0,250	0,500	0,500	0,750	0,500	0,750	0,545	0,648	0,525
Manaus	0,750	0,625	0,429	0,875	0,835	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,750	0,500	0,750	0,000	0,500	0,750	0,000	0,273	0,512	0,265
Manicoré	0,500	0,625	0,429	0,500	0,593	0,750	0,500	0,750	0,750	0,250	0,750	0,500	0,500	0,250	0,500	0,500	0,250	0,500	0,273	0,387	0,532
Maraã	0,250	0,625	0,000	0,500	0,331	0,500	0,500	0,750	0,500	0,750	0,750	0,250	0,250	0,500	0,750	0,000	0,250	0,750	0,273	0,262	0,262
Maués	0,750	0,500	0,714	0,375	0,703	0,250	0,250	0,500	0,250	0,500	0,438	0,500	0,750	0,500	0,500	0,750	0,500	0,250	0,545	0,523	0,486
Nhamundá	0,500	0,250	0,429	0,250	0,352	0,500	0,250	0,750	0,500	0,500	0,625	0,750	0,250	0,500	0,500	1,000	0,500	0,750	0,636	0,693	0,490
Nova Olinda do Norte	0,500	0,250	0,429	0,625	0,497	0,250	0,500	0,750	0,500	0,500	0,625	0,500	0,500	0,250	0,500	0,500	0,500	0,500	0,364	0,432	0,409
Novo Airão	0,750	0,500	0,571	0,375	0,648	0,500	0,500	0,500	0,500	0,250	0,563	0,750	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,455	0,603	0,590
Novo Aripuanã	1,000	0,500	0,143	0,625	0,676	0,500	0,500	0,750	0,500	0,500	0,688	0,250	0,500	0,500	0,250	0,750	0,500	0,500	0,455	0,353	0,523
Parintins	0,500	0,250	0,429	0,500	0,448	0,250	0,000	0,250	0,250	0,250	0,250	0,500	0,500	0,500	0,250	0,750	0,500	0,750	0,545	0,523	0,177
Pauini	0,500	0,750	0,000	0,125	0,331	0,750	0,750	0,500	0,750	0,750	0,875	0,250	0,500	0,250	0,750	0,250	0,500	0,750	0,455	0,353	0,413
Presidente Figueiredo	0,750	0,750	0,429	0,500	0,738	0,000	0,000	0,250	0,250	0,000	0,125	0,750	0,500	1,000	0,250	0,500	0,750	0,250	0,545	0,648	0,379
Rio Preto da Eva	0,750	0,625	1,000	0,500	0,910	0,250	0,500	0,500	0,250	0,250	0,438	0,500	0,500	0,500	0,250	0,500	0,500	0,000	0,182	0,341	0,503
Santa Isabel do Rio Negro	0,500	0,625	0,714	0,500	0,703	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,938	0,500	0,250	0,000	1,000	0,500	0,250	0,250	0,182	0,341	0,707
Santo Antônio do Içá	0,375	0,625	0,286	0,125	0,345	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	0,750	0,500	0,250	0,250	0,750	0,250	0,500	0,500	0,273	0,387	0,359
São Gabriel da Cachoeira	0,500	0,750	0,857	1,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,250	0,500	0,563	0,750	0,500	0,500	0,500	0,750	0,500	0,250	0,455	0,603	0,835
São Paulo de Olivença	0,250	0,375	0,429	0,125	0,255	0,250	0,500	0,750	0,500	0,750	0,688	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500	0,250	0,500	0,000	0,250	0,158

Município	INDICADOR/ÍNDICE																				
	ILTA	IMAL	IAP	IDENG	IDAC	I40	Ianf	Isan	Imort	Irend	IPO	ISS futuro	Imul	Ijov	Iinf	Iidos	Idef	Irib	ISS presente	ISS	IS
São Sebastião do Uatumã	0,500	0,500	0,000	0,125	0,234	0,750	0,250	0,250	0,750	0,500	0,625	0,500	0,250	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,364	0,432	0,226
Silves	0,500	0,625	0,143	0,125	0,338	0,250	0,250	0,750	0,250	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	0,250	0,545	0,523	0,275
Tabatinga	0,625	0,375	0,286	0,875	0,635	0,500	0,500	0,250	0,500	0,250	0,500	0,750	0,750	0,500	0,500	0,500	0,500	0,250	0,455	0,603	0,537
Tapauá	0,500	0,750	0,571	0,250	0,600	1,000	0,750	0,500	1,000	0,500	0,938	0,250	0,500	0,750	0,500	0,250	1,000	0,500	0,636	0,443	0,706
Tefé	0,500	0,625	0,571	0,625	0,696	0,250	0,500	0,250	0,250	0,250	0,375	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,250	0,364	0,432	0,374
Tonantins	0,000	0,250	0,143	0,125	0,000	0,500	0,500	0,750	0,500	0,750	0,750	0,250	0,250	0,250	0,750	0,250	0,250	0,500	0,182	0,216	0,000
Uarini	0,375	0,750	0,429	0,125	0,448	1,000	0,500	0,500	1,000	0,500	0,875	0,250	0,500	1,000	0,750	0,250	0,250	0,500	0,545	0,398	0,525
Urucará	0,500	0,375	0,571	0,125	0,407	0,500	0,250	0,250	0,500	0,500	0,500	0,500	0,250	0,250	0,500	0,750	0,750	0,500	0,455	0,478	0,292
Urucurituba	0,250	0,125	0,286	0,250	0,152	0,500	0,250	0,500	0,500	0,500	0,563	0,750	0,250	0,250	0,500	0,750	0,750	0,500	0,455	0,603	0,245
Valores médios	0,514	0,508	0,442	0,393	0,517	0,508	0,508	0,504	0,508	0,508	0,634	0,488	0,508	0,508	0,512	0,512	0,508	0,508	0,475	0,482	0,465

Tabela 15. Valores, por microrregião, do Índice de Sensibilidade (IS) e seus respectivos componentes. Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC) e seus indicadores - Leishmaniose Tegumentar (ILTA), Malária (IMAL), Acidentes por Animais Peçonhentos (IAP) e Dengue. Índice de Pobreza (IPO) e seus indicadores – Probabilidade de Sobrevida (I40), Analfabetismo (Ianf), Saneamento (ISan), Mortalidade (IMort) e Renda (IRend). Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) e seus sub-índices – Sensibilidade Futura (ISS Futuro) e Sensibilidade Presente (ISS Presente), com os respectivos indicadores deste último – Mulheres Chefes de Família (IMul), Chefes de Família Jovens (IJov), Mortalidade Infantil (IInf), População Idosa (IIdos), População Deficiente (IDef) e População Ribeirinha (IRib).

Indicador/ Índice	MICRORREGIÃO												
	ALTO SOLIMÕES	BOCA DO ACRE	COARI	ITACOATIARA	JAPURÁ	JURUÁ	MADEIRA	MANAUS	PARINTINS	PURUS	RIO NEGRO	RIO PRETO DA EVA	TEFÉ
ILTA	0,333	0,688	0,438	0,550	0,438	0,536	0,700	0,482	0,536	0,583	0,594	0,750	0,417
IMAL	0,417	0,625	0,375	0,375	0,500	0,554	0,550	0,625	0,304	0,750	0,688	0,688	0,625
IAP	0,460	0,143	0,477	0,372	0,143	0,286	0,543	0,490	0,449	0,381	0,643	0,715	0,524
IDENG	0,278	0,313	0,479	0,375	0,500	0,179	0,500	0,571	0,268	0,375	0,625	0,500	0,417
IDAC	0,375	0,483	0,483	0,446	0,411	0,400	0,686	0,637	0,401	0,607	0,784	0,824	0,565
I40	0,556	0,625	0,583	0,250	0,625	0,643	0,500	0,321	0,464	0,750	0,625	0,125	0,583
Ianf	0,583	0,750	0,500	0,300	0,500	0,857	0,450	0,393	0,214	0,750	0,625	0,250	0,500
ISan	0,528	0,500	0,458	0,500	0,625	0,536	0,550	0,500	0,429	0,583	0,563	0,375	0,417
IMort	0,583	0,625	0,542	0,300	0,625	0,643	0,500	0,286	0,464	0,750	0,563	0,250	0,583
IRend	0,694	0,625	0,417	0,400	0,625	0,714	0,350	0,357	0,536	0,500	0,500	0,125	0,500
IPO	0,736	0,782	0,625	0,438	0,750	0,848	0,588	0,464	0,527	0,834	0,719	0,282	0,646
IMul	0,389	0,750	0,500	0,500	0,375	0,643	0,500	0,571	0,500	0,583	0,375	0,500	0,500
IJov	0,306	0,500	0,500	0,450	0,500	0,607	0,500	0,643	0,500	0,667	0,313	0,750	0,667
IInf	0,694	0,625	0,542	0,450	0,625	0,607	0,350	0,321	0,500	0,417	0,500	0,250	0,667
IIdos	0,361	0,500	0,500	0,750	0,000	0,321	0,550	0,714	0,714	0,500	0,563	0,500	0,333
IDef	0,417	0,625	0,458	0,800	0,125	0,357	0,450	0,643	0,571	0,833	0,375	0,625	0,333
IRib	0,444	0,750	0,583	0,350	0,625	0,786	0,400	0,500	0,536	0,583	0,375	0,125	0,417
ISS Presente	0,313	0,728	0,485	0,564	0,182	0,571	0,364	0,597	0,571	0,666	0,273	0,364	0,424
ISS Futuro	0,361	0,375	0,500	0,600	0,375	0,429	0,450	0,714	0,536	0,417	0,500	0,625	0,333
ISS	0,338	0,552	0,493	0,582	0,279	0,500	0,407	0,656	0,554	0,542	0,387	0,495	0,379
IS	0,336	0,592	0,442	0,348	0,330	0,545	0,497	0,551	0,359	0,707	0,643	0,441	0,434

O IDAC abarcou as doenças de transmissão vetorial mais importantes para o Amazonas – leishmaniose tegumentar, malária e dengue – e os acidentes por animais peçonhentos. O mapa 4 mostra que a sensibilidade relacionada ao IDAC foi elevada, a maior parte do Estado apresentou valores no IDAC acima de 0,401 – considerada sensibilidade média. Toda a Região Norte, a Leste, parte da Central e da Sul se apresentaram como as mais sensíveis do Amazonas.



Mapa 4. Distribuição dos valores municipais do Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC) para o estado do Amazonas. As cores representam a graduação da sensibilidade relacionada ao IDAC – do bege, menos sensível, até o vermelho, mais sensível.

As microrregiões que tiveram maior destaque foram Rio Negro, Manaus, Tefé e Purus – para as quais a malária contribuiu fortemente para o valor final do IDAC – e Rio Preto da Eva e Madeira, onde a leishmaniose tegumentar teve maior peso (gráfico 4). Os municípios com os maiores valores no IDAC foram Manaus (0,835), Rio Preto da Eva (0,910), Lábrea (0,931) e São Gabriel da Cachoeira (1,0). A contribuição de cada doença para o IDAC final desses municípios está mostrada no gráfico 5. O Índice de doenças relacionado à Malária se manteve alto para esses municípios, juntamente com Animais Peçonhentos e Dengue.

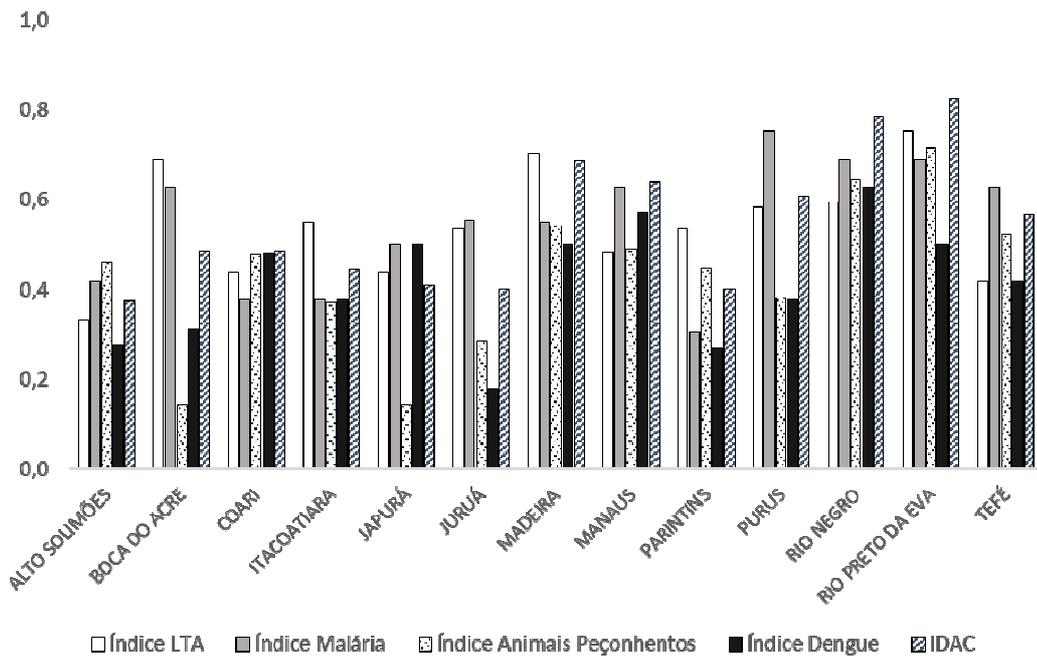


Gráfico 4. Valores médios do Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC) e de seus componentes, Leishmaniose Tegumentar, Malária, Animais Peçonhentos e Dengue, para as microrregiões do estado do Amazonas.

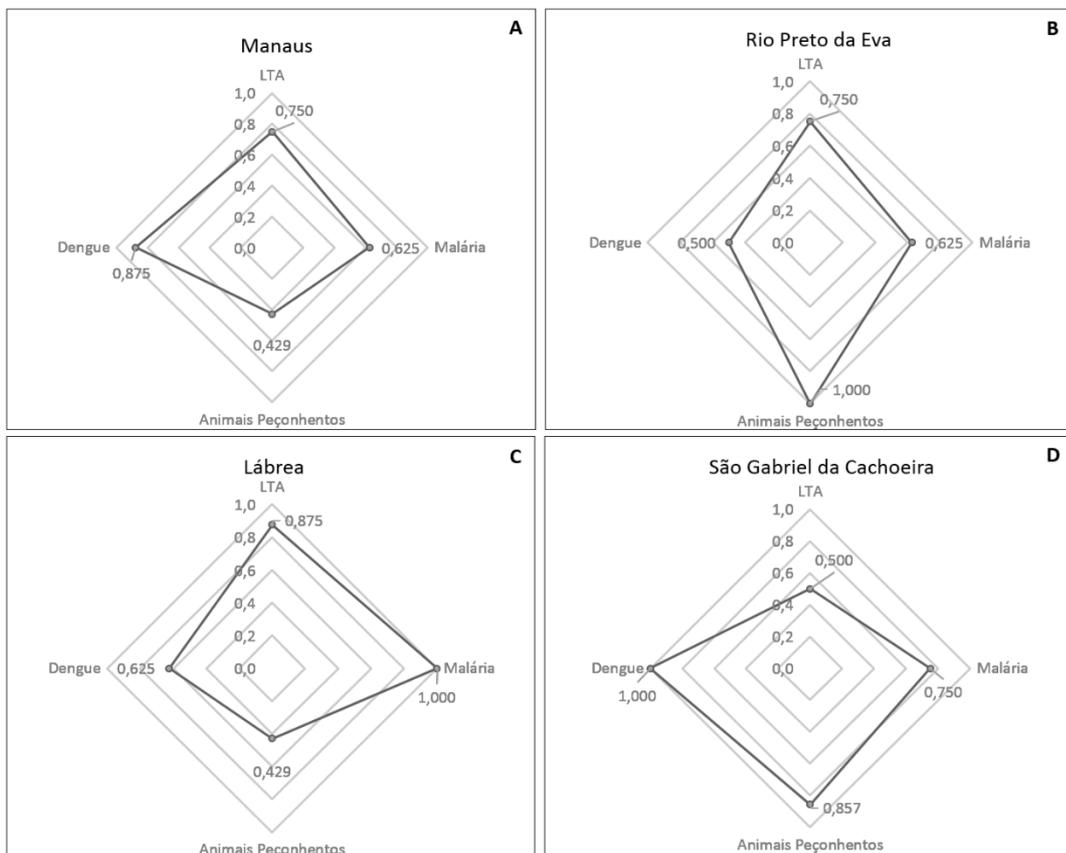
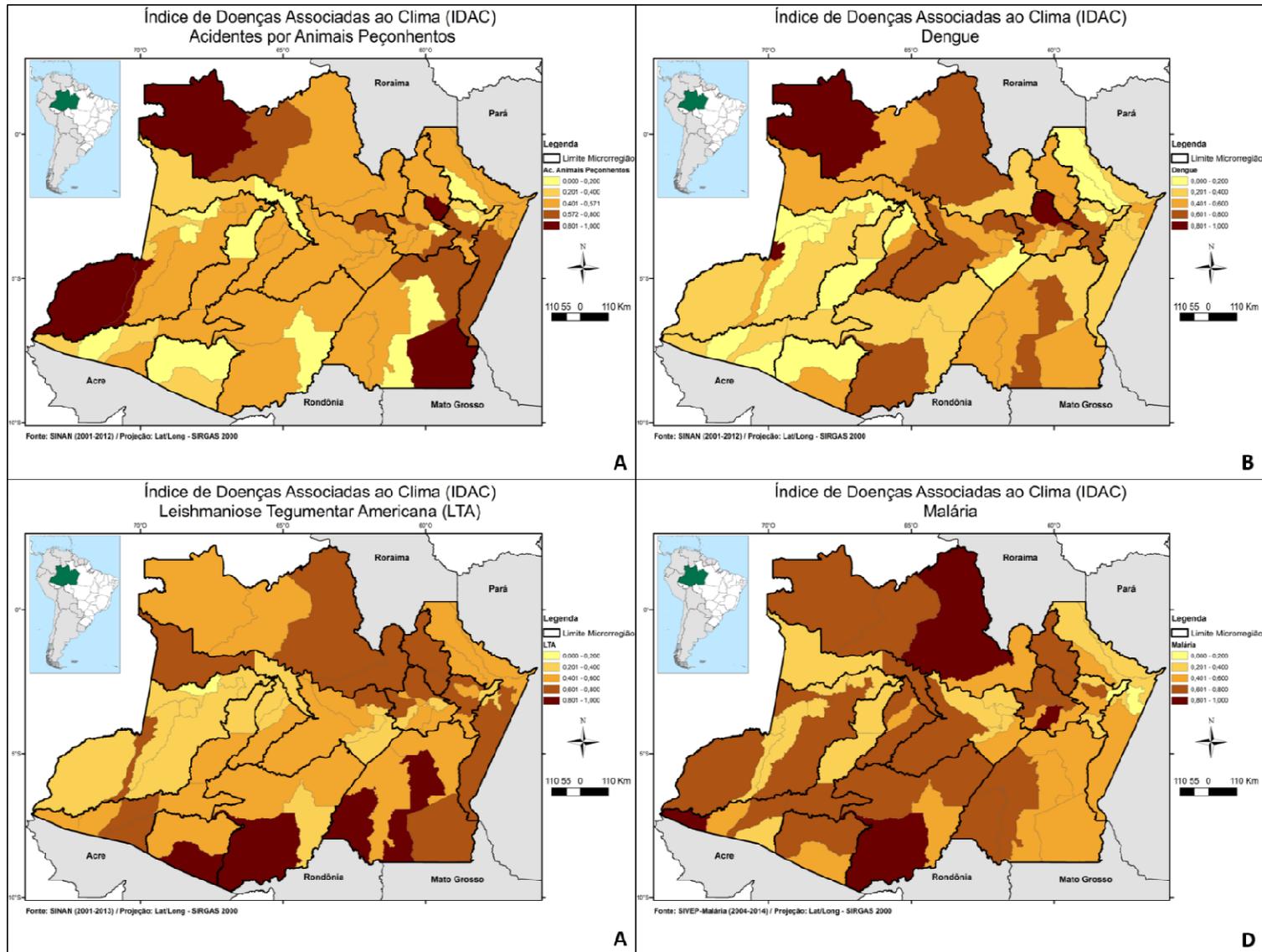


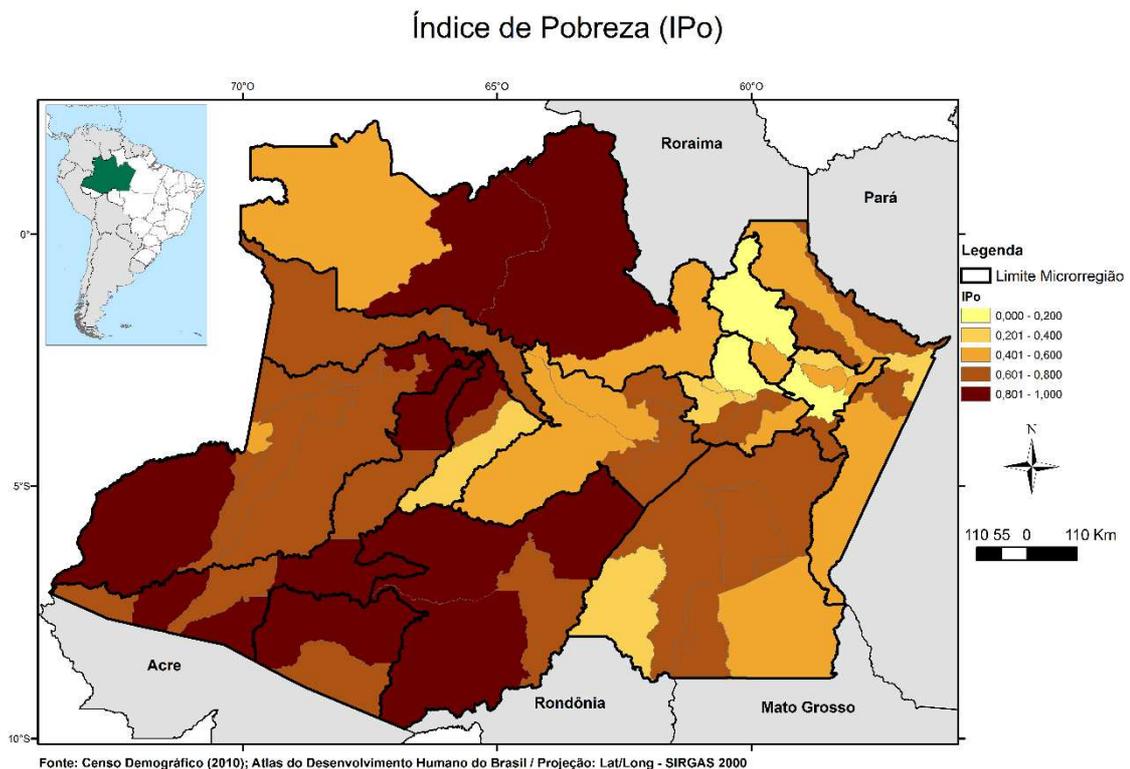
Gráfico 5. Gráfico radar mostrando os valores do Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC) e de seus componentes, Leishmaniose Tegumentar, Malária, Animais Peçonhentos e Dengue, para os municípios mais sensíveis do estado do Amazonas – **A** – Manaus; **B** – Rio Preto da Eva; **C** – Lábrea; **D** – São Gabriel da Cachoeira.

Uma análise mais detalhada da distribuição de cada doença pelos municípios amazonenses pode ser vista na figura 16. A Região Norte figura entre as mais sensíveis para acidentes por animais peçonhentos, dengue e malária (mapa 5A, B e D). A distribuição de dengue se mostrou como a que teve mais municípios com baixa sensibilidade, enquanto malária foi a doença que se distribuiu com maior peso pelo Amazonas.



Mapa 5. Representação espacial dos índices das doenças que compuseram o Índice de Doenças Associadas ao clima (IDAC) para o Amazonas. **A** – Índice de Animais Peçonhentos; **B** – Índice de Dengue; **C** – Índice de Leishmaniose Tegumentar Americana; **D** – Índice de Malária. As cores representam a gradação da sensibilidade relacionada às doenças – do bege, menos sensível, até o vermelho, mais sensível.

O IPo considerou os aspectos socioeconômicos da população amazonense que são essenciais para uma vida digna e que, quando ausentes, podem aumentar a vulnerabilidade humana. A representação espacial desse índice é mostrada no mapa 6. É possível perceber que praticamente todo o estado do Amazonas apresenta sensibilidade acima do considerado médio (0,401), principalmente na metade Oeste. A exceção são alguns municípios da Região Nordeste.



Mapa 6. Distribuição dos valores municipais do Índice de Pobreza (IPo) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da sensibilidade relacionada ao IPo – do bege, menos sensível, até o vermelho, mais sensível.

As microrregiões mais sensíveis foram Rio Negro, Japurá, Tefé, Juruá, Alto Solimões, Boca do Acre e Purus (gráfico 6). Os componentes do IPo se combinaram de maneira bastante distinta para determinar o valor final desse índice, mas é possível destacar que a questão do saneamento inadequado, do analfabetismo a partir dos 25 anos de idade e da probabilidade de morrer antes dos 40 anos foram os fatores que tiveram maior influência. Os municípios mais sensíveis no que se refere à pobreza foram Barcelos (0,813), Fonte Boa (0,813), Lábrea (0,813), Envira (0,875), Pauini (0,875), Uarini (0,875), Ipixuna (0,938), Itamarati (0,938),

Santa Isabel do Rio Negro (0,938), Tapauá (0,938), Atalaia do Norte (1,0) e Juruá (1,0). O desempenho desses municípios nos componentes do IPo é mostrado gráfico 7.

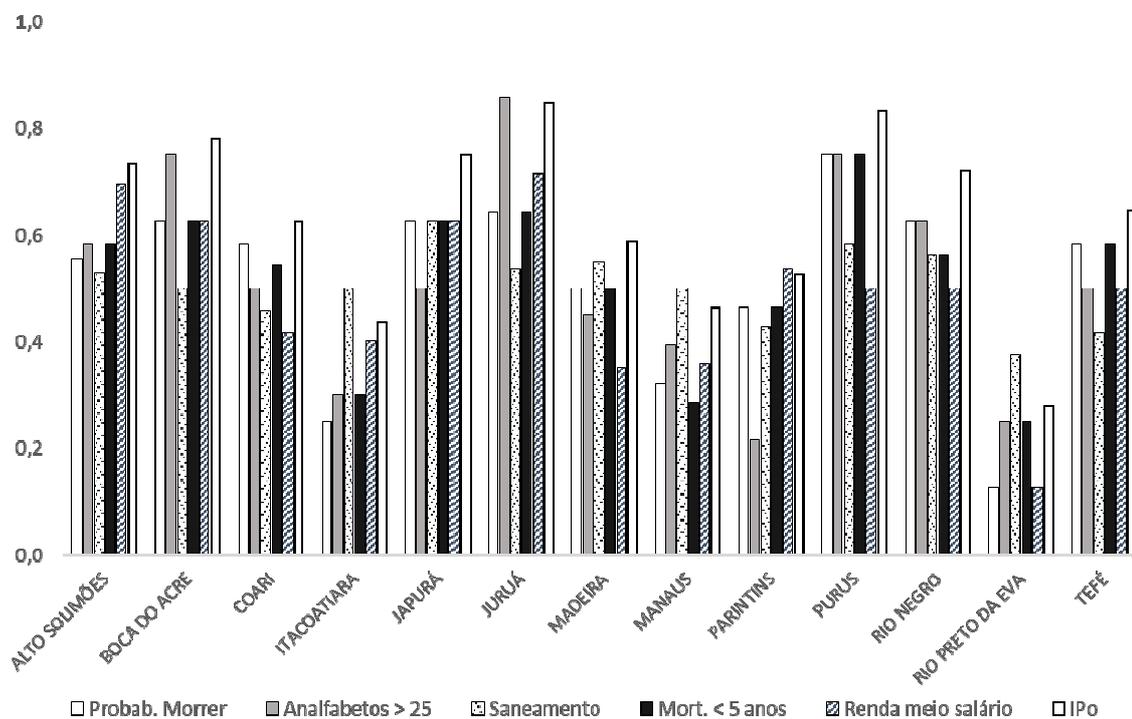


Gráfico 6. Valores médios do Índice de Pobreza (IPo) e de seus componentes – probabilidade morrer até os 40 anos, analfabetismo acima dos 25 anos, domicílios com saneamento inadequado, mortalidade infantil até 5 anos e proporção da população com renda até ½ salário mínimo, para as microrregiões do estado do Amazonas

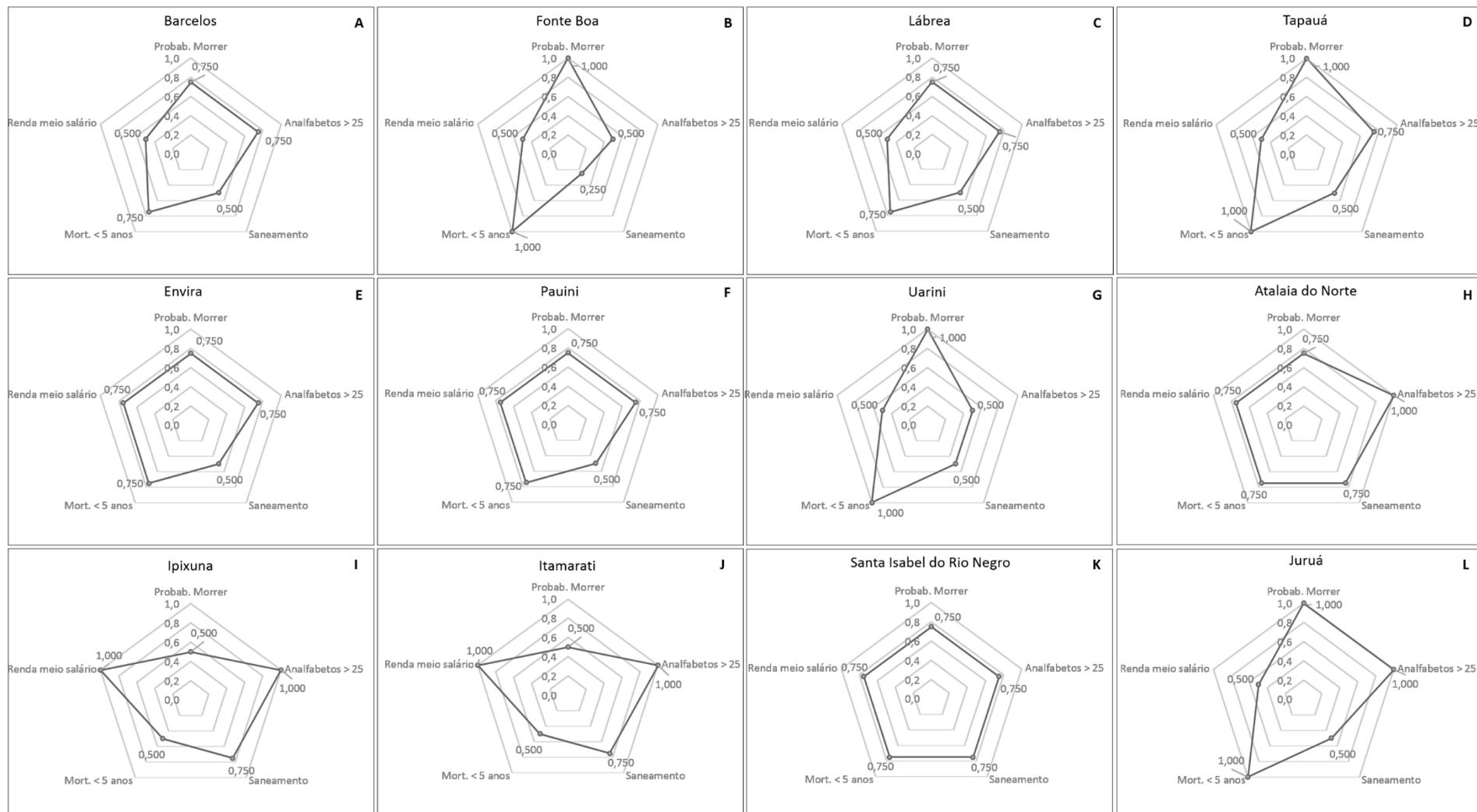
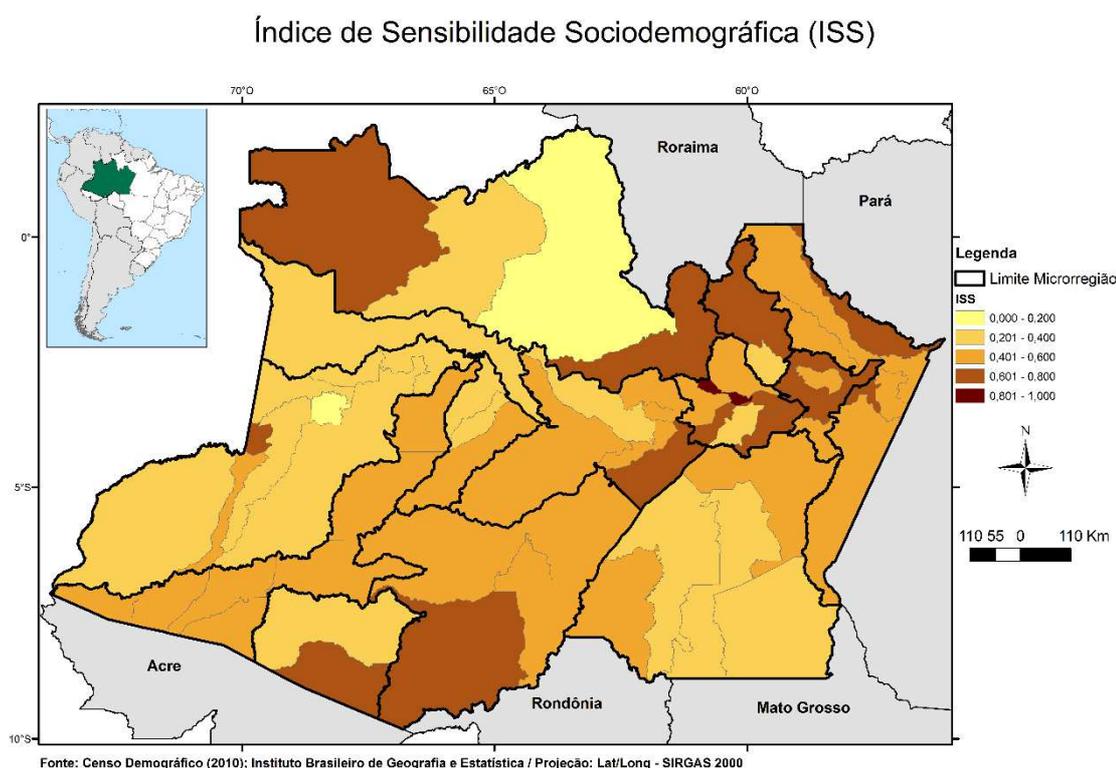


Gráfico 7. Gráficos Radar mostrando os valores do Índice de Pobreza (IPO) e de seus componentes – probabilidade morrer até os 40 anos, analfabetismo acima dos 25 anos, domicílios com saneamento inadequado, mortalidade infantil até 5 anos e proporção da população com renda até 1/2 salário mínimo, para os municípios mais sensíveis do estado do Amazonas – **A** – Barcelos; **B** – Fonte Boa; **C** – Lábrea; **D** – Tapauá; **E** – Envira; **F** – Pauini; **G** – Uarini; **H** – Atalaia do Norte; **I** – Ipixuna; **J** – Itamarati; **K** – Santa Isabel do Rio Negro; **L** – Juruá.

O último índice compondo a sensibilidade foi o Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS). O ISS abarcou características da população que são capazes de definir um perfil sociodemográfico mais vulnerável, compreendendo tanto um ISS presente quanto um ISS futuro. O mapa 7 mostra como o ISS se distribuiu entre os municípios amazonenses. Observa-se que partes das Regiões Sul e Nordeste foram as mais sensíveis no aspecto sociodemográfico, enquanto as porções Norte, Oeste e Sudeste foram as de menor sensibilidade.



Mapa 7. Distribuição dos valores municipais do Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da sensibilidade relacionada ao ISS – do bege, menos sensível, até o marrom, mais sensível.

As microrregiões que se destacaram no ISS foram Purus, Itacoatiara, Manaus e Parintins (gráfico 8A). De maneira geral, percebe-se que a questão sociodemográfica presente teve maior influência no ISS médio das microrregiões. Os componentes do índice presente estão apresentados no gráfico 8B. Não houve um fator em comum que pudesse ser apontado como o mais preponderante para definir o ISS presente das microrregiões amazonenses, cada uma delas apresentou uma combinação de elementos que configurou um perfil sociodemográfico único. Mas, considerando as microrregiões de maior ISS supracitadas, a

questão do contingente populacional de idosos se mostrou como um fator semelhante entre as localidades mais sensíveis no momento atual. Embora não tenha apresentado notoriedade para todas as microrregiões, a questão da população ribeirinha foi fator determinante para o ISS presente nos seguintes locais: Juruá, Japurá e Coari, na Região Central; e Boca do Acre, no Sul.

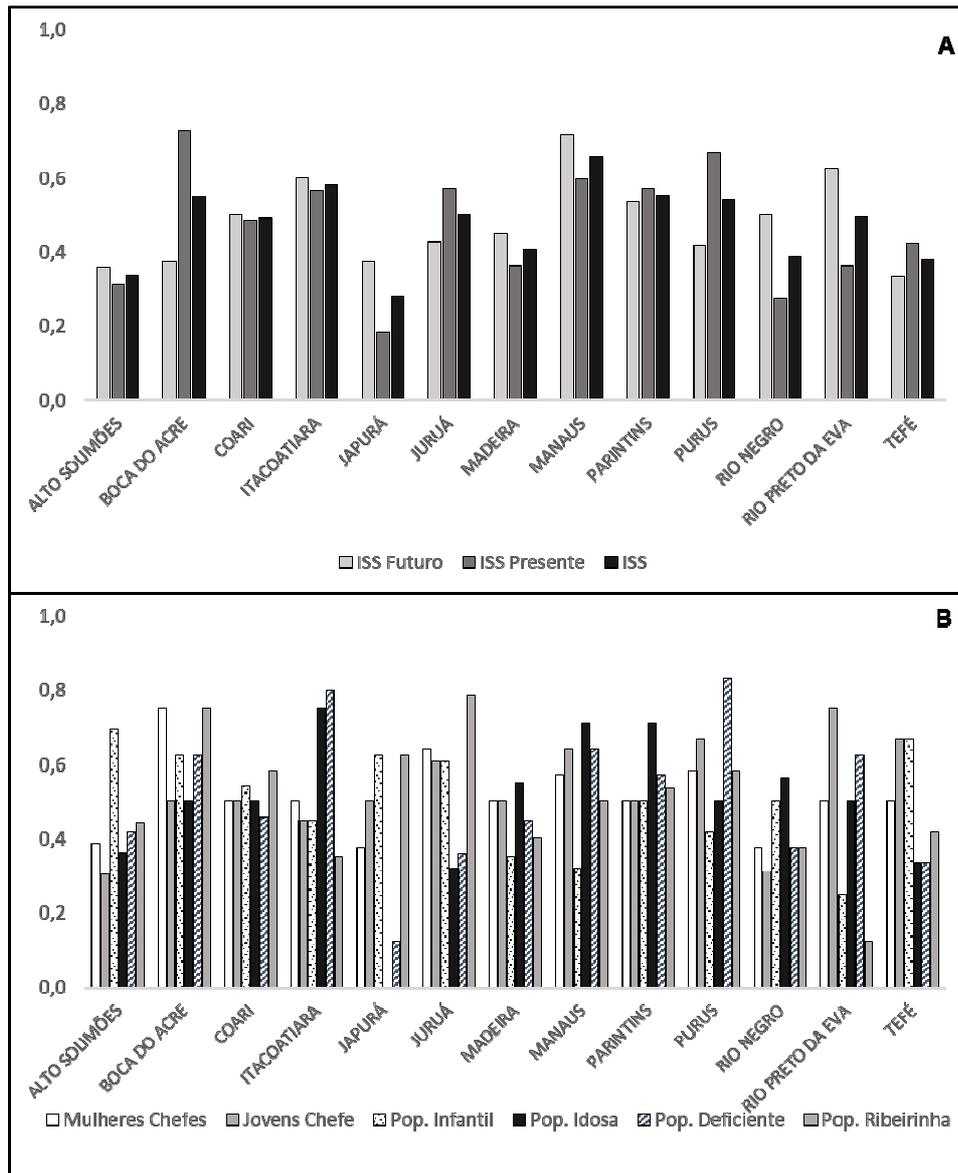


Gráfico 8. A - Valores médios do Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) e de seus componentes, ISS presente e ISS futuro, para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Sensibilidade Sociodemográfica Presente (ISS presente) e de seus componentes, mulheres chefes de família, chefes de família jovens, população infantil e idosa, população deficiente e população ribeirinha, para as microrregiões do Estado

O município mais sensível do Amazonas no aspecto sociodemográfico foi Iranduba, que apresentou valor máximo no ISS presente, ISS futuro e no ISS final. O gráfico 9 mostra o desempenho de Iranduba nos componentes do ISS presente. Os fatores que mais influenciaram o ISS presente desse município foram o elevado percentual de famílias chefiadas por pessoas jovens ou do sexo feminino.

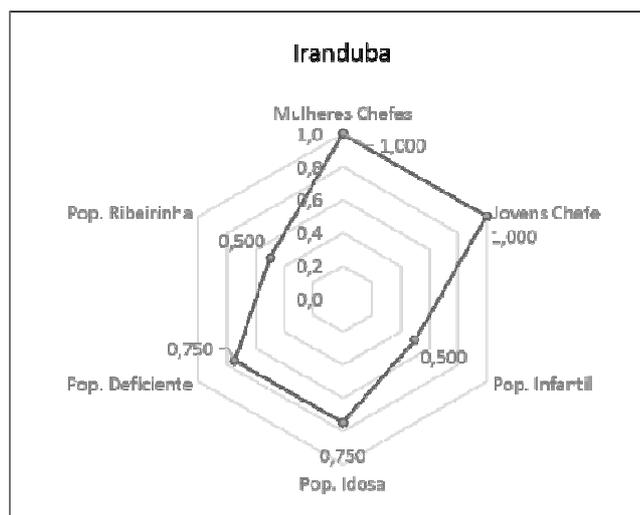
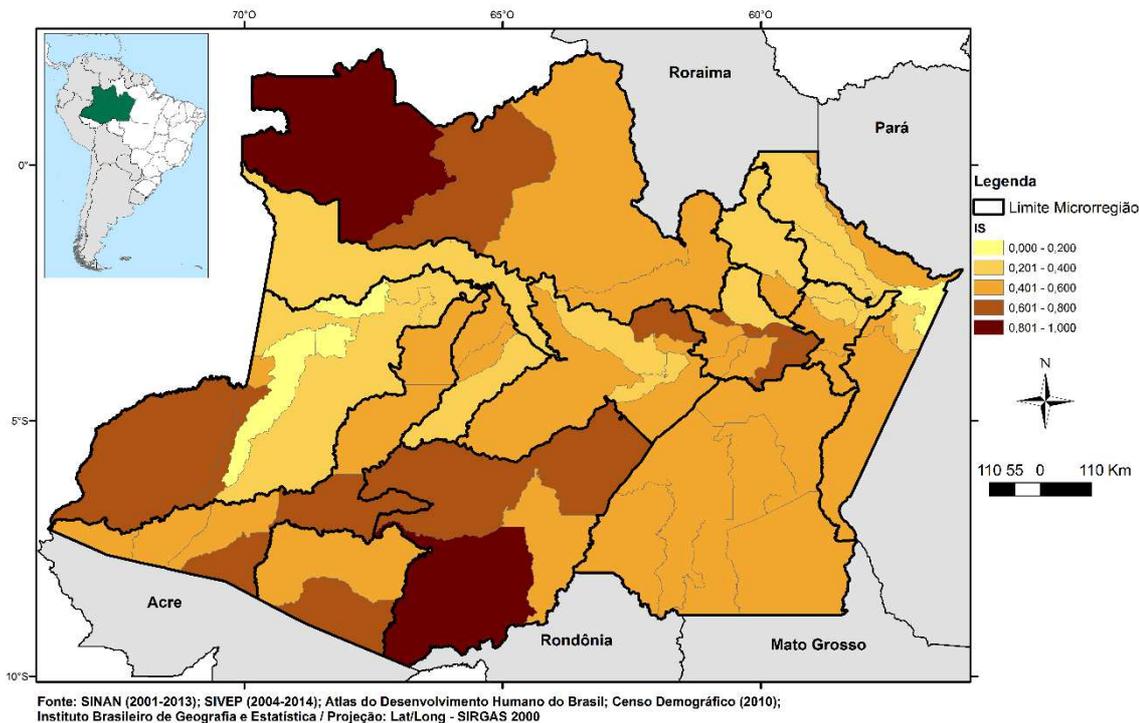


Gráfico 9. Gráfico radar mostrando os valores dos componentes do Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) presente – mulheres chefes de família, chefes de família jovens, população infantil e idosa, população deficiente e população ribeirinha, para o município de Iranduba, o mais sensível do estado do Amazonas - Iranduba.

O Índice de Sensibilidade final (IS), formado pela agregação do IDAC, IPo e ISS, pode ser observado no mapa 8. Os municípios mais sensíveis se concentraram nas Regiões Norte e Sul do Amazonas, com alguns territórios apresentando vulnerabilidade média-alta na parte Centro-Sul. A porção Centro-Oeste e pequena parte da Nordeste foram as que apresentaram as menores sensibilidades do Estado.

Índice de Sensibilidade (IS)



Mapa 8. Distribuição dos valores municipais do Índice de Sensibilidade (IS) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da sensibilidade do IS – do bege, menos sensível, até o vermelho, mais sensível.

Os municípios que se destacaram no IS foram São Gabriel da Cachoeira (0,835) e Lábrea (1,0). Para ambos, a questão das doenças associadas ao clima foi premente para determinar o IS, porém, enquanto a dengue foi mais importante para o primeiro, a malária pesou mais para o segundo (gráfico 10).

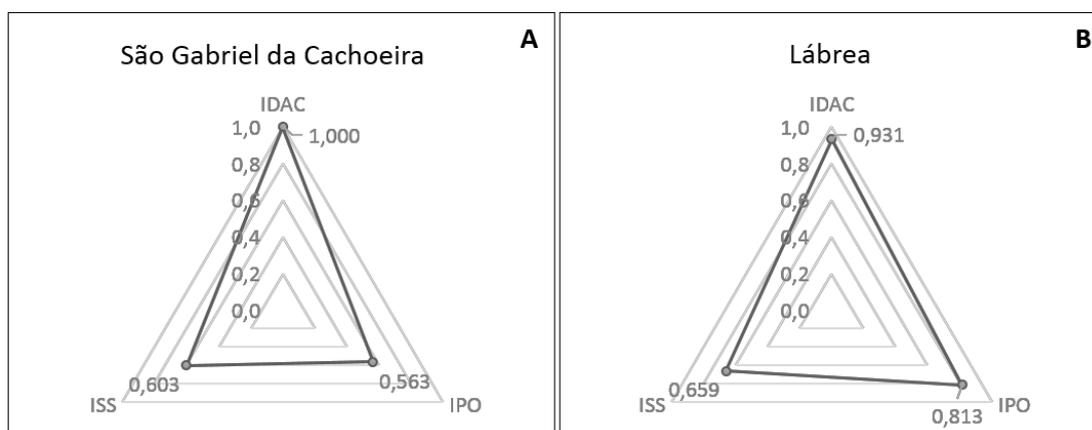


Gráfico 10. Gráfico radar mostrando a distribuição dos valores municipais dos componentes do Índice de Sensibilidade (IS) para os municípios mais sensíveis do estado do Amazonas – **A** - São Gabriel da Cachoeira; **B** – Lábrea.

As microrregiões com os maiores valores médios no IS foram Rio Negro, Boca do Acre e Purus (gráfico 11). Para a maioria das microrregiões, a questão da pobreza, representada pelo IPo, foi fundamental para elevar a sensibilidade, seguida das doenças associadas ao clima.

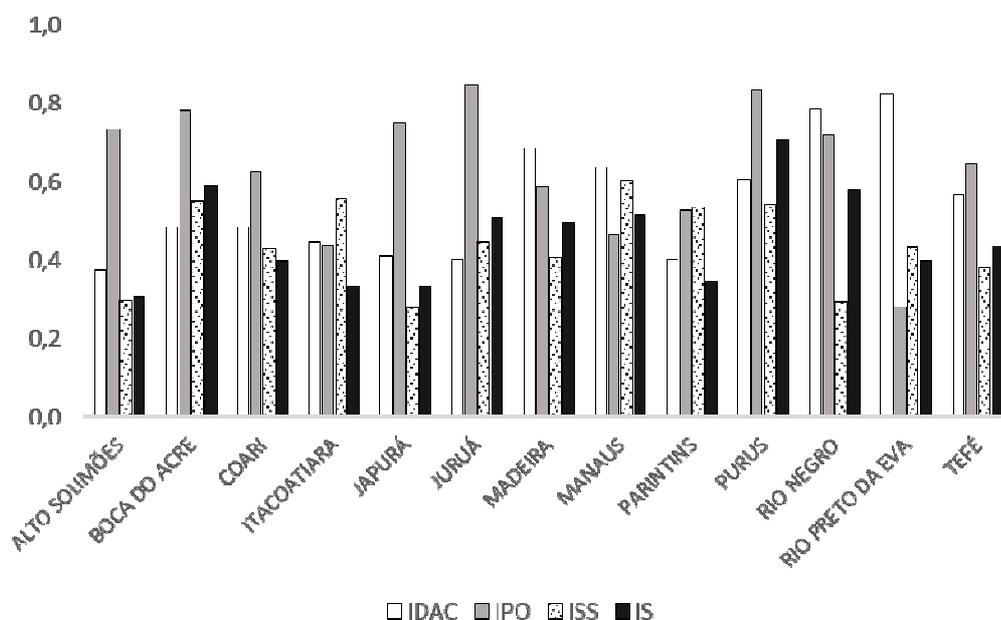


Gráfico 11. Valores médios do Índice de Sensibilidade (IS) e de seus componentes – Índice de Doenças Associadas ao Clima (IDAC), Índice de Pobreza (IPo) e Índice de Sensibilidade Sociodemográfica (ISS) – para as microrregiões do estado do Amazonas.

6.1.4 O índice de capacidade adaptativa

O último índice que constituiu a vulnerabilidade atual dos municípios amazonenses foi o Índice de Capacidade Adaptativa (ICA), entendida como a capacidade de se adaptar aos impactos do clima. Nele foram abordadas a estrutura de geração de emprego, renda e educação dos municípios (IES), a infraestrutura de saúde e gestão de risco (IADAp), e a organização sociopolítica da população (IOS) (Tabelas 16 e 17). Embora a existência desses fatores de adaptação seja capaz de reduzir a vulnerabilidade humana, o raciocínio para compreensão dos mapas deve ser feito considerando que os maiores valores indicam maior vulnerabilidade, portanto, menor capacidade de adaptação, e vice-versa.

Tabela 16. Valores municipais do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA) e seus sub-índices. Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES), Índice de Instituições, Infraestrutura e Serviços para Adaptação (IADAP) com seus respectivos indicadores – saúde (ISaúde), segurança (ISeg) e gerenciamento (IGer); e Índice de Organização Sociopolítica (IOS).

Município	INDICADOR/ÍNDICE						
	IES	ISaúde	ISeg	IGer	IADAp	IOS	ICA
Alvarães	0,750	0,667	0,333	0,000	0,261	0,500	0,472
Amaturá	0,500	0,500	0,667	0,250	0,478	0,750	0,565
Anamã	0,500	0,333	0,667	0,250	0,391	1,000	0,634
Anori	0,500	0,500	0,667	0,750	0,739	0,750	0,676
Apuí	0,250	0,167	0,667	0,500	0,435	0,750	0,440
Atalaia do Norte	0,500	0,667	0,667	0,625	0,761	0,500	0,579
Autazes	0,500	0,500	0,333	0,750	0,565	0,750	0,602
Barcelos	1,000	1,000	0,667	0,250	0,739	0,750	0,889
Barreirinha	0,500	1,000	0,333	0,000	0,434	0,750	0,546
Benjamin Constant	0,500	0,833	0,667	0,250	0,652	0,750	0,639
Beruri	0,750	0,833	0,333	0,750	0,739	1,000	0,889
Boa Vista do Ramos	0,500	0,333	0,667	0,250	0,391	0,750	0,528
Boca do Acre	0,250	0,667	0,333	0,750	0,652	1,000	0,639
Borba	0,500	0,833	0,333	0,375	0,543	0,500	0,486
Caapiranga	0,500	0,333	0,333	0,625	0,413	0,750	0,537
Canutama	0,750	0,500	0,333	0,250	0,304	0,750	0,597
Carauari	0,500	1,000	0,333	0,250	0,565	0,250	0,389
Careiro	0,500	1,000	0,667	0,250	0,739	0,500	0,569
Careiro da Várzea	0,500	0,833	0,333	1,000	0,869	0,750	0,731
Coari	0,500	0,333	0,333	0,375	0,282	0,750	0,481
Codajás	0,500	0,500	0,667	0,750	0,739	0,750	0,676
Eirunepé	0,500	0,333	0,333	0,750	0,478	0,750	0,565
Envira	0,500	0,333	0,667	0,625	0,587	0,750	0,611
Fonte Boa	0,500	0,333	0,333	0,000	0,087	0,750	0,398
Guajará	0,500	0,500	0,333	0,250	0,304	0,750	0,491
Humaitá	0,250	1,000	0,333	0,750	0,826	0,250	0,394
Ipixuna	0,750	0,833	0,333	0,250	0,478	1,000	0,778
Irاندuba	0,250	0,500	0,667	0,000	0,348	0,500	0,296
Itacoatiara	0,250	0,333	0,000	0,750	0,304	0,250	0,171
Itamarati	0,500	0,167	0,333	0,250	0,130	0,500	0,310
Itapiranga	0,500	0,167	1,000	0,875	0,804	0,750	0,704
Japurá	1,000	0,000	0,333	0,375	0,108	0,750	0,620
Juruá	0,500	0,333	0,667	0,250	0,391	0,750	0,528
Jutaí	0,750	0,333	0,333	0,375	0,282	0,750	0,588
Lábrea	0,750	0,667	0,333	0,250	0,391	0,500	0,528
Manacapuru	0,000	0,667	0,000	0,625	0,413	0,750	0,324
Manaquiri	0,500	1,000	0,667	0,000	0,609	0,750	0,621
Manaus	0,000	0,667	0,000	0,500	0,348	0,750	0,296
Manicoré	0,500	0,667	0,333	0,250	0,391	0,500	0,421
Maraã	0,750	0,667	0,333	0,375	0,456	0,750	0,662

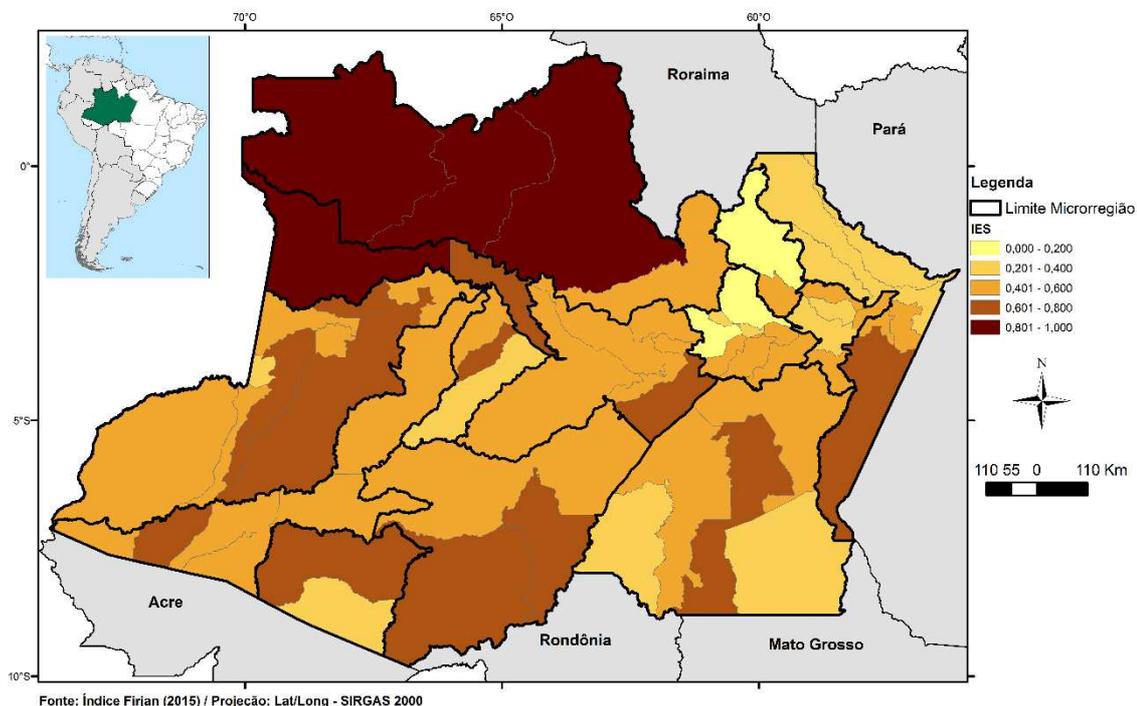
Município	INDICADOR/ÍNDICE						
	IES	ISaúde	ISeg	IGer	IADAp	IOS	ICA
Maués	0,750	0,667	0,667	0,250	0,565	0,500	0,602
Nhamundá	0,250	1,000	0,667	0,500	0,870	0,750	0,625
Nova Olinda do Norte	0,500	0,833	0,333	0,250	0,478	0,250	0,352
Novo Airão	0,500	0,833	0,667	0,750	0,913	0,750	0,750
Novo Aripuanã	0,750	0,667	1,000	0,250	0,739	0,250	0,569
Parintins	0,250	0,667	0,333	0,750	0,652	0,250	0,319
Pauini	0,750	0,667	0,667	0,500	0,696	0,750	0,764
Presidente Figueiredo	0,000	0,333	0,333	0,250	0,217	0,750	0,241
Rio Preto da Eva	0,500	0,333	0,000	0,750	0,304	0,750	0,491
Santa Isabel do Rio Negro	1,000	1,000	0,667	0,750	1,000	0,750	1,000
Santo Antônio do Içá	0,500	0,333	0,667	0,000	0,261	1,000	0,579
São Gabriel da Cachoeira	1,000	0,333	0,667	0,750	0,652	0,750	0,852
São Paulo de Olivença	0,750	0,500	0,667	0,000	0,348	0,750	0,616
São Sebastião do Uatumã	0,250	0,333	1,000	0,500	0,695	0,750	0,551
Silves	0,250	0,000	1,000	0,500	0,522	0,500	0,371
Tabatinga	0,250	0,667	0,000	0,125	0,152	0,000	0,000
Tapauá	0,500	0,167	0,333	0,000	0,000	0,500	0,255
Tefé	0,250	0,500	0,000	0,000	0,000	0,750	0,255
Tonantins	0,750	0,333	0,333	0,125	0,152	0,750	0,532
Uarini	0,500	0,167	0,333	0,125	0,065	0,750	0,389
Urucará	0,250	0,167	1,000	0,250	0,478	0,750	0,458
Urucurituba	0,500	0,333	0,333	0,625	0,413	0,500	0,431
Valores Médios	0,508	0,543	0,473	0,399	0,477	0,661	0,530

Tabela 17. Valores, por microrregião, do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA) e seus sub-índices. Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES), Índice de Instituições, Infraestrutura e Serviços para Adaptação (IADAP) com seus respectivos indicadores – saúde (ISaúde), segurança (ISeg) e gerenciamento (IGer); e Índice de Organização Sociopolítica (IOS).

Microrregião	INDICADOR/ÍNDICE						
	IES	ISaude	ISeg	IGer	IADAp	IOS	ICA
Alto Solimões	0,556	0,500	0,482	0,194	0,353	0,667	0,500
Boca do Acre	0,500	0,667	0,500	0,625	0,674	0,875	0,702
Coari	0,542	0,472	0,500	0,583	0,551	0,833	0,649
Itacoatiara	0,400	0,333	0,533	0,600	0,504	0,450	0,406
Japurá	0,875	0,333	0,333	0,375	0,282	0,750	0,641
Juruá	0,536	0,500	0,428	0,375	0,419	0,679	0,525
Madeira	0,450	0,667	0,533	0,425	0,587	0,450	0,462
Manaus	0,321	0,738	0,381	0,446	0,556	0,679	0,491
Parintins	0,393	0,595	0,667	0,357	0,584	0,643	0,518
Purus	0,667	0,444	0,333	0,167	0,232	0,583	0,460
Rio Negro	0,875	0,792	0,667	0,625	0,826	0,750	0,873
Rio Preto da Eva	0,250	0,333	0,167	0,500	0,261	0,750	0,366
Tefé	0,500	0,444	0,222	0,042	0,109	0,667	0,372

O Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES) está mostrado no mapa 9. Observa-se que a maior parte do estado do Amazonas apresenta baixa adaptação, com destaque indiscutível para a Região Norte, microrregião Rio Negro e Japurá. As microrregiões de Rio Preto da Eva e Manaus foram as mais bem adaptadas. No caso de Manaus, por ser a capital, concentra grande parte das atividades econômicas, administrativas e educacionais do Estado. O desempenho das microrregiões no IES é mostrado no gráfico 12.

Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES)



Mapa 9. Distribuição dos valores municipais do Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da capacidade adaptativa a partir do raciocínio da vulnerabilidade para o IES – do bege, mais adaptado/menos vulnerável, até o vermelho, menos adaptado/mais vulnerável.

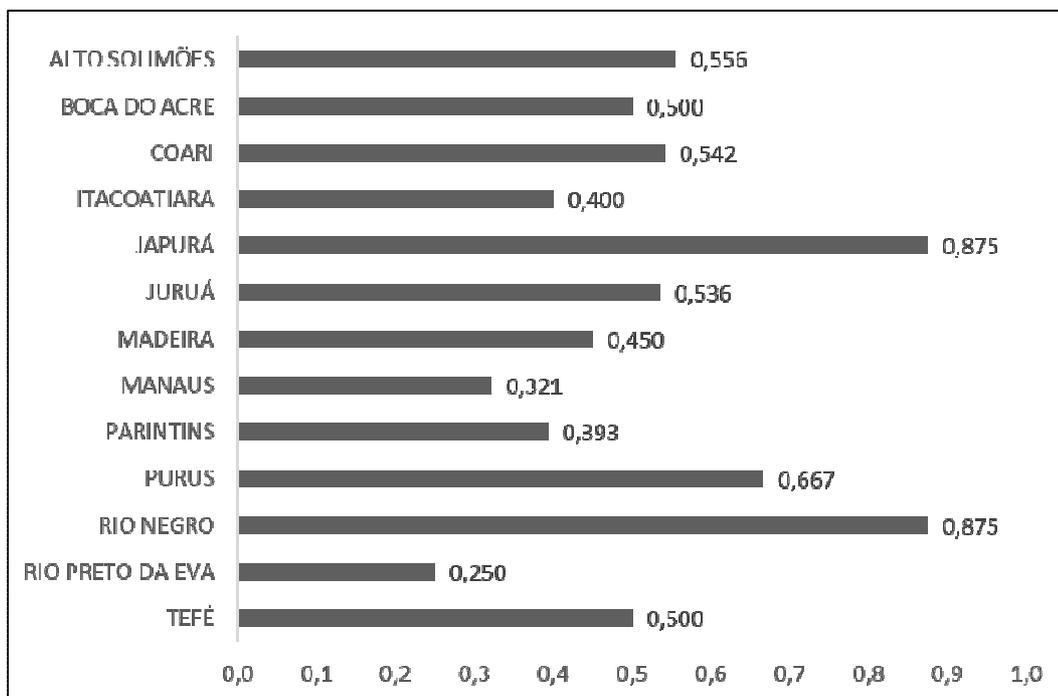
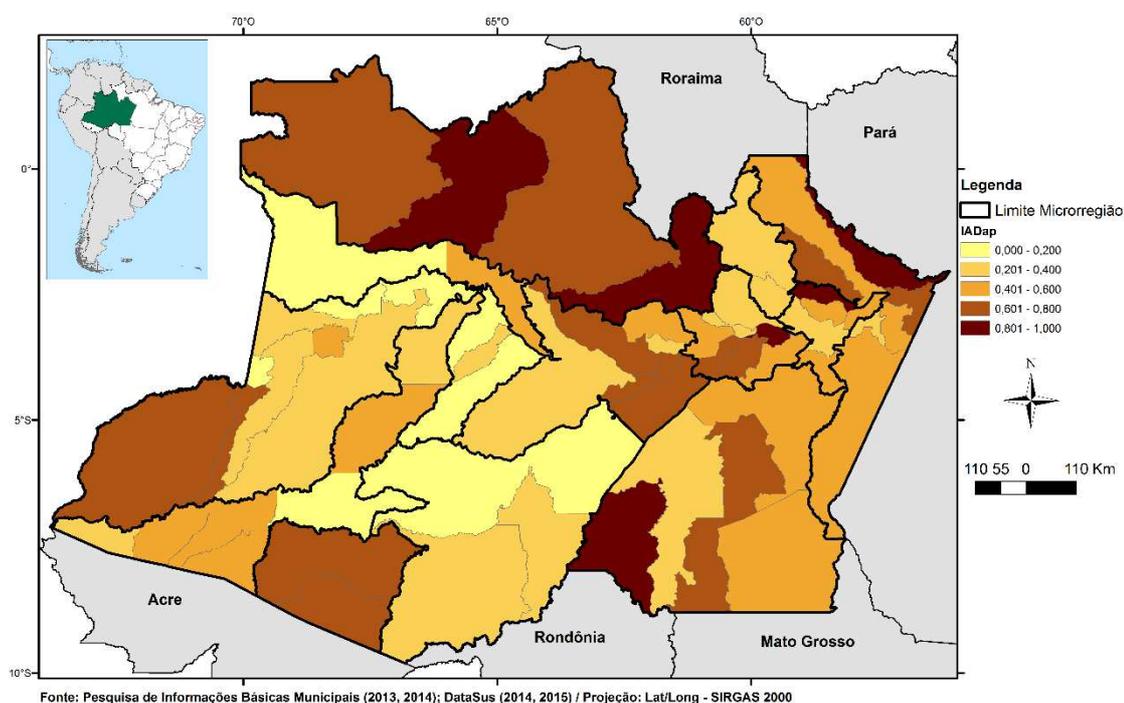


Gráfico 12. Valores médios do Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES) para as microrregiões do estado do Amazonas.

O Índice de Instituições e Infraestrutura para Adaptação (IADAP) teve o objetivo de mensurar a capacidade do município se recuperar dos impactos do clima, com foco na temática dos desastres. Assim, o IADAP contou com 3 vertentes: o sub-índice de saúde (leitos hospitalares por habitante e cobertura da atenção básica), o sub-índice de segurança (existência de guarda municipal, bombeiros e defesa civil) e o sub-índice de gerenciamento de risco (existência de instrumentos de gestão de risco). A representação espacial do IADAP pode ser observada no mapa 10. Percebe-se que a porção Central do Estado foi a mais adaptada, enquanto as regiões Norte, Nordeste e Sudeste tiveram baixo desempenho nesse índice, apresentando as maiores vulnerabilidades do Estado no que se refere à infraestrutura de adaptação.

Índice de Instituições, Serviços e Infraestrutura para Adaptação (IADap)



Mapa 10. Distribuição dos valores municipais do Índice de Instituições e Infraestrutura para Adaptação (IADAP) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da capacidade adaptativa a partir do raciocínio da vulnerabilidade para o IADAP – do bege, mais adaptado/menos vulnerável, até o vermelho, menos adaptado/mais vulnerável.

O gráfico 13 mostra os valores médios do IADAP para as microrregiões amazonenses, em que as menos adaptadas foram Boca do Acre e Rio Negro. Para essas, o sub-índice que mais influenciou o IADAP foi a saúde; o mesmo pôde ser observado para a maior parte das microrregiões.

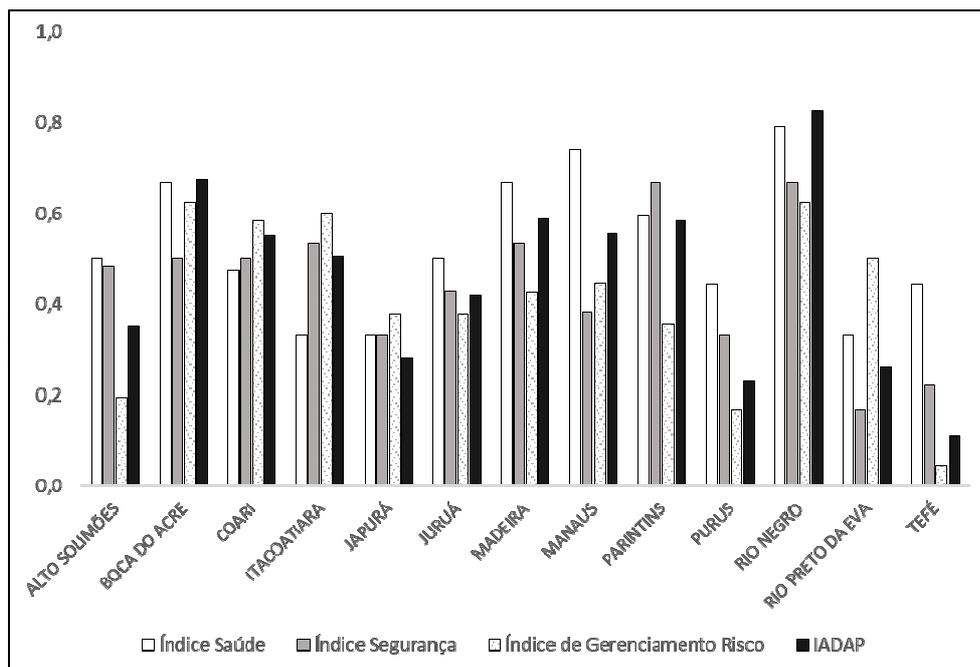


Gráfico 13. Valores médios do Índice de Instituições e Infraestrutura para Adaptação (IADAP) para as microrregiões do estado do Amazonas.

Os municípios menos adaptados foram Itapiranga, Humaitá, Careiro da Várzea, Nhamundá, Novo Airão e Santa Isabel do Rio Negro (gráfico 14). O sub-índice de saúde como um dos principais determinantes do IADAP se manteve entre os municípios menos adaptados, seguido pelo sub-índice de gerenciamento de risco.

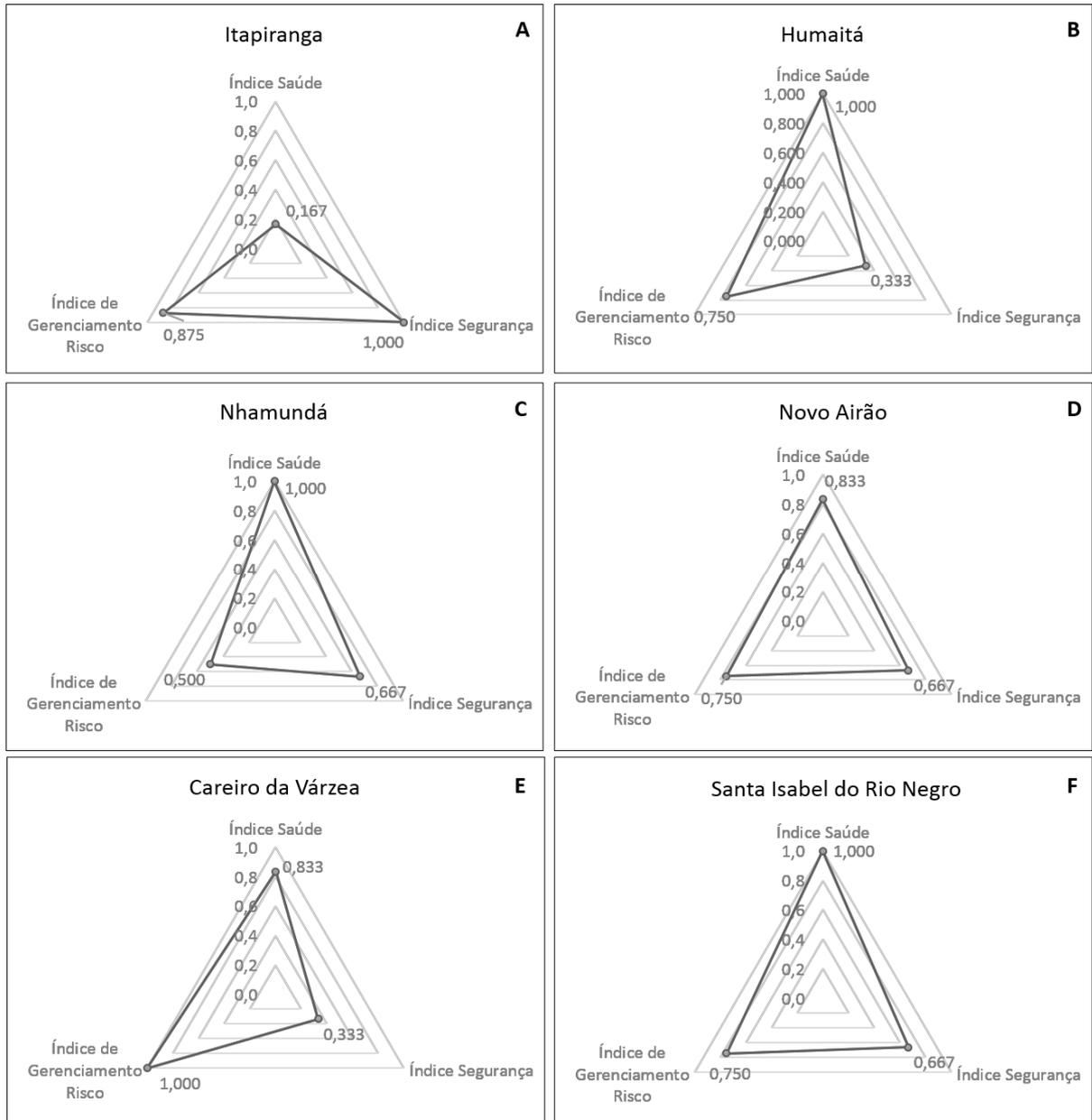
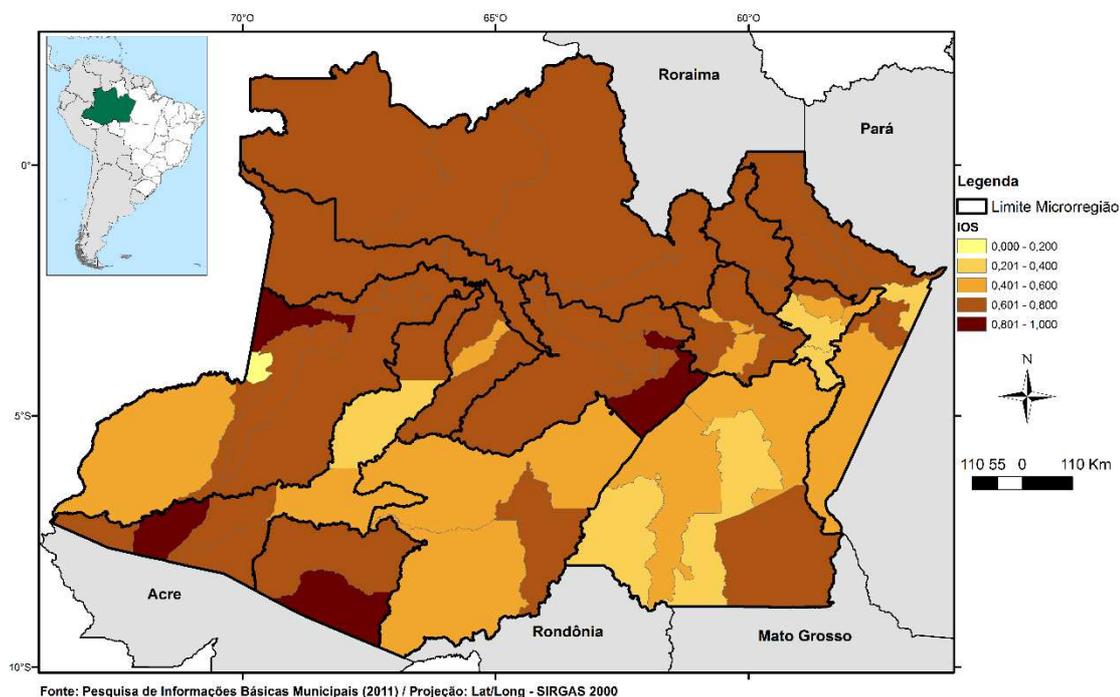


Gráfico 14. Distribuição dos valores do Índice de Instituições e Infraestrutura para Adaptação (IADAP) para os municípios menos adaptados do estado do Amazonas – **A** – Itapiranga; **B** – Humaitá; **C** – Nhamundá; **D** – Novo Airão; **E** – Careiro da Várzea; **F** – Santa Isabel do Rio Negro.

Por fim, o último índice que compôs o ICA foi o Índice de Organização Sociopolítica (IOS). Ele mediu os mecanismos e organizações civis existentes nos municípios que pudessem fomentar o capital social e a resiliência das populações através da articulação entre seus membros e o poder público. É possível observar que grande parte do estado do Amazonas apresentou baixa adaptação nesse quesito (a vulnerabilidade se mostrou principalmente média-alta – a partir de 0,601), especialmente da porção Central em direção ao Norte e parte da Sul (mapa 11).

Índice de Organização Sociopolítica (IOS)



Mapa 11. Distribuição dos valores municipais do Índice de Organização Sociopolítica (IOS) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da capacidade adaptativa a partir do raciocínio da vulnerabilidade para o IOS – do bege, mais adaptado/menos vulnerável, até o vermelho, menos adaptado/mais vulnerável.

O desempenho das microrregiões no IOS pode ser visto no gráfico 15. Os municípios menos adaptados do Estado foram Anamá, Beruri, Boca do Acre, Ipixuna e Santo Antônio do Içá – todos com vulnerabilidade máxima.

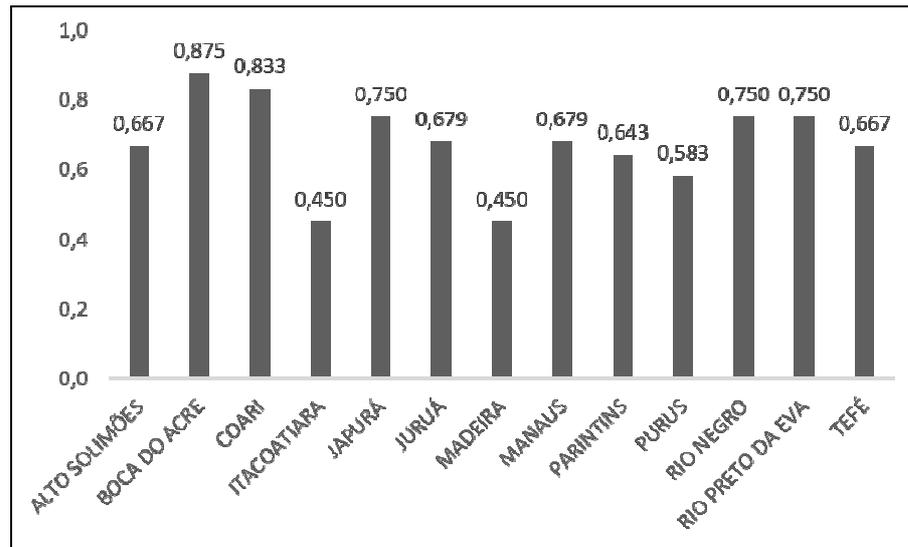
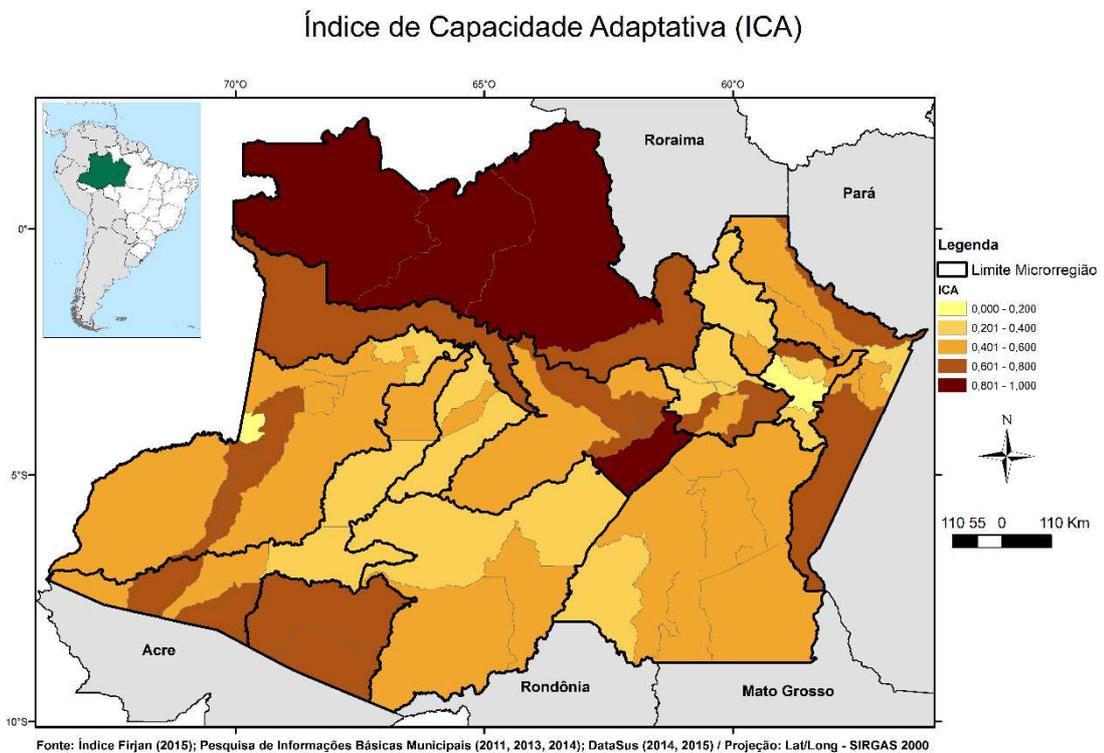


Gráfico 15. Valores médios do Índice de Organização Sociopolítica (IOS) para as microrregiões do estado do Amazonas.

Finalmente, a agregação do IES, IADAP e IOS gerou o ICA, mostrado espacialmente no mapa 12. Percebe-se claramente que a Região Norte foi a menos adaptada do Estado, enquanto parte da região Central e Nordeste do Amazonas se mostraram melhor adaptadas para lidar com os impactos do clima.



Mapa 12. Distribuição dos valores municipais do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA) para o estado do Amazonas. As cores representam a graduação da capacidade adaptativa a partir do raciocínio da vulnerabilidade – do bege, mais adaptado/menos vulnerável, até o vermelho, menos adaptado/mais vulnerável.

A microrregião do Rio Negro foi a que apresentou os maiores valores no ICA, portanto, foi a mais vulnerável nesse aspecto; outras microrregiões com elevada vulnerabilidade na temática da adaptação foram Boca do Acre, Japurá e Coari (gráfico 16).

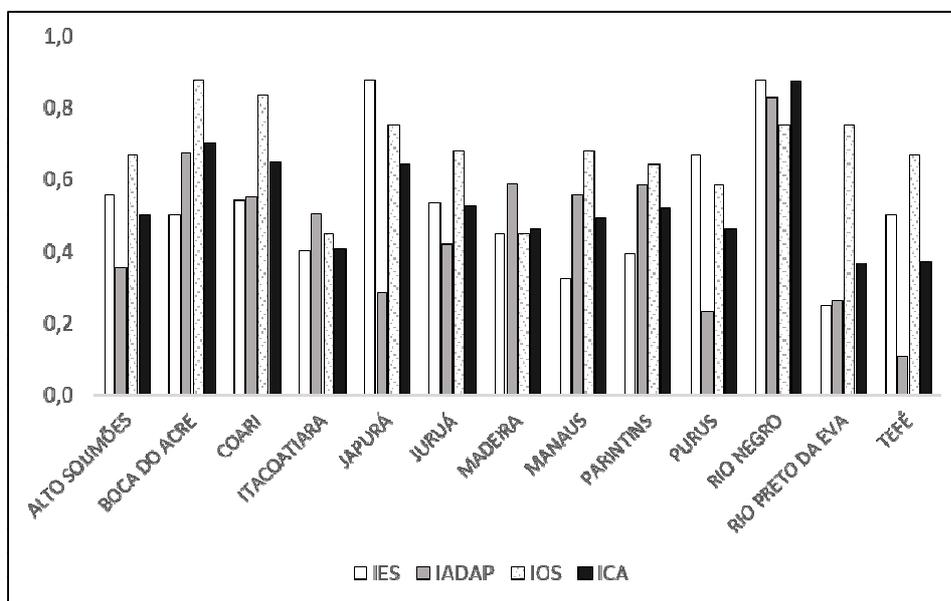


Gráfico 16. Valores médios do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA) e seus componentes para as microrregiões do estado do Amazonas.

Os municípios que apresentaram a menor adaptação foram São Gabriel da Cachoeira (0,852), Barcelos (0,889), Beruri (0,889) e Santa Isabel do Rio Negro (1,0) (gráfico 17). Para São Gabriel da Cachoeira, Barcelos e Santa Isabel do Rio Negro, o IES foi o índice que mais influenciou o baixo desempenho no ICA. Para Beruri, o aspecto mais importante foi a organização sociopolítica do município (IOS).

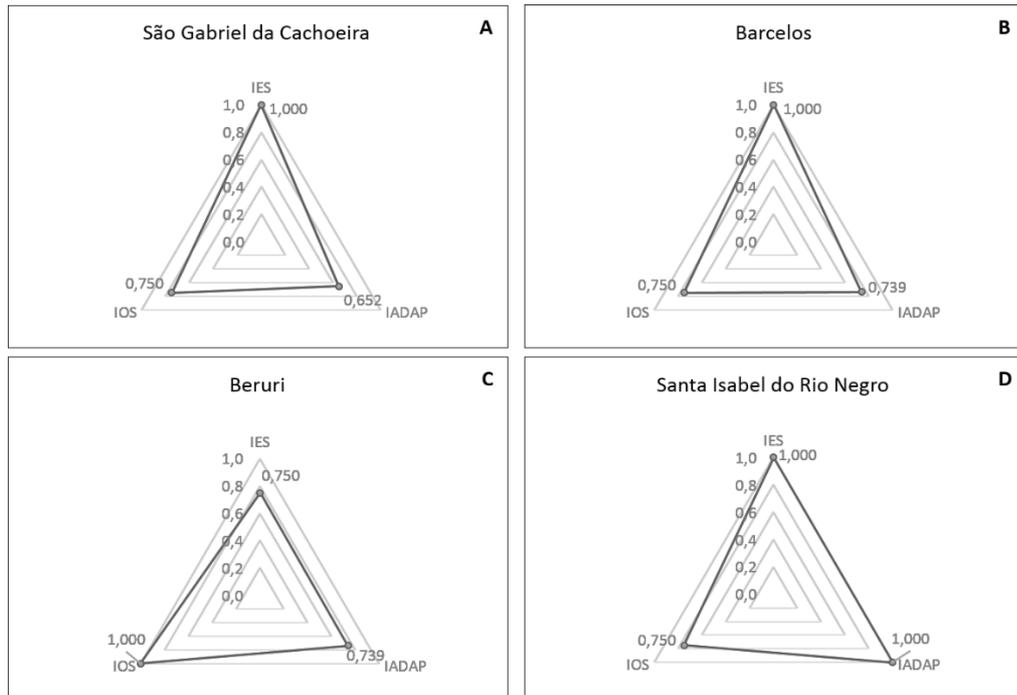
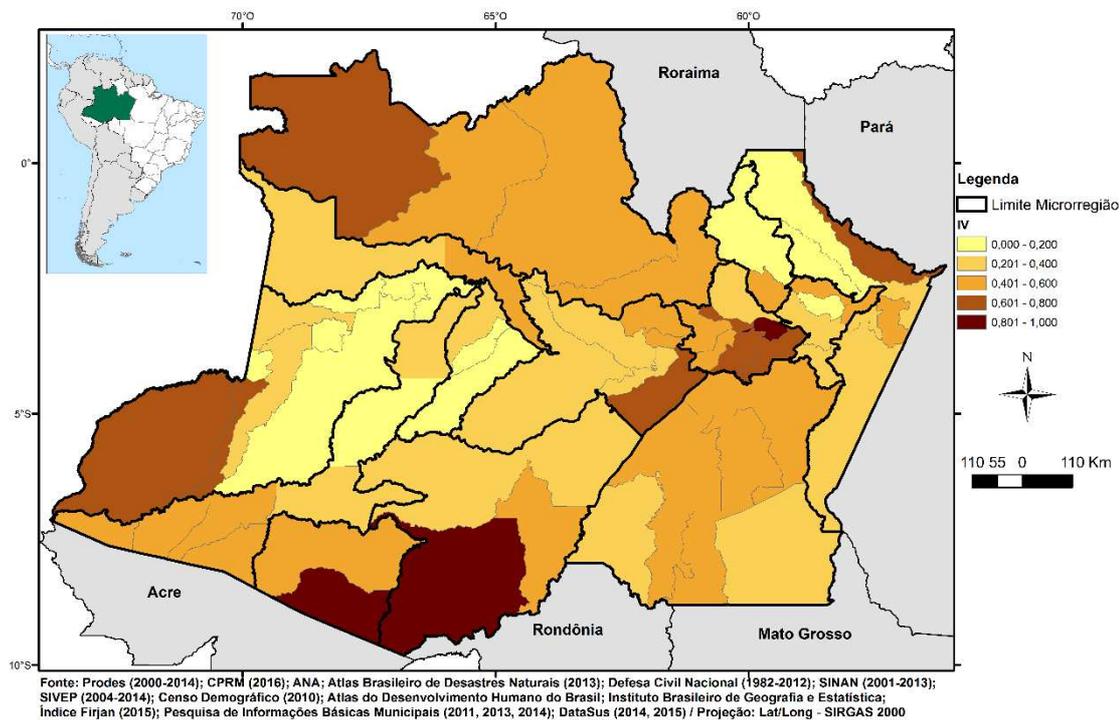


Gráfico 17. Gráficos radar mostrando a distribuição dos valores dos componentes do Índice de Capacidade Adaptativa (ICA) para os municípios menos adaptados do estado do Amazonas – **A** – São Gabriel da Cachoeira; **B** - Barcelos; **C** - Beruri; **D** - Santa Isabel do Rio Negro.

6.2 O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE

O Índice de Vulnerabilidade (IV) representa os aspectos ambientais, socioeconômicos e estruturais atuais dos municípios amazonenses que contribuem para tornar a população do Estado susceptível à mudança do clima no futuro. A distribuição espacial dos valores do IV está representada no mapa 13.

Índice de Vulnerabilidade (IV)



Mapa 13. Distribuição dos valores municipais do Índice Vulnerabilidade (IV) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da vulnerabilidade para os municípios amazonenses – do bege, menos vulnerável, até o vermelho, mais vulnerável.

Percebe-se que houve uma tendência de menor vulnerabilidade nos municípios na Região Central, irradiando num crescente de vulnerabilidade para os extremos Norte, Sul e para a região Leste. As microrregiões mais vulneráveis dadas as suas características presentes foram Boca do Acre, Purus, Manaus e Rio Negro (gráfico18). Para a maioria das microrregiões, o fator que mais influenciou o valor final do IV foi a baixa capacidade adaptativa, seguido pela elevada exposição.

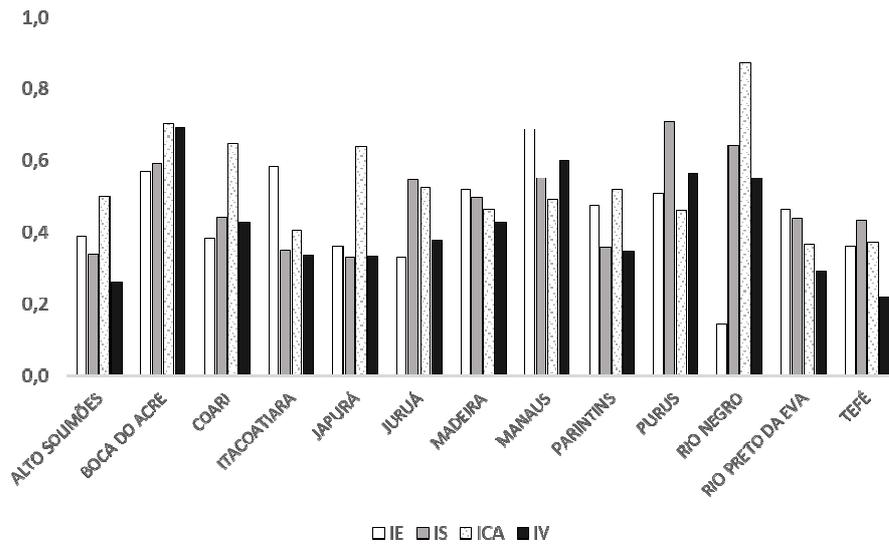


Gráfico 18. Valores médios do Índice de Vulnerabilidade (IV) e seus componentes para as microrregiões do estado do Amazonas

Os municípios que apresentaram os valores mais elevados no IV (0,801 a 1,0) foram Careiro da Várzea, Lábrea e Boca do Acre. Para esses municípios, todos os índices que compuseram o IV apresentaram valores acima do considerado médio (a partir de 0,401) – o índice que elevou de forma mais substancial o IV foi a sensibilidade (Lábrea e Boca do Acre), seguido da exposição (Careiro da Várzea) (gráfico 19).

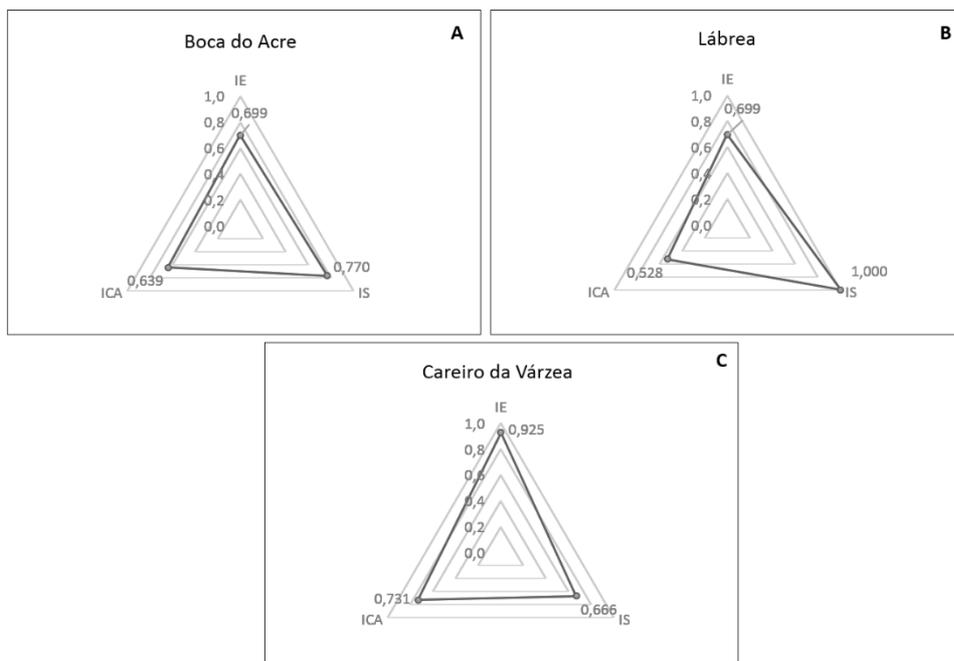


Gráfico 19. Representação radar dos valores dos componentes do Índice de Vulnerabilidade (IV) para os municípios mais vulneráveis do estado do Amazonas – **A** - Boca do Acre; **B** - Lábrea; **C** - Careiro da Várzea. IE – Índice de Exposição; IS – Índice de Sensibilidade; ICA – Índice de Capacidade Adaptativa.

Os valores municipais e os valores médios por microrregião do IV e de seus componentes – IE, IS e ICA – são mostrados nas tabelas 18 e 19.

Tabela 18. Valores municipais do Índice de Vulnerabilidade (IV) e de seus respectivos sub-índices – Índice de Exposição (IE), Índice de Sensibilidade (IS) e Índice de Capacidade Adaptativa (ICA).

Município	ÍNDICES			
	IE	IS	ICA	IV
Alvarães	0,256	0,404	0,472	0,197
Amaturá	0,331	0,036	0,565	0,062
Anamã	0,518	0,473	0,634	0,530
Anori	0,361	0,308	0,676	0,341
Apuí	0,489	0,441	0,440	0,358
Atalaia do Norte	0,519	0,633	0,579	0,601
Autazes	0,564	0,646	0,602	0,656
Barcelos	0,233	0,441	0,889	0,488
Barreirinha	0,669	0,376	0,546	0,507
Benjamin Constant	0,677	0,621	0,639	0,740
Beruri	0,384	0,520	0,889	0,643
Boa Vista do Ramos	0,406	0,465	0,528	0,377
Boca do Acre	0,699	0,770	0,639	0,856
Borba	0,496	0,549	0,486	0,466
Caapiranga	0,518	0,619	0,537	0,563
Canutama	0,594	0,415	0,597	0,517
Carauari	0,211	0,441	0,389	0,136
Careiro	0,668	0,523	0,569	0,621
Careiro da Várzea	0,925	0,666	0,731	1,000
Coari	0,233	0,431	0,481	0,206
Codajás	0,286	0,301	0,676	0,285
Eirunepé	0,286	0,585	0,565	0,402
Envira	0,436	0,610	0,611	0,551
Fonte Boa	0,226	0,288	0,398	0,049
Guajará	0,542	0,558	0,491	0,507
Humaitá	0,594	0,441	0,394	0,397
Ipixuna	0,233	0,466	0,778	0,430
Iranduba	0,744	0,774	0,296	0,657
Itacoatiara	0,586	0,486	0,171	0,272
Itamarati	0,338	0,667	0,310	0,321
Itapiranga	0,458	0,323	0,704	0,435
Japurá	0,181	0,397	0,620	0,242
Juruá	0,256	0,486	0,528	0,290
Jutaí	0,128	0,390	0,588	0,179
Lábrea	0,699	1,000	0,528	0,936
Manacapuru	0,774	0,459	0,324	0,484
Manaquiri	0,542	0,525	0,621	0,572
Manaus	0,594	0,265	0,296	0,213

Município	ÍNDICES			
	IE	IS	ICA	IV
Manicoré	0,489	0,532	0,421	0,406
Maraã	0,542	0,262	0,662	0,422
Maués	0,256	0,486	0,602	0,340
Nhamundá	0,647	0,490	0,625	0,622
Nova Olinda do Norte	0,489	0,409	0,352	0,277
Novo Airão	0,128	0,590	0,750	0,424
Novo Aripuanã	0,518	0,523	0,569	0,520
Parintins	0,744	0,177	0,319	0,270
Pauini	0,443	0,413	0,764	0,526
Presidente Figueiredo	0,436	0,379	0,241	0,146
Rio Preto da Eva	0,489	0,503	0,491	0,434
Santa Isabel do Rio Negro	0,000	0,707	1,000	0,585
Santo Antônio do Içá	0,308	0,359	0,579	0,274
São Gabriel da Cachoeira	0,203	0,835	0,852	0,709
São Paulo de Olivença	0,647	0,158	0,616	0,392
São Sebastião do Uatumã	0,331	0,226	0,551	0,181
Silves	0,384	0,275	0,371	0,128
Tabatinga	0,361	0,537	0,000	0,039
Tapauá	0,233	0,706	0,255	0,239
Tefé	0,414	0,374	0,255	0,137
Tonantins	0,308	0,000	0,532	0,000
Uarini	0,414	0,525	0,389	0,329
Urucará	0,256	0,292	0,458	0,112
Urucurituba	1,000	0,245	0,431	0,564
Valores médios	0,447	0,465	0,530	0,406

Tabela 19. Valores médios, por microrregião, do Índice de Vulnerabilidade e de seus componentes - Exposição (IE), Sensibilidade (IS) e Capacidade Adaptativa (ICA).

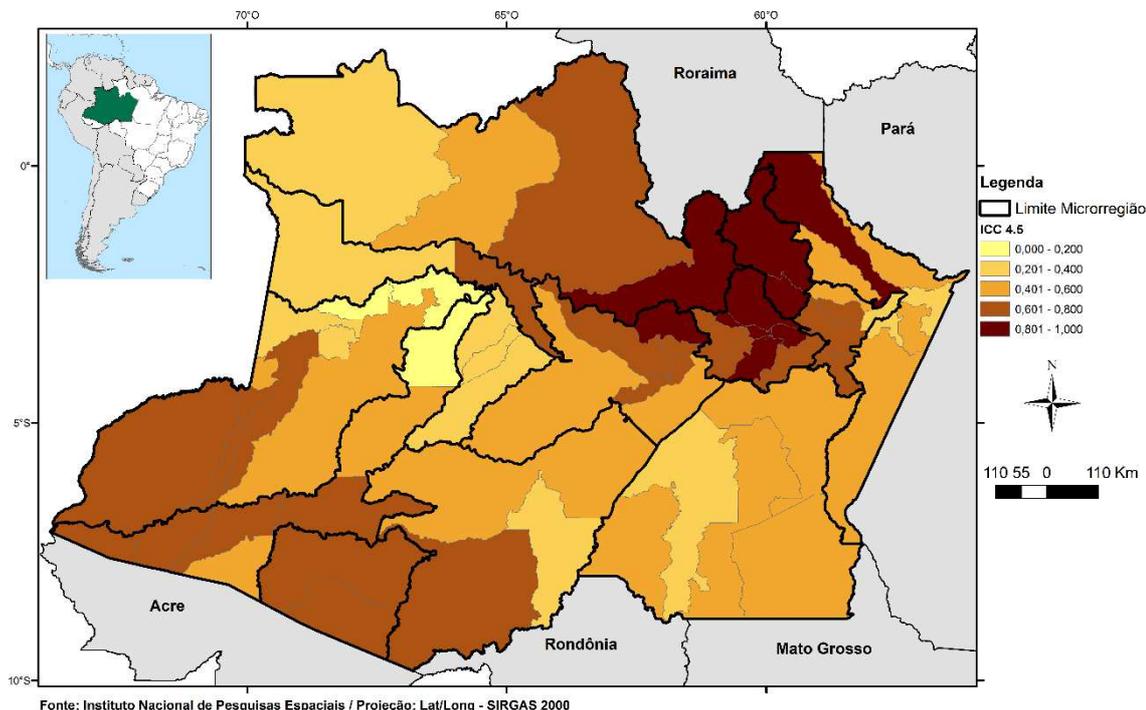
Microrregião	ÍNDICES			
	IE	IS	ICA	IV
Alto Solimões	0,389	0,336	0,500	0,260
Boca do Acre	0,571	0,592	0,702	0,691
Coari	0,383	0,442	0,649	0,428
Itacoatiara	0,583	0,348	0,406	0,335
Japurá	0,362	0,330	0,641	0,332
Juruá	0,329	0,545	0,525	0,377
Madeira	0,517	0,497	0,462	0,429
Manaus	0,687	0,551	0,491	0,600
Parintins	0,473	0,359	0,518	0,344
Purus	0,509	0,707	0,460	0,564
Rio Negro	0,141	0,643	0,873	0,552
Rio Preto da Eva	0,463	0,441	0,366	0,290
Tefé	0,361	0,434	0,372	0,221

6.3 ÍNDICES DE CENÁRIOS CLIMÁTICOS (ICC 4.5 E ICC 8.5)

A vulnerabilidade climática dos municípios amazonenses foi avaliada através do Índice de Cenário Climático (ICC). Para a construção desse índice foram utilizadas anomalias de precipitação e temperatura, que fazem uma relação entre as projeções de alteração desses parâmetros no futuro (2041-2070) e o que já foi observado no presente (1961-1990). De acordo com os RCPs 4.5 e 8.5 disponibilizados pelo IPCC, foram criados sub-índices chamados de Índice de Temperatura e Índice de Precipitação. Esses, quando associados, geraram o ICC considerando o RCP4.5 ou o RCP8.5.

O ICC 4.5 está representado no mapa 14. A maior parte do Estado apresentou vulnerabilidade climática acima de 0,401 (média), com poucos municípios na região Central, Leste e Norte apresentando vulnerabilidade baixa. A porção mais vulnerável do Amazonas foi a Nordeste; alguns municípios nas regiões Norte e Sul também se apresentaram com vulnerabilidade média-alta (acima de 0,601).

Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5)



Mapa 14. Distribuição dos valores municipais do Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da vulnerabilidade no aspecto climático para os municípios amazonenses – do bege, menos vulnerável, até o vermelho, mais vulnerável.

As microrregiões onde a alteração climática poderá ser mais proeminente foram as de Rio Preto da Eva, Manaus, Coari, Boca do Acre e Rio Negro (gráfico 20A). Para essas microrregiões, o fator que mais influenciou a vulnerabilidade climática foi a temperatura, já que a perspectiva é de aumento da temperatura média, tanto mínima quanto máxima, para todo o Estado. A exceção foi Rio Negro, microrregião em que a precipitação teve maior peso. Esse foi também o caso das microrregiões Alto Solimões, Japurá, Juruá e Tefé, demonstrando que para a porção Centro-Oeste do Estado, a precipitação é um aspecto determinante para a vulnerabilidade climática, enquanto para as microrregiões da porção Nordeste, onde o ICC 4.5 foi mais elevado, a temperatura se mostrou mais importante.

A tabela 20 mostra os valores municipais do ICC4.5 e dos índices de temperatura (ITemp45) e precipitação (IPrec45). A tabela 21 mostra os valores médios desses índices, por microrregião.

Tabela 20. Valores municipais do Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC4.5) e seus sub-índices – Índice de Temperatura 4.5 (ITemp 4.5) e Índice de Precipitação (IPrec 4.5).

Município	INDICADOR/ ÍNDICE		
	ITemp45	IPrec45	ICC45
Alvarães	0,143	0,500	0,286
Amaturá	0,286	0,333	0,271
Anamã	0,857	0,500	0,714
Anori	0,571	0,667	0,643
Apuí	0,571	0,333	0,443
Atalaia do Norte	0,571	0,667	0,643
Autazes	0,857	0,333	0,614
Barcelos	0,714	0,500	0,629
Barreirinha	0,571	0,333	0,443
Benjamin Constant	0,571	0,833	0,743
Beruri	0,571	0,500	0,543
Boa Vista do Ramos	0,571	0,167	0,343
Boca do Acre	0,857	0,500	0,714
Borba	0,571	0,500	0,543
Caapiranga	0,857	0,667	0,814
Canutama	0,571	0,167	0,343
Carauari	0,429	0,667	0,557
Careiro	0,857	0,833	0,914
Careiro da Várzea	0,857	0,667	0,814
Coari	0,429	0,667	0,557
Codajás	0,571	0,833	0,743
Eirunepé	0,571	0,667	0,643
Envira	0,571	0,500	0,543
Fonte Boa	0	0,167	0,000
Guajará	0,571	0,667	0,643
Humaitá	0,571	0,500	0,543
Ipixuna	0,571	0,667	0,643
Iranduba	1	0,667	0,900
Itacoatiara	0,714	0,500	0,629
Itamarati	0,571	0,833	0,743
Itapiranga	0,571	0,333	0,443
Japurá	0,286	0,500	0,371
Juruá	0,143	0,333	0,186
Jutaí	0,429	0,667	0,557
Lábrea	0,714	0,500	0,629
Manacapuru	1	0,500	0,800
Manaquiri	0,714	0,500	0,629
Manaus	1	0,667	0,900
Manicoré	0,571	0,167	0,343
Maraã	0,429	0,833	0,657
Maués	0,571	0,333	0,443

Município	INDICADOR/ ÍNDICE		
	ITemp45	IPrec45	ICC45
Nhamundá	0,571	0,333	0,443
Nova Olinda do Norte	0,714	0,500	0,629
Novo Airão	1,000	0,833	1,000
Novo Aripuanã	0,571	0,333	0,443
Parintins	0,571	0,000	0,243
Pauini	0,857	0,333	0,614
Presidente Figueiredo	0,857	0,667	0,814
Rio Preto da Eva	1,000	0,667	0,900
Santa Isabel do Rio Negro	0,286	0,833	0,571
Santo Antônio do Içá	0,286	0,500	0,371
São Gabriel da Cachoeira	0,286	0,333	0,271
São Paulo de Olivença	0,571	0,667	0,643
São Sebastião do Uatumã	0,571	0,500	0,543
Silves	0,714	0,500	0,629
Tabatinga	0,429	0,500	0,457
Tapauá	0,429	0,667	0,557
Tefé	0,286	0,333	0,271
Tonantins	0,143	0,333	0,186
Uarini	0,143	0,667	0,386
Urucará	0,714	1,000	0,929
Urucurituba	0,571	0,167	0,343
Valores médios	0,581	0,522	0,561

Tabela 21. Valores médios, por microrregião, do Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC4.5) e de seus sub-índices – Índice de Temperatura 4.5 (ITemp4.5) e de Precipitação 4.5 (IPrec4.5).

Microrregião	INDICADOR/ ÍNDICE		
	ITemp 4.5	IPrec 4.5	ICC 4.5
Alto Solimões	0,365	0,519	0,430
Boca do Acre	0,857	0,417	0,664
Coari	0,643	0,639	0,669
Itacoatiara	0,657	0,400	0,534
Japurá	0,358	0,667	0,514
Juruá	0,490	0,619	0,565
Madeira	0,571	0,367	0,463
Manaus	0,898	0,595	0,796
Parintins	0,591	0,381	0,484
Purus	0,571	0,444	0,510
Rio Negro	0,572	0,625	0,618
Rio Preto da Eva	0,929	0,667	0,857
Tefé	0,191	0,500	0,314

As maiores vulnerabilidades climáticas foram observadas para os municípios de Caapiranga (0,814), Careiro da Várzea (0,814), Presidente Figueiredo (0,814), Iranduba (0,900), Manaus (0,900), Rio Preto da Eva (0,900), Careiro (0,914), Urucará (0,929) e Novo Airão (1,0) (gráfico 20B). Para todos esses municípios, o ITemp4.5 apresentou papel mais relevante para determinar o valor final do ICC 4.5, exceto Urucará, em que o IPrec4.5 apresentou valor máximo (1,0), muito acima da temperatura (0,714).

A distribuição espacial de cada variável que compôs o ITemp (temperatura mínima e máxima) e o IPrec (CDD, Prcptot, R95p e Rx5day) para o estado do Amazonas pode ser visto nos Apêndices B-E .

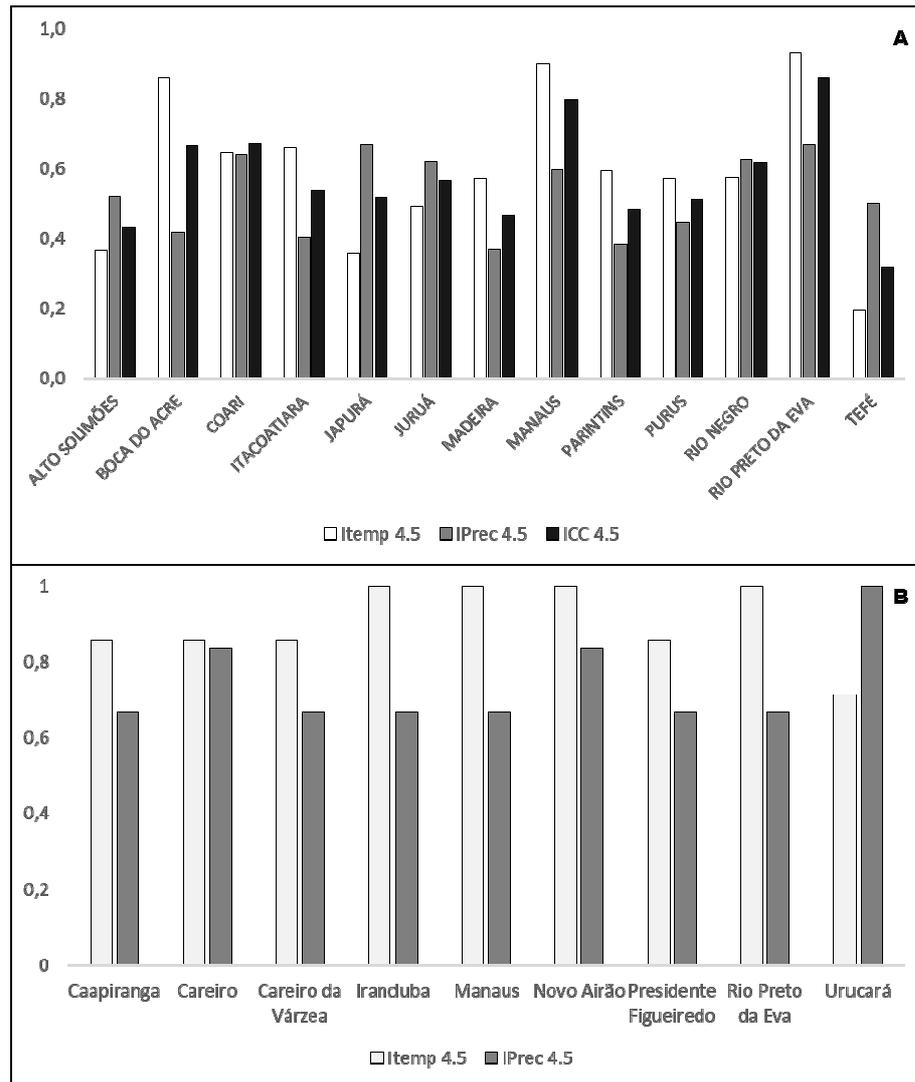
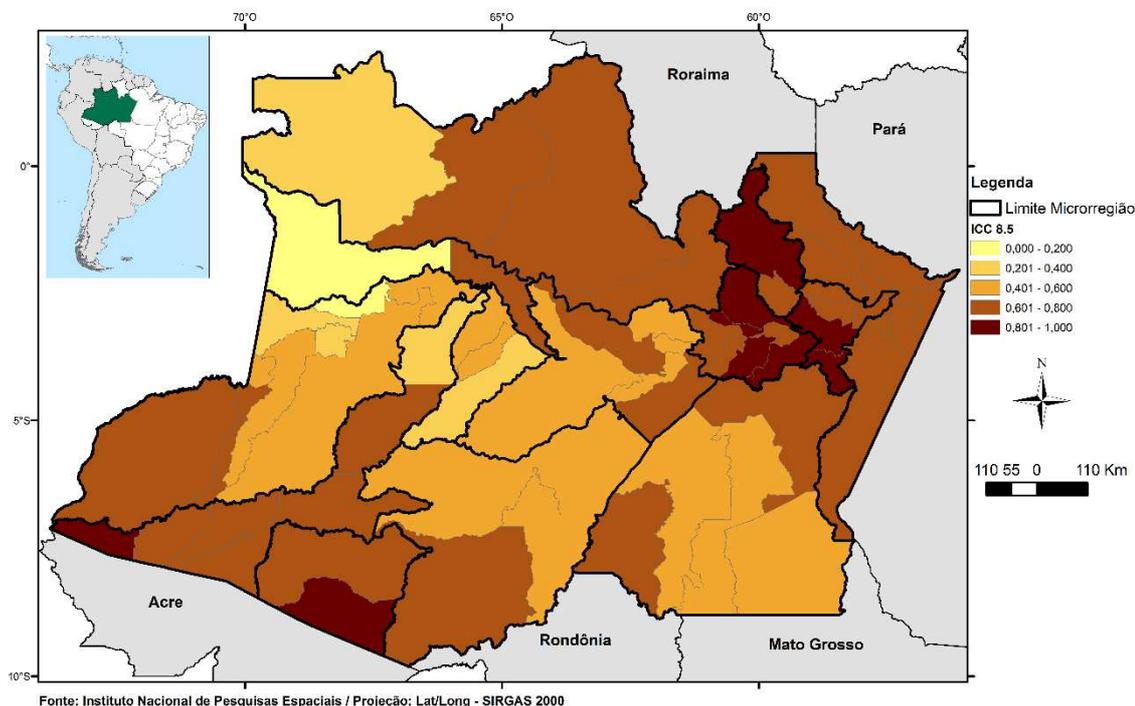


Gráfico 20. A – Valores médios do Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5) e de seus componentes, Índice de Temperatura (ITemp) e Índice de Precipitação (IPrec), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5) e de seus componentes, Índice de Temperatura (ITemp) e Índice de Precipitação (IPrec), para os municípios mais vulneráveis climaticamente do estado do Amazonas.

Considerando um cenário de emissão de GEE pessimista (RCP 8.5), foi construído o ICC 8.5 (Mapa 15). Observa-se que as maiores vulnerabilidades se concentraram nas Regiões Norte, Nordeste e Sul-Sudoeste. Embora a porção Central do Estado tenha apresentado os municípios com menor vulnerabilidade quando comparados aos demais, é possível perceber que ainda assim esses apresentaram, em sua maioria, vulnerabilidade média ou superior (0,401). Em relação ao ICC 4.5 (mapa 14), nota-se que no cenário pessimista (mapa 15) a vulnerabilidade climática do Estado se eleva em todas as regiões. Entretanto, a Região Nordeste permanece como ponto crítico em ambos os cenários, com alguns municípios na parte Sul-Sudoeste aparecendo dentre os mais vulneráveis do Amazonas no ICC 8.5.

Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5)



Mapa 15. Distribuição dos valores municipais do Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da vulnerabilidade no aspecto climático para os municípios amazonenses – do bege, menos vulnerável, até o vermelho, mais vulnerável.

As microrregiões do Amazonas mais vulneráveis no aspecto climático considerando o ICC 8.5 foram Parintins (0,703), Boca do Acre (0,769), Itacoatiara (0,785), Manaus (0,824) e Rio Preto da Eva (0,885) (gráfico 21A). As microrregiões de Boca do Acre, Manaus e Rio Preto da Eva também foram as mais vulneráveis climaticamente quando analisado o ICC 4.5, o que indica que, independente da alteração do clima projetada, esses locais poderão ser mais impactados pela mudança do clima futura no Estado. No ICC 8.5, a temperatura continuou sendo o aspecto climático que mais influenciou o resultado final do índice, sendo que as microrregiões onde esse aspecto foi mais preponderante se mantiveram em ambos os índices – ICC 4.5 e ICC 8.5 (gráfico 20A e gráfico 21A).

A tabela 22 mostra os valores municipais do ICC8.5 e dos índices de temperatura (ITemp85) e precipitação (IPrec85). A tabela 23 mostra esses valores por microrregião.

Tabela 22. Valores municipais do Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC8.5) e seus sub-índices – Índice de Temperatura 8.5 (ITemp 8.5) e Índice de Precipitação (IPrec 8.5).

Município	INDICADOR/ ÍNDICE		
	ITemp85	IPrec85	ICC85
Alvarães	0,286	0,714	0,539
Amaturá	0,143	0,429	0,308
Anamã	0,571	0,429	0,538
Anori	0,571	0,429	0,538
Apuí	0,571	0,286	0,461
Atalaia do Norte	0,571	0,714	0,692
Autazes	0,714	0,857	0,846
Barcelos	0,571	0,571	0,615
Barreirinha	1,000	0,429	0,769
Benjamin Constant	0,429	0,714	0,616
Beruri	0,571	0,571	0,615
Boa Vista do Ramos	1,000	0,429	0,769
Boca do Acre	0,857	0,714	0,846
Borba	0,571	0,714	0,692
Caapiranga	0,571	0,429	0,538
Canutama	0,571	0,429	0,538
Carauari	0,429	0,714	0,616
Careiro	1,000	0,714	0,923
Careiro da Várzea	0,714	0,714	0,769
Coari	0,429	0,571	0,539
Codajás	0,571	0,714	0,692
Eirunepé	0,571	0,714	0,692
Envira	0,714	0,571	0,692
Fonte Boa	0,286	0,571	0,462
Guajará	0,571	1,000	0,846
Humaitá	0,571	0,571	0,615
Ipixuna	0,571	0,714	0,692
Iranduba	1,000	0,714	0,923
Itacoatiara	1,000	0,714	0,923
Itamarati	0,571	0,571	0,615
Itapiranga	0,571	0,571	0,615
Japurá	0,000	0,286	0,154
Juruá	0,286	0,286	0,308
Jutaí	0,286	0,571	0,462
Lábrea	0,714	0,429	0,615
Manacapuru	0,714	0,714	0,769
Manaquiri	0,571	0,714	0,692
Manaus	0,857	0,714	0,846
Manicoré	0,571	0,286	0,461
Maraã	0,429	0,857	0,693

Município	INDICADOR/ ÍNDICE		
	ITemp85	IPrec85	ICC85
Maués	0,571	0,571	0,615
Nhamundá	0,571	0,714	0,692
Nova Olinda do Norte	0,714	0,857	0,846
Novo Airão	0,857	0,571	0,769
Novo Aripuanã	0,571	0,429	0,538
Parintins	1,000	0,429	0,769
Pauini	0,714	0,571	0,692
Presidente Figueiredo	1,000	0,857	1,000
Rio Preto da Eva	0,857	0,571	0,769
Santa Isabel do Rio Negro	0,429	0,857	0,693
Santo Antônio do Içá	0,286	0,429	0,385
São Gabriel da Cachoeira	0,143	0,571	0,385
São Paulo de Olivença	0,429	0,571	0,539
São Sebastião do Uatumã	0,571	0,714	0,692
Silves	0,857	0,571	0,769
Tabatinga	0,286	0,714	0,539
Tapauá	0,571	0,429	0,538
Tefé	0,286	0,429	0,385
Tonantins	0,000	0,000	0,000
Uarini	0,286	0,714	0,539
Urucará	0,571	0,571	0,615
Urucurituba	0,857	0,571	0,769
Valores médios	0,581	0,590	0,630

Tabela 23. Valores médios, por microrregião, do Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC8.5) e seus sub-índices – Índice de Temperatura 8.5 (ITemp 8.5) e Índice de Precipitação (IPrec 8.5).

Microrregião	INDICADOR/ ÍNDICE		
	ITemp 8.5	IPrec 8.5	ICC 8.5
Alto Solimões	0,302	0,524	0,445
Boca do Acre	0,786	0,643	0,769
Coari	0,547	0,524	0,577
Itacoatiara	0,800	0,657	0,785
Japurá	0,215	0,571	0,423
Juruá	0,530	0,653	0,637
Madeira	0,571	0,457	0,554
Manaus	0,796	0,735	0,824
Parintins	0,755	0,551	0,703
Purus	0,619	0,429	0,564
Rio Negro	0,500	0,643	0,615
Rio Preto da Eva	0,929	0,714	0,885
Tefé	0,286	0,619	0,487

Os municípios mais vulneráveis no ICC 8.5 foram Autazes (0,846), Boca do Acre (0,846), Careiro (0,923), Guajará (0,846), Manaus (0,846), Nova Olinda do Norte (0,846), Iranduba (0,923), Itacoatiara (0,923) e Presidente Figueiredo (1,0) (gráfico 21B). Da mesma forma que para as microrregiões, o ITemp8.5 apresentou valores superiores ao IPrec8.5 para a maioria dos municípios mais vulneráveis climaticamente.

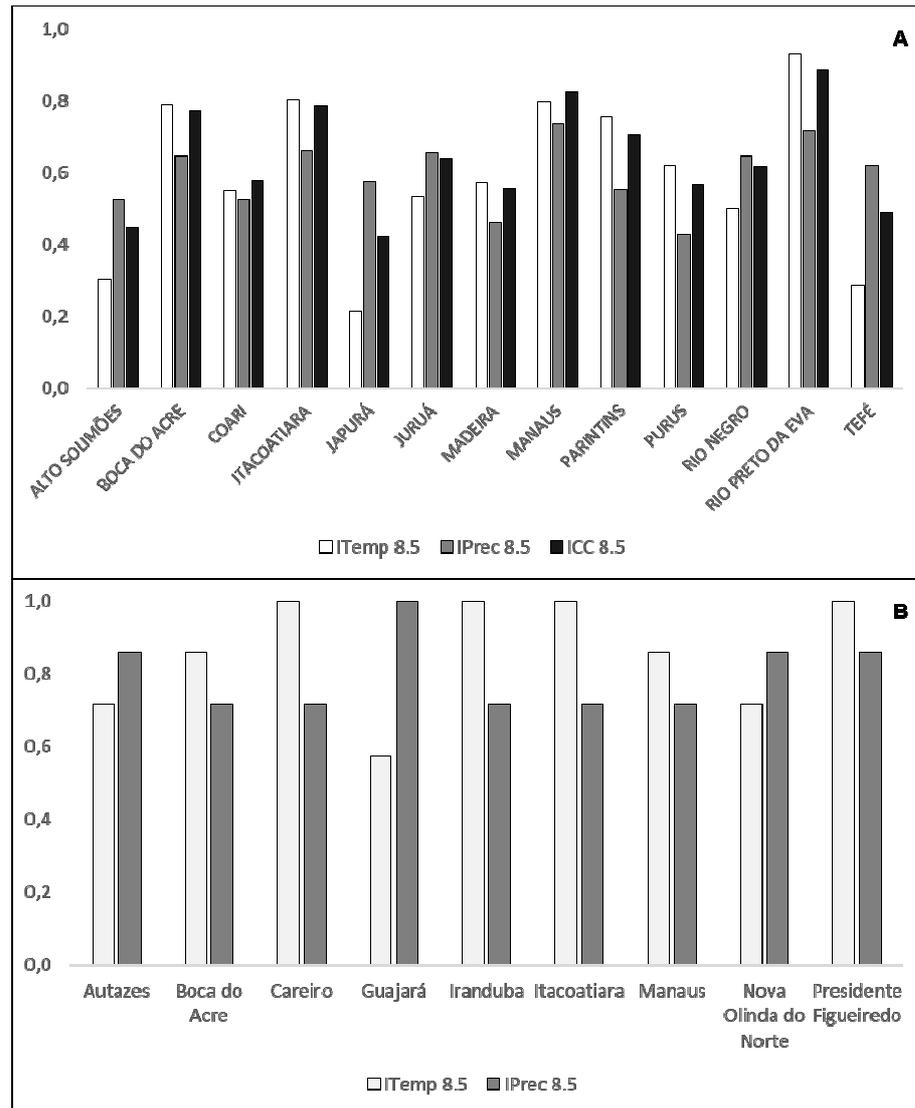


Gráfico 21. A – Valores médios do Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5) e de seus componentes, Índice de Temperatura (ITemp) e Índice de Precipitação (IPrec), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5) e de seus componentes, Índice de Temperatura (ITemp) e Índice de Precipitação (IPrec), para os municípios mais vulneráveis climaticamente do estado do Amazonas.

6.4 ÍNDICE MUNICIPAL DE VULNERABILIDADE (IMV 4.5 E IMV 8.5)

O Índice Municipal de Vulnerabilidade avaliou a vulnerabilidade socioambiental, de saúde e de infraestrutura dos municípios amazonenses sob a perspectiva da mudança do clima futura, representada pelo ICC 4.5 e ICC 8.5. Sendo assim, o IMV representa, em uma escala entre 0 e 1, como a vulnerabilidade atual dos municípios (IV) pode ser incrementada considerando alterações nos padrões de temperatura e precipitação para os próximos anos (ICC).

Os valores do IMV, tanto para o cenário 4.5 quanto para o cenário 8.5, e seus respectivos componentes podem ser conferidos na tabela 24.

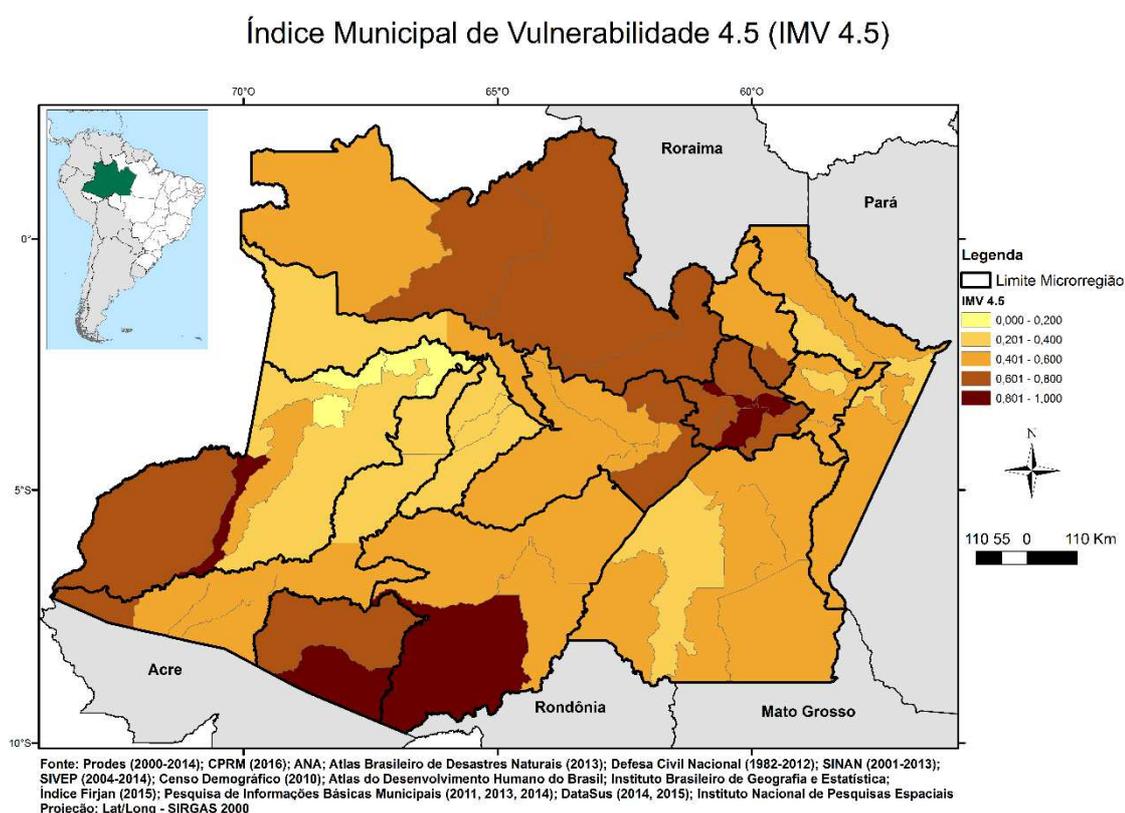
Tabela 24. Valores municipais dos principais índices que compuseram o Índice Municipal de Vulnerabilidade 4.5 e 8.5 – Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático (ICC4.5 e ICC8.5).

Município	ÍNDICES				
	IV	ICC45	ICC85	IMV45	IMV85
Alvarães	0,197	0,286	0,539	0,246	0,416
Amaturá	0,062	0,271	0,308	0,161	0,209
Anamá	0,530	0,714	0,538	0,677	0,604
Anori	0,341	0,643	0,538	0,529	0,497
Apuí	0,358	0,443	0,461	0,425	0,463
Atalaia do Norte	0,601	0,643	0,692	0,677	0,731
Autazes	0,656	0,614	0,846	0,691	0,849
Barcelos	0,488	0,629	0,615	0,604	0,624
Barreirinha	0,507	0,443	0,769	0,510	0,722
Benjamin Constant	0,740	0,743	0,616	0,811	0,767
Beruri	0,643	0,543	0,615	0,644	0,711
Boa Vista do Ramos	0,377	0,343	0,769	0,380	0,648
Boca do Acre	0,856	0,714	0,846	0,861	0,962
Borba	0,466	0,543	0,692	0,544	0,655
Caapiranga	0,563	0,814	0,538	0,753	0,623
Canutama	0,517	0,343	0,538	0,459	0,597
Carauari	0,136	0,557	0,616	0,365	0,425
Careiro	0,621	0,914	0,923	0,841	0,873
Careiro da Várzea	1,000	0,814	0,769	1,000	1,000
Coari	0,206	0,557	0,539	0,405	0,421
Codajás	0,285	0,743	0,692	0,554	0,552
Eirunepé	0,402	0,643	0,692	0,564	0,618
Envira	0,551	0,543	0,692	0,592	0,703
Fonte Boa	0,049	0,000	0,462	0,000	0,288
Guajará	0,507	0,643	0,846	0,623	0,765
Humaitá	0,397	0,543	0,615	0,505	0,572

Município	ÍNDICES				
	IV	ICC45	ICC85	IMV45	IMV85
Ipixuna	0,430	0,643	0,692	0,580	0,634
Irاندوبا	0,657	0,900	0,923	0,854	0,893
Itacoatiara	0,272	0,629	0,923	0,482	0,676
Itamarati	0,321	0,743	0,615	0,574	0,529
Itapiranga	0,435	0,443	0,615	0,469	0,594
Japurá	0,242	0,371	0,154	0,320	0,224
Juruá	0,290	0,186	0,308	0,241	0,338
Jutaí	0,179	0,557	0,462	0,390	0,362
Lábrea	0,936	0,629	0,615	0,858	0,877
Manacapuru	0,484	0,800	0,769	0,699	0,708
Manaquiri	0,572	0,629	0,692	0,652	0,715
Manaus	0,213	0,900	0,846	0,602	0,599
Manicoré	0,406	0,343	0,461	0,396	0,490
Maraã	0,422	0,657	0,693	0,583	0,630
Maués	0,340	0,443	0,615	0,415	0,540
Nhamundá	0,622	0,443	0,692	0,575	0,743
Nova Olinda do Norte	0,277	0,629	0,846	0,485	0,635
Novo Airão	0,424	1,000	0,769	0,779	0,674
Novo Aripuanã	0,520	0,443	0,538	0,517	0,599
Parintins	0,270	0,243	0,769	0,262	0,588
Pauini	0,526	0,614	0,692	0,618	0,689
Presidente Figueiredo	0,146	0,814	1,000	0,516	0,648
Rio Preto da Eva	0,434	0,900	0,769	0,728	0,680
Santa Isabel do Rio Negro	0,585	0,571	0,693	0,627	0,722
Santo Antônio do Içá	0,274	0,371	0,385	0,338	0,373
São Gabriel da Cachoeira	0,709	0,271	0,385	0,527	0,618
São Paulo de Olivença	0,392	0,643	0,539	0,558	0,526
São Sebastião do Uatumã	0,181	0,543	0,692	0,382	0,493
Silves	0,128	0,629	0,769	0,400	0,507
Tabatinga	0,039	0,457	0,539	0,253	0,327
Tapauá	0,239	0,557	0,538	0,424	0,440
Tefé	0,137	0,271	0,385	0,203	0,295
Tonantins	0,000	0,186	0,000	0,077	0,000
Uarini	0,329	0,386	0,539	0,377	0,491
Urucará	0,112	0,929	0,615	0,562	0,411
Urucurituba	0,564	0,343	0,769	0,486	0,754
Valor médio	0,406	0,561	0,630	0,520	0,586

O IMV 4.5 representa a associação do IV com o ICC 4.5, um cenário de emissão de GEE mais otimista e que, portanto, projeta alterações mais brandas nos padrões climáticos. O mapa 16 mostra a representação espacial desse índice. A vulnerabilidade municipal se apresentou de forma pontual, com destaque para as Regiões Norte/Nordeste e Sul/Sudoeste.

Entretanto, a maior parte dos municípios amazonenses apresentou uma vulnerabilidade entre média (0,401) e média-alta (0,601). Ao comparar o IMV 4.5 com o ICC 4.5, percebe-se que as regiões mais vulneráveis se mantêm – Nordeste e Sul. Porém, alguns locais tiveram a sua exposição municipal reduzida no IMV 4.5 – caso de alguns municípios na porção central e Nordeste – quando comparados ao ICC 4.5. Isso demonstra que a vulnerabilidade socioambiental nem sempre se traduz em maior vulnerabilidade climática e vice-versa. É importante destacar que as futuras alterações do clima, embora representem uma ameaça, podem ter seus impactos modulados pelas características inerentes à condição socioeconômica, ambiental e de infraestrutura dos municípios, contribuindo para reduzir ou elevar a vulnerabilidade humana ao clima de maneira particular em cada local.



Mapa 16. Distribuição dos valores municipais do Índice Municipal de Vulnerabilidade 4.5 (IMV 4.5) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da vulnerabilidade municipal para os municípios amazonenses – do bege, menos vulnerável, até o vermelho, mais vulnerável.

Essa mesma condição pode ser observada pela análise dos valores médios do IV, do ICC 4.5 e do IMV 4.5 para as microrregiões do Amazonas (gráfico 22A). De maneira geral, o ICC 4.5 apresentou valores superiores aos do IV para a maior parte das microrregiões, com exceção para Boca do Acre e Purus, em que a vulnerabilidade presente teve maior influência

para determinar o IMV 4.5. Os municípios com os maiores valores no IMV 4.5 foram Benjamin Constant (0,811), Careiro (0,841), Iranduba (0,854), Lábrea (0,858), Boca do Acre (0,861) e Careiro da Várzea (1,0) (gráfico 22B). Analisando o gráfico 22B, é possível perceber como o IV e o ICC 4.5 se conjugaram de maneiras distintas para definir a vulnerabilidade final de cada município, nesse caso, os mais vulneráveis do Estado.

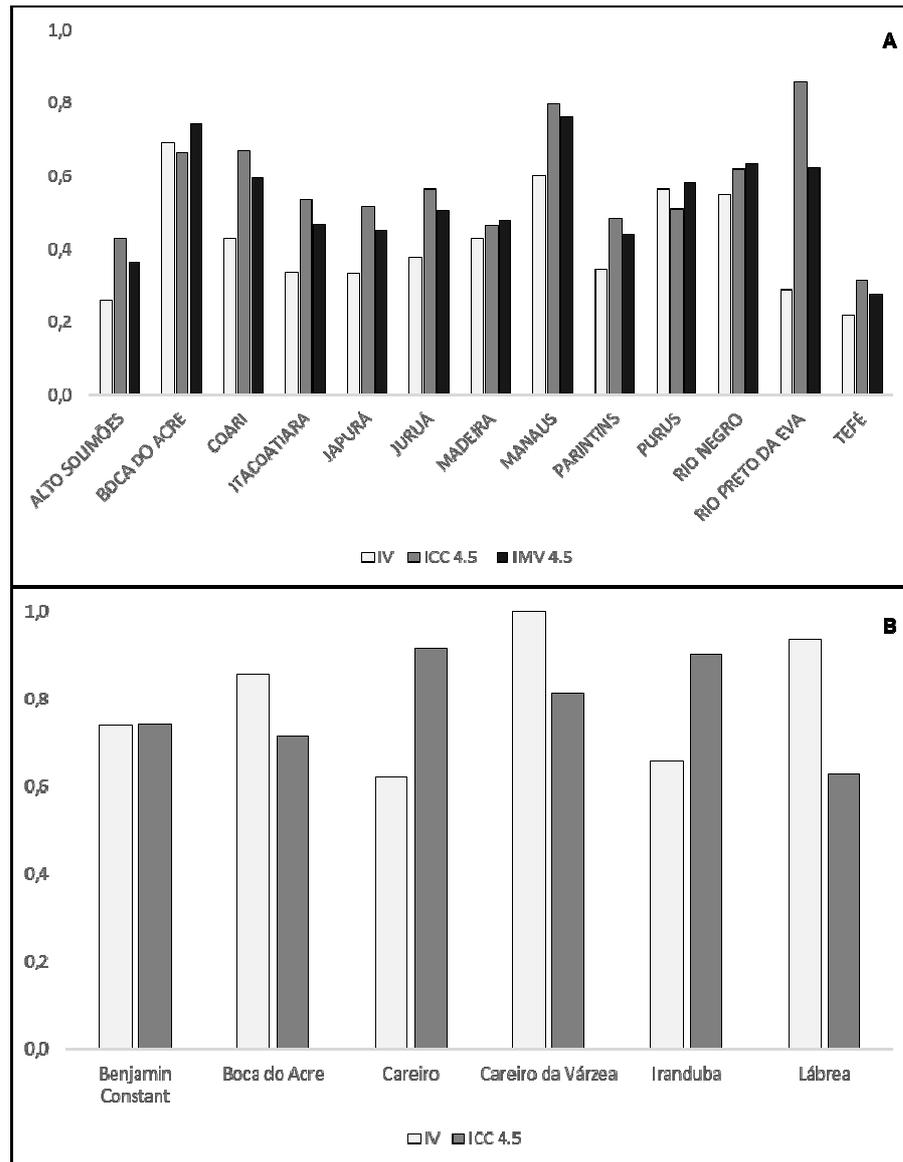
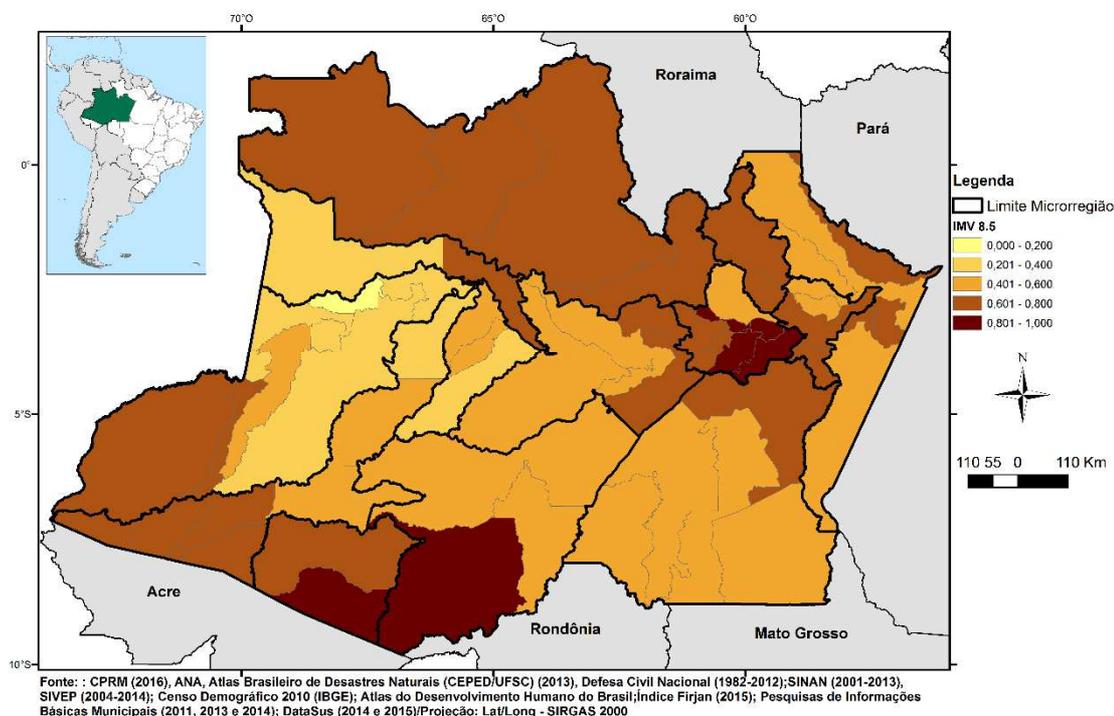


Gráfico 22. A – Valores médios do Índice de Vulnerabilidade Municipal 4.5 (IMV 4.5) e de seus componentes, Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Vulnerabilidade Municipal 4.5 (IMV 4.5) e de seus componentes, Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático 4.5 (ICC 4.5), para os municípios mais vulneráveis do estado do Amazonas.

Considerando um cenário de emissão de GEE pessimista (RCP 8.5), em que as alterações do clima poderão ser mais bruscas, foi obtido o IMV 8.5. Pelo mapa 17, vê-se que a vulnerabilidade municipal se elevou para todo o Estado em relação ao IMV 4.5. Além das Regiões Nordeste e Sul, que permaneceram em destaque como as mais vulneráveis, as porções Sudoeste e Norte também passaram a apresentar vulnerabilidade elevada (média-alta) no IMV 8.5. Comparando a distribuição espacial do IMV 8.5 com o ICC 8.5, é possível ter noção sobre a magnitude da influência do clima e da vulnerabilidade presente sobre a vulnerabilidade final dos municípios amazonenses. Percebe-se que alguns municípios que figuraram entre os mais vulneráveis do Estado no ICC 8.5 (mapa 15) não mantiveram essa condição no IMV 8.5, o que demonstra como as condições socioeconômicas e de infraestrutura atuais são importantes para modular a vulnerabilidade. A relação inversa também pode ser observada no Sul do estado, em que o município de Lábrea ficou entre os mais vulneráveis do Amazonas no IMV 8.5, mas quando analisado o ICC 8.5, sua vulnerabilidade climática foi média-alta.

Índice Municipal de Vulnerabilidade 8.5 (IMV 8.5)



Mapa 17. Distribuição dos valores municipais do Índice Municipal de Vulnerabilidade 8.5 (IMV 8.5) para o estado do Amazonas. As cores representam a gradação da vulnerabilidade municipal para os municípios amazonenses – do bege, menos vulnerável, até o vermelho, mais vulnerável.

O valor médio do IMV 8.5 e de seus componentes para as microrregiões do Estado pode ser visto no gráfico 23A. As que apresentaram maior vulnerabilidade municipal foram Manaus, na região Nordeste e Boca do Acre, no Sul. Para essas duas microrregiões, percebe-se que o fator climático teve maior efeito para definir o IMV 8.5. Essa mesma relação pôde ser observada para as demais microrregiões, exceto para a de Purus, em que o IV foi levemente superior. As duas microrregiões mais vulneráveis no IMV 4.5 permaneceram no mesmo patamar no IMV 8.5 – Manaus e Boca do Acre. O mesmo foi observado para os municípios mais vulneráveis, em que todos os que figuraram como os mais vulneráveis no IMV 4.5 se mantiveram no IMV 8.5, com a adição do município de Autazes – Região Metropolitana de Manaus (gráfico 23B). Os valores médios desses índices, por microrregião, tanto para o cenário 4.5 quanto para o 8.5 podem ser vistos na tabela 25.

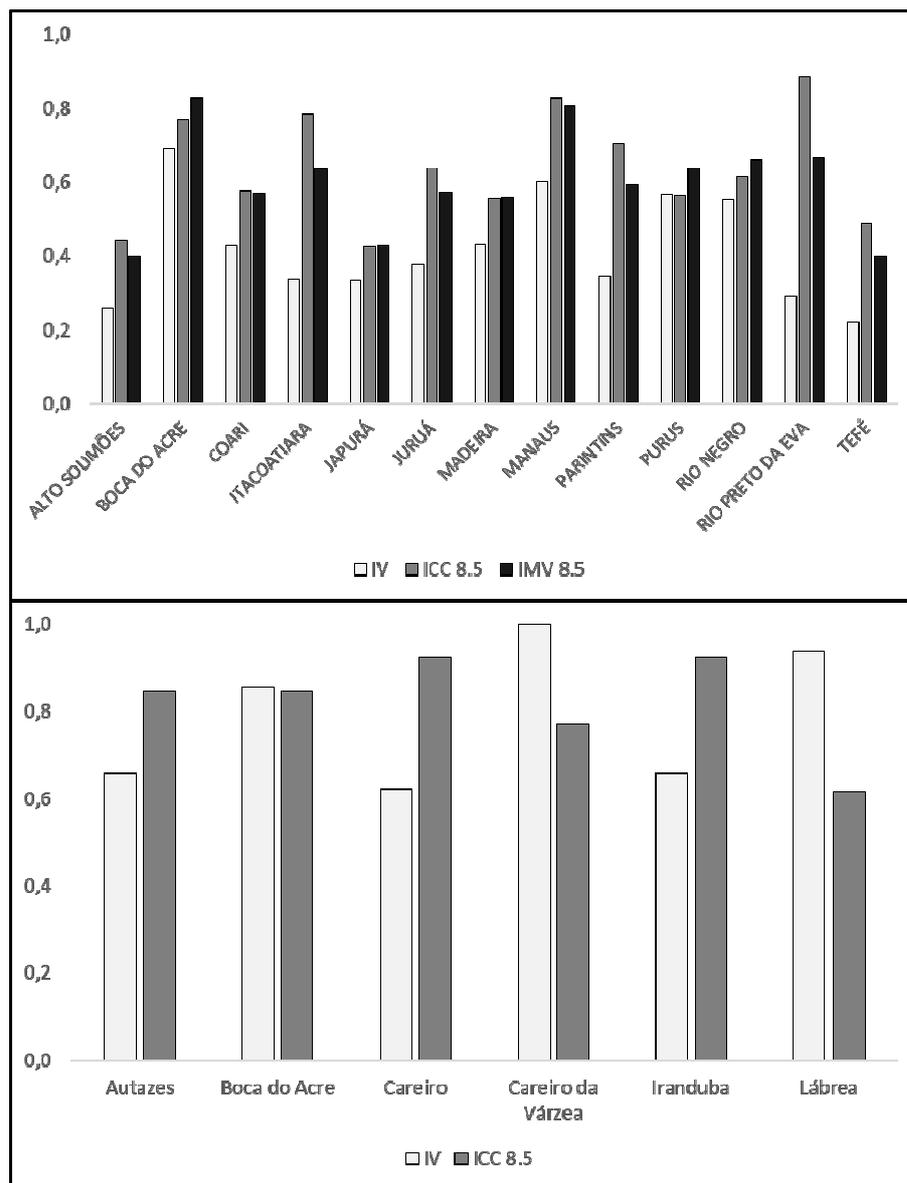


Gráfico 23. A – Valores médios do Índice de Vulnerabilidade Municipal 8.5 (IMV 8.5) e de seus componentes, Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5), para as microrregiões do estado do Amazonas. **B** – Valores do Índice de Vulnerabilidade Municipal 8.5 (IMV 8.5) e de seus componentes, Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático 8.5 (ICC 8.5), para os municípios mais vulneráveis do estado do Amazonas.

Tabela 25. Valores médios, por microrregião, dos principais índices que compuseram o Índice Municipal de Vulnerabilidade 4.5 e 8.5 – Índice de Vulnerabilidade (IV) e Índice de Cenário Climático (ICC4.5 e ICC8.5).

Microrregião	ÍNDICES				
	IV	ICC 4.5	IMV 4.5	ICC 8.5	IMV 8.5
ALTO SOLIMÕES	0,260	0,430	0,363	0,445	0,398
BOCA DO ACRE	0,691	0,664	0,740	0,769	0,826
COARI	0,428	0,669	0,594	0,577	0,568
ITACOATIARA	0,335	0,534	0,464	0,785	0,633

JAPURÁ	0,332	0,514	0,452	0,423	0,427
JURUÁ	0,377	0,565	0,506	0,637	0,573
MADEIRA	0,429	0,463	0,477	0,554	0,556
MANAUS	0,600	0,796	0,763	0,824	0,805
PARINTINS	0,344	0,484	0,441	0,703	0,592
PURUS	0,564	0,510	0,580	0,564	0,638
RIO NEGRO	0,552	0,618	0,634	0,615	0,660
RIO PRETO DA EVA	0,290	0,857	0,622	0,885	0,664
TEFÉ	0,221	0,314	0,275	0,487	0,401

7 DISCUSSÃO

7.1 O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE PRESENTE

7.1.1 Os índices que mais incrementaram a vulnerabilidade

Algumas condições têm sido apontadas pelo IPCC como responsáveis por incrementar a vulnerabilidade das populações, principalmente nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. Dentre elas estão 1) a pobreza, dado que os impactos do clima poderão exacerbar essa condição; 2) o incremento da incidência de doenças infecciosas e problemas de saúde já existentes nesses países e 3) o aumento das perdas de vidas e de custos relacionados aos desastres devido à escassez de recursos, uma vez que esses fenômenos podem se tornar mais severos e frequentes com a alteração climática (IPCC, 2014a; LEICHENKO; O'BRIEN, 2002). Todos os aspectos apontados pelo IPCC também foram observados como importantes para a definição do perfil de vulnerabilidade presente dos municípios amazonenses. Outros dois aspectos que também contribuíram para elevar o IV foram a organização sociopolítica da população e a estrutura socioeconômica. O desempenho dos municípios amazonenses nesses índices e suas implicações serão discutidas a seguir.

7.1.1.1 O índice de pobreza (IPo)

A questão da pobreza, entendida numa abordagem de privação de elementos essenciais à vida digna e que vão além da questão monetária, foi abordada neste trabalho através do Índice de Pobreza (IPo). Ele reflete a privação de elementos essenciais à vida humana, caracterizando o desenvolvimento pela forma com que os mais carentes vivem na comunidade (ROLIM, 2005). De forma generalista, a pobreza foi definida pelo Relatório da Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) de 1997 como “a negação das escolhas e oportunidades básicas para o desenvolvimento humano”, uma medida multidimensional relacionada à qualidade de vida das pessoas (MARIN; OTTONELLI, 2008).

O cenário de desenvolvimento humano e pobreza da Amazônia como um todo ainda é bastante inferior ao que é observado nas demais regiões dos países que a compõem, o mesmo pode ser ressaltado para o Brasil. Embora a Amazônia Brasileira venha apresentando progressos em determinados indicadores sociais, como é o caso dos Objetivos de

Desenvolvimento do Milênio, a região continua apresentando resultados inferiores à média nacional. Quando comparado o ano de 2005 ao de 1990, a Amazônia Brasileira se saiu pior do que as demais regiões para as metas de erradicação da pobreza e da fome; de igualdade entre os gêneros e de sustentabilidade ambiental (CELENTANO; VERÍSSIMO, 2007). O mesmo pode ser observado no Índice de Progresso Social da Amazônia (IPS), em que cerca de 98% dos municípios amazônicos apresentaram uma pontuação de progresso social inferior à média nacional em todas as dimensões avaliadas, a saber, necessidades humanas básicas, fundamentos para o bem-estar e oportunidades (SANTOS et al., 2014). Embora o IPS não tenha considerado o fator monetário em nenhum de seus índices, alguns pontos em comum foram avaliados tanto pelo IPo do presente trabalho quanto pelo Índice de Necessidades Humanas Básicas do IPS. A comparação dos mapas municipais desses índices mostra uma correspondência tanto das áreas consideradas de pior desempenho em ambos (regiões Norte e Sul-Sudoeste), quanto da porção Nordeste do Estado como sendo a com os melhores índices (IMAZON, [s.d.]).

Além da vulnerabilidade socioeconômica estar intrínseca à condição de pobreza, a avaliação desse aspecto é essencial pois funciona como um proxy de outros fatores que podem incrementar a vulnerabilidade de grupos populacionais específicos, indicando aqueles sob maior risco de insegurança alimentar ou com habilidades limitadas para se adaptar às futuras alterações e variabilidade do clima (O'BRIEN; LEICHENKO, 2000). Nesse aspecto, a Região Norte apresenta indicadores relacionados à desnutrição infantil, por exemplo, bastante inferiores aos das demais regiões do país. Para o déficit estatural para idade, a prevalência na Região Norte no ano de 2006 foi cerca de 3 vezes superior (14,7 a cada 100 crianças) à de todas as outras regiões do país (MINISTÉRIO DE SAÚDE; DATASUS, 2012). Especificamente no Amazonas, a calha do Rio Negro, por exemplo, despontou entre as mais sensíveis no IPo e é um dos locais do Estado em que a desnutrição infantil é mais prevalente. Em estudo comparativo dessa condição, ALENCAR e cols. (2008) demonstraram que essa região apresentou o maior déficit de crescimento entre crianças (35%) do Amazonas, juntamente com a calha do rio Solimões (24,4%) e dos rios Amazonas (20,5%), Purus (20,9%) e Madeira (15,6%), o que significa dizer que estas crianças estão submetidas a carências nutricionais de longa duração. A análise evolutiva das pesquisas desenvolvidas no Estado, nas últimas décadas, sugere a persistência de um quadro de insegurança alimentar evidenciada por elevadas prevalências de desnutrição infantil, anemia ferropriva, hipovitaminose A, agravado pela alta frequência de parasitose gastrointestinal (ALENCAR et

al., 2002, 2007, 2008; GIUGLIANO et al., 1984; GIUGLIANO; GIUGLIANO; SHRIMPTON, 1981; HURTADO-GUERRERO; ALENCAR; HURTADO-GUERRERO, 2005; MARINHO; RONCADA, 2002; SHRIMPTON, 1984; YUYAMA et al., 2007).

A microrregião do Rio Negro possui um elevado contingente populacional indígena, que apresenta graves problemas nutricionais aliados a uma transição alimentar baseada no uso de alimentos industrializados em detrimento do tradicional (DOS SANTOS JUNIOR, 2011). O I Inquérito Nacional de Saúde e Nutrição dos Povos Indígenas corrobora a situação nutricional dos povos indígenas no Norte do país, que apresentou indicadores de prevalência de estatura para idade, peso para idade e peso para estatura inferiores à média da população indígena nacional (COIMBRA et al., 2013). Esses fatores evidenciam a questão da segurança alimentar e nutricional como um ponto crítico a ser trabalhado entre grupos específicos do Estado e que pode se agravar diante das alterações do clima, dado que estas impõem desafios à manutenção das práticas de subsistência e alimentação praticadas pelos grupos tradicionais.

Outro aspecto importante que merece ser ressaltado é que o crescimento econômico não tem refletido em melhores condições de vida para a população do Estado. Para a calha do rio Purus, também entre as mais sensíveis no IPO e que compreende as microrregiões de Boca do Acre e Purus, além da questão nutricional, há forte dependência de assistência social representada pelo Bolsa Família, benefício concedido a cerca de 67% das famílias da região (NASCIMENTO; AJARA, 2012). Entretanto, essa foi a calha que mais cresceu economicamente no Amazonas entre 2002 e 2009 – taxa média de 94% de crescimento do PIB – com impulso proveniente principalmente das atividades agropecuárias (SDS; GIZ, 2011). Essa região apresenta características peculiares decorrentes de sua condição de fronteira, como o intenso fluxo migratório tanto para dentro quanto para fora do Estado, e o avanço da área agrícola, que culminam em um cenário de desenvolvimento desacoplado da sustentabilidade encabeçada pelo estado do Amazonas frente às políticas de clima nacionais (SDS; GIZ, 2011). Embora o Zoneamento Econômico Ecológico da calha do Purus tenha apontado suas potencialidades e formas de utilizar os recursos naturais de maneira sustentável, é preciso orientar esse discurso para ações concretas de melhoria da realidade social para impedir que as mudanças do clima empurrem ainda mais a população local para condições de pobreza e vulnerabilidade social.

7.1.1.2 O índice de doenças associadas ao clima (IDAC)

Também apontada pelo IPCC como um fator preponderante a ser avaliado na perspectiva de alteração do clima nos países em desenvolvimento, as doenças sensíveis ao clima figuraram entre os principais fatores que moldaram o perfil de vulnerabilidade da população amazonense. O IDAC merece ser melhor discutido devido à presença de características ambientais e sociais da Amazônia brasileira, também inerentes ao estado do Amazonas, que são relevantes para a determinação do perfil epidemiológico da região, cujo padrão pode ser influenciado pelo clima. Esse contexto é bem apresentado por (CONFALONIERI, 2005) ao descrever um modelo conceitual de paisagem e doença para a região considerando: 1) a geografia e ecologia, que conjugam grande diversidade biológica e social; 2) a regulação de processos biológicos relacionados à doenças vetoriais e infecciosas que se estabelecem no clima quente e úmido; 3) a diversidade faunística que facilita a emergência de novos processos infecciosos (“*spill-over*”); 4) os aspectos demográficos caracterizados por baixa densidade populacional, migração, concentração urbana e elevado contingente de populações tradicionais; e 5) as práticas de uso da terra que acarretam transformações ambientais com riscos para a saúde. Esses fatores mostram que, embora muitas doenças prevalentes na região sejam influenciadas pelas condições climáticas, o contexto socioambiental de desenvolvimento e uso dos recursos também é fator essencial para determinar a dinâmica das doenças infecciosas locais.

A questão da pressão antrópica sobre os sistemas naturais amazônicos e sua relação com o surgimento de doenças é multifatorial. Geograficamente, a Amazônia apresenta enorme extensão territorial, com vias de acesso predominantemente fluviais e uma elevada conservação de seus ecossistemas naturais (CONFALONIERI, 2005). Esse ambiente propicia uma diversidade biológica incalculável e condições ótimas para a ocorrência de doenças, tanto urbanas quanto silvestres, ao mesmo tempo em que prejudica a estruturação da atenção à saúde. Socialmente, a região apresenta intensa urbanização, com a expansão de populações humanas susceptíveis sobre áreas de floresta, e que ainda apresentam indicadores de saúde básicos insatisfatórios (CONFALONIERI; FONSECA, 2013; SANTOS et al., 2014). Economicamente, a expansão produtiva pelas áreas de fronteira tem pressionado fortemente o ambiente natural, principalmente devido à construção de estradas, pecuária, agricultura e mineração.

Nesse contexto, diversos estudos demonstraram que as alterações do ambiente natural, principalmente decorrentes das políticas de uso da terra, podem aumentar o risco de transmissão das doenças infecciosas (CONFALONIERI, 2005; CONFALONIERI; MARGONARI; QUINTO, 2014; PATZ et al., 2000; TAKKEN et al., 2003). Para a Malária, doença parasitária mais conhecida acometendo humanos na Amazônia, há evidências de que o desflorestamento pode aumentar a população de anofelinos, seja pela elevação da temperatura em consequência da retirada da cobertura vegetal, seja pela maior disponibilidade de criadouros artificiais, favorecendo a infecção humana (CONFALONIERI; FONSECA, 2013; GITHEKO et al., 2000; PARENTE; SOUZA; RIBEIRO, 2012; VITTOR et al., 2006, 2009). A doença está intimamente associada às atividades de mineração e extração de madeira que acarretam grandes transformações ambientais (CONFALONIERI; FONSECA, 2013). Além de alterarem a biologia do vetor *Anopheles* sp., essas atividades formam criadouros artificiais temporários em locais que aglutinam populações sem imunidade para o *Plasmodium* sp. (DA SILVA-NUNES et al., 2012; TAKKEN et al., 2005). Estudos quanto aos anofelinos demonstraram, inclusive, que suas taxas de picada e abundância são maiores em ambientes perturbados do que nos preservados (VITTOR et al., 2009). Esses fatores demonstram a interferência humana como um fator crítico para a produção de ambientes endêmicos/epidêmicos de Malária na Amazônia, incluindo os grandes centros urbanos. Para Manaus, por exemplo, a doença é considerada endêmica há muitos anos na periferia da cidade, tendo apresentado um incremento de mais de 2000% entre os anos de 1986 e 2005 (SARAIVA et al., 2009). Segundo CONFALONIERI (2005), Manaus é um exemplo de paisagem construída com um *continuum* de paisagem antropizada. Para a primeira prevalecem as condições crônicas, sendo os agravos infecciosos de menor importância, enquanto para a segunda, ocorrem eventos epidêmicos, principalmente nas periferias, favorecidos pelo adensamento populacional, falta de planejamento do espaço urbano, saneamento inadequado e proximidade de áreas de floresta nativa.

No mesmo sentido, estudos sobre a transmissão de Leishmaniose Tegumentar na Amazônia mostraram que a forma mucosa da doença esteve associada à depleção da floresta primária e consequente adaptação do vetor *Bichromomyia flaviscutellata* às vegetações antropizadas (READY; LAINSON; SHAW, 1983; ROSÁRIO et al., 2017). Registros apontam para maior incidência da doença em assentamentos recentes, sem organização e próximos às áreas de floresta, assim como à grandes empreendimentos, como por exemplo, barragens, gasodutos e estradas (GOMES et al., 2009; GUNKEL et al., 2003; PENNA et al.,

2009). No Amazonas, de 2001 a 2013, foram registrados 27.587 casos, com uma incidência média de 844,5 casos a cada 100mil habitantes; os municípios com maior risco para o período foram Rio Preto da Eva (1330,8/ 100 mil) e Presidente Figueiredo (842,3/ 100 mil).

Para a região, outras doenças consideradas sensíveis ao clima apresentam um caráter estritamente urbano e, por isso, não apresentam tanta susceptibilidade às alterações de temperatura e precipitação (BARRETO; TEIXEIRA, 2008). Este é o caso da dengue, para a qual o fator mais importante se refere à forma de usar e armazenar água nas áreas urbanas, aspectos essenciais para a reprodução do *Aedes aegypti* (CONFALONIERI; FONSECA, 2013). Entretanto, estudos para a região amazônica mostram que apesar do perfil urbano, a dengue pode sim ser influenciada por fatores abióticos como a elevação da temperatura mínima (ARAGÃO et al., 2016; HORTA et al., 2014). Para o ano de 2012, a taxa de incidência no Amazonas, por exemplo, foi de 145,5 a cada 100 mil habitantes; enquanto apenas para a cidade de Manaus, essa taxa foi de 198,7 a cada 100 mil. Embora seja endêmica das grandes cidades amazônicas, a dengue apresenta uma tendência de se espalhar para centros urbanos menores, sendo a urbanização não planejada um dos fatores responsáveis por sua reemergência na região (ROSA-FREITAS et al., 2006; VASCONCELOS et al., 2001).

Outro aspecto pouco estudado, mas de importância em saúde pública para a Amazônia, são os acidentes por animais peçonhentos. Em geral, observa-se o aumento no registro de ataques por animais peçonhentos, principalmente serpentes, na época das cheias dos rios. Estudos relacionaram o aumento de acidentes ao deslocamento dos animais das áreas inundáveis para as regiões de terra-firme, estabelecendo uma distribuição sazonal dos acidentes ofídicos para a região (PARDAL et al., 1995; SÁ-NETO; DOS-SANTOS, 1995). Porém, BORGES; SADAHIRO & dos SANTOS (1999) demonstraram que a incidência de acidentes ofídicos no Amazonas, por exemplo, varia muito entre os municípios, não havendo uniformidade quanto aos meses de maior ocorrência. Estes e outros autores sugeriram que exista uma relação entre circunstâncias ocupacionais e os ataques de serpentes (BORGES; SADAHIRO; DOS SANTOS, 1999; OLIVEIRA; MARTINS, 2001; WALDEZ; VOGT, 2009). A coleta de castanha-da-Amazônia e a retirada de madeira são as principais atividades extrativistas da região e tem seu pico de extração durante as cheias, o que incrementaria o risco de acidentes durante o período (WALDEZ; VOGT, 2009). Embora não apresentem grande letalidade, os acidentes ofídicos estão relacionados a complicações que variam desde abscessos até gangrena e amputação do membro, em parte explicadas pela deficiência do sistema de saúde (BORGES; SADAHIRO; DOS SANTOS, 1999).

Vale destacar também que, além das condições socioambientais e ecológicas propícias para a emergência de doenças infecciosas, a população Brasileira apresenta uma polarização epidemiológica, também verificada na Região Norte, em que coexistem elevadas taxas de morbi-mortalidade por doenças crônico-degenerativas e altas incidência e prevalência de doenças infecciosas e parasitárias (ARAÚJO, 2012). Na década de 1990, por exemplo, a Região Norte apresentava um perfil de mortalidade por doenças crônico-degenerativas similar ao resto do país, porém, com alto índice de internação hospitalar por doenças infecciosas e parasitárias, concentrava a grande maioria dos casos de malária do país (98%), cerca de 35% dos casos de hanseníase, tinha a segunda maior taxa de tuberculose dentre as regiões e era uma área hiperendêmica para hepatites virais (CONFALONIERI, 2005). Esse cenário se modificou em anos mais recentes; considerando o ano de 2015, a região ainda concentrou a grande maioria dos casos de malária (mais de 137 mil), mas viu uma redução da incidência de hanseníase (18%) e do número de casos de tuberculose (9,8%) e hepatite (15,9%) (MINISTÉRIO DA SAÚDE; DATASUS; SINAN, [s.d.]).

Apesar da melhoria dos números relacionados a essas enfermidades, estudos na região amazônica mostram que as populações tradicionais, ribeirinhos e índios, apresentam maior morbidade de doenças infecciosas. KATSURAGAWA e cols. (2008) demonstraram que populações ribeirinhas apresentavam maior incidência de malária assintomática do que outros grupos populacionais ocupando áreas de terra firme anexas ao Rio Madeira, em Rondônia – provavelmente devido à maior exposição ao vetor proporcionada pelas variações sazonais do ciclo hidrológico da região. HINKE (2009) estudou o perfil nosológico da população ribeirinha em Rondônia e observou a presença de portadores assintomáticos do *Plasmodium* sp. entre 16 e 22% dos casos e elevada prevalência de hepatites B (14,7%) e C (9,3%). Além desses fatores, a questão do saneamento básico é condição precária entre a população ribeirinha, que uma vez cercada pela imensidão de água geradora de bem-estar e vida no espaço amazônico, não pode consumi-la por estar poluída. Segundo POJO; ELIAS & VILHENA (2014), a água enquanto recurso vital necessitaria estar sob um marco regulatório de direito coletivo e universal, porém, atualmente a falta de água tratada é uma questão de poder, de mando, de política pública e de uso utilitarista desprovida do sentido de coletividade e de importância vital para a sobrevivência das pessoas e dos ecossistemas amazônicos.

Para as populações indígenas, historicamente, o perfil de morbi-mortalidade tem sido dominado pelas doenças infecciosas e parasitárias. A tuberculose, a malária e as parasitoses intestinais são frequentes endemias que assolam os povos indígenas. Esta última está

estritamente relacionada às condições de saneamento das aldeias, onde é comum a ausência de infraestrutura sanitária adequada para coleta de dejetos e água potável, mesmo em locais em que há amparo público através de funcionários administrativos e agentes de saúde (TOLEDO; GIATTI; PELICIONI, 2005). Estudos apontam que mais de 50% dos indivíduos, em geral, são acometidos por helmintoses, sendo as mais prevalentes *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Strongyloides stercorales* e ancilostomídeos e também os protozoários intestinais *Giardia lamblia* e *Entamoeba histolytica* (COIMBRA JR.; SANTOS, 2011; TOLEDO; GIATTI; PELICIONI, 2005). As condições de saneamento que propiciam a transmissão de parasitoses intestinais são as mesmas que favorecem a contaminação da água e alimentos por enterobactérias e rotavírus, cujas cepas e elevadas taxas de soroprevalência vem sendo registradas para a população indígena na Amazônia (COIMBRA JR.; SANTOS, 2011; LINHARES, 1992; LINHARES et al., 1986). TOLEDO; GIATTI & PELICIONI (2005) estudaram condições de saneamento no Distrito de Iauaretê, município de São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, onde habitam dez comunidades indígenas e observaram que dejetos humanos eram dispensados na água e no solo, assim como o lixo, e que os tanques de criação de peixes apresentavam *carapanãs* (mosquitos) que transmitiam a malária. A carga de malária se apoia em uma configuração socioepidemiológica muito particular dos povos indígenas, em que se conjugam elevada prevalência e alta resposta humoral ao parasito, com poucos ou nenhum sintoma da doença. Entretanto, para a Amazônia, a doença assume caráter epidêmico em locais sob a influência de fluxos migratórios, atividades de mineração e garimpos ou de implantação de projetos de desenvolvimento, onde podem ser observadas elevadas taxas de morbidade e mortalidade entre indígenas (COIMBRA JR.; SANTOS, 2011).

Todos os fatores aqui elencados demonstram que ainda é preciso um longo caminho para garantir condições de vida e saúde mínimas para a população, principalmente dos grupos tradicionais. É indiscutível que existe uma sinergia entre os processos sociais, que culminam em diferentes condições de vida, e os ecossistemas associados, cuja interação tem possibilitado a proliferação de doenças endêmicas em novos contextos, como é o caso da Leishmaniose e da Dengue (BARCELLOS; MONTEIRO; CORVALAN, 2009). Diante da perspectiva de alteração e variabilidade do clima, com consequências diretas sobre a dinâmica das doenças vetoriais em especial, e de um modelo de desenvolvimento que não preza pela sustentabilidade do sistema amazônico e nem por suas potencialidades, é razoável pensar em um cenário em que a morbidade associada às doenças infecciosas eleve a sensibilidade das populações aos impactos do clima, reduzindo sobremaneira sua capacidade de tomar ações

concretas rumo a territórios mais resilientes. Nesse sentido, BARCELLOS; MONTEIRO & CORVALAN (2009) alertam para o fato de que o setor saúde deve não só prevenir os riscos, mas atuar em conjunto com outros setores governamentais para reduzir a vulnerabilidade social dos territórios.

7.1.1.3 O índice de desastres naturais (IDN)

Um outro ponto destacado pelo IPCC são os desastres naturais. A Amazônia tem enfrentado nas últimas décadas riscos de desastres associados ao aumento da população, práticas de uso da terra, baixos indicadores sociais e incertezas nas projeções climáticas (SZLAFSZTEIN, 2015). A maior frequência e intensidade de eventos naturais extremos registrados nos últimos anos tem se traduzido em desastres de grande magnitude devido à escassez de água potável, de alimentos e ao deslocamento de pessoas em toda a região. Muitos desses impactos estão associados à relação estabelecida entre a população local e a dinâmica dos rios, o que direciona os assentamentos humanos, o transporte, o comércio, a agricultura, dentre outros (MARENGO et al., 2010; PEREIRA; SZLAFSZTEIN; ARAÚJO, 2016; RONCHAIL et al., 2016; SCHOR et al., 2016). Além disso, os impactos se tornam mais negativos num contexto de inequidade relacionado principalmente às atividades econômicas – pequenos agricultores – observadas entre os extratos mais vulneráveis da população amazônica (GUEDES et al., 2014). Pesa para o agravamento do quadro o fato de que poucos municípios na região contam com aparatos e sistemas direcionados para a redução do risco de desastres, cujo foco se mostra temporário durante as ações emergenciais (SZLAFSZTEIN, 2015).

No presente trabalho, a temática dos desastres foi englobada no componente exposição e apresentou um valor considerado médio, embora estudos venham demonstrando a susceptibilidade do sistema amazônico a esses fenômenos, principalmente nas regiões metropolitanas (LEWIS et al., 2011; LLOPART et al., 2014; MARENGO et al., 2009, 2012; PEREIRA; SZLAFSZTEIN; ARAÚJO, 2016; SZLAFSZTEIN, 2015). Além da região Metropolitana de Manaus, as microrregiões de Boca do Acre, Madeira e Purus ficaram entre as mais vulneráveis do estado no que se refere à ocorrência e susceptibilidade a desastres naturais.

O Amazonas desmistifica não só o fato da região ser pouco afetada por desastres como também expõe as fragilidades regionais existentes no que se refere à susceptibilidade e

preparação para desastres. As inundações representaram 42,8% dos registros entre os anos de 1991 e 2012 do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED-UFSC, 2013). Nesse período, foram registradas as duas maiores inundações do século na região. Em 2009, cerca de 200 mil pessoas ficaram desalojadas e 58 dos 62 municípios decretaram estado de emergência (DO VALE et al., 2011). Em 2012, 52 municípios amazonenses declararam estado de emergência devido ao avanço dos rios Solimões e Negro sobre as áreas rurais e urbanas do estado (MARENGO et al., 2011a, 2011b; OMETTO et al., 2013). Ainda que seja um fenômeno sazonal e habitual para a população ribeirinha do Estado, as inundações dos anos de 2009 e 2012 mostram que 1) a elevação dos níveis dos rios durante a cheia tem sido capaz de superar as médias históricas e 2) o evento tem afetado um contingente maior de pessoas devido ao adensamento populacional (FREITAS et al., 2014). Outro aspecto importante para a compreensão dos desastres relacionados à inundação é sua relação com as alterações ambientais. Estudo conduzido ainda em 2002 pelo IBGE, baseado na visão do gestor municipal, destacou as inundações como o maior problema relacionado à desastres no país. À época, 50% dos municípios brasileiros havia declarado ter sofrido algum tipo de alteração ambiental nos últimos 2 anos, sendo 19% deles ligados à inundação, sugerindo que o avanço da degradação ambiental está intimamente associado à intensidade do impacto dos desastres e ao aumento da vulnerabilidade social (IBGE, 2005).

Estudo recente sobre a vulnerabilidade dos municípios brasileiros ao aumento dos eventos relacionados à inundação e deslizamento mostrou que a porção oeste do Amazonas pode ter aumentos da vulnerabilidade relacionada à inundação, variando de 4% a mais de 30%, considerando o modelo climático HADGEM-ES num cenário pessimista de emissão (RCP8.5) (DEBORTOLI et al., 2017). Já para deslizamento, partindo do mesmo cenário e modelo climático, o trabalho mostrou que todo o estado do Amazonas, com exceção de pequenas extensões no extremo Norte e Leste, poderá apresentar aumento expressivo da vulnerabilidade até o final do século – entre 3% e mais de 30% de aumento. Analisando esses dados na perspectiva dos resultados encontrados no IDN do presente trabalho, observa-se que a maior parte do estado poderá, num futuro próximo, sofrer duplamente os impactos tanto dos desastres de inundação quanto de deslizamento, sendo notória a posição de vulnerabilidade a desastres já apresentada no presente pelas porções Sul e Leste do estado, que tenderão assim a ser incrementadas. PEREIRA e cols. (2016) estudando o risco de desastres na Bacia do Rio Purus, observaram que o município de Boca do Acre se mostrou como área de alta ameaça de desastres associados com o incremento da precipitação. Simultaneamente, esse mesmo

município, juntamente com Canutama, mostrou-se como altamente ameaçado também à ocorrência de desastres associados à intensa redução da precipitação. Boca do Acre foi um dos municípios mais vulneráveis à ocorrência de desastres também no IDN, revelando que esse município necessita de ações pontuais e preventivas a serem implantadas brevemente, a fim de evitar prejuízos materiais e humanos nas próximas décadas.

Embora seja uma região de grande riqueza hídrica, a Amazônia registra muitos eventos relacionados à seca, sendo que estes somaram 26% dos registros de desastres no Amazonas entre 1991-2012 (MARENGO, 2008; MARENGO et al., 2013; ZENG et al., 2008). A seca incidiu sobre todos os municípios do Amazonas nesse período, sendo os principais registros para os anos de 2005 e 2010 (CEPED – UFSC, 2013). A seca de 2005 afetou mais de 167 mil pessoas no Estado e reduziu o nível de rios importantes como o Madeira e o Solimões, comprometendo a navegação e, conseqüentemente, o abastecimento de alimentos, água e combustíveis (FRANCA, 2015; FREITAS et al., 2014; MARENGO, 2008). A seca de 2010, considerada uma das piores da história, afetou mais de 122 mil pessoas, deixando comunidades inteiras isoladas (FREITAS et al., 2014). Embora as populações urbanas também sofram as conseqüências desses eventos, as comunidades ribeirinhas são, historicamente, afetadas de forma mais severa devido à sua dependência dos serviços ecossistêmicos (CONFALONIERI; FONSECA, 2013). Os principais impactos da seca são o aumento de infecções respiratórias agudas, dificuldade de acesso à água potável, insegurança alimentar e prejuízos na pesca, agricultura e pecuária, principalmente de subsistência (CONFALONIERI; FONSECA, 2013; FRANCA, 2015). Além disso, é preciso considerar também os impactos sobre a biodiversidade amazônica. Estudos mostram que o secamento da vegetação e o aumento da flamabilidade em temperaturas mais elevadas podem facilitar a ocorrência de incêndios florestais (NEPSTAD et al., 1999). A diminuição do estoque de carbono e a mortalidade elevada de árvores também são apontadas como possíveis impactos da seca na floresta amazônica (SAATCHI et al., 2013).

Outras duas tipologias de desastres importantes, mas que apresentaram menor frequência para o estado do Amazonas, foram os incêndios florestais e a erosão fluvial. Os incêndios estão diretamente relacionados à estação seca, devido à influência de fenômenos como o El Niño, que reduz a precipitação na região. No campo da saúde humana, estudos conseguiram relacionar a intensidade de incêndios florestais na Amazônia à maior admissão ambulatorial e hospitalar por doenças respiratórias (ARAÚJO BARROS; GONÇALVES; HACON, 2014; GONÇALVES; CASTRO; HACON, 2012; IGNOTTI et al., 2010;

RODRIGUES et al., 2010). Além disso, esses eventos representam uma ameaça significativa para o bioma amazônico, dado que as suas fitofisnomias não são adaptadas ao fogo, causando perdas da fauna, flora e de nutrientes do solo (CEPED - UFSC, 2012). As erosões fluviais refletem as características do estado, que possui uma bacia hidrográfica com um dos rios mais volumosos do mundo – o Amazonas – capaz de moldar tanto o relevo quanto o modo de vida da população ribeirinha. O fenômeno das terras caídas, como é conhecido, ocorre principalmente na transição entre os períodos de seca e cheia, sendo capaz de causar danos humanos – mais de 19 mil afetados entre 1991-2012 – e materiais (CEPED – UFSC, 2012).

7.1.1.4 O índice de organização sociopolítica (IOS)

A organização sócio-política da população pode contribuir para a satisfação de demandas populares em área diversas que impactam diretamente o bem-estar, a saúde e a proteção social, fomentando a resiliência dos territórios. Trabalhos apontam que diferentes processos de construção e interação do capital social são capazes de aumentar a resiliência das populações, seja através da aproximação de diferentes grupos, do estreitamento dos laços entre indivíduos que compartilham uma identidade social ou das redes de confiança que se estabelecem entre os diversos níveis de autoridade (ADGER, 2000; PELLING; HIGH, 2005; WOLF et al., 2010). Entretanto, os resultados do índice de organização sociopolítica demonstraram que o estado do Amazonas carece de uma estrutura organizacional que permita à população discutir os problemas que afetam a comunidade em questões relativas ao clima, como meio ambiente, habitação e saneamento básico. De maneira geral, a existência de conselhos e consórcios relacionados a esses e outros setores se mostrou precária, incluindo a capital Manaus.

SZLAFSZTEIN (2014) coloca que a dificuldade de se implementar estratégias de adaptação na Amazônia, principalmente nas comunidades rurais, está relacionada tanto aos fatores que tornam essas populações vulneráveis, quanto à percepção de que realmente existe um risco associado à mudança climática. Realmente a cultura e informação têm sido apontadas como relevantes para definir as diferentes estratégias de adaptação tomadas pela população rural amazônica e que nem sempre vão de encontro ao sugerido pela comunidade científica (BRONDIZIO; MORAN, 2008). O fator determinante para esse cenário é, por um lado, como a população percebe as alterações ambientais e responde a elas, definindo se

mudar a estratégia de subsistência mediante o risco percebido vale ou não à pena. Nesse sentido, estudos para a região mostraram que metade dos pequenos agricultores tendem a esquecer a gravidade de secas ou eventos extremos severos após 3 anos, o que explica o fato de 40% deles ainda terem mantido as mesmas práticas de uso da terra após um dos eventos El Niño mais intensos do século – o de 1997/1998 (BRONDIZIO; MORAN, 2008). Por outro lado, a forma como a informação é disseminada no nível local é desconhecida da realidade, ou seja, a informação climática não encontra utilidade prática dentro do escopo de atuação dos agricultores (BRONDIZIO; MORAN, 2008). Entretanto, avanços têm sido percebidos em projetos que não necessariamente estão ligados à questão climática, mas que trabalham para fortalecer as capacidades locais já existentes em áreas diversas que acabam por fomentar, indiretamente, a adaptação das comunidades. Outros resultados positivos com comunidades rurais também têm sido relatados no estado do Amazonas, mas com ferramentas específicas que têm fomentado o aprendizado técnico, sócio-institucional e também o engajamento coletivo em práticas de agricultura inteligentes voltadas para a mudança climática (SALVINI et al., 2016).

Um exemplo de organização sociopolítica da população tradicional, fomentada pelo estado, é o Programa Bolsa Floresta. Instituído pela Lei nº 3.135 e pela Lei Complementar nº 53 em 2007, tem sido uma tentativa institucional de estruturar a economia dos serviços e produtos ambientais prezando pela conservação do meio ambiente e a justiça social, cujo foco é o desmatamento zero das áreas de floresta primária (VIANA et al., 2013). O programa se insere na categoria de pagamento por serviços ambientais voltados para a educação sobre mudanças climáticas e o papel das florestas para a sustentabilidade local e global, recompensando as famílias residentes nas Unidades de Conservação (UCs) e no seu entorno. Além da contrapartida financeira, o Programa Bolsa Floresta (PBF) investe em programas de apoio voltados para saúde e educação, produção sustentável, gestão da unidade e fiscalização. Até o ano de 2010, as 4 modalidades de pagamento (Familiar, Associação, Social e Renda) foram implantadas em 15 UCs, atendendo mais de 31 mil pessoas e dispensando mais de R\$14 milhões em investimento (VIANA et al., 2013). Os dados mostram que, já nos primeiros anos do programa entre 2007 e 2009, as taxas acumuladas de desmatamento em áreas do PBF foram menores do que as demais áreas estaduais e federais, além de não ter havido deslocamento dos processos de degradação e desmatamento para áreas fora do programa (VIANA et al., 2013).

Enfim, é preciso valorizar a capacidade interna que as populações tradicionais possuem de se organizar e superar as adversidades colocadas pelos eventos climáticos, característica imprimida pela sazonalidade dos rios no modo de vida ribeirinho. É assim que essa população está sempre iniciando o seu viver e o seu morar, assim como está sempre iniciando suas plantações e suas criações a cada cheia ou vazante (DE OLIVEIRA; MAFRA; SOARES, 2012). Durante a seca de 2010, por exemplo, os ribeirinhos do município de Manaquiri adaptaram os próprios barcos para enfrentar as dificuldades impostas pela falta de água – muitos reduziram o tamanho da canoa e removeram a quilha para obter maior velocidade no deslocamento, possibilitando fazer manobras em trechos do rio com baixa profundidade (DE OLIVEIRA; MAFRA; SOARES, 2012). Segundo os autores, essa solução simples teve um papel fundamental no auxílio às famílias, dada a impossibilidade de compra de motores de maior potência para a grande maioria dos moradores. Estudando a cheia de 1999 na Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá, no Médio Solimões, MOURA; PERES (2000) observaram que os problemas enfrentados foram solucionados com base em um forte nível de solidariedade estabelecido entre os moradores da comunidade para solucionar as demandas não atendidas pelo estado – apenas 44% das comunidades existentes na reserva e seu entorno receberam algum tipo de ajuda governamental. As prioridades de adaptação da população afetada foram direcionadas às moradias, ao cuidado com os animais, às crianças menores e em minimizar as perdas dos diversos equipamentos (MOURA; PERES, 2000). As autoras também observaram que apesar das grandes dificuldades, foi alta a taxa de permanência de famílias (70%) de moradores da reserva, o que variou de acordo com a proximidade dos centros urbanos. Esse fato é recorrente entre os moradores ribeirinhos, que preferem lidar com os impactos das grandes inundações do que com os relacionados à seca, preferindo permanecer em suas residências até o reestabelecimento das condições ambientais usuais (DE OLIVEIRA; MAFRA; SOARES, 2012; MOURA; PERES, 2000). Esses fatos mostram que qualquer que seja a iniciativa voltada para mitigar e reduzir os impactos do clima sobre essas populações, esta deve focar no sentimento de pertencimento observado entre as populações tradicionais e seu espaço socioprodutivo, sem o qual as ações adaptativas podem ser minadas por falta de adesão e reconhecimento das peculiaridades locais.

7.1.1.5 O índice de estruturas socioeconômicas (IES)

O Índice de Estruturas Socioeconômicas (IES) representa o inverso do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal, um índice produzido pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro para monitorar, periodicamente, o desenvolvimento socioeconômico das regiões brasileiras a partir da realidade dos municípios. O índice Firjan se propõe a investigar o desenvolvimento humano da coletividade no âmbito municipal, motivo pelo qual, além de emprego e renda, há também variáveis relacionadas à saúde e educação.

Para todos esses fatores, as configurações políticas, econômicas e socioambientais do estado do Amazonas contribuem para gerar discrepâncias regionais na estruturação, acesso e oferta de serviços de saúde e educação, assim como de mão-de-obra e emprego. Basicamente, o estado apresenta uma população dispersa em municípios de pequeno porte, uma vez que a classificação do IBGE, a partir de 2000, fez desaparecer do estado as cidades médias – aquelas em que a população é superior a 100mil habitantes – restando como representantes apenas Parintins e Manaus. Assim, os dados tradicionalmente utilizados para analisar o urbano para a região amazônica se mostram inadequados e acabam por reiterar o discurso dos grandes vazios e da carência institucional que se observa no interior do Amazonas (SCHOR, 2013; SCHOR et al., 2016). A enorme extensão territorial se soma à baixa densidade demográfica e ao fenômeno de “metropolização” exercido por Manaus, que aumentam o abismo do acesso para as populações interioranas, pois essas se distribuem irregularmente ao longo dos 10 grandes vales fluviais que cortam o estado e carregam, também, as desigualdades socioeconômicas inerentes à Região Norte do país (BARBOSA, 2004).

No caso do estado do Amazonas, os resultados do IES mostraram que todo o território amazonense sofre de carências relacionadas aos aspectos avaliados – a grande maioria dos municípios apresentou valores acima de médio no IES (a partir de 0,401), com destaque inegável para a região Norte, enquanto as microrregiões de Manaus e Rio Preto da Eva apresentaram baixíssima vulnerabilidade socioeconômica. Uma explicação para esse fato pode estar na existência da Zona Franca de Manaus, que contribuiu para tornar a capital um elemento concentrador de mão-de-obra e da economia no estado. Em 2011, por exemplo, o Amazonas detinha 1,6% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, sendo o Polo Industrial de Manaus seu principal motor econômico – representou, em 2011, quase 70% do PIB do estado, sendo que Manaus foi alçada à posição de sexto maior PIB per capita entre as capitais do país

(FERREIRA; BOTELHO, 2014). Essa concentração econômica e de mão de obra exercida por Manaus – nela existe quase metade da população economicamente ativa do estado – reflete-se nas condições de vida da população residente na região. Por um lado, o inchaço da cidade favorece a proliferação das favelas, da criminalidade, o crescimento do subemprego, entre outros fatores; e, por outro, dá acesso diferenciado das demais regiões do estado a serviços de saúde, emprego formal e educação, o que pode ser observado no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). Ao analisar o IDHM, vê-se que Manaus (0,737) se encontra em situação bastante superior à de Santa Isabel do Rio Negro (0,479), por exemplo, que se localiza na porção Norte do estado, onde o IES do presente trabalho foi mais elevado.

Esses dados demonstram que é extremamente necessário dar autonomia e vida própria aos centros interioranos do estado a partir da exploração de suas capacidades produtivas com foco no desenvolvimento sustentável. Para BENCHIMOL (2000), é preciso, com urgência, expandir, inovar, descobrir e implementar novas alternativas, opções e cadeias produtivas que complementem o modelo industrial existente em Manaus também em benefício das populações interioranas. MARQUES e cols. (2010) sugerem a abordagem dos arranjos produtivos locais para fomentar o desenvolvimento econômico regional e apontam algumas potencialidades do estado do Amazonas: a farmacologia, produção de fitoterápicos e a indústria de madeira e móveis em Manaus; a fruticultura do abacaxi em Itacoatiara e a mandiocultura em Manacapuru; a piscicultura em Tabatinga e Benjamin Constant; o artesanato e a culinária regional em Tabatinga; a produção de gás natural e petroquímicos nos campos de Urucu e Juruá; e, finalmente, o turismo geral e ecológico proporcionado pela floresta tropical presente por todo o estado. Fomentar esse caminho seria interessante para melhor distribuir os investimentos públicos e privados assim como a infraestrutura regional que é, quase em sua totalidade, sugada pelos centros urbanos de grande influência como Manaus, os quais acabam por colocar o restante do estado em situação de extrema dependência (BENCHIMOL, 2000).

Essa situação também é verificada na área da saúde, seja no nível da atenção básica, seja no nível especializado. No âmbito da descentralização do SUS, as Normas Operacionais Básicas (NOB 1993, 1996) e as de Assistência à Saúde (NOAS 2001 e 2002) vieram para fundamentar a regionalização da atenção em todo o país, porém, diante das dificuldades para efetivar esse processo, os municípios se mantiveram insuficientes na garantia de uma atenção básica resolutiva e de qualidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1993, 1996, 2001, 2002;

VASCONCELOS; PASCHE, 2006). Assim, foi observada uma tendência dos municípios expandirem a atenção médica sem nenhuma articulação regional, muitas vezes focadas em compra de serviços no setor privado, pulverizando os recursos e gerando ineficiências, com dependência dos serviços de municípios maiores (FERLA et al., 2015; MENDES, 2001). Para o sistema amazônico, a estruturação da rede de atenção à saúde ganha contornos extremamente peculiares que questionam, inclusive, o próprio modelo de regionalização adotado. Para o Amazonas, a condição de fronteira internacional se soma ao grande número de pequenos agrupamentos populacionais sediados em locais com difícil acesso, com sistema de transporte insuficiente, majoritariamente fluvial, e com precárias estruturas de saneamento básico, características comuns à maioria dos 62 municípios (FERLA et al., 2015). Segundo FERLA e cols. (2015), o grau de autonomia, mobilização e inovação dos municípios observado na Amazônia estaria associado à capacidade de vocalização de suas demandas e gestão dos serviços públicos de saúde, sendo que quanto menor o porte populacional dos municípios, maior a dificuldade de se garantir arranjos institucionais que correspondam às necessidades legais de construção do SUS, incluindo aí os direitos da população em todos os aspectos da cultura e cidadania. Para o Amazonas isso é particularmente válido, dado que praticamente todos os municípios possuem menos de 100mil habitantes, para os quais cumprir o estabelecido pelas normas do MS e pela legislação do SUS é mais difícil. Isso se deve ao fato de: 1) não haver uma economia autossuficiente em muitos deles; 2) os municípios mais dinâmicos economicamente ou os maiores são os que apresentam melhores condições para captar recursos; e 3) a estrutura especializada se concentra nos municípios com mais de 100mil habitantes, não se constituindo em referência possível para a maior parte da população do estado (FERLA et al., 2015; OLIVEIRA, 2008). Dessa forma, FERLA e cols. (2015) colocam que a questão da acessibilidade geográfica é essencial para a organização dos serviços nessa região, o que faz com que mesmo os municípios com baixa capacidade de oferta precisem de ser dotados de serviços de saúde. DE SOUZA; GARNELO (2008) demonstraram que, mesmo em Manaus, a unidade básica de saúde tinha nas grandes distâncias a principal barreira de acesso e que a inexistência de um sistema de referência entre os distintos níveis de complexidade comprometia o acesso dos pacientes a exames e especialistas na região. De fato, independente da condição de desenvolvimento municipal, a região Norte apresenta indicadores piores no que se refere à atenção básica quando comparada à demais partes do país. VITALI MICLOS; MARINO CALVO; FLEMMING COLUSSI (2015) mostraram que o desempenho satisfatório dos municípios da região Norte no

provimento da atenção básica foi de apenas 7,8%, sendo mais crítico nas demandas do ciclo de vida da criança e do adolescente.

No campo da educação, o Amazonas também personifica a situação dúbia que se observa nos demais aspectos avaliados pelo IES. Por um lado, Manaus é uma das maiores arrecadadoras de impostos do país, concentrando serviços privados semelhantes às demais grandes capitais, mas de maneira surpreendente, a cidade sofre com a estagnação das políticas públicas para o setor educacional (SILVA, 2012). Assim, em se tratando de serviços públicos e especialmente do atendimento à demanda de creches – educação infantil, o que se observa é uma escassa e mal gerida disponibilidade de recursos que não é proporcional à condição econômica ostentada pela Capital, uma vez que essa caracteriza um polo industrial com elevados incentivos fiscais (SILVA, 2012). Dados do SAARA (Sistema de Avaliação e Acompanhamento de Resultados Anuais do Plano Diretor de Educação do Estado do Amazonas) mostram que, em 2014, o atendimento escolar das crianças na faixa etária de 0 a 3 anos no Amazonas foi de apenas 6,7%, ficando mais de 300 mil crianças fora da escola nessa faixa etária. Considerando a idade pré-escolar (4 a 5 anos), os números são um pouco melhores, mas ainda defasados - o estado possui pouco mais de 171 mil crianças nessa faixa etária e atende cerca de 64,1% da demanda. No que se refere ao ensino fundamental, o estado apresentava, em 2014, uma população de 784.571 crianças e adolescentes com idade de 6 a 14 anos, sendo que 83,4% delas estavam matriculadas no ensino fundamental – mais de 130 mil estavam fora da escola (GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS, 2014). Cerca de 50% dessas crianças ausentes do ambiente escolar residiam em apenas 13 municípios: Santa Isabel do Rio Negro, Barcelos, Codajás, Anori, Ipixuna, Manaquiri, Manaus, Careiro da Várzea, São Sebastião do Uatumã, Urucurituba, Nova Olinda do Norte, Novo Aripuanã e Apuí. De acordo com o Plano Estadual de Educação do Amazonas, as altas taxas de alunos fora da escola em algumas dessas áreas, como a microrregião do Rio Negro, por exemplo, podem ser justificadas pelo atendimento escolar realizado por Organizações Não Governamentais em algumas comunidades indígenas, cuja atuação não é computada no Censo Escolar do MEC (GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS, 2014). Além da dificuldade de alcançar as metas estabelecidas no Plano Estadual de Educação, há discrepâncias regionais em alguns indicadores de qualidade da educação. Apesar de antigos, dados de 2002 já mostravam índices de aprovação diferenciados entre a capital Manaus e os demais municípios nos anos iniciais do ensino fundamental (1º ao 5º), 82,8% e 74,6%, respectivamente (GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS, 2008). O mesmo foi observado para o abandono escolar – 7,1%

na capital e 10,1% no interior. Outro dado importante foi a evasão escolar, 12,7% dos alunos que interromperam seus estudos residiam na capital e 13,9% no interior do estado. Para o ensino fundamental, no ano de 2002, houve 343.906 matrículas apenas em Manaus, contra 389.072 no restante do estado (GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS, 2008).

Essas discrepâncias, tanto na oferta quanto no acesso aos serviços de saúde e educação evidenciam que é fundamental garantir o desenvolvimento econômico e social de todo o estado, não apenas da capital e seu entorno. Fato é que as diferenças observadas emergem das peculiaridades do urbano na Amazônia, cujos arranjos se baseiam em elementos que não são classicamente tratados como urbanos, principalmente aqueles que refletem a relação das cidades com os rios e a floresta, como a cesta básica regionalizada e o mercado da pesca (MORAES; SCHOR, 2010; NARDOTO et al., 2011; SCHOR, 2015; SCHOR et al., 2016). Foi nessa temática que SCHOR (2016) observou que, no Amazonas, existem diversas redes urbanas, e não apenas uma rede, que conjugam critérios demográficos tradicionais, distribuição espacial da infraestrutura e da disponibilidade de equipamentos de saúde e segurança que criam diferenças entre as cidades e suas áreas de influência. Assim foi que SCHOR e cols (2016) demonstraram que as cidades ao longo do rio Amazonas, por exemplo, apresentavam maior número de serviços e infraestrutura quando comparadas com as localizadas no rio Solimões. Algumas explicações são a calha do Amazonas proporcionar uma conexão tanto com Santarém quanto com Belém, recebendo fluxo de mercadorias e pessoas, além de estar localizada no trajeto da rede de transporte de mercadorias e pessoas que parte de Porto Velho e desemboca em Itacoatiara, através do rio Madeira. A ausência dessas conexões faz com que, na calha do Solimões, exista uma concentração das funções urbanas em dois pontos da rede – no alto Solimões (Tabatinga e Benjamin Constant) e no médio Solimões (Tefé e Coari) – representando locais que detêm, muitas vezes de maneira exclusiva, a maioria dos serviços (SCHOR et al., 2016).

7.1.2 Os demais índices componentes da vulnerabilidade presente

7.1.2.1 O índice de cobertura vegetal e desmatamento (ICVD)

A posição estratégica da região amazônica nos debates referentes à conservação ambiental e impactos do clima evidencia a necessidade de garantir a sustentabilidade ambiental do ecossistema amazônico com o intuito de: 1) preservar a riqueza biológica e

social presente na região, cuja depleção possui impactos ainda desconhecidos sobre a saúde humana e ambiental e 2) garantir os serviços ecossistêmicos de que tanto necessita a população local. Parte importante desse processo passa pela preservação da maior floresta tropical do planeta, que ocupa praticamente toda a extensão do estado do Amazonas. Positivamente, o Estado possui a maior porcentagem relativa de área protegida (37%) e apenas 2,1% do território desmatado até 2011 (INPE, 2011; VIANA et al., 2013). Como consequência, o Amazonas também apresenta uma rica biodiversidade, expressa pelo número de áreas de endemismo. As áreas de endemismo são aquelas em que a biodiversidade está concentrada, contendo um número singular de espécies. Nesse quesito, das oito áreas brasileiras, cinco estão situadas no estado do Amazonas – Inambari, Imeri, Guaiana, Napo e Rondônia (CEPAL, 2007) . É importante ressaltar que a diversidade da vida é elemento essencial para o equilíbrio ambiental planetário, capacitando os ecossistemas a melhor reagirem às alterações sobre o meio ambiente, causadas por fatores naturais e sociais; tem-se que quanto maior a simplificação de um ecossistema, maior a sua fragilidade (ALBAGLI, 2010). A biodiversidade oferece também condições para que a própria humanidade se adapte às mudanças operadas em seus meios físico e social e disponha de recursos que atendam a suas novas demandas e necessidades, podendo incluir nesse espectro os perigos climáticos (ALBAGLI, 2010). Nesse sentido, a biodiversidade é ponto crítico a ser considerado no âmbito das mudanças climáticas e está relacionado também à provisão de serviços ecossistêmicos e meios de vida da população.

Nesse contexto, o estado do Amazonas foi pioneiro ao reduzir suas taxas de desmatamento, em 2004, antes do restante dos estados da Amazônia Legal, que iniciaram essa inflexão em 2005, o que pode ser explicado por: 1) criação da Zona Franca em 1960, 2) as condições físicas do estado que dificultam as atividades de exploração da floresta e 3) as políticas estaduais de meio ambiente e desenvolvimento sustentável implantadas a partir de 2003 (VIANA et al., 2013). Um dos programas criados dentro das políticas estaduais foi o Zona Franca Verde, cujos objetivos eram a conservação das florestas do Amazonas e a melhoria da qualidade de vida das populações. Um dos focos foi a criação de Unidades de Conservação (UCs) e o pagamento de serviços ambientais aos chamados guardiões da floresta, PBF. O PBF objetivou a recompensa por UC e família residente mediante o compromisso de desmatamento zero nas áreas de mata primária e cujo foco não era assistencialista, mas sim, uma ação coerente com os princípios de sustentabilidade e de agregação de valor aos processos produtivos organizados dentro das UCs (VIANA et al.,

2013). O resultado foi uma queda no desmatamento, principalmente nas UCs em que o PBF estava implantado assim como, durante a seca de 2010, a menor incidência (184) de focos de incêndio por milhão de hectare quando comparado às UCs federais (393) e estaduais sem o PBF (394) no Amazonas (VIANA et al., 2013).

Desde 2003, houve um incremento de 157% no número de UCs como uma estratégia para a manutenção da biodiversidade, reconhecimento e valorização das populações tradicionais e controle do desmatamento (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL- ISA, 2011). Ao todo, o Estado possui 54 UCs federais, 41 UCs estaduais e 3 UCs municipais de proteção integral e de uso sustentável. Destas, 5 foram criadas recentemente no âmbito federal abarcando a calha do Rio Madeira – área de proteção ambiental dos campos de Manicoré, as florestas nacionais do Aripuanã e de Urupadi, a reserva biológica do Manicoré e o parque nacional do Acari.

A criação de novas UCs vem sendo utilizada pelo Estado como uma estratégia proativa para frear o avanço da fronteira agropecuária oriundo dos estados vizinhos do Sul, sendo nesta fronteira que se concentram as maiores taxas de desmatamento (CEPAL, 2007). O processo de expansão da fronteira agropecuária nessa região é classificado em três grandes categorias sendo: 1) o processo de abandono da produção familiar, que é substituída pela pecuarização; 2) as regiões fronteiriças com o Acre e Rondônia, que passam por processos migratórios oriundos dos estados vizinhos ao longo das BR364 e BR317, impulsionado pela expansão da pecuária e pela extração predatória de madeira; e 3) a implantação de culturas intensivas de grãos, com alta tecnologia e investimentos empresariais (CEPAL, 2007). O enorme potencial produtivo da região Sul e da microrregião do Madeira vêm sendo explorados, de forma persistente, devido à capacidade aquaviária do Rio Madeira e do traçado estratégico das rodovias federais, que facilitam a expansão da fronteira econômica, nem sempre sustentável, nesse pedaço da Amazônia Legal (SCHÜTZ et al., 2014). Como consequência, madeireiros, grileiros e fazendeiros vem se instalando para expandir a fronteira agrícola no Sul do Amazonas em processo semelhante ao acontecido em outros estados – Mato Grosso e Rondônia (SCHÜTZ et al., 2014). No processo, a grilagem de terras prolifera apoiada na precariedade dos registros de título das propriedades e se vale de métodos rudimentares de derrubada e queima da vegetação que acabam por se traduzir em prática de validação da posse da terra perante o poder público. Pesquisa sobre a posse da terra em comunidades ribeirinhas no limite entre os estado do Pará e Amazonas mostrou que 43% das famílias viviam e

exploravam terras sem documento algum e outros 16% haviam comprado a terra, mas não possuíam registro de título da propriedade (SILVA; SOUZA FILHO, 2002).

Apesar dos esforços das gestões estaduais, nos anos de 2015 e 2016 houve um incremento do desmatamento e da degradação ambiental observados no Amazonas, quando comparados aos anos anteriores. Pela metodologia do PRODES, que usa imagens do satélite Landsat, houve um aumento de 54% da área desmatada em ambos os anos de 2015 e 2016 (INPE, 2015, 2016). De acordo com o boletim do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), que usa imagens do satélite MODIS, o Amazonas apresentou um incremento de 49% no desmatamento em 2015, quando comparado ao mesmo período de 2014 (agosto a janeiro) (FONSECA; SOUZA JR.; VERÍSSIMO, 2015). Embora tenha figurado entre os que apresentaram menor ocorrência de desmatamento (1%), a degradação florestal para o mesmo período – florestas intensamente exploradas pela atividade madeireira e/ou queimadas – aumentou 138%. Para o ano de 2016, houve uma grande mudança no perfil do Amazonas, que, segundo boletim do IMAZON, concentrou 45% do desmatamento observado em janeiro e 16% do observado no período (FONSECA; SOUZA JR.; VERÍSSIMO, 2016). Além disso, toda a degradação florestal observada em janeiro de 2016 ocorreu no Amazonas, com um incremento de 586% quando comparada ao mesmo período de 2015 (agosto a janeiro). Dos dez municípios considerados críticos pela área desmatada em janeiro de 2016, cinco estavam no Amazonas: Careiro, Novo Aripuanã, Manaus, Presidente Figueiredo e Lábrea (FONSECA; SOUZA JR.; VERÍSSIMO, 2016).

Essas mudanças recentes demonstram que, embora as políticas estaduais tenham surtido efeito para reduzir o desmatamento desde a implantação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento do governo federal, em 2004, somente a criação de áreas protegidas não assegura o sucesso das atividades conservacionistas. E que ainda que o PBF venha funcionando como instrumento de política pública para valorizar os serviços ambientais das UCs do Amazonas, a pressão da fronteira agropecuária somada à inconsistência de registros das propriedades e à reduzida fiscalização propiciam um ambiente favorável para a superexploração dos recursos florestais e faunísticos do Estado.

7.1.2.2 O índice de sensibilidade sociodemográfica (ISS)

A vulnerabilidade social de indivíduos ou populações compreende a interação entre diversos fatores internos e externos que se convergem para um ponto focal (próprio indivíduo,

população ou lugar) em um espaço e em um tempo determinados. Essa vulnerabilidade pode ser expressa de várias formas, como a fragilidade às mudanças do entorno, o desamparo institucional do estado, a debilidade interna para enfrentar as mudanças e se aproveitar das novas oportunidades, e a insegurança, fator que paralisa, incapacita e desmotiva o surgimento de estratégias direcionadas para melhores níveis de bem-estar (BUSSO, 2001).

De certa maneira, é possível afirmar que todas as populações são de alguma forma vulneráveis, seja pela renda, patrimônio, local de moradia, gênero, nacionalidade e fatores políticos ou ambientais. Entretanto, a pergunta fundamental quando se trata de vulnerabilidade é “vulnerável a quê”? Nos estudos sociais, essa pergunta se direciona a grupos demográficos que estão sujeitos a determinados perigos, que podem estar relacionados às características da dinâmica demográfica ou à sua situação socioeconômica, ligadas ao ciclo vital, à estrutura familiar ou às características migratórias do grupo (MARANDOLA JR; HOGAN, 2009). Nesse sentido, a vulnerabilidade social é um conceito multidimensional na medida que afeta indivíduos, grupos e comunidades em seus diferentes níveis de bem-estar e com diferentes intensidades. Por isso, a vulnerabilidade social apresenta diversas linhas analíticas, dentre elas o enfoque clássico dos grupos vulneráveis, o qual afirma que os riscos são originários de circunstâncias sociais ou de características básicas (como a idade) que afetam diferentes núcleos da sociedade, sendo que estes grupos se apresentam mais propensos a sofrerem os efeitos de eventos prejudiciais (BUSSO, 2001; VIGNOLLI, 2006).

No âmbito das mudanças climáticas, a magnitude da vulnerabilidade é dependente de fatores não-climáticos e de inequidades geradas por processos de desenvolvimento desiguais, não sendo devida a uma única causa em particular. São essas diferenças que moldam os diferentes riscos à mudança climática experimentados pelas populações. De acordo com o IPCC AR5, as pessoas que são marginalizadas socialmente, economicamente, culturalmente, politicamente, institucionalmente ou de qualquer outra forma são especialmente vulneráveis às alterações do clima (IPCC, 2014a). Essas pessoas compõem os chamados grupos vulneráveis, aqueles que apresentam riscos maiores de serem diretamente afetados pelos impactos do clima enquanto houver um perigo climático. A materialização dos riscos para esses grupos pode se dar na forma de doenças, lesões, mortalidade, dano ou perda de casas e ativos, interrupção da renda, dentre outros (HARDOY; PANDIELLA, 2009; MITLIN; SATTERTHWAITTE, 2013).

É importante ressaltar que, principalmente a questão social e seus desdobramentos, são condições indissociáveis da vulnerabilidade humana ao clima que ajudam a moldar uma

ordem político-social-institucional que, não só cria, como também acentua as desigualdades sociais em esferas diversas dos direitos humanos básicos, como o trabalho, saúde e educação. Os grupos vulneráveis que daí emergem veem diminuídas, por diferentes razões, suas capacidades de enfrentar as eventuais violações de seus direitos básicos pois apresentam em comum, dentre outras características: 1) serem destituídos de poder; 2) não terem noção dos próprios direitos; e 3) poderem constituir grandes contingentes que, por diversos fatores, apresentam baixa capacidade de organização, como é o caso das mulheres, crianças e idosos (BELTRÃO et al., 2014; BRITO, 2009). Essas condições se reproduzem em inúmeros contextos e realidades econômicas que, embora sejam muito específicas, são observadas de maneira recorrente nas sociedades contemporâneas, incluindo o Brasil. Assim, alguns grupos considerados vulneráveis na literatura científica foram abarcados pelo ISS do presente trabalho e, embora esse não tenha sido um dos componentes que mais influenciou a vulnerabilidade presente dos municípios amazonenses, a presença de grupos sociais ditos marginalizados, quer social quer ambientalmente, deve ser trabalhada nas áreas consideradas mais vulneráveis pelo ISS, no caso, a Centro-Sul e Nordeste.

De acordo com BELTRÃO e cols. (2014), a invisibilidade jurídica, o elevado grau de dependência e as incapacidades física, sensorial, mental e intelectual fazem das crianças e adolescentes um grupo particularmente vulnerável para exercer seus direitos básicos. Raciocínio semelhante pode ser aplicado ao outro extremo do espectro de idade, os idosos. Especificamente na temática do clima, a idade é considerada um fator importante em determinar um grupo vulnerável – crianças e idosos são mais propensos a serem afetados por perigos climáticos muito específicos, como onda de calor e inundações (IPCC, 2014a). De fato, esses dois extremos do espectro de idade caracterizam os grupos demográficos mais afetados por desastres e ambos são considerados capazes de elevar a vulnerabilidade social de uma população (CUTTER; BORUFF; SHIRLEY, 2003). Diversos autores pontuam que perante eventos extremos ou desastres, no caso das crianças, os pais perdem tempo e recursos financeiros quando as escolas são afetadas; no outro extremo, os idosos apresentam dificuldade de mobilidade, o que aumenta a carga de cuidado necessária em situações de emergência, principalmente no tocante à saúde (CUTTER; MITCHELL; SCOTT, 2000; HEWITT, 1997; NGO, 2001; O'BRIEN; MILETI, 1992). De acordo com BARTLETT (2008), as implicações dos eventos extremos são mais severas sobre as crianças, pois estas apresentam condições fisiológicas e psicológicas imaturas (metabolismo e comportamento), além de sofrerem a longo prazo as repercussões da exposição ao risco. Além desses fatores

intrínsecos, os impactos desproporcionais que afligem as crianças são ainda intensificados pela pobreza e falta de opções e recursos nos países mais pobres (BARTLETT, 2008). No que se refere aos idosos, a literatura científica é vasta em apontar os principais pontos que os tornam mais vulneráveis à ocorrência de um evento extremo: limitações físicas que influenciam a incapacidade ou relutância em cumprir as ordens de evacuação, estresse psicológico pós-desastre que prejudica a recuperação; declínio das habilidades cognitivas para processar informações de perigo; e menos recursos econômicos para reparar as casas danificadas (CUTTER et al., 2007; NGO, 2001; SEPLAKI et al., 2006). Assim, quanto maior a proporção de idosos em uma comunidade, mais vulnerável ela é e mais tempo levará para se recuperar totalmente da sequência de desastres (CUTTER et al., 2007).

A importância do espectro de idade se torna maior com o passar do tempo e a modificação da pirâmide etária, que nos países em desenvolvimento como o Brasil, apresenta a tendência de afunilar a base, devido à redução da taxa de natalidade, e incrementar o topo com o envelhecimento da população. Para o Amazonas, a projeção aponta exatamente esse quadro até o ano de 2040, uma redução da população infantil – de 10,7% em 2010 para 6,37% em 2040 – e um aumento da população idosa – de 6% em 2010 para 14,7% em 2040 (IBGE, 2010). Social e economicamente, essa mudança poderá implicar em diversas transformações no Estado, que passará a contar com um contingente populacional mais dependente dos serviços de saúde e da seguridade social, como aposentadoria no caso dos idosos, ao mesmo tempo em que ainda apresentará um montante populacional jovem e produtivo com implicações diretas na oferta de emprego e migração entre centros urbanos e o interior do Estado, mas que já estará se reduzindo em relação ao ano de 2010. BARBIERI e cols. (2015) consideram que a combinação do envelhecimento da população com a falta de infraestrutura urbana pode resultar na reprodução, persistência e amplificação da vulnerabilidade no futuro. Do ponto de vista das populações ribeirinhas, quando da ocorrência de cheias muito intensas, as crianças e idosos são os primeiros a serem encaminhados para as cidades devido ao risco de afogamento e de cuidados especiais, respectivamente, onde aguardam o nível das águas baixar para retornarem à família (MOURA; PERES, 2000). Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá, no Médio Solimões, por exemplo, 25% da população era de crianças de até 5 anos de idade na cheia de 1999, que alcançou a cota de quase 16m, causando grande estresse e demanda de cuidado entre as famílias devido ao alto risco de afogamento.

O gênero é outra característica que, embora não represente uma minoria, coloca as mulheres em situação de especial vulnerabilidade devido às limitações do poder que estas

conseguem exercer na sociedade. Isso as torna particularmente vulneráveis à violação de direitos sócio laborais (salário inferior ao dos homens) e de condições básicas de dignidade, como o direito à vida, à liberdade, à educação ou à saúde (BELTRÃO et al., 2014). De maneira geral, os impactos da mudança do clima recaem de maneira distinta sobre homens e mulheres devido aos papéis que cada um desempenha na sociedade, a forma como esses papéis são reforçadas ou limitados por outras dimensões da desigualdade, a percepção de risco e a natureza da resposta aos riscos (IPCC, 2014a). Esses aspectos determinam acesso diferenciado aos recursos necessários para adaptação, como ocorre em muitas sociedades rurais, onde a mulher não possui acesso livre a sistemas de subsistência, terra, educação, saúde, dentre outros (IPCC, 2014a; RIJKERS; COSTA, 2012). Outros direcionadores da inequidade de gênero emergem da exclusão social do processo de tomada de decisão e do mercado de trabalho (DJOUDI; BROCKHAUS, 2011; PAAVOLA, 2008; RIJKERS; COSTA, 2012).

De fato, as mulheres podem enfrentar barreiras para adaptação em ambientes permeados por discriminação no acesso ao mercado de trabalho, recursos e serviços (IPCC, 2014a). Pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) sobre mulheres e trabalho no Brasil revelou que ainda é elevado o número de mulheres que trabalha sem remuneração, principalmente no setor agrícola, devido à invisibilidade do trabalho produtivo feminino nas áreas rurais (IPEA, 2010). O trabalho sem remuneração compreende aqueles relacionados à produção para o próprio consumo ou à construção para o próprio uso. Na agricultura familiar, o trabalho produtivo e rentável das mulheres é visto – as vezes por elas próprias – como uma extensão do trabalho reprodutivo, o que as exclui dos processos de negociação e comercialização, permanecendo sem renda, dependentes e com seu trabalho invisibilizado (IPEA, 2010). No meio urbano, a condição de trabalho sem remuneração é menos prevalente, porém, proporcionalmente, as mulheres ocupam mais cargos em condições precárias do que os homens e há uma polarização - existe um contingente de trabalhadoras precarizadas (nível de renda, formalização, vínculo de trabalho, condições de trabalho) e um crescente grupo de profissionais liberais mais escolarizadas e bem remuneradas (IPEA, 2010). Porém, essa melhor remuneração não se reflete em igualdade de salários – em 2008 as mulheres percebiam 65,5% da renda masculina – e nem em igualdade de comando – a segregação hierárquica dos postos de trabalho resulta na baixa representação de mulheres em cargos de comando das organizações (IPEA, 2010).

No caso do Amazonas, essa relação parece ser ainda mais exacerbada no meio rural, embora poucos sejam os estudos dedicados às mulheres rurais no estado. Contudo, sabe-se que no universo da pesca, principal fonte de proteínas para as populações tradicionais, mesmo as mulheres que não desenvolvem a atividade diretamente são corresponsáveis pela manutenção e a reprodução social nas comunidades pesqueiras no Estado, embora não tenham visibilidade social (SOARES; SCHERER, 2014). Isso é visto de maneira direta no modelo ideal de divisão sexual do trabalho observado na região, em que o homem é visto como o único provedor do lar e cujo discurso se reproduz nos diversos espaços sociais rurais (SOARES; SCHERER, 2014). Na pesca, alguns dos argumentos utilizados para justificar a exclusão feminina são o grande esforço físico exigido, o cuidado parental – que fica delegado quase que exclusivamente às mulheres, o perigo associado à atividade – ataques de animais peçonhentos são comuns, e até mesmo o temor em ver a renda adquirida com o pescado diminuir, uma vez que os lucros teriam que ser divididos também com as mulheres que se envolvessem nas atividades (ALENCAR; SOUSA; GONÇALVES, 2014). Para a Amazônia, a existência de mitos e lendas também influencia a vida socioproductiva dos povos e permeia o modo de vida nas áreas rurais, favorecendo os espaços de inequidade de gênero (FURTADO, 1993; GALVÃO, 1955; WAGLEY, 1957). Um exemplo é a “*panema*”, segundo a qual a presença das mulheres em atividades de caça e pesca acarretaria azar, especialmente quando grávidas ou menstruadas, fazendo com que a execução dessas atividades por mulheres, assim como a sua presença nas embarcações pesqueiras, seja sinônimo de insucesso (SOARES; SCHERER, 2014).

Estudos conduzidos nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá e Anamã, que utilizam plano de manejo para atividade pesqueira no Amazonas, mostram que há uma segregação dos espaços reservados para as atividades consideradas de cunho feminino e masculino, sendo muito difícil, mesmo com treinamento adequado, que as mulheres assumam determinadas atividades do cotidiano da pesca (ALENCAR; SOUSA; GONÇALVES, 2014). Assim, mesmo quando conseguem ocupar espaços ditos masculinos na cadeia de trabalho, as mulheres desempenham tarefas consideradas naturalmente femininas como fazer comida, lavar a roupa, limpar as bases de apoio e fazer a evisceração dos peixes, enquanto os homens fazem a vigilância dos ambientes aquáticos, a contagem dos peixes, a pesca, comercialização e repartição dos ganhos, sendo que nem sempre as mulheres são contempladas na divisão do lucro dessas atividades ((ALENCAR; SOUSA; GONÇALVES, 2014). Entretanto, vitórias têm sido alcançadas em alguns projetos de manejo que estabeleceram nos seus Regimentos

Internos tanto a participação das mulheres em algumas atividades da cadeia produtiva quanto os percentuais de cotas e benefícios a elas destinados devido à contribuição no trabalho.

Em Parintins, a pesca do camarão é uma atividade essencialmente feminina nas comunidades de Brasília e Catispera, sendo a mulher responsável pelo conserto dos apetrechos, limpeza e salga do pescado e também por dar suporte à sobrevivência e cuidado do grupo familiar (DIÓGENES; SOARES; SCHERER, 2014). Ainda assim, a participação e envolvimento dessas mulheres junto às instituições representativas da categoria de pescadores (Sindpesca) e na própria Colônia de pescadores é mínima, e tem-se revelado um processo lento de construção da cidadania por meio da auto-identificação enquanto pescadoras (DIÓGENES; SOARES; SCHERER, 2014). Essa invisibilidade pode ser observada não apenas no meio social das próprias comunidades, mas também nos espaços públicos, o que revela o papel fundamental da auto-identificação para garantir não só a visibilidade social e política dessas mulheres como também a criação de condições de acesso às políticas públicas (DIÓGENES; SOARES; SCHERER, 2014).

Outro aspecto importante é que as famílias chefiadas por mulheres vêm aumentando em número nas últimas décadas, porém, com maior tendência a apresentar condições de pobreza como resultado de inequidades socioeconômicas, sendo consideradas assim mais vulneráveis (MORROW, 1999). A responsabilidade feminina é uma condição social muito complexa, por vezes influenciada por fatores como fecundidade, mortalidade, migrações, nupcialidade e relações familiares que estão em constante modificação, o que torna associar essa condição a ao empobrecimento uma polêmica para muitos autores (SCOTT, 2007). Porém, no Brasil, o crescimento dos domicílios chefiados por mulheres vem sendo associado ao processo de empobrecimento relativo da população, sobretudo quando se trata do Nordeste e do Norte (SCOTT, 2007). A Plataforma “Retrato das Desigualdades de Gênero e Raça” disponibilizada pelo IPEA mostra como o arranjo familiar no Brasil se modificou nos últimos anos – o arranjo mais comum ainda é o de casal com filhos, mas ganharam importância as famílias monoparentais e unipessoais em que, cada vez mais, as mulheres são identificadas como principais responsáveis. Em 1995, 22,9% das famílias eram chefiadas por mulheres; em 2015, 40,5%. Houve também o aumento significativo de famílias nas quais as mulheres, mesmo com cônjuge, são identificadas como pessoa de referência – em 1995, os arranjos familiares de casais com filhos chefiados por mulheres era de 2,1%, em 2015 subiu para 23,5% (IPEA, [s.d.]).

Para o Amazonas essa condição é mais comum na área urbana do que na rural, pois, historicamente, a Região Norte tem recebido migrantes provenientes das outras regiões do país, cujo ocupação se deu para subsistência, mineração e agricultura que, essencialmente, atraem maior número de homens no fluxo migratório, sendo muito menor o contrafluxo (Scott, 2007). Assim, na região Norte, apenas 1 em cada 10 mulheres responsáveis pelo domicílio mora em áreas rurais (SCOTT, 2007). Apesar da escolaridade das mulheres, chefes de família, ser mais elevada que a dos homens no Amazonas (82,9% contra 80,3%), isso não resulta em vantagem financeira, pois os homens responsáveis por domicílios apresentam, sistematicamente, renda superior à das mulheres, principalmente no meio urbano. Dessa forma, o que se vê no Amazonas é uma tendência de mulheres com maior escolarização e menor renda que se tornam cada vez mais responsáveis pelo domicílio com o avanço da idade, fato proporcionado pelo acesso à seguridade social que contribui para reforçar o poder feminino mais que o masculino, embora em condições socioeconômicas nem sempre superiores (SCOTT, 2007).

Os aspectos socioeconômicos e culturais que ajudam a moldar os arranjos familiares também são percebidos quando se trata dos jovens chefes de família. É sabido que a possibilidade dos membros familiares contribuírem para a renda familiar são diferentes e dependem da estruturação da vida das famílias e das obrigações e responsabilidades nos afazeres domésticos, bem como da conformação do mercado de trabalho que define as oportunidades dos indivíduos em função de suas características quanto a sexo, idade, escolaridade e posição na hierarquia da família (LEONE, 2000; LEONE; MAIA; BALTAR, 2010). Vê-se que o mercado de trabalho submete os trabalhadores à discriminação por sexo e idade e coloca os arranjos familiares dependentes de mulheres e jovens em situações de instabilidade e precariedade devido à seletividade a que são submetidos (GOLDANI, 2002; GUIMARÃES, 1994; LEONE; MAIA; BALTAR, 2010; MONTALI, 1991; TELLES, 1992). Estudo sobre a composição das famílias e impactos sobre a pobreza no Brasil mostrou que embora a taxa de desemprego tenha crescido expressivamente em todos os arranjos familiares em condição de pobreza desde 1980, isso se deu de maneira mais intensa entre as famílias que possuíam uma mulher como única ou principal pessoa de referência (LEONE; MAIA; BALTAR, 2010). De acordo com os autores, isso reflete as pressões do mercado de trabalho representadas na maior seletividade e prejudicam especialmente as famílias com menor nível socioeconômico e aqueles grupos mais vulneráveis, principalmente mulheres e jovens. O mesmo trabalho concluiu que, entre 1981 e 2006, a idade da pessoa de referência da família

passou a representar menor chance de pertencer à condição de pobreza – no caso, as pessoas mais experientes passaram a garantir de maneira mais efetiva a exclusão da família desta condição, ocorrendo o contrário para os mais jovens.

Embora os ribeirinhos não possam ser considerados uma minoria no conceito estrito do direito internacional e dos direitos humanos, é impossível ignorar que esses apresentam, muitas vezes, uma visão de mundo, de organização social e/ou bagagem cultural que os excluem da sociedade de estado à qual estão integrados, gerando desigualdades e violações de seus direitos básicos (BELTRÃO et al., 2014). De fato, a população ribeirinha compreende um grupo social peculiar do sistema amazônico que possui uma cosmovisão marcada pela presença do rio. Fruto da miscigenação provocada pelos sucessivos ciclos de desenvolvimento – colonização, borracha, período militar – o caboclo ribeirinho da Amazônia apresenta heranças do modo de vida indígena que ainda se mantêm presentes nas populações das várzeas amazônicas, principalmente no que diz respeito à alimentação e moradia (HINKE, 2009; MONTEIRO, 2014; WITKOSKI, 2007). Esse mosaico étnico-cultural favoreceu os processos de construção de identidades coletivas na ruralidade amazônica que se baseiam, também, em diferentes formas históricas de apropriação e exploração dos recursos territoriais, o que gerou uma infinidade de conceitos e definições do ribeirinho que nem sempre estão associados à simples ocupação das margens de rios ou ribeiras (MONTEIRO, 2014; SCHÜTZ et al., 2014). Porém, de maneira simplista, há um reconhecimento pelo poder público de que existe uma população rural "ribeirinha", que habita às margens de hidrovias e corpos d'água; e uma população rural "das Brs", assentada nos entornos e proximidades das rodovias (SCHÜTZ et al., 2014). Entretanto, essa classificação simplista é apontada como uma forma de fazer “desaparecer” as populações ribeirinhas perante esse mesmo poder público, por um lado, porque não contempla a diversidade cultural e de origem desses povos proporcionada pelo isolamento (rio, cor das águas, atividade econômica, etc) e por outro, porque o modo de vida implica uma existência literalmente à margem do planejamento estatal (HINKE, 2009). Colabora para esse quadro a inexistência de uma relação direta entre o trabalho ribeirinho e o capital, de forma que essas populações executam suas atividades de forma artesanal e rudimentar, não havendo suporte técnico, mecanizado ou tecnológico na maior parte (SERRA, 2001). Assim, a agricultura se baseia na mão-de-obra familiar (filhos, esposas e companheiras) e nos compadres, numa relação de troca estabelecida na própria comunidade em que não há compensação através do dinheiro, mas sim, pela colaboração e cooperação entre os moradores (SERRA, 2001). BOHLE; DOWNING; WATTS (1994) delinearam

alguns grupos vulneráveis nos quais a população ribeirinha amazônica, por suas características, se encaixaria em dois deles: 1) pequenos agricultores, com terra e mão-de-obra limitadas, que são muitas vezes pobres em recursos e especialmente expostos a fatores externos; e 2) extrativistas que fazem uso de diversas modalidades ecológicas sensíveis à variação do clima e, portanto, sujeitas a um colapso se a satisfação das condições básicas de vida for marginalizada. Isso se reflete no alcance das ações sociais e de saúde, que não conseguem superar o isolamento que permeia o viver ribeirinho na Amazônia. Na região, são poucas as comunidades rurais que possuem serviços de saúde, saneamento, energia elétrica, abastecimento de água, escolas, ou seja, acesso à infraestrutura básica. Apesar de escassos, há relatos de ausência de prestação dos serviços de saúde pelo SUS às comunidades ribeirinhas do rio Tapajós no Pará e de acesso precário destes usuários aos serviços de saúde bucal em duas comunidades ribeirinhas do Amazonas (COHEN-CARNEIRO et al., 2009; MONTEIRO, 2014; XAVIER; DUTRA, 2005).

Diante do exposto, percebe-se que os grupos supracitados compreendem, muitas vezes, parcelas sociais invisíveis ao poder público, para as quais impera a ausência de vontade política na articulação de ações, relações e interesses dos diferentes sujeitos da sociedade – as classes hegemônicas, os grupos sociais excluídos e o Estado – para dar a eles a mínima garantia dos direitos e dignidade humana (TRINDADE, 2011). Ainda mais importante do que a constatação da negligência estatal também é o fato da produção científica, embora rica no que se refere à vulnerabilidade das populações humanas, ainda contemplar de maneira precária a vulnerabilidade dos grupos tradicionais e específicos como as mulheres, idosos, crianças e indígenas (BERRANG-FORD; FORD; PATERSON, 2011). Esses fatores constroem um cenário de invisibilidade política, social e institucional que torna essas populações especialmente sensíveis aos impactos da mudança do clima, pois além de serem mais susceptíveis, esses grupos muitas vezes compreendem as parcelas mais pobres e menos articuladas da sociedade. Para o Amazonas, o ISS ganha novos contornos porque as populações sensíveis avaliadas não representam, necessariamente, minorias sociais; pelo contrário, compreendem consideráveis parcelas da população que ainda carecem de apoio institucional e podem observar, no médio prazo, o colapso de suas condições básicas de vida com repercussões importantes para o planejamento público.

7.1.2.3 O índice de instituições, serviços e infraestrutura para adaptação (IADAp)

Embora exista uma infinidade de categorias de adaptação disponíveis na literatura, dentre as mais importantes podem ser citadas as opções estruturais, institucionais e sociais passíveis de serem aplicadas conjuntamente do nível local ao nacional (IPCC, 2014c). O IPCC AR5 define opções de adaptação como um conjunto de estratégias e medidas disponíveis e apropriadas para lidar com situações que requerem informação, recursos e ações para garantir a segurança de populações e ativos (IPCC, 2014c). Esse aspecto foi avaliado pelo IADAp, que considerou a existência de instituições de segurança, a oferta de serviço de saúde e os instrumentos de gerenciamento de risco municipais. De maneira ideal, essas três vertentes deveriam ser organizadas conjuntamente para o enfrentamento dos desastres, a diminuição dos riscos e a adequação dos serviços públicos essenciais aos municípios em situações extremas. Porém, o que se viu foi que a região Norte e a porção Leste do estado apresentaram muitos municípios com baixa infraestrutura de adaptação, juntamente com alguns municípios no Sul.

A adaptação à mudança do clima depende grandemente do nível local e sua efetividade está relacionada às instituições que balizam o processo de decisão e a cultura das sociedades, no sentido de que são as instituições que moldam o desempenho econômico, a resiliência e as atitudes culturais da população em relação ao ambiente (AGRAWAL, 2010). YOUNG; UNDERDAL (1997) definiram instituições como um sistema de regras, tomada de decisões e programas que originam as práticas sociais, define os papéis de cada ator envolvido e guia a interação entre esses atores. Diversos autores estudaram o papel das instituições, quer sejam públicas, civis ou privadas, no processo de adaptação, sendo amplamente aceito a sua influência em diferentes escalas (ADGER, 2006; AGRAWAL, 2010; YOUNG; LIPTON, 2006). Em um contexto de aumento da ameaça climática sobre os sistemas socioecológicos, tanto as instituições públicas quanto as privadas vêm acumulando a responsabilidade de traduzir as informações relativas ao risco para o público leigo e de incentivar os esforços das comunidades locais para o planejamento e implementação das ações adaptativas desejadas (IPCC, 2014c). AGRAWAL (2010) coloca que as instituições moldam os riscos associados aos impactos do clima nos sistemas socioecológicos, assim como definem o grau com que os indivíduos irão responder aos impactos, inclusive no âmbito coletivo. Nesse sentido, é através das instituições e governança que são efetivamente implementadas as medidas de adaptação,

sendo também por intermédio destas que os diferentes atores podem interagir na busca de soluções (ENGLE; LEMOS, 2010; KIRCHHOFF; LEMOS; ENGLE, 2013). Para a América latina e Caribe, por exemplo, um dos pontos apontados pelo IPCC AR5 para a dificuldade de se aplicar esforços de adaptação é a fragilidade institucional dos países associada à falta de comprometimento político (IPCC, 2014d). Por isso, o próprio relatório afirma que a governança é um fator chave para a construção da capacidade adaptativa no nível nacional, enquanto as instituições locais são fundamentais para reduzir a vulnerabilidade e aumentar a adaptação no âmbito local.

A provisão de serviços é uma ação adaptativa que compreende uma diversidade de medidas e atividades desempenhadas no nível local e que apresenta resultados bem definidos no que se refere à abrangência, tempo e espaço (IPCC, 2014c). Alguns exemplos de provisão de serviços são a seguridade social, saúde pública e infraestrutura, cuja responsabilidade recai principalmente sobre as instituições públicas. O governo, em todos os seus níveis, é responsável por garantir a manutenção de serviços básicos que podem ser afetados pela mudança do clima, sendo a infraestrutura associada à provisão desses serviços - como saneamento básico, energia e transporte público - essencial para aumentar a capacidade adaptativa (BARRON et al., 2012; PAAVOLA, 2008). Nesse ponto os serviços de saúde se destacam, pois prestam assistência básica e de emergência à população durante eventos climáticos adversos e são, também, responsáveis pela vigilância epidemiológica de doenças sensíveis ao clima (BAMBRICK et al., 2011).

As regiões Norte e Nordeste do Brasil, além de apresentarem indicadores sanitários piores, foram apontadas por MAGALHÃES; BURLANDY; SENNA (2007) como aquelas em que a população enfrenta as maiores dificuldades de acesso aos serviços de saúde, fato também verificado para alguns grupos sociais específicos como os mais pobres e de baixa escolaridade. Para a região amazônica, formada em grande parte por populações que vivem no campo e na floresta, o exercício dos direitos sociais, como a saúde, se encontra abaixo da realidade das grandes e médias cidades do país, havendo discrepâncias inclusive regionais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008). No Amazonas, por exemplo, há uma clara desigualdade no acesso – ajuste entre as necessidades dos usuários e a oferta de serviços – e acessibilidade – localização dos usuários e dos serviços; que em parte é justificada pelas imensas extensões territoriais, hidrologia e baixa densidade demográfica (DE OLIVEIRA; CARVALHO; TRAVASSOS, 2004). Para a Região Norte, especialmente no Amazonas, a questão da acessibilidade ganha contornos diferentes das demais regiões do país pois há um

descolamento muito grande entre a localização da oferta de serviços e a localização dos usuários devido ao esparsa povoamento do território. De acordo com DE OLIVEIRA; CARVALHO; TRAVASSOS (2004), uma série de fatores condicionam a intensidade com que um serviço de saúde é utilizado pela população, dentre eles o tempo de deslocamento, a distância, os custos envolvidos nesse deslocamento e, mormente, o nível de renda das pessoas, o que faz com que mesmo em um sistema gratuito e universal como o SUS, o transporte funcione como um gargalo do acesso. Estudo conduzido na Vila de Urucurituba, município de Autazes, analisou a percepção da população rural/ribeirinha quanto ao acesso aos serviços de saúde e mostrou que a situação é de baixa efetividade devido a: 1) oferta esporádica de atendimentos de saúde e 2) ao referenciamento de usuários apenas em casos de urgência, que se dá em barco inapropriado e com ônus para o ribeirinho, resultando em baixa governabilidade na atenção primária à saúde (MONTEIRO, 2014). Em Eirunepé, no Oeste do Amazonas, a situação de fronteira com o Peru e com a Bolívia permite um trânsito de médicos de outras nacionalidades que, muitas vezes, suprem a demanda de profissionais, porém, as falhas na estruturação da atenção são visíveis – embora o maior número de pacientes atendidos nas unidades básicas seja de mulheres e crianças, são exatamente ginecologistas/obstetras e pediatras as especialidades de que mais carecem os postos, e são ausentes ou não funcionam regularmente aparelhos de mamografia e de raio X (SCHOR, 2013).

No que se refere às instituições de segurança com foco na atuação frente a desastres, a existência no município de unidade de defesa civil, bombeiros ou guarda municipal, por exemplo, denotam preocupação da administração pública com a questão do risco e da vulnerabilidade socioambiental (BARCELLOS; CARVALHO, 2009). Os riscos relacionados a processos antrópicos que culminam em deslizamento, inundação, erosão, degradação de áreas frágeis, desmatamento, contaminação de corpos hídricos e em surtos e epidemias vêm sendo considerados pelos gestores públicos como uma questão estratégica de governança, em especial junto às populações mais carentes (BARCELLOS; CARVALHO, 2009). Os dados compilados para o Amazonas no que se refere a essas instituições mostrou, por um lado, a ausência de unidades do corpo de bombeiros e da guarda municipal na maioria dos municípios, e por outro, a presença da defesa civil na maior parte deles. A estruturação e disponibilidade de instituições de segurança que possam atuar para mitigar os impactos de eventos adversos se mostra questão premente no estado do Amazonas, devido à elevada frequência com que têm ocorrido secas e inundações recordes na região. Um exemplo foi a

situação do município de Manaquiri, microrregião de Manaus, durante a seca de 2005. Considerada um dos eventos do século, o município decretou situação de emergência devido aos mais de 14 mil afetados, que ficaram sem água potável, sem acesso fluvial, tiveram as atividades escolares suspensas e as atividades de subsistência impossibilitadas pela mortandade de peixes e escassez de água (DE OLIVEIRA; MAFRA; SOARES, 2012). À época, o município não possuía Coordenadoria Municipal da Defesa Civil, ficando a guarda municipal responsável por registrar as consequências da estiagem. Já na seca de 2010, que foi ainda mais severa, o município contava com uma Coordenadoria Municipal da Defesa Civil, momento em que a prefeitura se planejou na tentativa de mitigar os efeitos adversos construindo vários ramais para dar acesso às diversas comunidades do município (DE OLIVEIRA; MAFRA; SOARES, 2012).

Embora não seja de competência exclusiva da Defesa Civil, os desastres biológicos também estão incluídos nos sistemas de alerta para a adoção de providências rápidas em caso de calamidades, contribuindo para a satisfação de demandas na medicina de desastres e para a mobilização hospitalar (CASTRO; CALHEIROS, 1996). As perspectivas de aumento da incidência de doenças infecciosas, que já compreendem um peso considerável para a população amazônica, aliadas a projeções de alteração ambiental previstas para a região evidenciam a necessidade de fortalecer a atuação da defesa civil em conjunto com outras frentes nacionais, como o Ministério da Saúde, o Ministério da Integração Nacional e a Secretaria de Segurança Pública. A cooperação e o intercâmbio de informações políticas, econômicas, acadêmicas e técnico-operacionais, de acordo com KIORSAK (2006) podem contribuir para a construção de atividades de inteligência e garantia da eficácia, eficiência e efetividade das ações e dos programas junto à sociedade.

Por fim, no que se refere ao gerenciamento de risco referente a desastres, especificamente inundação e deslizamento, o que se viu foi um bom desempenho dos municípios amazonenses, principalmente na parte Central do Estado. Porém, é preciso ressaltar que as informações utilizadas para avaliar o aspecto de gerenciamento de risco dos municípios são autodeclaradas pelos próprios gestores locais através da pesquisa de informações básicas municipais (MUNIC) do IBGE, o que por si só carrega certo grau de subjetividade devido à percepção individual dos respondentes. SZLAFSZTEIN (2012) estudou a gestão de risco de desastres em três estados da Amazônia legal, incluindo o Amazonas, e percebeu os seguintes desafios para a gestão estratégica desses eventos na região: 1) a ausência da percepção de risco por parte dos gestores estaduais que ainda não

conseguem conjugar política e ação; 2) falta de prioridade da questão climática na agenda política, embora essa questão seja muito bem desenvolvida no estado do Amazonas; 3) a priorização das ações da defesa civil nas resposta emergenciais em detrimento da coordenação, elaboração e implementação de ações preventivas; 4) a escassez de recursos para gestão dos desastres; 5) a ausência de informações sistemáticas sobre risco e vulnerabilidade das populações; e 6) problemas institucionais relacionados à estruturação dos órgãos de defesa civil e ambiental, que acabam se concentrando nas capitais e direcionando os esforços para os eventos das regiões metropolitanas, gerando um vazio institucional no interior dos estados estudados. É preciso destacar que a temática dos desastres está intimamente ligada à questão ambiental, sendo a conjugação de aspectos sociais e ambientais um dos direcionadores principais dos grandes desastres humanos na região amazônica. BARCELLOS; CARVALHO (2009), ao estudarem os municípios brasileiros que dispunham, simultaneamente, de vários instrumentos de gestão ambiental, observaram que a Região Norte teve a menor representatividade do país, com apenas 3 municípios satisfazendo os critérios adotados, dentre eles a capital Manaus. Pesquisa de FREITAS; GIATTI (2009) mostrou que 33,9% dos gestores municipais amazonenses declararam ter havido algum tipo de alteração ambiental no município que tenha afetado as condições de vida da população e que até o ano de 2002, embora 85% dos municípios apresentasse alguma estrutura de meio ambiente, apenas 17% haviam iniciado a implementação da Agenda 21 no estado – um importante instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis.

7.2 O ÍNDICE DE CENÁRIO CLIMÁTICO

Quanto ao clima, o ICC do estado mostrou que as regiões Norte e Nordeste apresentaram as mais elevadas vulnerabilidades climáticas, o mesmo ocorrendo para alguns municípios na porção Sudoeste. De maneira geral, as projeções de alteração climática para a região são incertas devido à complexidade das interações termodinâmicas oceano-atmosfera e aos resultados distintos apresentados por diferentes modelos climáticos (IPCC, 2013; REBOITA et al., 2014; SOLMAN, 2013). Para a Bacia Amazônica, alguns modelos projetaram climas mais chuvosos e outros climas mais secos, porém, o consenso é que haverá aumento das temperaturas médias e redução das chuvas para a maior parte do território amazônico – o mesmo foi indicado pelo ICC neste trabalho (CHOU et al., 2014; LLOPART et al., 2014; MARENGO et al., 2014; TORRES et al., 2012).

Os impactos podem ser severos uma vez que as alterações climáticas podem tornar eventos extremos – como as secas de 2005 e 2010 – uma regra, mais do que uma exceção. A dependência das atividades econômicas da população do Amazonas em relação ao regime hidrológico traz preocupações quanto à segurança alimentar, mobilidade, potabilidade da água, dentre outros. Além disso, a associação entre os distúrbios ao ambiente natural, provocados pelas práticas de uso da terra, e as alterações do clima é conhecida por influenciar a dinâmica das doenças infecciosas na Amazônia (CONFALONIERI; MARGONARI; QUINTÃO, 2014; GITHEKO et al., 2000; PATZ et al., 2000; TAKKEN et al., 2005). Especificamente para o estado do Amazonas, esse fator pode se revelar preponderante para a vulnerabilidade da população, uma vez que a Malária e a Leishmaniose Tegumentar, juntamente com a Dengue, são consideradas endêmicas no estado e acometem milhares de pessoas todos os anos. Estudos para outras regiões da Amazônia mostram como a elevação da temperatura mínima, fato também observado nas projeções climáticas do ICC em ambos os cenários para o Amazonas, pode favorecer surtos de Dengue na região. ARAGÃO e cols. (2016) encontraram uma correlação positiva entre a tendência de aumento da temperatura mínima no Acre e a incidência de Dengue no ano de 2010, e HORTA e cols. (2014) observaram um incremento de 37% no risco de Dengue com o aumento da temperatura mínima.

A questão climática também implica um desafio sob o ponto de vista da conservação da floresta tropical. Estimativas apontam que a combinação do desflorestamento com a mudança global do clima poderia aumentar em até 50% a ocorrência de incêndios na Amazônia até o ano 2050, gerando um ciclo de degradação e perda da biodiversidade (SILVESTRINI et al., 2011). NEPSTAD (2007) estimou que com o aumento da temperatura de superfície esperado para região e a continuidade de episódios extremos de seca, a floresta amazônica possa perder até 55% de sua área em função do desmatamento, seca ou incêndio nos próximos 20 anos. A velocidade da degradação do ecossistema amazônico aliado à mudança climática regional pode atingir níveis irreversíveis de perda de biodiversidade. Estudos apontam que existe um limite que não deve ser ultrapassado para a garantir a manutenção da floresta amazônica – 40% de desmatamento e aumento de temperatura entre 3°C e 4°C (LENTON et al., 2008; NOBRE; BORMA, 2009; SALAZAR; NOBRE, 2010; SAMPAIO et al., 2007). Acredita-se que a superação desses limites pode desencadear tanto um ciclo em que a perda da floresta pode impactar o clima regional, que, por consequência, pode inibir o reestabelecimento da vegetação, quanto influenciar a estabilidade da floresta, aumentando os riscos de savanização

e dieback (COX et al., 2004; NOBRE et al., 2016; NOBRE; BORMA, 2009). Recentemente, LYRA; CHOU; SAMPAIO (2016) forçaram o modelo de vegetação Inland – que representa processos naturais da superfície terrestre com foco especial nos ecossistemas brasileiros – com o modelo regional de clima Eta-HadGEM2-ES e observaram que, para o bioma amazônico em geral, algumas áreas de floresta tropical poderão ser substituídas por floresta decídua e pastagem natural considerando o cenário RCP4.5 e apenas por pastagem natural no cenário RCP8.5 até 2100. O trabalho também avaliou os impactos no Amazonas e demonstrou que pode haver uma redução de cerca de 9% da área de floresta tropical no cenário RCP4.5 e uma redução ainda maior (50%) no cenário RCP8.5.

A perda da vegetação, seja por desmatamento ou savanização, é importante para a temática do clima porque interfere não apenas no ciclo do carbono, mas também no fluxo de energia e água que ocorre entre a superfície terrestre e a atmosfera (ALKAMA; CESCATTI, 2016). A alteração dessa dinâmica é reconhecidamente capaz de alterar os padrões de chuva e temperatura no âmbito local, embora esta relação seja muito difícil de ser comprovada devido à ausência de informações espaço-temporais suficientes (ALKAMA; CESCATTI, 2016; BRANDO et al., 2016). Porém, essa dinâmica foi recentemente analisada através do mapeamento decenal de imagens de satélite do Arco do Desmatamento brasileiro, que quantificou a alteração do clima regional na primeira década do ano 2000 em menos 35km³ de evapotranspiração e aumento de 0,3°C na temperatura de superfície para o Sudeste da Amazônia, principalmente devido à transformação da floresta em pasto e plantação (BRANDO et al., 2016). Essa mesma dinâmica foi observada na escala global por ALKAMA; CESCATTI (2016), que demonstraram que a supressão da floresta: 1) ampliou a variação diurna de temperatura; 2) aumentou a temperatura máxima e média do ar de maneira mais persistente nas zonas árida, temperada e tropical; e 3) gerou um aquecimento médio da superfície terrestre correspondente a 18% do que é atribuído às práticas de uso da terra globalmente.

De fato, existe na Amazônia uma interação não linear entre diversos direcionadores que culmina nas alterações ambientais que vêm sendo observadas – a região aqueceu 1°C nos últimos 60 anos e perdeu cerca de 20% de sua cobertura vegetal original (NOBRE et al., 2016). Dentre eles estão as mudanças climáticas e no uso da terra devido ao aquecimento global e ao desmatamento, que por sua vez, induzem uma maior frequência de eventos climáticos extremos e incêndios florestais, aumentando a vulnerabilidade dos sistemas amazônicos (NOBRE et al., 2016). Esses estudos mostram como a interação entre a supressão

da vegetação e a alteração ambiental funciona sinergicamente nas áreas tropicais, o que coloca as Regiões Nordeste e Sul do Amazonas em alerta máximo. A porção Nordeste porque 1) foi a que apresentou muitas microrregiões – Manaus, Itacoatiara, Rio Preto da Eva – com os valores mais elevados no ICVD e 2) poderá apresentar as maiores alterações climáticas para ambos os cenários considerados no ICC. A porção Sul, compreendendo Madeira e Purus, merece destaque porque 1) concentrou, segundo os últimos boletins do IMAZON, os municípios em que o desmatamento mais cresceu em 2016, além de sofrer intensa pressão da fronteira agrícola que se expande dos estados vizinhos e 2) também compreende um dos locais em que a alteração do clima poderá ser mais proeminente de acordo com o ICC.

A questão das alterações ambientais estarem se refletindo em maior frequência de eventos extremos é corroborado por diversos estudos, inclusive para a Amazônia. As evidências compiladas pelo IPCC AR5 mostram que, entre 1951 e 2010, houve uma redução dos dias e noites frios e um aumento dos dias e noites quentes no nível global; da mesma forma mais regiões do planeta registraram aumento da precipitação intensa do que diminuição (IPCC, 2014a). As projeções de mudanças do sistema climático para o final do século XXI apontam na mesma direção: o aumento da temperatura média do planeta acarretará na maior incidência de ondas de calor; intensificação de fenômenos naturais como o El Niño e uma distribuição desigual da precipitação (IPCC, 2014a). Alterações são esperadas também na ocorrência de ciclones intertropicais, de inundações fluviais e na intensificação das secas (IPCC, 2012). Os eventos extremos têm a capacidade de gerar grandes impactos quando incidem sobre os sistemas humanos, variando desde perda de vidas até perdas materiais. Por esse motivo, esses eventos estão frequentemente associados aos desastres. Isso é particularmente visível para a Amazônia, que entre 2005 e 2015 sofreu com duas grandes secas e quatro inundações, afetando tanto as populações quanto os sistemas naturais através da perda direta de infraestrutura, do aumento do número de incêndios florestais e do risco de doenças (ARAGÃO et al., 2016).

É importante ressaltar que as regiões do estado em que a mudança do clima será mais proeminente também foram aquelas associadas a maior incidência de desastres (regiões Sudoeste e Nordeste), com os indicadores sociais mais pobres (regiões Norte e Sul-Sudoeste) e com a maior densidade populacional do estado (região metropolitana) (PNUD; IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013; CEPED, UFSC, 2013). As consequências a longo prazo da manutenção desse padrão socioambiental podem significar a perda de ativos econômicos, humanos e naturais.

7.3 O ÍNDICE MUNICIPAL DE VULNERABILIDADE

Nas avaliações de vulnerabilidade humana ao clima, algumas dimensões são consideradas chave para a identificação das populações e territórios vulneráveis, a saber, economia, população, saúde, governança e proteção social (HELTBERG; SIEGEL; JORGENSEN, 2009; KURIAKOSE et al., 2013; SABELLI, 2011). Esse entendimento holístico exige que a avaliação da vulnerabilidade seja multidisciplinar, pois assume, por um lado, que existe uma relação entre os diferentes fatores determinantes da vulnerabilidade humana e, por outro, que esses fatores são afetados de diferentes formas pela mudança climática. Assim, o presente trabalho avaliou os aspectos considerados chave na temática da vulnerabilidade, juntamente com a questão ambiental, a partir da construção do IMV – que adicionou o fator climático – e dos vários índices constituintes da vulnerabilidade presente (IV).

O IMV apontou que as regiões Norte, Nordeste e Sul-Sudoeste do estado do Amazonas foram as mais vulneráveis à mudança do clima futuro, dadas as suas características socioambientais presentes. Entretanto, a distribuição espacial da vulnerabilidade foi diferente entre o IMV e o ICC, demonstrando que as áreas mais impactadas pelo clima não se traduzem, necessariamente, nas mais vulneráveis do ponto de vista socioambiental, o que é corroborado por outros estudos sobre vulnerabilidade ao clima no Brasil (BARATA; CONFALONIERI, 2011; BARBIERI et al., 2015; TORRES et al., 2012). Esse aspecto pode ser percebido quando se considera que os municípios e microrregiões mais vulneráveis no aspecto socioambiental presente (IV) não foram os mais vulneráveis do ponto de vista essencialmente climático (ICC). Além disso, quando se conjuga a avaliação de clima com as condições atuais de vida e saúde da população (IMV), a vulnerabilidade passa a ser evidente em outros locais do estado que, não necessariamente, estiveram entre os mais vulneráveis no IV e no ICC.

As microrregiões de Purus e Boca do Acre, na região Sul-Sudoeste, apresentaram índices de vulnerabilidade e climáticos muito próximos, enquanto as microrregiões do Rio Negro, Rio Preto da Eva e Manaus (Norte e Nordeste) foram as que apresentaram maior influência do índice climático para a construção do IMV. É reconhecido que a alteração ambiental atua de forma sinérgica com as condições sócio institucionais e demográficas para elevar a vulnerabilidade das populações. Nesse sentido, BARBIERI e cols (2015), estudando a vulnerabilidade das populações ao clima em Minas Gerais, observaram que ocorre uma

interação entre os diferentes fatores que determinam a vulnerabilidade, sendo que o clima foi capaz de tornar territórios vulneráveis em 2040 quando não o eram em 2010. No estudo, embora as condições econômicas avaliadas tenham se mostrado um constante fomentador da vulnerabilidade tanto em 2010 como em 2040, os indicadores de saúde ocuparam posição de destaque apenas após as modelagens de aumento de temperatura para 2040, por exemplo. De maneira semelhante, essa interação também foi observada no presente trabalho, em que, embora alguns municípios tenham figurado entre os mais vulneráveis tanto na avaliação das condições no presente (IV) quanto no futuro (IMV), outros municípios passaram a se apresentar entre os vulneráveis apenas após a introdução do fator climático na análise.

Em relação a Manaus, TORRES e colaboradores (2012) identificaram a capital do estado como um hotspot socioclimático, principalmente devido aos elevados valores no índice climático, cujos impactos podem se traduzir em maior incidência de doenças, deslizamentos e inundações devido à elevada densidade populacional e ao baixo desenvolvimento humano das periferias. Esse cenário foi corroborado pelos índices de vulnerabilidade apresentados por Manaus no presente trabalho, que se apresentou mais vulnerável nos aspectos dos desastres e doenças, assim como apresentou vulnerabilidade altíssima em ambos os índices de cenário climático – ICC 4.5 (0,900) e ICC8.5 (0,846) – embora o IV e o IMV, no geral, não tenham figurado entre os mais elevados do estado. Assim, os dados demonstram que o perfil concentrador exercido por Manaus no que se refere às atividades econômicas e de oferta de serviços no estado pode, em um futuro próximo, caracterizar-se como um grande problema social, dado que o adensamento populacional e a falta de investimento em qualidade de vida urbana poderão ser diretamente afetados pelas alterações climáticas projetadas. Nos estudos de demografia, é esperado que a mobilidade populacional das próximas décadas continue no sentido dos grandes centros urbanos e regiões metropolitanas, como é o caso de Manaus. Para esses locais, acredita-se que o desenvolvimento socioeconômico irá forjar um padrão complexo de mobilidade humana que demandará elevada capacidade adaptativa com foco no investimento em planejamento e infraestrutura urbana (habitação, saneamento) e em arranjos institucionais dos planos de contingência municipais e da defesa civil (BARBIERI et al., 2015).

É importante destacar que os valores reduzidos de vulnerabilidade apresentados pelos municípios da região central do estado, juntamente com os da microrregião do Madeira, não significam que esses territórios não precisem de ações que incrementem sua capacidade adaptativa e resiliência. O foco da avaliação multifatorial da vulnerabilidade é o de apontar

caminhos para a adaptação humana ao clima, a partir da identificação das fragilidades dos territórios, que são diferentes entre si. Assim, para as microrregiões que possuem municípios nas partes centrais do estado – Coari, Tefé, Japurá e Juruá – é fundamental o investimento na redução das condições monetárias e sociais associadas à pobreza, juntamente com a melhoria das articulações sociopolíticas, uma vez que o aspecto climático não se mostrou muito mais importante para determinar a vulnerabilidade humana ao clima nessas regiões..

Reconhecendo que o presente trabalho é um primeiro recorte das possibilidades de se avaliar a vulnerabilidade ao clima no Amazonas, algumas constatações são importantes de ser destacadas. É preciso considerar que o estado do Amazonas apresenta um arranjo sociodemográfico muito particular advindo, principalmente, da influência dos grandes rios e florestas. A construção do meio urbano em meio à maior floresta tropical do mundo assume contornos que vão além da demografia e que obedecem ao regime fluvial de enchente e vazante dos principais rios, como Solimões e Amazonas (PENTEADO, 1970; SCHOR; DE OLIVEIRA, 2011). Este regime determina a relação da população com o meio natural, garantindo aspectos da vida cotidiana dos habitantes, como a caça, a pesca, o acesso a água e a produção rural (SCHOR, 2015). Entretanto, alterações climáticas regionais vêm sendo observadas para a região – maior duração da estação seca e aumento na vazão dos rios, juntamente com projeções de redução da precipitação e aumento de temperatura até o final do século (COE; COSTA; SOARES-FILHO, 2009; DAVIDSON et al., 2012; FEARNSSIDE, 2013; MARENGO et al., 2009, 2012). Esses aspectos climáticos aliados às condições de dependência dos serviços ecossistêmicos apresentados pela população amazonense configuram, por si só, um cenário de ameaça ao bem-estar humano, que pode ser agravado pelos baixos indicadores sociais apresentados na região. Nesse sentido, a manutenção das condições socioambientais atuais pode representar, na perspectiva de alteração climática esperada, um agravamento da desigualdade social, da miséria e dos custos relacionados à mitigação de desastres e dos cuidados em saúde despendidos em situações de calamidade. Além disso, o aspecto climático poderá ser capaz de transformar o cotidiano no Amazonas, exigindo das populações, principalmente as tradicionais, novas formas de utilização do meio natural, das práticas de subsistência (pesca, agricultura) e de locomoção pelo espaço devido à alterações na precipitação.

De maneira recorrente, os resultados demonstraram que algumas regiões figuraram entre as mais vulneráveis em vários dos índices avaliados pelo IMV, seja considerando o cenário 4.5 ou 8.5. As Regiões Norte, Nordeste e Sul estiveram, sistematicamente, entre as

mais vulneráveis do Estado em todos os índices, seja de forma simultânea ou alternada. Isso mostra que essas regiões requerem incentivos mais urgentes e direcionados para a melhoria de diversos aspectos socioambientais e econômicos que, aliados à alteração do clima esperada para os próximos 20 anos, podem se traduzir em elevados custos sociais, de saúde e de enfrentamento de desastres. A médio prazo, esse panorama pode ser reduzido ou evitado a partir da adoção de medidas simples e pontuais no momento presente, seja por iniciativa do poder público ou das entidades de sociedade civil organizada. Dentro das possibilidades de análise, a estratégia empírica aqui utilizada foi capaz de identificar as regiões do estado do Amazonas com maior vulnerabilidade ao clima em aspectos variados e proporcionar uma visão prática das possíveis consequências das alterações climáticas na vulnerabilidade da população.

De maneira complementar, é válido destacar que o presente trabalho reconhece as limitações de uma avaliação municipal em um território tão diverso e com características urbanas tão distintas das demais regiões do país. Entretanto, o propósito aqui é dar um primeiro passo na compreensão, em escala municipal, dos fatores que podem incrementar a vulnerabilidade humana ao clima no Amazonas, a partir do que se conhece cientificamente para a temática de vulnerabilidade atualmente. Fato é que avanços devem ser perseguidos para adequar a avaliação dos aspectos que tornam as populações amazônicas vulneráveis, sendo que dentre as possibilidades que se descortinam estão considerar outros povos tradicionais importantes, como os indígenas, e adequar a escala de análise às condições geográficas e urbanas da Amazônia, que não obedecem aos arranjos tradicionais observados nas demais regiões do país.

8 CONCLUSÃO

- Todo o estado do Amazonas apresentou baixa vulnerabilidade no quesito Exposição (IE). Isso foi decorrente do bom desempenho dos municípios, principalmente, na questão da cobertura vegetal e desmatamento (ICVD). Entretanto, dois municípios mereceram destaque, Urucurituba e Careiro da Várzea, pois foram os que apresentaram os piores valores no ICVD e também estiveram entre os mais expostos no Índice de Desastres Naturais (IDN). O mesmo foi observado para a microrregião de Manaus, que apresentou o maior valor médio no IE devido ao baixo desempenho no ICVD e no IDN;
- Para a Sensibilidade (IS), as regiões mais vulneráveis foram a Norte e a Sul. Essa localização também foi a regra para as microrregiões (Rio Negro, Boca do Acre e Purus) e municípios (São Gabriel da Cachoeira e Lábrea) mais sensíveis. Para as microrregiões mais vulneráveis no componente Sensibilidade, o Índice de Pobreza teve grande importância, enquanto para os municípios, as doenças associadas ao clima foram as responsáveis por elevar a sensibilidade;
- O Índice de Vulnerabilidade presente (IV) dos municípios amazonenses destacou Boca do Acre, Lábrea e Careiro da Várzea como os mais vulneráveis aos impactos do clima, devido, principalmente, a características próprias de exposição e sensibilidade. Quando analisado em valores médios, algumas microrregiões apareceram de forma recorrente entre as mais vulneráveis no presente, caso de Rio Negro e Boca do Acre. A primeira apresentou deficiências nos aspectos relacionados a todos os índices de capacidade adaptativa, e nos índices de pobreza e doenças associadas ao clima. A segunda se mostrou particularmente vulnerável aos desastres, pobreza e também nos aspectos avaliados na capacidade adaptativa;
- Os resultados do IV demonstram que é fundamental, para elevar a resiliência do território amazonense, o investimento na qualidade de vida e saúde da população, nomeadamente, nas condições de pobreza, organização sociopolítica, preparação para desastres e na vigilância em saúde;
- Climaticamente, os municípios mais vulneráveis foram Novo Airão (ICC4.5) e Presidente Figueiredo (ICC8.5), ambos localizados na região metropolitana de

Manaus. As microrregiões mais vulneráveis foram Manaus e Rio Preto da Eva, em ambos os cenários climáticos avaliados.

- Na conjugação do IV e do ICC, o município mais vulnerável foi Careiro da Várzea para ambos os índices gerados (IMV4.5 e 8.5). Com as microrregiões foi percebido o mesmo padrão, tanto para o IMV4.5 quanto para o IMV8.5, as microrregiões de Boca do Acre e Manaus se mostraram mais vulneráveis. Esses resultados mostram que as alterações climáticas podem ser mais severas nessas regiões, o que aliado às condições de vulnerabilidade presente observadas, colocam esses locais como os que, possivelmente, serão mais impactados pelo clima se mantidas as condições socioambientais atuais;
- O presente trabalho demonstrou que a análise da vulnerabilidade local é importante para que o gestor possa compreender os aspectos que mais influenciam a vulnerabilidade de cada município ou microrregião e suas particularidades.

9 CONSIDERAÇÃO FINAIS E PERSPECTIVAS

Os resultados deste estudo são uma tentativa pioneira de avaliar a vulnerabilidade socioambiental e de saúde da população amazonense aos impactos da mudança do clima. As maiores contribuições desse trabalho são o desenvolvimento de um corpo de indicadores adaptados à realidade brasileira e o mapeamento da vulnerabilidade da população amazonense através da perspectiva climática. Os resultados mostraram que o primeiro passo para tornar a população amazonense mais preparada para lidar com os impactos do clima é melhorar suas condições de vida e saúde, uma vez que a pobreza e as doenças foram alguns dos fatores que mais influenciaram a vulnerabilidade presente dos municípios. Outro passo importante rumo à melhoria da capacidade de adaptação é o investimento na melhoria da infraestrutura dos municípios – redes de assistência à saúde e a preparação para desastres, dado que os eventos de seca e inundação para a região amazônica poderão ser mais frequentes e intensos. Embora isso não represente maior risco de morte direto para a população local, já adaptada em muitos aspectos, a maior severidade dos eventos implica em uma ameaça à segurança alimentar e nutricional na região. A dependência dos moradores dos ciclos de cheia e vazante dos rios, que determinam não só a época de plantio e as culturas viáveis, mas também o fluxo de produtos entre as pequenas cidades e Manaus, evidenciam o quão nocivo pode ser a mudança no padrão de precipitação e hidrologia da bacia amazônica.

A partir dos resultados aqui apresentados, acredita-se que novas formas de se pensar políticas públicas direcionadas para redução da vulnerabilidade da população amazonense poderão surgir, contribuindo de maneira pioneira para a adaptação do estado aos futuros impactos do clima e para a adoção de ações que, de fato, apresentem a efetividade desejada para a realidade amazônica. Desdobramentos do que foi aqui apresentado são possíveis e necessários, dadas as condições urbanas, ambientais e sociais peculiares do Amazonas que, nem sempre, podem ser encaixadas em métodos de análise voltados exclusivamente para o âmbito municipal. Reduzir ainda mais a escala de análise é uma possibilidade, considerando o vazio populacional do estado, os aglomerados humanos que se concentram em pequenas áreas do município e a forma de ocupar um território tomado por várzeas e rios que moldam o cotidiano da população.

É impossível negar que a temática do clima nem sempre é acessível e percebida como importante nas agendas políticas atuais. Porém, o presente trabalho se propôs a conciliar o

conhecimento científico, a sociedade civil e os tomadores de decisão num primeiro passo para entender os possíveis impactos do clima para a população amazonense, permitindo sintetizar e traduzir uma série de informações sociais, ambientais e econômicas em um único índice que facilitasse a interpretação das vulnerabilidades observadas. Assim, a metodologia aplicada foi desenvolvida para ser simples e de fácil execução, de forma que possa ser apropriada pelos tomadores de decisão, em escala municipal e estadual. Isso permite a interpretação da vulnerabilidade de forma sintética e o direcionamento dos recursos e ações de acordo com as particularidades regionais. Como um passo seguinte, a metodologia é passível de ser aplicada a outros estados da Amazônia Legal Brasileira que compartilham das peculiaridades socioespaciais e ambientais dos municípios do estado do Amazonas.

REFERÊNCIAS

ACHARD, E. et al. Cenários de desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 137–152, 2005.

ADGER, N. et al. **New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity**. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research, 2004. Disponível em: <http://www.tyndall.ac.uk/publications/tech_reports/tech_reports.shtml>.

ADGER, W. N. Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam. **World development**, v. 27, n. 2, p. 249–269, 1999.

ADGER, W. N. Social and ecological resilience: are they related? **Progress in human geography**, v. 24, n. 3, p. 347–364, 2000.

ADGER, W. N. Social capital, collective action, and adaptation to climate change. **Economic geography**, v. 79, n. 4, p. 387–404, 2003.

ADGER, W. N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 268–281, 2006.

ADGER, W. N.; KELLY, P. M. Social vulnerability to climate change and the architecture of entitlements. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 4, n. 3, p. 253–266, 1999.

ADIKARI, Y.; YOSHITANI, J. **Global trends in water-related disasters: An insight for policy-makers**. [s.l.] The United Nations, UNESCO. International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM), 2009.

AERTS, J. et al. Sensitivity of global river discharges under Holocene and future climate conditions. **Geophysical Research Letters**, v. 33, n. 19, 2006.

AGRAWAL, A. Local institutions and adaptation to climate change. **Social dimensions of climate change: Equity and vulnerability in a warming world**, v. 2, p. 173–178, 2010.

ALBAGLI, S. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. **Parcerias estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 5–19, 2010.

ALENCAR, E. F.; SOUSA, I. S. DE; GONÇALVES, A. C. T. Questões de gênero em projetos de manejo de recursos pesqueiros nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Anamá, Amazonas. In: LEITÃO, M. DO R. DE F. A. (Ed.). . **Pesca, turismo e meio ambiente**. Recife: EDUFRPE, 2014. p. 123–143.

ALENCAR, F. H. et al. Diagnóstico da realidade nutricional no estado do Amazonas, Brasil. I-Hipovitaminose A. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 4, p. 613–623, 2002.

ALENCAR, F. H. et al. Alimentary insecurity determinants and consequences at Amazonas:

ecosystems influences. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, p. 413–418, 2007.

ALENCAR, F. H. et al. Magnitude da desnutrição infantil no Estado do Amazonas/AM-Brasil. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 701–706, 2008.

ALKAMA, R.; CESCATTI, A. Biophysical climate impacts of recent changes in global forest cover. **Science**, v. 351, n. 6273, p. 600–604, 2016.

ALLEN CONSULTING GROUP. **Climate Change Risk and Vulnerability: Promoting an efficient adaption re-sponse in Australia**. Canberra: Australian Greenhouse Office, Department of the Environment and Heritage, 2005.

ALMEIDA, A. W. B. DE. Terras tradicionalmente ocupadas: Processos de territorialização e movimentos sociais. **Revista de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 6, n. 1, p. 1–30, 2004.

ARA - Articulación Regional Amazónica. **La amazonia y los objetivos de desarrollo del milenio**. Quito: ARA Regional, 2011.

ARAGÃO, L. E. O. C. et al. Assessing the Influence of Climate Extremes on Ecosystems and Human Health in Southwestern Amazon Supported by the PULSE-Brazil Platform. **American Journal of Climate Change**, v. 5, n. 3, p. 399, 2016.

ARAÚJO BARROS, M. M.; GONÇALVES, K. DOS S.; HACON, S. DE S. Reinternações hospitalares por doenças respiratórias em menores de 12 anos e as queimadas em Porto Velho–RO, Amazônia Ocidental. **InterfacEHS-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 8, n. 3, 2014.

ARAÚJO, J. D. DE. Polarização epidemiológica no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 21, n. 4, p. 533–538, 2012.

ARNELL, N. W. Factors controlling the effects of climate change on river flow regimes in a humid temperate environment. **Journal of Hydrology**, v. 132, n. 1–4, p. 321–342, 1992.

ARNELL, N. W.; GOSLING, S. N. The impacts of climate change on river flow regimes at the global scale. **Journal of Hydrology**, v. 486, p. 351–364, 2013.

BAMBRICK, H. J. et al. Climate change and health in the urban environment: adaptation opportunities in Australian cities. **Asia Pacific Journal of Public Health**, v. 23, n. 2_suppl, p. 67S–79S, 2011.

BARATA, M. M. D. L.; CONFALONIERI, U. E. C. **Mapa da Vulnerabilidade da População do Estado do Rio de Janeiro aos Impactos das Mudanças Climáticas nas Áreas Social, Saúde e Ambiente**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2011.

BARBIERI, A. F. et al. Population transitions and temperature change in Minas Gerais, Brazil: a multidimensional approach. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 3, p. 461–488, 2015.

BARBOSA, M. A. **Desigualdades Regionais e Sistema de Saúde no Amazonas: o caso de Manaus**. 2004. 112 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz,

Centro de Pesquisa Leônidas e Maria Deane, Manaus, 2004.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALAN, C. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, n. 3, p. 285–304, 2009.

BARCELLOS, F. C.; CARVALHO, P. G. M. DE. **Municípios com Instrumentos de Gestão Ambiental**. VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. **Anais...**Cuiabá: Sociedade Brasileira De Economia Ecológica, 2009

BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. Dengue in Brazil: epidemiological situation and contribution to a research agenda. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 64, p. 53–72, 2008.

BARRON, S. et al. A climate change adaptation planning process for low-lying, communities vulnerable to sea level rise. **Sustainability**, v. 4, n. 9, p. 2176–2208, 2012.

BARTLETT, S. Climate change and urban children: impacts and implications for adaptation in low- and middle-income countries. **Environment and Urbanization**, v. 20, n. 2, p. 501–519, 2008.

BELTRÃO, J. F. et al. **Direitos Humanos dos Grupos Vulneráveis. Manual**. [s.l.] Rede Direitos Humanos e Educação Superior - dhes, 2014.

BENCHIMOL, S. A Amazônia e o terceiro milênio. **Parcerias Estratégicas**, v. 5, n. 9, p. 22–34, 2000.

BERRANG-FORD, L.; FORD, J. D.; PATERSON, J. Are we adapting to climate change? **Global environmental change**, v. 21, n. 1, p. 25–33, 2011.

BLAIKIE, P. et al. **At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters**. 2. ed. New York: Routledge, 1994.

BLÁZQUEZ, J. et al. Climate Projections and Uncertainties over South America from MRI/JMA Global Model Experiments. **Atmospheric and Climate Sciences**, v. 2, n. 4, p. 381, 2012.

BOHLE, H. G.; DOWNING, T. E.; WATTS, M. J. Climate change and social vulnerability: toward a sociology and geography of food insecurity. **Global environmental change**, v. 4, n. 1, p. 37–48, 1994.

BORGES, C. C.; SADAHIRO, M.; DOS SANTOS, M. C. Aspectos epidemiológicos e clínicos dos acidentes ofídicos ocorridos nos municípios do Estado do Amazonas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, n. 6, p. 637–646, 1999.

BRANDO, P. et al. **Climate impacts of expanded soy agriculture in the arc of deforestation in Brazil**. EGU General Assembly Conference Abstracts. **Anais...**2016

BRASIL. LEI Nº 8.142, DE 28 DE DEZEMBRO DE 1990. . 1990.

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 170, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2014. . 2014.

BRITO, J. D. Minorias e grupos vulneráveis: aquilatando as possíveis diferenças para fins de implementação das políticas públicas. **Argumenta Journal Law**, v. 11, n. 11, p. 95–110, 2009.

BRONDIZIO, E. S.; MORAN, E. F. Human dimensions of climate change: the vulnerability of small farmers in the Amazon. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1498, p. 1803–1809, 2008.

BROOKS, N. **Vulnerability, risk and adaptation : A conceptual framework**. Tyndall Centre Working Paper No. 38. [s.l: s.n.]. Disponível em: <papers2://publication/uuid/D2016620-F4DE-4C0A-BE4B-78E8F2701438>.

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**, v. 15, n. 2, p. 151–163, 2005.

BURTON, I.; KATES, R. W.; WHITE, G. F. **The environment as hazard**. 2nd. ed. New York: Guilford Press, 1993.

BUSSO, G. **Vulnerabilidad social: nociones e implicancias de políticas para Latinoamérica a inicios del siglo XXI**. Seminario Internacional “Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe”. **Anais...Santiago do Chile**: 2001

CASTRO, A. L. C. DE; CALHEIROS, L. B. Manual de medicina de desastres. In: **Manual de medicina de desastres**. Brasília: Brasil. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria Especial de Política Regionais. Departamento de Defesa Civil, 1996.

CELENTANO, D.; VERÍSSIMO, A. **A Amazônia e os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - IMAZON, 2007.

CHANG, M. et al. Climate change index: a proposed methodology for assessing susceptibility to future climatic extremes. **American Journal of Climate Change**, v. 3, n. 3, p. 326, 2014.

CHOU, S. C. et al. Assessment of climate change over South America under RCP 4.5 and 8.5 downscaling scenarios. **American Journal of Climate Change**, v. 3, n. 5, p. 512, 2014.

CLEVELAND, W. S. Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. **Journal of the American statistical association**, v. 74, n. 368, p. 829–836, 1979.

CLEVELAND, W. S.; DEVLIN, S. J. Locally weighted regression: an approach to regression analysis by local fitting. **Journal of the American statistical association**, v. 83, n. 403, p. 596–610, 1988.

COE, M. T.; COSTA, M. H.; SOARES-FILHO, B. S. The influence of historical and potential future deforestation on the stream flow of the Amazon River—Land surface processes and atmospheric feedbacks. **Journal of Hydrology**, v. 369, n. 1, p. 165–174, 2009.

COHEN-CARNEIRO, F. et al. Oferta e utilização de serviços de saúde bucal no Amazonas, Brasil: estudo de caso em população ribeirinha do Município de Coari. **Cadernos de Saude**

Pública, v. 25, n. 8, p. 1827–1838, 2009.

COIMBRA, C. E. A. et al. The First National Survey of Indigenous People's Health and Nutrition in Brazil: rationale, methodology, and overview of results. **BMC Public Health**, v. 13, n. 1, p. 52, 2013.

COIMBRA JR., C. E. A.; SANTOS, R. V. **Perfil Epidemiológico da População Indígena no Brasil: Considerações Gerais**: Documento de Trabalho no. 3. Porto Velho: Universidade Federal de Rondônia; Escola Nacional de Saúde Pública, 2011.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE - CEPAL. **Análise Ambiental e de Sustentabilidade do Estado do Amazonas**. Santiago: Organização das Nações Unidas, 2007.

CONFALONIERI, U. Environmental change and human health in the Brazilian Amazon. **Global Change and Human Health**, v. 1, n. 2, p. 174–183, 2000.

CONFALONIERI, U. Saúde na Amazônia: um Modelo Conceitual para a Análise de Paisagens e Doenças. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 221–236, 2005a.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, v. I, n. 20, p. 193–204, 2003.

CONFALONIERI, U. E. C.; FONSECA, A. F. Q. **Health security in Amazonia**. Report for Global Canopy Programme and International Center for Tropical Agriculture as part of the Amazonia Security Agenda project. [s.l: s.n.], 2013.

CONFALONIERI, U. E. C.; MARGONARI, C.; QUINTÃO, A. F. Environmental change and the dynamics of parasitic diseases in the Amazon. **Acta Tropica**, v. 129, n. 1, p. 33–41, 2014.

CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P. Mudança Climática Global e Saúde: Perspectivas para o Brasil. **Mudanças Climáticas**, n. 8, 2007.

CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P.; RODRIGUEZ, R. E. Public health vulnerability to climate change in Brazil. **Climate research**, v. 40, n. 2–3, p. 175–186, 2009.

CONFALONIERI, U.; QUINTÃO, A. F.; BRITO, I. F. Vulnerabilidade Municipal às Mudanças Climáticas: O Caso de Minas Gerais e da Bacia do Alto Rio Paraguai - Brasil. In: CONFALONIERI, U.; QUINTÃO, A. F. (Eds.). . **Vulnerabilidade à mudança climática na América Latina: instrumentos regionais para a adaptação no setor saúde**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisas René Rachou, 2016. p. 45–79.

COX, P. M. et al. Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. **Theoretical and applied climatology**, v. 78, n. 1, p. 137–156, 2004.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in human geography**, v. 20, n. 4, p. 529–539, 1996.

CUTTER, S. L. The vulnerability of science and the science of vulnerability. **Annals of the**

Association of American Geographers, v. 93, n. 1, p. 1–12, 2003.

CUTTER, S. L. et al. The US hurricane coasts: increasingly vulnerable? **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 49, n. 7, p. 8–21, 2007.

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social Vulnerability to Environmental Hazards. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, p. 242–261, 2003.

CUTTER, S. L. S.; MITCHELL, J. T. J. J. T.; SCOTT, M. S. M. Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown County, South Carolina. **Annals of the association of American Geographers**, v. 90, n. 4, p. 713–737, 2000.

DA SILVA-NUNES, M. et al. Amazonian malaria: Asymptomatic human reservoirs, diagnostic challenges, environmentally driven changes in mosquito vector populations, and the mandate for sustainable control strategies. **Acta Tropica**, v. 121, n. 3, p. 281–291, 2012.

DAVIDSON, E. A. et al. The Amazon basin in transition. **Nature**, v. 481, n. 7381, p. 321–328, 2012.

DE LUCENA, A. F. P. et al. The vulnerability of renewable energy to climate change in Brazil. **Energy Policy**, v. 37, n. 3, p. 879–889, 2009.

DE OLIVEIRA, E. X. G.; CARVALHO, M. S.; TRAVASSOS, C. M. DE R. Territórios do Sistema Único de Saúde: mapeamento das redes de atenção hospitalar. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 2, p. 386–402, 2004.

DE OLIVEIRA, V. P.; MAFRA, M. V. P.; SOARES, A. P. A. Eventos climáticos extremos na Amazônia e suas implicações no município de Manaquiri (AM). **Revista Geonorte**, v. 3, n. 8, p. 977–987, 2012.

DE SOUZA, M. L. P.; GARNELO, L. “É muito dificultoso!”: etnografia dos cuidados a pacientes com hipertensão e/ou diabetes na atenção básica, em Manaus, Amazonas, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n. Sup 1, p. S91–S99, 2008.

DEBORTOLI, N. S. et al. An index of Brazil’s vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. **Natural Hazards**, v. 86, n. 12, p. 557–582, 2017.

DERESSA, T.; HASSAN, R. M.; RINGLER, C. **Measuring Ethiopian Farmers’ Vulnerability to Climate Change Across Regional States. IFPRI Discussion Paper 00806: Environment and Production Technology Division.** [s.l: s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.ifpri.org/publication/measuring-ethiopian-farmers-vulnerability-climate-change-across-regional-states>>.

DIÓGENES, A. M. R.; SOARES, S. M.; SCHERER, E. F. O lugar da pesca de camarão em Parintins: as Camaroeiras e o Seguro Defeso. In: LEITÃO, R. DE F. A. (Ed.). **Pesca, turismo e meio ambiente**. Recife: EDUFRPE, 2014. p. 145–163.

DJOUDI, H.; BROCKHAUS, M. Is adaptation to climate change gender neutral? Lessons from communities dependent on livestock and forests in northern Mali. **International**

Forestry Review, v. 13, n. 2, p. 123–135, 2011.

DO VALE, R. et al. A cheia de 2009 na Amazônia Brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 41, n. 4, p. 577–586, 2011.

DOS SANTOS JUNIOR, H. G. **Avaliação do estado nutricional da população infantil Baniwa, Alto Rio Negro - Noroeste Amazônico**. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia - Universidade Federal do Amazonas; Instituto Leônidas e Maria Deane; Universidade Federal do Pará. Manaus. 2011.

ENGLE, N. L.; LEMOS, M. C. Unpacking governance: building adaptive capacity to climate change of river basins in Brazil. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 4–13, 2010.

FEARNSIDE, P. M. Climate Change as a Threat to Brazil's Amazon Forest. **International Journal of Social Ecology and Sustainable Development**, v. 4, n. September, p. 1–12, 2013.

FEITOSA, F. F.; MONTEIRO, A. M. V. Vulnerabilidade e Modelos de Simulação como Estratégias Mediadoras: contribuição ao debate das mudanças climáticas e ambientais. **Geografia**, v. 37, n. 2, p. 289–305, 2012.

FERLA, A. A. et al. Regionalização da saúde: construção da universalidade e integralidade no Sistema Único de Saúde. In: SCHWEICKARDT, J. C. et al. (Eds.). **Educação permanente em gestão regionalizada da saúde: saberes e fazeres no território do Amazonas**. 1. ed. Porto Alegre: Rede Unida, 2015. p. 87–120.

FERREIRA, S. M. P.; BOTELHO, L. O emprego industrial na Região Norte: o caso do Polo Industrial de Manaus. **Estudos Avançados**, v. 28, n. 81, p. 141–154, 2014.

FISCH, G.; MARENGO, J.; NOBRE, C. A. Clima da Amazônia. **Climanálise - boletim de monitoramento e análise climática. Edição comemorativa de 10 anos**, v. 11, n. 10, p. 24–41, 1996.

FLATO, G. et al. Evaluation of Climate Models. In: STOCKER, T. . et al. (Eds.). **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 741–866.

FONSECA, A.; SOUZA JR., C.; VERÍSSIMO, A. **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (janeiro de 2015) SAD**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/transparencia_florestal/amazonia_legal/SAD-Janeiro2015.pdf>.

FONSECA, A.; SOUZA JR., C.; VERÍSSIMO, A. **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (janeiro de 2016) SAD**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/transparencia_florestal/SADJaneiro2016_newsletter.pdf>.

FRANCA, R. R. DA. **Eventos Pluviais Extremos na Amazônia Meridional: Riscos e Impactos em Rondônia**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 2015.

FREITAS, C. et al. Desastres naturais e saúde : uma análise da situação do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3645–3656, 2014.

FREITAS, C. M. DE; GIATTI, L. L. Indicadores de sustentabilidade ambiental e de saúde na Amazônia Legal, Brasil. **Cadernos de Saude Pública**, v. 25, n. 6, p. 1251–1266, 2009.

FURTADO, L. G. **Pescadores do rio Amazonas: um estudo antropológico da pesca ribeirinha numa área amazônica**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1993.

FÜSSEL, H. M. **Coevolution of the political and conceptual frameworks for climate change vulnerability assessments**. Proceedings of the 2002 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change “Knowledge for the Sustainability Transition. The Challenge for Social Science”. Global Governance Project, Amsterdam, The Netherlands. **Anais...2004**

FÜSSEL, H. M. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global Environmental Change**, v. 17, n. 2, p. 155–167, 2007.

FÜSSEL, H. M.; KLEIN, R. J. T. Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking. **Climatic Change**, v. 75, n. 3, p. 301–329, 2006.

GALVÃO, E. **Santos e Visagens: um estudo da vida religiosa de Itá, Baixo Amazonas**. 2ª edição ed. [s.l.] São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1955.

GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A. Climatic effects of Amazonian deforestation: Some results from ABRACOS. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, n. 5, p. 823–830, 1997.

GITHEKO, A. et al. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. **Bull World Health Organ**, v. 78, n. 9, p. 1136–1147, 2000.

GIUGLIANO, R. et al. Estudos nutricionais das populações rurais da Amazônia. II. Rio Negro. **Acta Amazônica**, v. 14, n. 3–4, p. 427–449, 1984.

GIUGLIANO, R.; GIUGLIANO, L. G.; SHRIMPTON, R. Estudos nutricionais das populações rurais da Amazônia. I-Várzea do rio Solimões. **Acta Amazônica**, v. 11, n. 4, p. 773–788, 1981.

GLOOR, M. et al. Intensification of the Amazon hydrological cycle over the last two decades. **Geophysical Research Letters**, v. 40, n. 9, p. 1729–1733, 2013.

GOLDANI, A. M. Família, gênero e políticas: famílias brasileiras nos anos 90 e seus desafios como fator de proteção. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 19, n. 1, p. 29–48, 2002.

GOMES, L. H. M. et al. Fauna de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) em terra firme e planície fluvial na área de influência do gasoduto Coari-Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, p. 233–236, 2009.

GONÇALVES, K. D. S.; CASTRO, H. A. DE; HACON, S. D. S. As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1523–1532, 2012.

GONDIM, R. S. et al. **Climate change impacts on irrigation water needs in the Jaguaribe River Basin**. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, v. 48, n. 2, p. 355-365, 2012.

GOTTDENKER, N. L. et al. Host Life History Strategy, Species Diversity, and Habitat Influence Trypanosoma cruzi Vector Infection in Changing Landscapes. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 6, n. 11, p. 5–7, 2012.

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS. **Plano Estadual de Educação do Amazonas (PEE - AM) - Uma Construção da Sociedade Amazonense**. Manaus. Governo do Estado do Amazonas, 2008.

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS. **Documento base do plano estadual de educação do Amazonas**. Manaus, Governo do Estado do Amazonas, 2014.

GUBLER, D. J. et al. Climate variability and change in the United States: potential impacts on vector-and rodent-borne diseases. **Environmental health perspectives**, v. 109, n. Suppl 2, p. 223, 2001.

GUEDES, G. R. et al. Poverty dynamics, ecological endowments, and land use among smallholders in the Brazilian Amazon. **Social science research**, v. 43, p. 74–91, 2014.

GUIMARÃES, I. B. As articulações possíveis: família e reprodução em um segmento operário. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 11, n. 2, 1994.

GUNKEL, G. et al. The environmental and operational impacts of Curuá-Una, a reservoir in the Amazon region of Pará, Brazil. **Lakes & Reservoirs: Research & Management**, v. 8, n. 3-4, p. 201–216, 2003.

HAINES, A.; PATZ, J. A. Health Effects of Climate Change. **JAMA**, v. 291, n. 1, p. 99–103, 2004.

HARDOY, J.; PANDIELLA, G. Urban poverty and vulnerability to climate change in Latin America. **Environment and Urbanization**, v. 21, n. 1, p. 203–224, 2009.

HARTMANN, D. L. et al. Observations: Atmosphere and Surface. In: STOCKER, T. . et al. (Eds.). . **Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 159–254.

HELTBERG, R.; SIEGEL, P. B.; JORGENSEN, S. L. Addressing human vulnerability to climate change: toward a “no-regrets” approach. **Global Environmental Change**, v. 19, n. 1, p. 89–99, 2009.

HEWITT, K. **Regions of Risk: A Geographical Introduction to Disasters**. Harlow: Addison Wesley Longman, 1997.

HINKE, T. Z. **Perfil nosológico da população ribeirinha do baixo rio Machado em Rondônia/Amazônia Ocidental-Brasil**. 2009. Tese (Doutorado em Biologia da Interação Patógeno-Hospedeiro) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

HINKEL, J. Indicators of vulnerability and adaptive capacity”: Towards a clarification of the science–policy interface. **Global Environmental Change**, v. 21, n. 1, p. 198–208, 2011.

HORTA, M. A. et al. Temporal relationship between climatic factors and the occurrence of dengue fever in an Amazonian urban center, Brazil. **International Journal of Epidemiology & Infection**, v. 2, p. 80–87, 2014.

HURTADO-GUERRERO, A. F.; ALENCAR, F. H.; HURTADO-GUERRERO, J. C. Occurrence of enteroparasites in the elderly population of Nova Olinda do Norte, Amazonas, Brazil. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 4, p. 487–490, 2005.

IGNOTTI, E. et al. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. **Revista de saude publica**, v. 44, n. 1, p. 121–130, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>>. Acesso em: 11 maio. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros - 2011**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2011/default.shtm>>. Acesso em: 17 maio. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros - 2013**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2013/default.shtm>>. Acesso em: 17 maio. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros - 2014**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2014/default.shtm>>. Acesso em: 17 maio. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Retrato das desigualdades de gênero e raça**. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/retrato/apresentacao.html>>. Acesso em: 3 jan. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Mulher e trabalho: Avanços e continuidades**: Comunicados do IPEA. Brasília: [s.n.].

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília: IPEA, 2011.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA - IMAZON. **Índice de Progresso Social da Amazônia**. Disponível em:

<<http://www.ipsamazonia.org.br/#aspects%5B%5D=1&aspects%5B%5D=2&aspects%5B%5D=7&aspects%5B%5D=12&map-view=city&map-type=performance&active-cat=1&page=1&tab=map>>. Acesso em: 28 out. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Taxas anuais do desmatamento - 1998 até 2010.** Disponível em: <www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2010.htm>. Acesso em: 13 dez. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **PRODES estima 5.831 km2 de desmatamento na Amazônia em 2015.** Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4058>. Acesso em: 30 out. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **PRODES estima 7.989 km2 de desmatamento por corte raso na Amazônia em 2016.** Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4344>. Acesso em: 30 out. 2016.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL- ISA. **Unidades de Conservação no Amazonas: estratégia para a conservação da biodiversidade e Modelo de Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/noticia/unidades-de-conservacao-no-amazonas-estrategia-para-a-conservacao-da-biodiversidade-e-modelo>>. Acesso 20 de outubro de 2016.

IPCC. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. **Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: [s.n.]. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf%5Cnpapers2://publication/uuid/41AD43FB-2529-4ACD-AD33-4C2D0AB4A0F3%5Cnhttp://ipcc-wg2.gov/SREX/>.

IPCC. **Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

IPCC. **Synthesis Report** (R. K. Pachauri, L. A. Meyer, Eds.) **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014a.

IPCC. Annex II: Glossary. In: AGARD J, SCHIPPER ELF, BIRKMANN J, CAMPOS M, DUBEUX C, NOJIRI Y, OLSSON L, OSMAN-ELASHA B, PELLING M, PRATHER MJ, RIVERA-FERRE MG, RUPPEL OC, SALLENGER A, SMITH KR, ST CLAIR AL, MACH KJ, MASTRANDREA MD, B. TE (Ed.). . **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part B: regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2014b. p. 1757–1776.

IPCC. **Climate Change 2014 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects.** Cambridge: Cambridge University Press, 2014c.

IPCC. **Climate change. 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: regional aspects.** Cambridge: [s.n.].

KATSURAGAWA, T. H. et al. Endemias e epidemias na Amazônia: malária e doenças emergentes em áreas ribeirinhas do Rio Madeira. Um caso de escola. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 64, p. 111–141, 2008.

KELLY, P. M.; ADGER, W. N. Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. **Climatic change**, v. 47, n. 4, p. 325–352, 2000.

KIORSKAK, V. V. Cooperação/interação dos Serviços de Inteligência: perspectivas e limitações. **Revista Brasileira de Inteligência**, v. 2, n. 3, p. 71, 2006.

KIRCHHOFF, C. J.; LEMOS, M. C.; ENGLE, N. L. What influences climate information use in water management? The role of boundary organizations and governance regimes in Brazil and the US. **Environmental Science & Policy**, v. 26, p. 6–18, 2013.

KOVATS, R. et al. Early effects of climate change: do they include changes in vector-borne disease? **Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences**, v. 356, n. 1411, p. 1057–1068, 2001.

KURIAKOSE, A. T. et al. Climate-Responsive Social Protection. **Development Policy Review**, v. 31, n. s2, 2013.

LANGERWISCH, F. et al. Potential effects of climate change on inundation patterns in the Amazon Basin. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 17, n. 6, p. 2247–2262, 2013.

LAPOLA, D. M. et al. Impacts of climate change and the end of deforestation on land use in the Brazilian Legal Amazon. **Earth Interactions**, v. 15, n. 16, p. 1–29, 2011.

LEICHENKO, R. M.; O'BRIEN, K. L. The dynamics of rural vulnerability to global change: the case of southern Africa. **Mitigation and adaptation strategies for global change**, v. 7, n. 1, p. 1–18, 2002.

LENTON, T. M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. **Proceedings of the national Academy of Sciences**, v. 105, n. 6, p. 1786–1793, 2008.

LEONE, E. T. Renda familiar e trabalho da mulher na Região Metropolitana de São Paulo nos anos 80 e 90. In: ROCHA, M. I. B. (Ed.). **Trabalho e gênero: mudanças, permanências e desafios**. São Paulo: ABEP. NEPO/ UNICAMP. CEDEPLAR/ UFMG, 2000. p. 384.

LEONE, E. T.; MAIA, A. G.; BALTAR, P. E. Mudanças na composição das famílias e impactos sobre a redução da pobreza no Brasil. **Economia e Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 59–77, 2010.

LEWIS, S. L. et al. The 2010 amazon drought. **Science**, v. 331, n. 6017, p. 554, 2011.

LINHARES, A. C. et al. Prevalence of rotavirus antibody among isolated South American Indian communities. **American Journal of Epidemiology**, v. 123, n. 4, p. 699–709, 1986.

LINHARES, A. C. Epidemiologia das infecções diarreicas entre populações indígenas da Amazônia. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 8, n. 2, p. 121–128, 1992.

LIVERMAN, D. M. Vulnerability to global environmental change. In: KASPERSON, R. E. et al. (Eds.). . **Understanding global environmental change: The contributions of risk analysis and management**. Worcester: Clark University, 1990. p. 27–44.

LLOPART, M. et al. Climate change impact on precipitation for the Amazon and La Plata basins. **Climatic Change**, v. 125, n. 1, p. 111–125, 2014.

LUERS, A. L. et al. A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. **Global Environmental Change**, v. 13, n. 4, p. 255–267, 2003.

LUIGGI, G. **Metodologia de análise dos dados climáticos - janela temporal - 2011-2040. Belo Horizonte: Projeto Instrumentos Regionais de Adaptação às Alterações Climáticas para o Setor da Saúde na América Latina**. Belo Horizonte: [s.n.].

LYRA, A. DE A.; CHOU, S. C.; SAMPAIO, G. DE O. Sensitivity of the Amazon biome to high resolution climate change projections. **Acta Amazonica**, v. 46, n. 2, p. 175–188, 2016.

MAGALHÃES, R.; BURLANDY, L.; SENNA, M. DE C. M. Desigualdades sociais, saúde e bem-estar: oportunidades e problemas no horizonte de políticas públicas transversais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 6, 2007.

MANTILLA, G.; OLIVEROS, H.; BARNSTON, A. G. The role of ENSO in understanding changes in Colombia's annual malaria burden by region, 1960–2006. **Malaria Journal**, v. 8, n. 1, p. 6, 2009.

MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade do lugar vs. vulnerabilidade sociodemográfica: implicações metodológicas de uma velha questão. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 26, n. 2, p. 161–181, 2009.

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI. Série Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006.

MARENGO, J. A. Água E Mudanças Climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 83–96, 2008.

MARENGO, J. A. et al. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology**, v. 29, n. 15, p. 2241–2255, 2009.

MARENGO, J. A. et al. An intercomparison of observed and simulated extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century: part 2: historical trends. **Climatic Change**, v. 98, n. 3–4, p. 509–529, 2010.

MARENGO, J. A. et al. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. **Geophysical Research Letters**, v. 38, n. 12, 2011a.

MARENGO, J. A. et al. Climate change in the Amazon Basin: Tipping points, changes in

extremes, and impacts on natural and human systems. In: **Tropical Rainforest Responses to Climatic Change**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011b. p. 259–283.

MARENGO, J. A. et al. Extreme climatic events in the Amazon basin: climatological and hydrological context of previous floods. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 107, n. 1–2, p. 73–85, 2012.

MARENGO, J. A. et al. Recent Extremes of Drought and Flooding in Amazonia: Vulnerabilities and Human Adaptation. **American Journal of Climate Change**, v. 2, n. 2, p. 87–96, 2013.

MARENGO, J. A. O futuro do clima no Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 25–32, 2014.

MARENGO, J. A. et al. **Climate Change in Central and South America: Recent Trends, Future Projections, and Impacts on Regional Agriculture**. Copenhagen: [s.n.].

MARENGO, J. A.; ESPINOZA, J. C. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 3, p. 1033–1050, 2016.

MARIN, S.; OTTONELLI, J. Medida Multidimensional de Pobreza: um exercício em Palmeira das Missões–RS. **Redes**, p. 241–265, 2008.

MARINHO, H. A.; RONCADA, M. J. Ingestão e hábitos alimentares de pré-escolares de três capitais da Amazônia Ocidental brasileira: um enfoque especial à ingestão de vitamina A. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 2, p. 263–274, 2002.

MARQUES, A. O. et al. **Os arranjos produtivos locais como estratégia para o desenvolvimento econômico da Amazônia Ocidental**. Anais do XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção–ENEGEP. **Anais...**São Carlos: 2010

MCMAHON, S. M. et al. Improving assessment and modelling of climate change impacts on global terrestrial biodiversity. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, n. 5, p. 249–259, 2011.

MENDES, E. V. **Os grandes dilemas do SUS**. Salvador: Casa da Qualidade, 2001.

METZGER, M. J.; LEEMANS, R.; SCHRÖTER, D. A multidisciplinary multi-scale framework for assessing vulnerabilities to global change. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 7, n. 4, p. 253–267, 2005.

MIDGLEY, G. F. et al. Assessing the vulnerability of species richness to anthropogenic climate change in a biodiversity hotspot. **Global Ecology and Biogeography**, v. 11, n. 6, p. 445–451, 2002.

MILES, L.; GRAINGER, A.; PHILLIPS, O. The impact of global climate change on tropical forest biodiversity in Amazonia. **Global Ecology and Biogeography**, v. 13, n. 6, p. 553–565, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria N° 545, DE 20 DE MAIO DE 1993. Estabelece normas

e procedimentos reguladores do processo de descentralização da gestão das ações e serviços de saúde, através da Norma Operacional Básica - SUS 01/93.[1993]. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1993/prt0545_20_05_1993.html>. Acesso em: 04 de abril de 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.203, de 5 de Novembro de 1996. Aprova a NOB 1/96, a qual redefine o modelo de gestão do Sistema Único de Saúde. [1996]. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1996/prt2203_05_11_1996.html>, Acesso em: 04 de abril de 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 95, de 26 de Janeiro de 2001. Aprova a Norma Operacional da Assistência à Saúde – NOAS-SUS 01/2001 que amplia as responsabilidades dos municípios na Atenção Básica; define o processo de regionalização da assistência; cria mecanismos para o fortalecimento da capacidade de gestão do Sistema Único de Saúde e procede à atualização dos critérios de habilitação de estados e municípios. [2001]. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2001/prt0095_26_01_2001.html>. Acesso em: 04 de abril de 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 373, de 27 de Fevereiro de 2002. Aprova a Norma Operacional da Assistência à Saúde – NOAS-SUS 01/2002 que amplia as responsabilidades dos municípios na Atenção Básica; estabelece o processo de regionalização como estratégia de hierarquização dos serviços de saúde e de busca de maior equidade; cria mecanismos para o fortalecimento da capacidade de gestão do Sistema Único de Saúde e procede à atualização dos critérios de habilitação de estados e municípios. [2002]; Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2002/prt0373_27_02_2002.html>. Acesso em 04 de abril de 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE GESTÃO ESTRATÉGICA E PARTICIPATIVA. DEPARTAMENTO DE APOIO À GESTÃO PARTICIPATIVA. **Síntese do relatório do 1º Encontro Nacional de Saúde das Populações do Campo e da Floresta**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sintese_encontro_populacoes_campo_floresta.pdf>. Acesso em 14 de abril de 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS - DATASUS. **Rede Assistencial - CNES - Recursos Físicos**. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0204&id=11663>>. Acesso em: 17 maio. 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS - DATASUS. **Indicadores do Rol de Diretrizes, Objetivos, Metas e Indicadores 2014 - Amazonas - Indicadores Municipais**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?pacto/2014/cnv/coapmunam.def>>. Acesso em: 17 maio. 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS - DATASUS; SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO - SINAN. **Acompanhamento da Hanseníase - Brasil**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/hansenia/cnv/hanswuf.def>>. Acesso em: 20 out. 2016a.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS - DATASUS; SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO - SINAN. **Hepatites Virais - casos confirmados notificados no sistema de informação de agravos de notificação - Brasil.** Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/hepabr.def>>. Acesso em: 20 out. 2016b.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS - DATASUS; SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO - SINAN. **Tuberculose - casos confirmados notificados no sistema de informação de agravos de notificação - Brasil.** Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/tubercbr.def>>. Acesso em: 20 out. 2016c.

MINISTÉRIO DE SAÚDE; DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS - DATASUS. **Indicadores de fatores de risco e de proteção - Prevalência de déficit estatural para a idade em crianças menores de cinco anos de idade.** Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2012/g11.htm>>. Acesso em: 17 maio. 2016.

MIRZA, M. M. Q. Global warming and changes in the probability of occurrence of floods in Bangladesh and implications. **Global environmental change**, v. 12, n. 2, p. 127–138, 2002.

MITLIN, D.; SATTERTHWAITTE, D. **Urban poverty in the global south: scale and nature.** Abingdon, UK, New York: Routledge, 2013.

MOLLINGA, P. P. **The rational organisation of dissent: Boundary concepts, boundary objects and boundary settings in the interdisciplinary study of natural resources management:** ZEF Working Paper Series. [s.l.] University of Bonn, 2008.

MONTALI, L. Família e trabalho na conjuntura recessiva. **São Paulo em Perspectiva**, v. 5, n. 1, p. 72–84, 1991.

MONTEIRO, R. A. L. DOS S. **Representações sociais de ribeirinhos sobre o acesso aos serviços de saúde, Comunidade Rural Vila de Urucurituba, Autazes-Amazonas.** 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado em Saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Centro de Pesquisa Leônidas & Maria Deane, Universidade Federal do Pará, Manaus. 2014.

MONTENEGRO, S.; RAGAB, R. Impact of possible climate and land use changes in the semi arid regions: A case study from North Eastern Brazil. **Journal of Hydrology**, v. 434, p. 55–68, 2012.

MORAES, A. O.; SCHOR, T. Redes rios e a cesta básica regionalizada no Amazonas, Brasil. **Acta Geografica**, v. 4, n. 7, p. 79-89, 2010.

MORAES, A. R. **Indicadores para a caracterização de serviços ambientais de áreas úmidas. Estudo de caso: a área de proteção ambiental das ilhas e várzeas do rio Paraná.** 2011. 180 f. Tese (Doutorado em tecnologia ambiental e recursos hídricos) - Universidade de Brasília, Brasília. 2011.

MORROW, B. H. Identifying and mapping community vulnerability. **Disasters**, v. 23, n. 1, p. 1–18, 1999.

MOSS, R. H.; BRENKERT, A. L.; MALONE, E. L. **Vulnerability to climate change: a quantitative approach**. Technical Report PNNL-SA-33642. Richland: Pacific Northwest National Laboratories. U.S. Department of Energy, 2001.

MOURA, E. A. F.; PERES, L. V. C. **Aspectos demográficos, sócio-econômicos e de saúde da população ribeirinha durante a enchente de 1999 na reserva de desenvolvimento Sustentável Mamirauá (região do Médio Solimões-Amazonas)**. Anais do XII Encontro Nacional da Abep. **Anais...**2000

MYERS, N. Biodiversity's genetic library. In: **Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems**. Washington: Island Press, 1997. p. 255–273.

NAKAEGAWA, T.; KITO, A.; HOSAKA, M. Discharge of major global rivers in the late 21st century climate projected with the high horizontal resolution MRI-AGCMs. **Hydrological Processes**, v. 27, n. 23, p. 3301–3318, 2013.

NARDOTO, G. B. et al. Frozen chicken for wild fish: Nutritional transition in the Brazilian Amazon region determined by carbon and nitrogen stable isotope ratios in fingernails. **American Journal of Human Biology**, v. 23, n. 5, p. 642–650, 2011.

NASCIMENTO, A.; AJARA, C. **Crescimento econômico e populacional na sub-região da Calha do Purus: uma análise sob a ótica da sustentabilidade ambiental**. XVIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais. **Anais...**Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Estudos Populacionais - ABEP, 2012

NEPSTAD, D. C. et al. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature**, v. 398, n. 6727, p. 505–508, 1999.

NEPSTAD, D. C. **The Amazon's Vicious Cycles, drought and fire in the greenhouse**. Gland: World Wide Fund for Nature, 2007.

NGO, E. B. When disasters and age collide: Reviewing vulnerability of the elderly. **Natural Hazards Review**, v. 2, n. 2, p. 80–89, 2001.

NOBRE, C. A. et al. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 113, n. 39, p. 10759–10768, 2016.

NOBRE, C. A.; BORMA, L. D. S. “Tipping points” for the Amazon forest. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 1, n. 1, p. 28–36, 2009.

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do século 21. **Parcerias Estratégica**, v. 13, n. 27, p. 19–42, 2008.

NOBRE, C. A.; SELLERS, P. J.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, v. 4, n. 10, p. 957–988, 1991.

NUNEZ, M. N.; SOLMAN, S. A.; CABRÉ, M. F. Regional climate change experiments over southern South America. II: Climate change scenarios in the late twenty-first century. **Climate Dynamics**, v. 32, n. 7–8, p. 1081–1095, 2009.

O'BRIEN, K. et al. Mapping vulnerability to multiple stressors: Climate change and globalization in India. **Global Environmental Change**, v. 14, n. 4, p. 303–313, 2004.

O'BRIEN, K. L.; LEICHENKO, R. M. Double exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization. **Global environmental change**, v. 10, n. 3, p. 221–232, 2000.

O'BRIEN, P. W.; MILETI, D. S. Citizen participation in emergency response following the Loma Prieta earthquake. **International Journal of Mass Emergencies and Disasters**, v. 10, n. 1, p. 71–89, 1992.

OLIVEIRA, M. E.; MARTINS, M. When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 8, n. 2, p. 101–110, 2001.

OLIVEIRA, P. DE T. R. DE. **Desigualdade regional e o território da saúde na Amazônia**. 2008. 248 f. Monografia. Universidade Federal do Pará, Belém. 2008.

OMETTO, J. P. et al. Climate Change and Land Use Change in Amazonia. Relatório para o Global Canopy Programme and International Center for Tropical Agriculture como parte do projeto Amazonia Security Agenda, março, 2013.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD; EUROPEAN UNION; JOINT RESEARCH CENTRE - EUROPEAN COMMISSION. **Handbook on constructing composite indicators: Methodology and User guide**. [s.l.] OECD publishing, 2008.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. **Science**, v. 325, n. 5953, p. 419–422, 2009.

PAAVOLA, J. Livelihoods, vulnerability and adaptation to climate change in Morogoro, Tanzania. **Environmental Science & Policy**, v. 11, n. 7, p. 642–654, 2008.

PALMER, M. A. et al. Climate change and the world's river basins: anticipating management options. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 6, n. 2, p. 81–89, 2008.

PARDAL, P. P. O. et al. Aspectos epidemiológicos de 465 acidentes ofídicos atendidos no HUIBB-Belém-Pará no período de 1993 a 1994. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 28, n. supl I, p. 170, 1995.

PARENTE, A. T.; SOUZA, E. B. DE; RIBEIRO, J. B. M. A ocorrência de malária em quatro municípios do estado do Pará, de 1988 a 2005, e sua relação com o desmatamento. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 1, p. 41–48, 2012.

PARMESAN, C.; YOHE, G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts

across natural systems. **Nature**, v. 421, n. 6918, p. 37–42, 2003.

PASCUAL, M.; BOUMA, M. J.; DOBSON, A. P. Cholera and climate: revisiting the quantitative evidence. **Microbes and Infection**, v. 4, n. 2, p. 237–245, 2002.

PATT, A. G. et al. Vulnerability research and assessment to support adaptation and mitigation: common themes from the diversity of approaches. In: PATT, A. G. et al. (Eds.). . **Assessing vulnerability to global environmental change: Making research useful for adaptation decision making and policy**. New York: Earthscan, 2009. p. 1–25.

PATTANAYAK, S. et al. Deforestation, malaria, and poverty: a call for transdisciplinary research to support the design of cross-sectoral policies. **Sustainability: Science, Practice, & Policy**, v. 2, n. 2, p. 223, 2006.

PATZ, J. A. et al. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. **International Journal for Parasitology**, v. 30, n. 12–13, p. 1395–1405, 2000.

PELLING, M.; HIGH, C. Understanding adaptation: what can social capital offer assessments of adaptive capacity? **Global Environmental Change**, v. 15, n. 4, p. 308–319, 2005.

PENNA, G. et al. High incidence of diseases endemic to the Amazon region of Brazil, 2001–2006. **Emerging infectious diseases**, v. 15, n. 4, p. 626, 2009.

PENTEADO, A. R. A Distribuição da População no Estado do Amazonas e seus Problemas. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, n. 8, p. 31–47, 1970.

PEREIRA, D. M.; SZLAFSZTEIN, C. F.; ARAÚJO, F. A. Avaliação de risco de desastres na Bacia Hidrográfica do Rio Purus (Brasil) com base em índices compostos. **Revista da Anpege**, v. 12, n. 17, p. 167–190, 2016.

PIVETTA, M. **Extremos do clima**. Revista Pesquisa Fapesp. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/08/13/extremos-do-clima/>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

POJO, E. C.; ELIAS, L. G. D.; VILHENA, M. DE N. As águas e os ribeirinhos – beirando sua cultura e margeando seus saberes. **Revista Margens Interdisciplinar**, v. 8, n. 11, p. 176–198, 2014.

PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. **Economia e Sociedade**, v. 20, n. 3, p. 601–636, 2011.

PRESTON, B. L.; YUEN, E. J.; WESTAWAY, R. M. Putting vulnerability to climate change on the map: A review of approaches, benefits, and risks. **Sustainability Science**, v. 6, n. 2, p. 177–202, 2011.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO; INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/>>. Acesso em: 11 maio. 2016.

QUINTÃO, A. F. et al. Social, Environmental, and Health Vulnerability to Climate Change:

The Case of the Municipalities of Minas Gerais, Brazil. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 2017, 2017.

READY, P. D.; LAINSON, R.; SHAW, J. J. Leishmaniasis in Brazil: XX. Prevalence of “enzootic rodent leishmaniasis”(Leishmania mexicana amazonensis), and apparent absence of “pian bois”(Le. braziliensis guyanensis), in plantations of introduced tree species and in other non-climax forests in eas. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 77, n. 6, p. 775–785, 1983.

REBOITA, M. S. et al. Climate projections for South America: RegCM3 driven by HadCM3 and ECHAM5. **Advances in Meteorology**, v. 2014, 2014.

RED AMAZÓNICA DE INFORMACIÓN SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA - RAISG. **Amazonia sob Presión**. São Paulo: Instituto Socioambiental - ISA, 2012.

RIJKERS, B.; COSTA, R. Gender and rural non-farm entrepreneurship. **World Development**, v. 40, n. 12, p. 2411-2426, 2012.

RODRIGUES, P. C. O. et al. Spatial distribution of asthma-related hospitalizations of the elderly in the Brazilian Amazon. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, n. 3, p. 523–532, 2010.

ROLIM, C. **Um índice de pobreza humana municipal para o Brasil: Textos para Discussão**. Curitiba: CMDE/UFPR, 2005. Disponível em: <http://www.economiaetecnologia.ufpr.br/textos_discussao/texto_para_discussao_ano_2005_texto_17.pdf>.

RONCHAIL, J. et al. Hydrological extremes and food security in western Amazon Does hydrological variability in western Amazon impact food security ? n. July 2015, p. 2–3, 2016.

ROOT, T. L. et al. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. **Nature**, v. 421, n. 6918, p. 57–60, 2003.

ROSA-FREITAS, M. G. et al. Associations between dengue and combinations of weather factors in a city in the Brazilian Amazon. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 20, n. 4, p. 256–267, 2006.

ROSÁRIO, I. N. G. et al. Evaluating the Adaptation Process of Sandfly Fauna to Anthropized Environments in a Leishmaniasis Transmission Area in the Brazilian Amazon. **Journal of Medical Entomology**, v. 54, n. 2, p. 450–459, 2017.

SÁ-NETO, R. P.; DOS-SANTOS, M. C. Aspectos epidemiológicos dos acidentes ofídicos atendidos no Instituto de Medicina Tropical de Manaus (IMTM), 1986-92: estudo retrospectivo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 28, n. supl I, p. 171, 1995.

SAATCHI, S. et al. Persistent effects of a severe drought on Amazonian forest canopy. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 2, p. 565–570, 2013.

SABELLI, A. **Scale Counts : A Review of Indicator-based Climate Change Vulnerability**

Assessments. Cidade do Panamá: UNEP-ROLAC. Disponível em: < www.climatechange-regatta.org/index.php/en/documents-and-tools/category/cat-1-sub-2>.

SALATI, E.; VOSE, P. B. Amazon basin: a system in equilibrium. **Science**, v. 225, p. 129–139, 1984.

SALAZAR, L. F.; NOBRE, C. A. Climate change and thresholds of biome shifts in Amazonia. **Geophysical Research Letters**, v. 37, n. 17, 2010.

SALAZAR, L. F.; NOBRE, C. A.; OYAMA, M. D. Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 9, 2007.

SALOMÓN, O. D. et al. Leishmaniasis and climate change—case study: Argentina. **Journal of tropical medicine**, v. 2012, 2012.

SALVINI, G. et al. A role-playing game as a tool to facilitate social learning and collective action towards Climate Smart Agriculture: Lessons learned from Apuí, Brazil. **Environmental Science and Policy**, v. 63, p. 113–121, 2016.

SAMPAIO, G. et al. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 17, 2007.

SAMPAIO, V. S. et al. Malaria in the State of Amazonas: a typical Brazilian tropical disease influenced by waves of economic development. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 48, n. supl. 1, p. 4–11, 2015.

SANTOS, D. et al. **Índice de Progresso Social na Amazônia Brasileira - IPS Amazônia 2014**. Belém: Imazon; Social Progress Imperative, 2014.

SARAIVA, M. DAS G. G. et al. Expansão urbana e distribuição espacial da malária no município de Manaus, Estado do Amazonas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 5, p. 515–522, 2009.

SATURNO, P. J. La invasión de los indicadores compuestos. Riesgos y beneficios para la gestión de la calidad. **Revista de Calidad Asistencial**, v. 19, n. 6, p. 407–415, 2004.

SCHOR, T. As cidades invisíveis da Amazônia Brasileira. **Revista Mercator**, v. 12, n. 28, p. 67–84, 2013.

SCHOR, T. Redes, fluxos e abastecimento de comida no Alto Solimões/AM: reflexões sobre o papel das cidades e da produção rural no desenvolvimento local. **Terceira Margem Amazônia**, v. 1, n. 5, p. 89–110, 2015.

SCHOR, T. et al. Apontamentos metodológicos sobre o estudo de cidades e de rede urbana no estado do Amazonas, Brasil. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, v. 9, n. 1, p. 9, 2016.

SCHOR, T.; DE OLIVEIRA, J. A. Reflexões metodológicas sobre o estudo da rede urbana no

Amazonas e perspectivas para a análise das cidades na Amazônia Brasileira. **Acta Geográfica**, v. 5, n. 11, p. 15–30, 2011.

SCHUMANN, L. A.; MOURA, L. B. A. Índices Sintéticos De Vulnerabilidade: Uma Revisão Integrativa De Literatura. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 7, p. 2105–2120, 2015.

SCHUSCHNY, A.; SOTO, H. Guía metodológico - diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. **Cepal**, p. 109, 2009.

SCHÜTZ, G. E. et al. Socio-ecological super-determination of health in rural areas in Humaitá, State of Amazonas, Brazil. **Ciencia & saude coletiva**, v. 19, n. 10, p. 4051–4060, 2014.

SCOTT, R. P. Ruralidade e mulheres responsáveis por domicílios no Norte e no Nordeste. **Estudos Feministas**, v. 15, n. 2, p. 425–436, 2007.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO AMAZONAS - SDS; COOPERAÇÃO INTERNACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO – GIZ. **Zoneamento econômico-ecológico da Sub-região do Purus: volume 02: situação atual e proposta para zoneamento ecológico econômico**. Manaus: [s.n.].

SEN, A. **Poverty and famines: an essay on entitlement and deprivation**. New York: Oxford university press, 1981.

SEN, A. A sociological approach to the measurement of poverty: a reply to Professor Peter Townsend. **Oxford Economic Papers**, v. 37, n. 4, p. 669–676, 1985.

SEN, A. **Resources, values and development**. [s.l.] Harvard University Press, 1997.

SEPLAKI, C. L. et al. Before and after the 1999 Chi-Chi earthquake: Traumatic events and depressive symptoms in an older population. **Social science & medicine**, v. 62, n. 12, p. 3121–3132, 2006.

SERRA, N. E. M. Compreendendo a Lógica do Trabalho em Populações Tradicionais Ribeirinhas Populações Tradicionais Ribeirinhas. **Revista de Educação, Cultura e Meio Ambiente**, v. 4, n. 22, p. 12, 2001.

SHRIMPSON, R. Food consumption and dietary adequacy according to income in 1,200 families, Manaus, Amazonas, Brazil, 1973-1974. **Archivos latinoamericanos de nutricion**, v. 34, n. 4, p. 615–629, 1984.

SILVA, J. DA C.; SOUZA FILHO, T. A. DE. O viver ribeirinho. In: SILVA, J. DA C. (Ed.). **Nos Banheiros do Rio: Ação Interdisciplinar em busca de sustentabilidade em Comunidades Ribeirinhas da Amazônia**. Porto Velho: Edufro, 2002.

SILVA, V. P. DA. **Organização e gestão da educação infantil em Manaus: uma análise de seus marcos regulatórios**. 2012, 221 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2012.

SILVESTRINI, R. A. et al. Simulating fire regimes in the Amazon in response to climate change and deforestation. **Ecological Applications**, v. 21, n. 5, p. 1573–1590, 2011.

SMITH, K. R. et al. Human Health: Impacts, Adaptation, and Co-Benefits. **Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability**, p. 709–754, 2014.

SOARES, S. M.; SCHERER, E. F. Pescadoras ribeirinhas: reconhecimento, visibilidade e Panema na Pesca Artesanal no Amazonas. In: LEITÃO, R. DE F. A. (Ed.). . **Pesca, turismo e meio ambiente**. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2014. p. 152.

SOBRAL, A.; DE FREITAS, C. M. Modelo de organização de indicadores para operacionalização dos determinantes socioambientais da saúde. **Saude e Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 35–47, 2010.

SOLMAN, S. A. Regional climate modeling over south america: A review. **Advances in Meteorology**, v. 2013, n. Figure 1, 2013.

SOLOMON, S. et al. IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: **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.

SOUZA, E. B. DE; MANZI, A. O. Mudanças Ambientais de Curto e Longo prazo: Projeções, Reversibilidade e Atribuição. **Base científica das mudanças climáticas**, v. 1, p. 30, 2014.

SZLAFSZTEIN, C. F. Natural disaster management in the Brazilian Amazon: An analysis of the states of acre, Amazonas and Pará. In: CHEVAL, S. (Ed.). . **Natural disasters**. [s.l.] Intech, 2012.

SZLAFSZTEIN, C. F. Development projects for small rural communities in the Brazilian Amazon region as potential strategies and practices of climate change adaptation. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 19, n. 2, p. 143–160, 2014.

SZLAFSZTEIN, C. F. Management of natural disasters in the Brazilian Amazon region. **Natural Hazards**, v. 76, n. 3, p. 1745–1757, 2015.

TAKKEN, W. et al. Effects of environmental change on malaria in the Amazon region of Brazil. In: BORGES, R.; MARTENS, P.; TAKKEN, W. (Eds.). . **Environmental Change and Malaria Risk: Global and Local Implications**. Wageningen: Wageningen University Research Centre, 2005. p. 113–123.

TEBALDI, C. Going to the extremes: An intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events. **Climatic Change**, v. 79, p. 198, 2007.

TELLES, V. DA S. **A cidadania inexistente: incivilidade e pobreza: um estudo sobre o trabalho e a família na Grande São Paulo**. 1992. Tese (Doutorado Departamento de Sociologia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1992.

TOLEDO, R. F. DE; GIATTI, L. L.; PELICIONI, M. C. F. **Levantamento de necessidades**

socioambientais em comunidade indígena do distrito de Iauaretê do Município de São Gabriel da Cachoeira/AM. Anais da 28^a Reunião Anual da Associação de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. **Anais...2005**

TORRES, R. R. et al. Socio-climatic hotspots in Brazil. **Climatic Change**, v. 115, n. 3–4, p. 597–609, 2012.

TORRES, R. R.; MARENGO, J. A. Uncertainty assessments of climate change projections over South America. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 112, n. 1–2, p. 253–272, 2013.

TRINDADE, G. O. A ver navios, barcos e canoas... vivências urbanas e relação cidade-rio na amazônia ribeirinha. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 1, p. 35–54, 2011.

TURNER, B. L. et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 100, n. 14, p. 8074–8079, 2003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC; CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES - CEPED. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais – 1991 a 2012. Volume Amazonas.** Florianópolis: CEPED, UFSC, 2013.

VALVERDE, M. C.; MARENGO, J. A. Extreme Rainfall Indices in the Hydrographic Basins of Brazil. **Open Journal of Modern Hydrology**, v. 4, n. January, p. 10–26, 2014.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** 1. ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2005.

VAN VUUREN, D. P. et al. The representative concentration pathways: An overview. **Climatic Change**, v. 109, n. 1, p. 5–31, 2011.

VASCONCELOS, C. M.; PASCHE, D. F. O Sistema Único de Saúde. In: CAMPOS, G. W. S. et al. (Eds.). **Tratado de saúde coletiva.** São Paulo: Hucitec, 2006. p. 531–562.

VASCONCELOS, P. F. C. et al. Inadequate management of natural ecosystem in the Brazilian Amazon region results in the emergence and reemergence of arboviruses. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n. supl 0, p. S155–S164, 2001.

VIANA, V. et al. Programa Bolsa Floresta no Estado do Amazonas. In: STEFANO, P.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. (Eds.). **Experiências de Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil.** Sao Paulo: SMA/CBRN, 2013. p. 251–268.

VIGNOLLI, J. R. Vulnerabilidade sociodemográfica: antigos e novos riscos para a América Latina e o Caribe. In: CUNHA, J. M. P. (Ed.). **Novas Metrôpoles Paulistas: população, vulnerabilidade e segregação.** Campinas, SP: Nepo/Unicamp, 2006. p. 616.

VIJAYAVENKATARAMAN, S.; INIYAN, S.; GOIC, R. A review of climate change, mitigation and adaptation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 1, p. 878–897, 2012.

VINCENT, K. **Creating an index of social vulnerability to climate change for Africa** Tyndall Centre Working Paper No. 56: Working Paper 56. Norwich: [s.n.]. Disponível em: <http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/wp56.pdf>.

VITALI MICLOS, P.; MARINO CALVO, M. C.; FLEMMING COLUSSI, C. Avaliação do desempenho da Atenção Básica nos municípios brasileiros com indicador sintético. **Saúde em Debate**, v. 39, n. 107, p. 984–996, 2015.

VITOUSEK, P. M. Global environmental change: an introduction. **Annual review of Ecology and Systematics**, v. 23, n. 1, p. 1–14, 1992.

VITTOR, A. Y. et al. The effect of deforestation on the human-biting rate of *Anopheles darlingi*, the primary vector of falciparum malaria in the Peruvian Amazon. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 74, n. 1, p. 3–11, 2006.

VITTOR, A. Y. et al. Linking deforestation to malaria in the Amazon: characterization of the breeding habitat of the principal malaria vector, *Anopheles darlingi*. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 81, n. 1, p. 5–12, 2009.

WAGLEY, C. **Uma Comunidade Amazônica: estudo do Homem nos Trópicos**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1957.

WALDEZ, F.; VOGT, R. C. Ecological and epidemiological aspects of snakebites in riverside communities of the lower Purus River, Amazonas, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 3, p. 681–692, 2009.

WATTS, M. J.; BOHLE, H. G. The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine. **Progress in human geography**, v. 17, n. 1, p. 43–67, 1993.

WITKOSKI, A. C. **Terras, florestas e águas de trabalho: os camponeses amazônicos e as formas de uso de seus recursos naturais**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2007.

WOLF, J. et al. Social capital, individual responses to heat waves and climate change adaptation: An empirical study of two UK cities. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 44–52, 2010.

XAVIER, J.; DUTRA, A. Ribeirinhos do Tapajós ainda esperam pelo SUS. **Radis-Comunicação em Saúde**, v. 36, p. 9–15, 2005.

XU, B. et al. Black soot and the survival of Tibetan glaciers. **PNAS**, v. 106, n. 52, p. 22114–22118, 2009.

YOUNG, K. R.; LIPTON, J. K. Adaptive governance and climate change in the tropical highlands of western South America. **Climatic change**, v. 78, n. 1, p. 63–102, 2006.

YOUNG, O. R.; UNDERDAL, A. **Institutional dimensions of global change IHPD Scoping Report**. Bonn: [s.n.].

YUSUF, A A; FRANCISCO, H. Climate Change Vulnerability Mapping for Southeast Asia

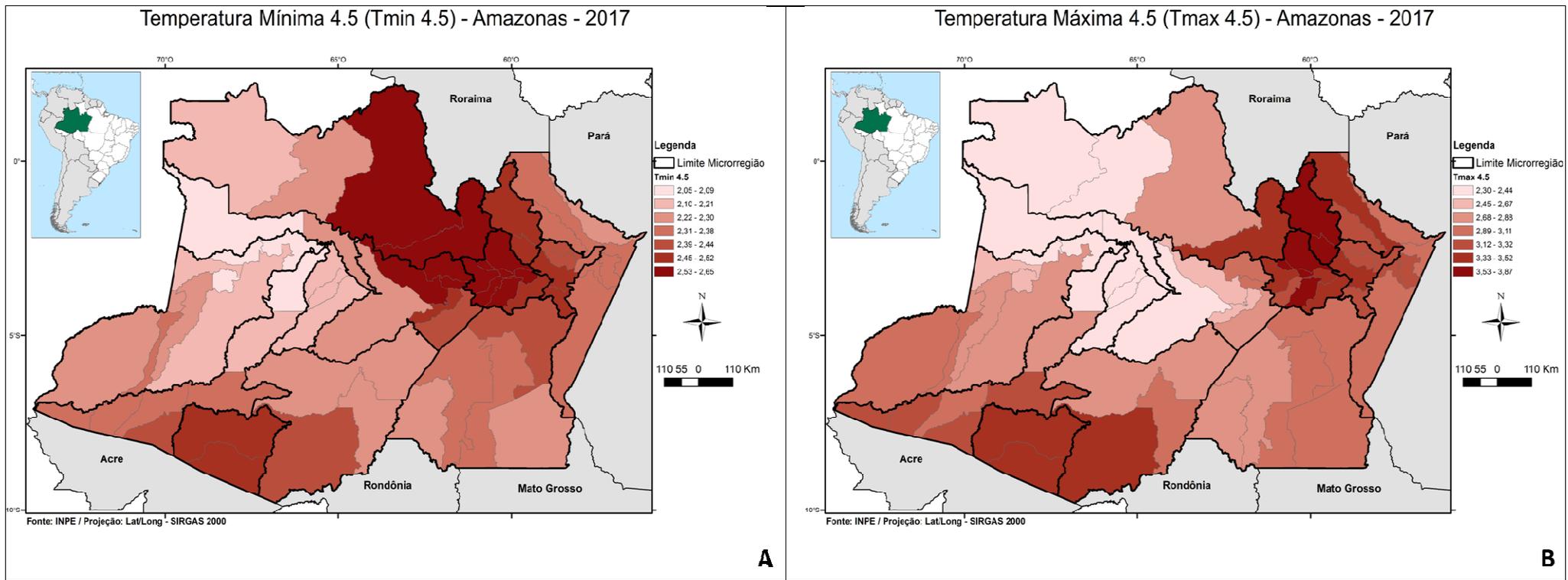
Vulnerability Mapping for Southeast Asia. Final Report. **EEPSEA, IDRC Regional Office for Southeast and East Asia**, 26 p., 2009.

YUYAMA, L. K. O. et al. Segurança / insegurança alimentar em famílias urbanas e rurais no estado do Amazonas : I . Validação de metodologia e de instrumento de coleta de informação state : Validation of methodology and of information collecting instrument. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 126, p. 247–252, 2007.

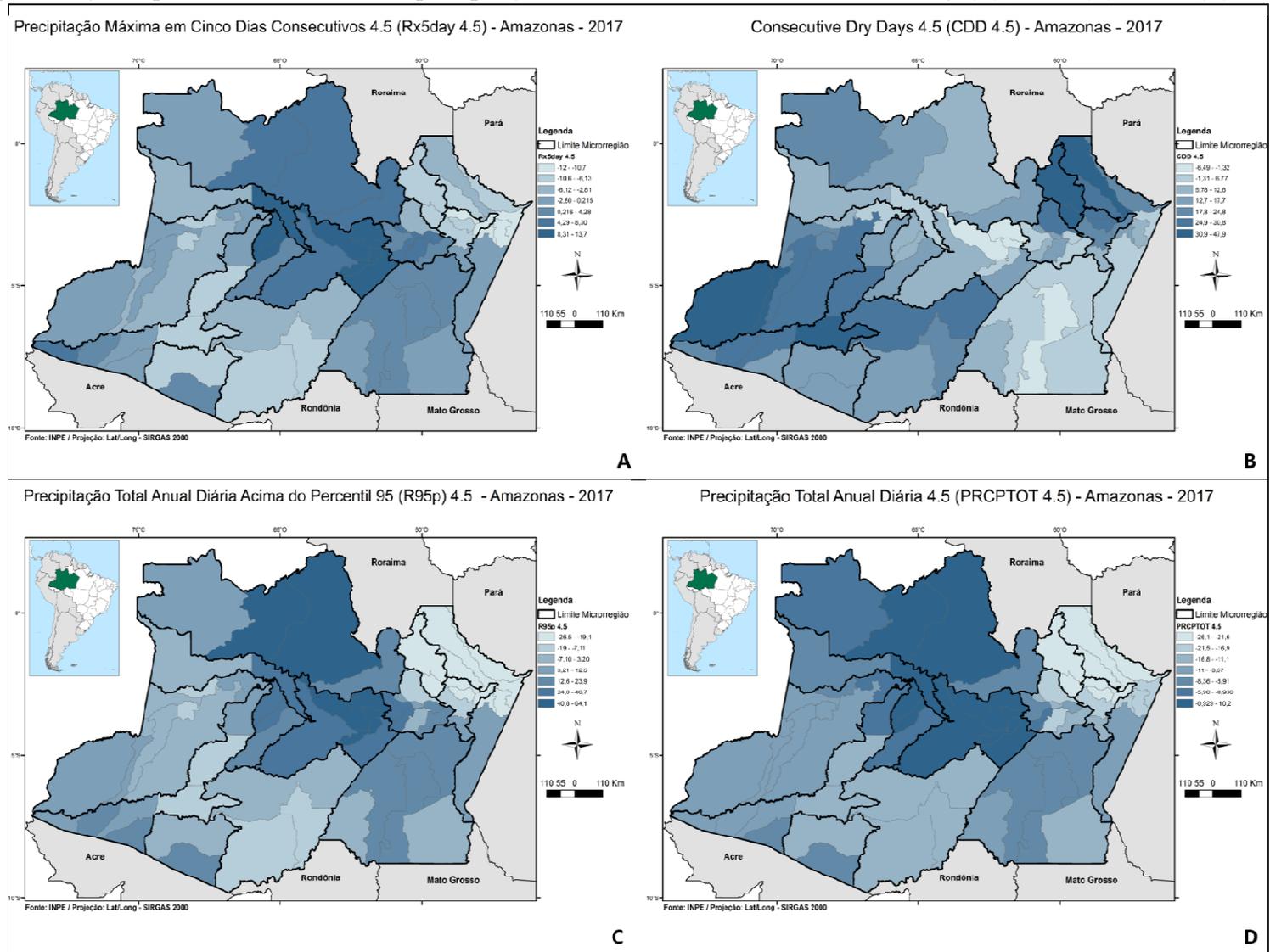
ZENG, N. et al. Causes and impacts of the 2005 Amazon drought. **Environmental Research Letters**, v. 3, n. 1, p. 14002, 2008.

APÊNDICES

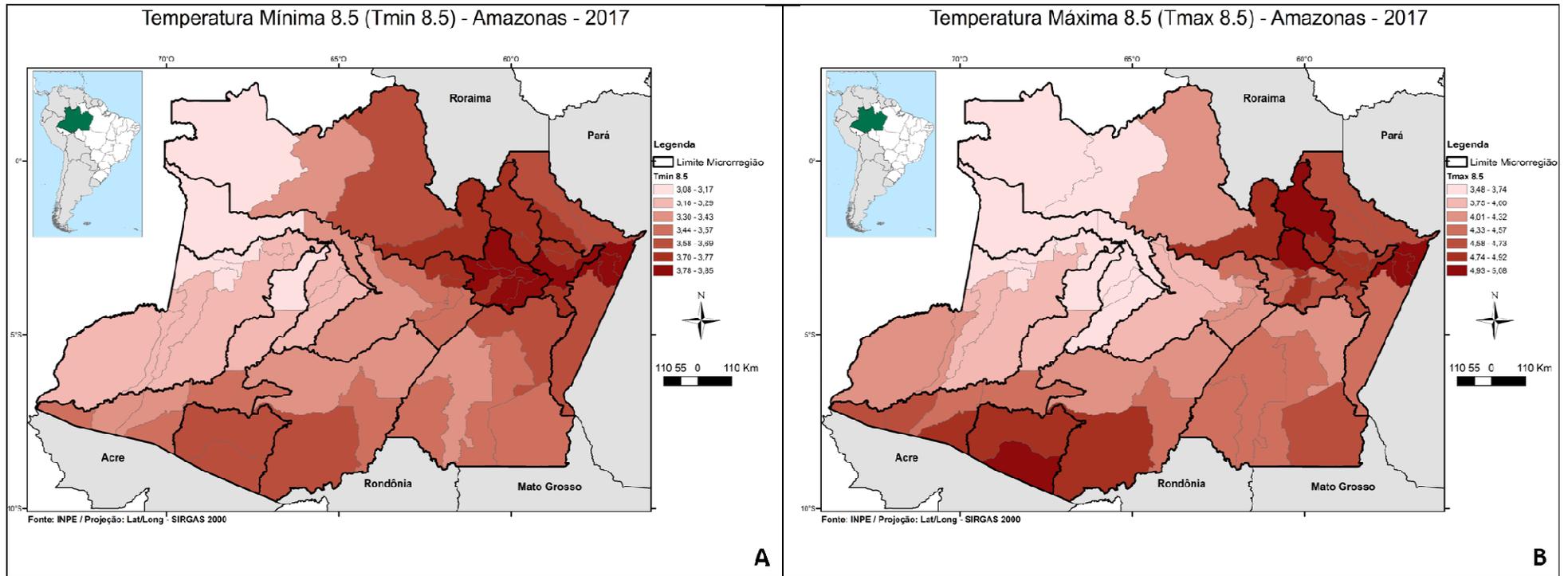
Apêndice A - Representação espacial das anomalias de temperatura máxima (A) e temperatura mínima (B) para o estado do Amazonas, considerando o cenário 4.5.



Apêndice B - Representação espacial das anomalias de precipitação considerando o cenário 4.5 – Rx5day (A), CDD (B), R950 (C) e PRCPTOT (D).



Apêndice C - Representação espacial das anomalias de temperatura máxima (A) e temperatura mínima (B) para o estado do Amazonas, considerando o cenário 8.5.



Apêndice D - Representação espacial das anomalias de precipitação considerando o cenário 8.5 – Rx5day (A), CDD (B), R950 (C) e PRCPTOT (D).

