



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DENISE MARINI PEREIRA

**DESASTRES NATURAIS NA AMAZÔNIA: AVALIAÇÃO DE RISCOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PURUS**

BELÉM – PA
Junho de 2014

DENISE MARINI PEREIRA

**DESASTRES NATURAIS NA AMAZÔNIA: AVALIAÇÃO DE RISCOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PURUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Linha de pesquisa: Gestão dos Recursos Naturais e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztein

BELÉM – PA
Junho de 2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Pereira, Denise Marini, 1986-

Desastres naturais na Amazônia: avaliação de
riscos na Bacia Hidrográfica do rio Purus /
Denise Marini Pereira. - 2014.

Orientador: Cláudio Fabian Szlafsztein.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências
Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Belém, 2014.

1. Gestão ambiental Amazônia. 2. Bacias
hidrográficas Purus, Rio (Peru e Brasil). 3.
Avaliação de riscos ambientais Amazônia. 4.
Catástrofes naturais Amazônia. I. Título.

CDD 22. ed. 363.7009811

DENISE MARINI PEREIRA

**DESASTRES NATURAIS NA AMAZÔNIA: AVALIAÇÃO DE RISCOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PURUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovada em: 04/06/2014

Conceito: EXCELENTE

Banca examinadora

Professor Dr. Claudio Fabian Szlafsztein
Orientador – PPGeo/UFPA

Professor Dr. Carlos Alexandre Leão Bordalo
Examinador interno – PPGeo/UFPA

Professor Dr. Raúl Sánchez Vicens
Examinador externo – POSGeo/UFF

Com carinho e gratidão, dedico ao meu esposo e companheiro Christopher, fonte de amor, inspiração e motivação, sem o qual jamais seria possível que esta aventura na Amazônia fosse uma intensa experiência acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A construção do conhecimento resulta de colaborações diretas ou indiretas de duas ou mais pessoas, mas nunca de um esforço isolado. Aos meus colaboradores agradeço.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará (PPGEO/UFGPA) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelos incentivos durante a pesquisa com auxílios financeiros para a participação de eventos científicos e pela bolsa de mestrado concedida.

Ao meu orientador, professor Cláudio Fabian Szlafsztein, por ter aceitado me orientar, pela atenção e profissionalismo acadêmico com as correções, e principalmente, pela oportunidade de expansão da consciência e superação de paradigmas pessoais.

Ao grande amigo e indispensável Fernando Alves de Araújo, cujo apoio e dedicação aos meus chamados emergenciais para consultas técnicas em cartografia nunca falhou. Pelo grande aprendizado com a manipulação de dados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica, pelas sugestões ao trabalho e discussões filosóficas, políticas, pessoais e da Geografia que me permitiram lidar com a imprevisibilidade na vida acadêmica. Este trabalho jamais seria concluído sem as suas contribuições.

Às amigas inesquecíveis que conquistei na Amazônia e serão memoráveis por toda vida: Michele, Thiely, Anne, Rocio, Hildo, Diana, Julien, Tunga, Daniele, Ana, Isadora e Cleide. Por me aceitarem, entenderem minhas limitações e acima de tudo, me darem forças, apoio e motivações para desenvolver este trabalho, mesmo nos momentos de maior tensão. Agradeço imensamente.

Aos colegas de orientação, os orientandos do professor Cláudio: Juliana, Rafael, Glórgia, Milena e Nayra, pelos construtivos momentos de discussão acadêmica.

Aos professores da UFGPA Pedro Walfir, Arnaldo Queiroz, Tiago Barreto, Socorro Flores, Carmena França, Gilberto Rocha, Carlos Bordalo e Otávio do Canto e aos professores visitantes Raul Vicens (Universidade Federal Fluminense) e Gersa Duarte (Universidade Federal de Santa Catarina), pelas solidárias sugestões e apoio ao desenvolvimento desta dissertação.

Aos colaboradores do Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido (LAIT/UFGPA), Susan Rodrigues e Wilson Rocha pela atenção e aprendizado em Sensoriamento Remoto.

Aos colaboradores do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) Ulisses Guimarães e Pedro Rolim, pela total atenção e apoio com o fornecimento de dados e orientações para manuseá-los.

Ao colaborador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Centro Regional da Amazônia (INPE/CRA) Marcos Adami, pela atenção e preciosas sugestões para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus ETERNOS mentores acadêmicos e companheiros da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Presidente Prudente, os professores Arthur Whitacker, Cezar Leal, João Osvaldo Nunes e Tadeu Tomazelli, e os amigos da graduação Nivea Massaretto, João Vitor Verges, Gregório Echeverria, Thais Helena dos Santos, Alex Araújo, Marcelo Garcia, Guilherme Perpétua e Rafael Silva. Pelo incomensurável apoio, sugestões e ombro amigo nos momentos mais difíceis deste mestrado. Apesar da distância e raríssimos encontros, mantiveram nossa parceria e amizade vivas, tal qual quando nos conhecemos há mais de sete anos. Carinhosamente agradeço.

Aos meus familiares, presentes preciosos da vida, que sempre, em todas as circunstâncias, me deram forças para seguir com meus objetivos sem jamais me deixarem esquecer o quanto sou amada. Em especial, agradeço com amor aos meus pais Cido e Rosa, aos meus queridos irmãos Ricardo (*in memorian*) e Leonardo, a minha estimada cunhada Barbara, a minha querida sogra Regina, ao meu amado esposo Christopher, as queridas tia Ana e tia Linda, e ao meu afetuoso avô paterno Anésio (*in memorian*).

A todos os que acreditaram e me fizeram acreditar que a conclusão desta etapa fosse possível ser alcançada com êxito, muito obrigada.

“Entrego, confio, aceito e agradeço.”
Professor José Hermógenes de Andrade Filho

NOTA SOBRE O CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A proposta inicial deste trabalho surgiu como demanda do sub-projeto “*Climate Change, Adaptation Capacity and Risk Governance in the Transboundary Purus River Sub-basin*”, que pertence a um projeto maior denominado “Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do Rio Amazonas Considerando a Variabilidade e as Mudanças Climáticas”, mais conhecido como GEF-Amazons. Porém, a presente pesquisa se desvinculou de tais projetos e foi totalmente reestruturada, de forma que todo o trabalho aqui apresentado foi construído exclusivamente com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

RESUMO

Com a perspectiva de acirramento dos fenômenos hidroclimáticos extremos e as relações conflituosas historicamente estabelecidas entre os processos de uso e ocupação do espaço amazônico, desastres naturais tem ocorrido com maior frequência e intensidade na Amazônia. Dentre as bacias hidrográficas pertencentes à região, a bacia transfronteiriça do rio Purus, situada entre Peru, Bolívia e os Estados brasileiros do Acre, Amazonas e Rondônia, está entre as mais atingidas pelos eventos desastrosos. Em busca de contribuir com dados e informações para a gestão de risco de desastres, esta pesquisa avalia o risco de desastres naturais na bacia do rio Purus. Para tal se utiliza de dados oficiais de registro de desastres, dados fluviométricos, geomorfológicos, de focos de calor e desmatamento trabalhados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Paralelamente, análises conjuntas dos processos e fatores naturais e antrópicos envolvidos nos desastres naturais recorrentes da área de estudo são realizadas. Através da integração dos dados e informações de ameaças e vulnerabilidades, avalia-se a dimensão dos riscos por tipo de desastre: os associados ao incremento das precipitações hídricas, e os associados à intensa redução das precipitações hídricas. Em ambos os tipos são apresentadas semelhanças na distribuição dos riscos. O alto e moderado risco correspondem às áreas mais antropizadas da bacia; o risco se apresenta inexistente em localidades pertencentes ao alto curso; e as áreas menos antropizadas e com abrangência aos territórios de Unidades de Conservação e Terras Indígenas são equivalentes às de baixo risco. Pela eficácia na estimativa de danos e prejuízos potenciais e pela abordagem holística dos fatores e processos envolvidos, os resultados da pesquisa são capazes de subsidiar discussões acerca do planejamento e gestão de riscos de desastres na Amazônia por bacias hidrográficas.

Palavras-Chave: Desastres Naturais; Avaliação de Riscos; Amazônia; Bacia Hidrográfica; Rio Purus.

ABSTRACT

Considering the expectation for intensification of extreme hydro-climatic phenomena and historically conflictive relations established between the processes of occupation and use of Amazon geographic space, natural disasters have occurred with greater frequency and intensity in the Amazon. Among the basins of the region, the bordering Purus river basin, located between Peru, Bolivia and the Brazilian states of Acre, Amazonas and Rondonia, is among the hardest hit by disastrous events. Aiming at helping with data and information for disaster risk management, this research evaluates the risk of natural disasters in the Purus river basin. In order to achieve this purpose, data about official registration of disaster, runoff, geomorphology, hotspot and deforestation were used and previously worked in Geographic Information System environment. Parallel analyzes of natural and anthropogenic processes and factors involved in recurrent natural disasters of the study area were conducted. Through the integration of data and information threats and vulnerabilities evaluated the extent of risks for each type of disaster: the ones associated with the increase of rainfall and the ones associated with intense reduction of rainfall. In both types similarities in the distribution of risk were presented. The high and moderate risk showed association with more anthropogenic areas of the basin; the risk was nonexistent in locations belonging to the upper course; and less anthropogenic areas within the territories of Conservation Units and Indigenous Lands were equivalent to low risk areas. By the effectiveness in estimating potential damages and losses and the holistic approach of the factors and processes involved, the results of this research are able to support discussions involving planning and management risk of disaster in the Amazon by river basins.

Key-words: Natural Disasters - Risk Assessment - Amazon – River Basin - Rio Purus.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1. | Localização da bacia hidrográfica transfronteiriça do rio Purus..... | 21 |
| Figura 2. | Localização das sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Purus..... | 22 |
| Figura 3. | População por setor censitário rural na bacia hidrográfica do rio Purus..... | 25 |
| Figura 4. | Densidade populacional dos setores censitários rurais, unidades de conservação e terras indígenas na bacia hidrográfica do rio Purus..... | 31 |
| Figura 5. | Número de desastres relacionados ao clima ao redor do mundo (1980 - 2011)..... | 34 |
| Figura 6. | Totais de registros dos desastres naturais mais recorrentes no Brasil no período de 1991 a 2010..... | 35 |
| Figura 7. | Tipos de leito fluvial e perfil esquemático dos fenômenos de enchente e inundação..... | 36 |
| Figura 8. | Principais conceitos envolvidos nos riscos de desastres..... | 39 |
| Figura 9. | Esquema de sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul no verão..... | 57 |
| Figura 10. | Localização das estações fluviométricas situadas no Alto, Médio e Baixo Curso da bacia hidrográfica do rio Purus..... | 58 |
| Figura 11. | Variações médias mensais do nível fluviométrico e da vazão no Alto, Médio e Baixo Curso da bacia hidrográfica do rio Purus..... | 58 |
| Figura 12. | Variações médias interanuais do nível fluviométrico da bacia hidrográfica do rio Purus (1968 - 2012)..... | 60 |
| Figura 13. | Observação anual (de Janeiro a Dezembro) das anomalias de precipitação para (a) 1998, (b) 2005 e (c) 2010 de análises de alta resolução da Missão de Medidas de Chuvas Tropicais..... | 62 |
| Figura 14. | Comparação da evolução das grandes cheias de Manaus - 1953, 2009 e 2012..... | 64 |
| Figura 15. | Percentual dos desastres naturais de maior ocorrência no Estado do Acre e Amazonas no período de 1991 a 2010..... | 64 |
| Figura 16. | Percentual dos desastres naturais mais recorrentes na bacia hidrográfica do rio Purus no período de 1971 a 2012..... | 65 |
| Figura 17. | Frequência de desastres naturais na bacia hidrográfica do rio Purus no período de 1971 a 2012..... | 69 |
| Figura 18. | Ameaças de desastres naturais associados ao incremento das precipitações hídricas nos municípios da bacia do rio Purus..... | 71 |
| Figura 19. | Ameaças de desastres naturais associados à intensa redução das precipitações hídricas nos municípios da bacia do rio Purus..... | 72 |
| Figura 20. | Histórico dos fluxos dos rios da Amazônia..... | 74 |
| Figura 21. | Contexto geotectônico amazônico..... | 74 |
| Figura 22. | Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica transfronteiriça do rio Purus..... | 75 |
| Figura 23. | Vulnerabilidade ambiental a desastres naturais associados ao incremento das precipitações hídricas na bacia hidrográfica do rio Purus..... | 78 |
| Figura 24. | Focos de calor ocorridos na bacia do rio Purus de 2005 a 2012..... | 79 |
| Figura 25. | Vulnerabilidade ambiental a desastres naturais associados à intensa redução das precipitações hídricas na bacia hidrográfica do rio Purus..... | 80 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 26. | Uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Purus em 2010 | 84 |
| Figura 27. | Interações entre o clima global, uso do solo, queimadas, hidrologia, ecologia e dimensões humanas..... | 85 |
| Figura 28. | Focos de calor e áreas desmatadas na bacia hidrográfica do rio Purus (2005 - 2012)..... | 86 |
| Figura 29. | Distribuição da densidade de focos de calor e polígonos do desmatamento na bacia do rio Purus (2005 - 2012)..... | 86 |
| Figura 30. | Vulnerabilidade Social a desastres naturais na bacia hidrográfica do rio Purus..... | 87 |
| Figura 31. | Risco de desastres naturais associados ao incremento das precipitações hídricas na bacia do rio Purus..... | 90 |
| Figura 32. | Risco de desastres naturais associados à intensa redução das precipitações hídricas na bacia do rio Purus..... | 92 |
| Figura 33. | Unidades de Conservação, Terras Indígenas e risco de desastres naturais associados ao incremento das precipitações hídricas na bacia do rio Purus..... | 94 |
| Figura 34. | Unidades de Conservação, Terras Indígenas e risco de desastres naturais associados à intensa redução das precipitações hídricas na bacia do rio Purus..... | 95 |
| Figura 35. | Potencial para mediação por fatores socioeconômicos e intensidade de ligação entre serviços ecossistêmicos e bem-estar humano..... | 100 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabela 1 | Relação dos municípios brasileiros que integram a bacia do rio Purus..... | 20 |
| Tabela 2 | Dados populacionais dos municípios da área de estudo..... | 23 |
| Tabela 3 | Atividades desenvolvidas em compasso à dinâmica fluvial do rio Purus..... | 32 |
| Tabela 4 | Desastres naturais no Brasil (Dezembro de 1943 a Maio de 2012)..... | 35 |
| Tabela 5 | Jornais impressos do Estado do Acre e Amazonas com mídia eletrônica..... | 48 |
| Tabela 6 | Descrição das variáveis, indicadores e classes das ameaças aos desastres naturais associados ao incremento e intensa redução das precipitações hídricas..... | 49 |
| Tabela 7 | Descrição das variáveis, indicadores e classes da Vulnerabilidade Ambiental aos desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas..... | 50 |
| Tabela 8 | Descrição das variáveis, indicadores e classes da Vulnerabilidade Ambiental aos desastres Associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas..... | 52 |
| Tabela 9 | Descrição das variáveis, indicadores e classes da Vulnerabilidade Social aos desastres Associados ao Incremento e Intensa Redução das Precipitações Hídricas..... | 53 |
| Tabela 10 | Valores numéricos obtidos pela operação de multiplicação dos pesos atribuídos às classes de ameaças e vulnerabilidades na bacia do rio Purus..... | 54 |
| Tabela 11 | Classificação dos riscos aos desastres naturais segundo os valores numéricos obtidos pela operação de multiplicação dos pesos atribuídos às classes de ameaças e vulnerabilidades na bacia do rio Purus..... | 54 |
| Tabela 12 | Registros de desastres naturais ocorridos nas cinco regiões brasileiras entre 1991 a 2010..... | 64 |
| Tabela 13 | Componentes da vulnerabilidade ambiental a desastres associados ao incremento das precipitações hídricas na bacia do rio Purus..... | 79 |
| Tabela 14 | Componentes da vulnerabilidade ambiental a desastres associados à intensa redução das precipitações hídricas na bacia do rio Purus..... | 81 |
| Tabela 15 | Componentes da vulnerabilidade social a desastres naturais na bacia do rio Purus..... | 88 |
| Tabela 16 | Áreas correspondentes à classificação do risco de desastres associados ao incremento das precipitações hídricas na bacia do rio Purus..... | 89 |
| Tabela 17 | Áreas correspondentes à classificação do risco de desastres associados à intensa redução das precipitações hídricas..... | 91 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|-----------|--|----|
| Quadro 1. | Tipologia das Terras Indígenas e Unidades de Conservação da bacia hidrográfica do rio Purus..... | 30 |
| Quadro 2. | Descrição dos desastres naturais mais frequentes no Brasil..... | 37 |
| Quadro 3. | Efeitos adversos documentados em decorrência de Desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas (DIPH) e Desastres associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas (DRPH) no período de 1971 a 2012, nos municípios de Anori, Beruri, Boca do Acre, Canutama, Itamarati, Lábrea, Pauini, Tapauá, Acrelândia, Assis Brasil, Brasiléia, Bujari, Capixaba, Epitaciolândia, Manoel Urbano, Rio Branco, Santa Rosa do Purus, Senador Guiomard, Sena Madureira e Xapuri..... | 66 |
| Quadro 4. | Repercussão dos eventos extremos na bacia do rio Purus noticiados em jornais locais e regionais..... | 67 |
| Quadro 5. | Descrição das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Purus | 76 |
| Quadro 6. | Classificação do TerraClass para as áreas mapeadas como desflorestamento pelo PRODES em 2010 na bacia do rio Purus | 83 |
| Quadro 7. | Avaliação de risco de desastres associados ao incremento das precipitações hídricas por sub-bacia do rio Purus..... | 96 |
| Quadro 8. | Avaliação de risco de desastres associados à intensa redução das precipitações hídricas por sub-bacia do rio Purus..... | 97 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------|--|-----|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 1.1. | Objetivos da Pesquisa..... | 17 |
| 2. | ÁREA DE ESTUDO..... | 19 |
| 3. | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 33 |
| 3.1. | O Conceito de Desastre..... | 33 |
| 3.1.1. | Gestão dos Riscos de Desastres..... | 38 |
| 3.2. | Os Conceitos de Ameaça e Vulnerabilidade..... | 40 |
| 3.3. | A Bacia Hidrográfica como Unidade de Análise para a Avaliação de Risco de Desastres Naturais..... | 44 |
| 4. | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... | 46 |
| 4.1. | Caracterização e Mapeamento dos Fenômenos Extremos Ameaçadores de Desastres Naturais..... | 46 |
| 4.2. | Caracterização e Mapeamento das Vulnerabilidades aos Desastres..... | 49 |
| 4.2.1. | Vulnerabilidade Ambiental a Desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas..... | 49 |
| 4.2.2. | Vulnerabilidade Ambiental a Desastres Associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas..... | 51 |
| 4.2.3. | Vulnerabilidade Social aos Desastres Naturais..... | 52 |
| 4.3. | Mapeamento das Áreas de Risco de Desastres Naturais | 53 |
| 4.4. | Análise do Risco de Desastres Naturais em Unidades de Conservação e Terras Indígenas..... | 54 |
| 5. | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 55 |
| 5.1. | Fenômenos Naturais Extremos Ameaçadores de Desastres na Amazônia e na Bacia do Rio Purus..... | 55 |
| 5.2. | Vulnerabilidade Ambiental a Desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas..... | 73 |
| 5.3. | Vulnerabilidade Ambiental a Desastres Associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas..... | 79 |
| 5.4. | Vulnerabilidade Social aos Desastres Naturais..... | 81 |
| 5.5. | Risco de Desastres Naturais na Bacia do Rio Purus..... | 88 |
| 5.5.1. | Risco de Desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas..... | 89 |
| 5.5.2. | Risco de Desastres Associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas..... | 91 |
| 5.6. | A Função de Unidades de Conservação e Terras Indígenas no Contexto dos Riscos de Desastres Naturais..... | 93 |
| 6. | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 101 |
| | REFERÊNCIAS..... | 105 |
| | ANEXOS..... | 117 |

1. INTRODUÇÃO

As últimas décadas apresentam um crescimento nos registros de desastres decorrentes de fenômenos naturais extremos com recordes de incidência e intensidade em diversas partes do mundo. Diante desta tendência global, emerge progressivamente a necessidade de estudos relacionados ao risco de desastres naturais (VILLAGRÁN, 2002; KOBIYAMA et al., 2006; HOGAN e MARANDOLA, 2007; CARDONA et al., 2012).

Ao abranger aspectos físico-naturais e socioculturais de uma dada área, a avaliação de riscos se apresenta como ponto de partida para a gestão do espaço com e para a sociedade. Isto se deve por esta temática, integrada à gestão e ao planejamento estratégico e operacional do território, propiciar a conservação dos sistemas naturais e a organização das formas de uso e ocupação do espaço com vistas à seguridade social (NOGUEIRA, 2002; TAVARES, 2010).

A Amazônia também registra um aumento na frequência e intensidade de desastres relacionados a fenômenos hidroclimáticos extremos (processos hídricos e climáticos resultantes da interação de padrões globais e locais de circulação atmosférica e oceânica como secas, inundações, incêndios florestais, alagamentos, estiagens, etc.) e a alta vulnerabilidade da região. No período de 2005 e 2010, o rio Amazonas e seus tributários apresentaram valores ínfimos de vazão em função de reduções significativas da pluviosidade (CPTEC/INPE e INMET, 2005; MARENGO, et al., 2011). Na bacia hidrográfica do rio Purus, localizada na margem direita do rio Amazonas, o déficit hídrico repercutiu na carência de alimentos e água potável, e favoreceu a propagação descontrolada de incêndios em grandes áreas florestadas e de vegetação rasteira, elevando a concentração de fumaça na atmosfera a ponto de afetar diretamente a saúde de milhares de pessoas e interferir na regularidade do transporte aéreo (BROWN e PANTOJA, 2005; MPE ACRE, 2006; DUARTE, 2011).

De modo contrastante, em 2009 e 2012 os rios da bacia amazônica atingiram níveis hídricos máximos considerando os registros iniciados em 1903, afetando pessoas em toda a região por desalojamento (CCST/INPE e MOHC, 2011). Apenas nos municípios amazonenses situados ao longo do rio Purus, em 2012, a elevação das cotas fluviométricas impactou negativamente em habitações, saúde e no abastecimento de alimentos de mais de 15.000 famílias, necessitando-se o envio de ajuda humanitária para estas populações (AMAZONAS, 2012a).

A variabilidade hidroclimática amazônica responde à atuação de macro-sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), El Niño, La Niña e Linhas de Instabilidade. Ao constatar mudanças na intensidade e frequência da variabilidade destes

padrões, Fisch et al. (1998), Marengo et al. (2008 e 2011), CCST/INPE e MOHC (2011) e Davidson et al. (2012) desenvolveram pesquisas para compreender a dinâmica hidroclimática envolvida nos fenômenos extremos ameaçadores de desastres. Mas apenas autores como Brown et al. (2001), Szlafsztein (2003, 2012a, 2012b), Szlafsztein et al. (2010), Silva Jr. (2010), Duarte (2011), Sena (2011), Farias (2012) e Sena et al. (2012a), abordam tais fenômenos conjuntamente às vulnerabilidades existentes na região de modo à relacioná-los aos riscos de desastres.

A ocorrência de um desastre não se associa apenas a existência de ameaças (fenômenos extremos como chuvas intensas e secas prolongadas), mas também às suscetibilidades (vulnerabilidades ambientais, sociais, econômicas e/ou institucionais) às ameaças. Isto se deve pelos impactos resultantes de desastres naturais poderem variar em amplitude conforme a resistência ou propensão da área em ser afetada e/ou conforme a capacidade da sociedade em antever o evento, lidar com, resistir e se recuperar dos efeitos provocados (VILLAGRÁN, 2002; SZLAFSZTEIN, 2003; SZLAFSZTEIN, 2012a).

Dentre as bacias hidrográficas pertencentes à região amazônica, a bacia do rio Purus está entre as mais atingidas pelos fenômenos extremos relativos ao incremento e redução das precipitações. Assim como é comum à região, a maioria dos assentamentos humanos se estabelece às margens de cursos fluviais por serem estas as principais vias, quando não única, de deslocamento e acesso para a obtenção de alimentos, escambo e água. O desenvolvimento socioeconômico das populações que ocupam áreas sazonalmente inundáveis é usualmente conectado a dinâmica hídrica de enchente, cheia, vazante e seca dos rios (RAVENA et al., 2011). Tal fato decorre da organização regional da bacia do rio Purus estar historicamente correlacionada ao modo de vida e trajetórias de comunidades indígenas, extrativistas e ribeirinhas, que atualmente ocupam 50% dos territórios desta bacia em 23 Unidades de Conservação e 39 Terras Indígenas. Pela importância ambiental, ecossistêmica, social e cultural destas áreas (BRASIL, 1988; 2000; 2007), supõe-se que as mesmas possuem capacidade para a redução dos riscos de desastres.

No entanto, somados ao incipiente reconhecimento da importância das áreas especialmente protegidas para a gestão de riscos e do território, a estreita relação de dependência e proximidade com os recursos hídricos e a precariedade regional de infraestruturas, saneamento e renda, têm favorecido a ocorrência de desastres na bacia do rio Purus, levando muitos municípios a situações de calamidade pública, com danos materiais e perdas de vidas (SENA et al., 2012a).

Neste sentido, a avaliação de risco aos desastres naturais nesta área se justifica pela importância conjunta de dois fatores principais:

- I) O aumento na frequência e intensidade de fenômenos hidroclimáticos extremos permite prever crescimento na ocorrência de desastres nos próximos anos (MARENGO, 2006; CCST/INPE e MOHC, 2011; DAVIDSON et al., 2012; PMBC, 2012; IPCC, 2012; EM-DATA, 2013);
- II) As relações conflituosas existentes entre os processos de uso e ocupação do espaço têm mantido as populações destas áreas vulneráveis aos desastres ocasionados pelos fenômenos naturais extremos (MPE ACRE, 2006; DUARTE, 2011; RAVENA et al., 2011; SANT'ANNA, 2012; SOUZA Jr. et al., 2012; SENA et al., 2012a).

1.1. Objetivos da Pesquisa

O artigo 4º da Lei nº 12.608 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), apresenta as seguintes diretrizes para a redução de riscos de desastres:

Art. 4º São diretrizes da PNPDEC:

- I – atuação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios para redução de desastres e apoio às comunidades atingidas;
- II – abordagem sistêmica das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação;
- III – a prioridade a ações preventivas relacionadas à minimização de desastres;
- IV – adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d'água;
- V – planejamento com base em pesquisas e estudo sobre áreas de risco e incidência de desastres no território nacional;
- VI – participação da sociedade civil; (BRASIL, 2012).

Em conformidade a tais normas jurídicas e em busca de contribuir com informações para a gestão de riscos de desastres na Amazônia, esta pesquisa objetiva avaliar o risco de desastres naturais associados ao incremento e intensa redução das precipitações hídricas na bacia hidrográfica do Rio Purus, considerando de forma integrada as ameaças e vulnerabilidades à eventos hidroclimáticos extremos. Para tal, buscou-se responder aos seguintes questionamentos:

- a) Quais são, como ocorrem e onde incidem as ameaças naturais na bacia do rio Purus?

- b) Quais são os principais aspectos vulneráveis aos desastres naturais da bacia do rio Purus?
- c) Qual a situação de risco a desastres naturais na bacia do rio Purus?
- d) As Unidades de Conservação e Terras Indígenas possuem capacidade para a redução dos riscos de desastres naturais na bacia do rio Purus?

Desse modo, os objetivos específicos são:

- Analisar as ameaças aos desastres naturais na bacia do rio Purus;
- Analisar as vulnerabilidades aos desastres naturais na bacia do rio Purus;
- Identificar as áreas de risco a desastres naturais na bacia hidrográfica do rio Purus;
- Avaliar a relação das Unidades de Conservação e Terras Indígenas com o risco de desastres naturais na bacia do rio Purus.

2. ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica Amazônica engloba sete países (Peru, Bolívia, Colômbia, Equador, Venezuela, Guiana e Brasil) e possui cerca de seis milhões de quilômetros quadrados de sua nascente situada ao sul dos Andes peruanos (monte vulcânico Nevado Mismi no Departamento de Arequipa) a sua foz no Oceano Atlântico, abrangendo no Brasil a maior parte de sua área total (63%). Na porção brasileira, aproximadamente 2/3 de sua superfície correspondem a sete bacias tributárias da margem direita do rio Amazonas: Xingu, Tapajós, Madeira, Purus, Juruá, Jutai e Javari (ANA, 2011).

A bacia hidrográfica do rio Purus, destaca-se como a quarta maior em extensão dentre as bacias tributárias mencionadas, com cerca de 370.000 km² e vazão média de 27,76 l/s.km², marcada pela sazonalidade climática de altas cotas nos meses de fevereiro e março, e níveis mínimos nos meses de agosto a setembro (ANA, 2011). Nos ciclos de cheia, o nível d'água nesta bacia varia aproximadamente de 12 metros a montante e 20 metros a jusante, podendo inundar em torno de 11% de sua área total (SOUZA Jr. et al., 2012; SIPAM, 2013).

A bacia do rio Purus abrange os departamentos peruanos de Madre de Dios e Ucayali, o departamento boliviano de Pando e os estados brasileiros do Acre, Amazonas e Rondônia. Suas nascentes estão situadas no Peru (colinas do Arco Fitzcarrald) e a foz no rio Solimões¹. Por ser compartilhada com três países é considerada transfronteiriça ou trinacional. A Agência Nacional de Águas² (ANA) planeja, regulamenta e promove ações nesta bacia em território brasileiro, o que corresponde a 32 municípios, sendo 15 no Acre, 16 no Amazonas e 1 em Rondônia, somando 354.051 km² (ANA, 2011).

Esta pesquisa se desenvolveu com ênfase nos municípios com mais de 40% de seus territórios inseridos na área da bacia, sendo estes 13 no Acre - Acrelândia, Assis Brasil, Brasiléia, Bujari, Capixaba, Epitaciolândia, Manoel Urbano, Porto Acre, Rio Branco, Santa Rosa do Purus, Senador Guiomard, Sena Madureira e Xapuri - e 8 no Amazonas – Anori, Beruri, Boca do Acre, Canutama, Itamarati, Lábrea, Pauini e Tapauá (Tabela 1 e Figura 1).

¹ Internacionalmente o rio Solimões é conhecido como rio Amazonas.

² Entidade federal brasileira vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, responsável por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos integrada com o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (LEI n° 9.984, de julho de 2000).

Tabela 1. Relação dos municípios brasileiros que integram a bacia hidrográfica do rio Purus.

| MUNICÍPIOS | | | | | |
|-----------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|
| Estado do Acre | | Estado do Amazonas | | Estado de Rondônia | |
| Nome | Percentual de área na bacia (%) | Nome | Percentual de área na bacia (%) | Nome | Percentual de área na bacia (%) |
| Acrelândia | 54,5 | Anori | 73,1 | Porto Velho | 1,8 |
| Assis Brasil | 100 | Beruri | 41,4 | | |
| Brasiléia | 100 | Boca do Acre | 100 | | |
| Bujari | 100 | Canutama | 99,9 | | |
| Capixaba | 78,1 | Carauari | 0,5 | | |
| Epitaciolândia | 74,7 | Coari | 4,7 | | |
| Feijó | 5 | Codajás | 3,1 | | |
| Manoel Urbano | 99,8 | Envira | 1,2 | | |
| Plácido de Castro | 13,1 | Humaitá | 8,9 | | |
| Porto Acre | 100 | Itamarati | 43,4 | | |
| Rio Branco | 100 | Lábrea | 99,9 | | |
| Santa Rosa do Purus | 97,3 | Manacapuru | 0,4 | | |
| Senador Guimard | 98,7 | Manicoré | 0,4 | | |
| Sena Madureira | 100 | Pauini | 100 | | |
| Xapuri | 80,8 | Tapauá | 97,7 | | |
| | | Tefé | 0,4 | | |

Fonte: ANA, 2011. Elaboração: Denise Marini Pereira.

LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA TRANSFRONTEIRIÇA DO RIO PURUS

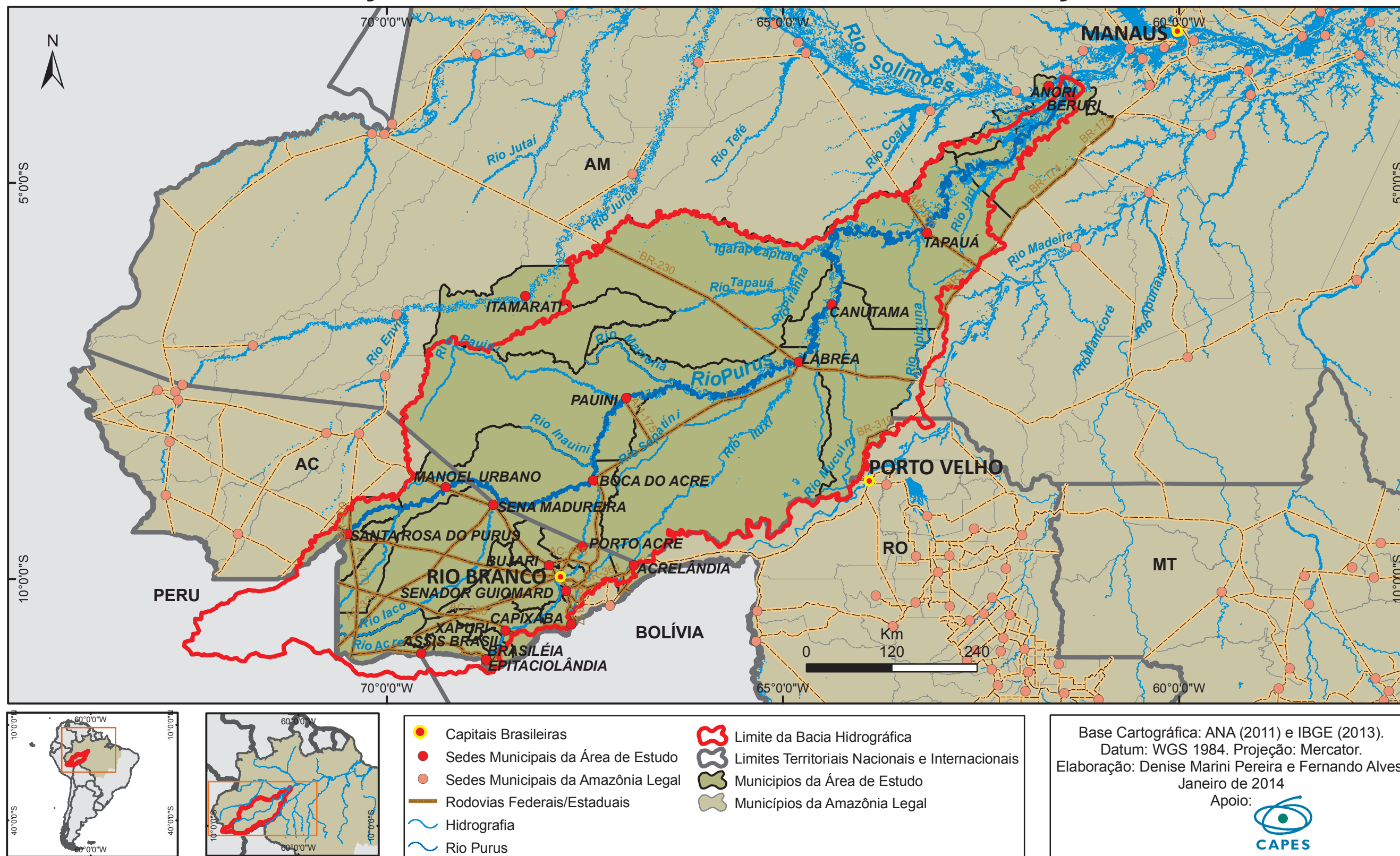


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica transfronteiriça do rio Purus

Devido ao rio Purus ser um rio de planície com predomínio de transporte de sedimentos em suspensão, um de seus aspectos marcantes são os canais meandranes de alta sinuosidade, formando, por vezes, amplos semicírculos que dão a forma de um “laço” (TRISCIUZZI NETO, 2001; ANA, 2011; SOUSA JR. et al., 2012). Tal morfologia meandrante se dá pelos terrenos planos possuírem certa instabilidade em seus leitos e margens em função de erosões das margens externas às curvas e deposição de sedimentos nas margens internas (GUERRA, 2011; CUNHA, 2013). Apesar do leito instável com áreas de declives regulares, o rio Purus possui um eixo direcionado para o norte sem bifurcações definitivas, pois na vazante formam-se lagos que se configuram em pequenas reservas de alta biodiversidade (PIZA, 2010).

A ANA subdivide a bacia hidrográfica do rio Purus em sete sub-bacias (Figura 2): Alto Purus I; Rio Acre; Alto Purus II; Ituxi; Tapauá; Médio e Submédio Purus; e Baixo Purus. Os principais tributários do rio Purus, são na margem direita os rios Chandless, Iaco, Acre, Sepatini, Ituxi, Umari, Mucurim, Ipixuna e Jarí; e na margem esquerda os rios Macapá, Inauini, Pauini, Mamoriá e Tapauá.

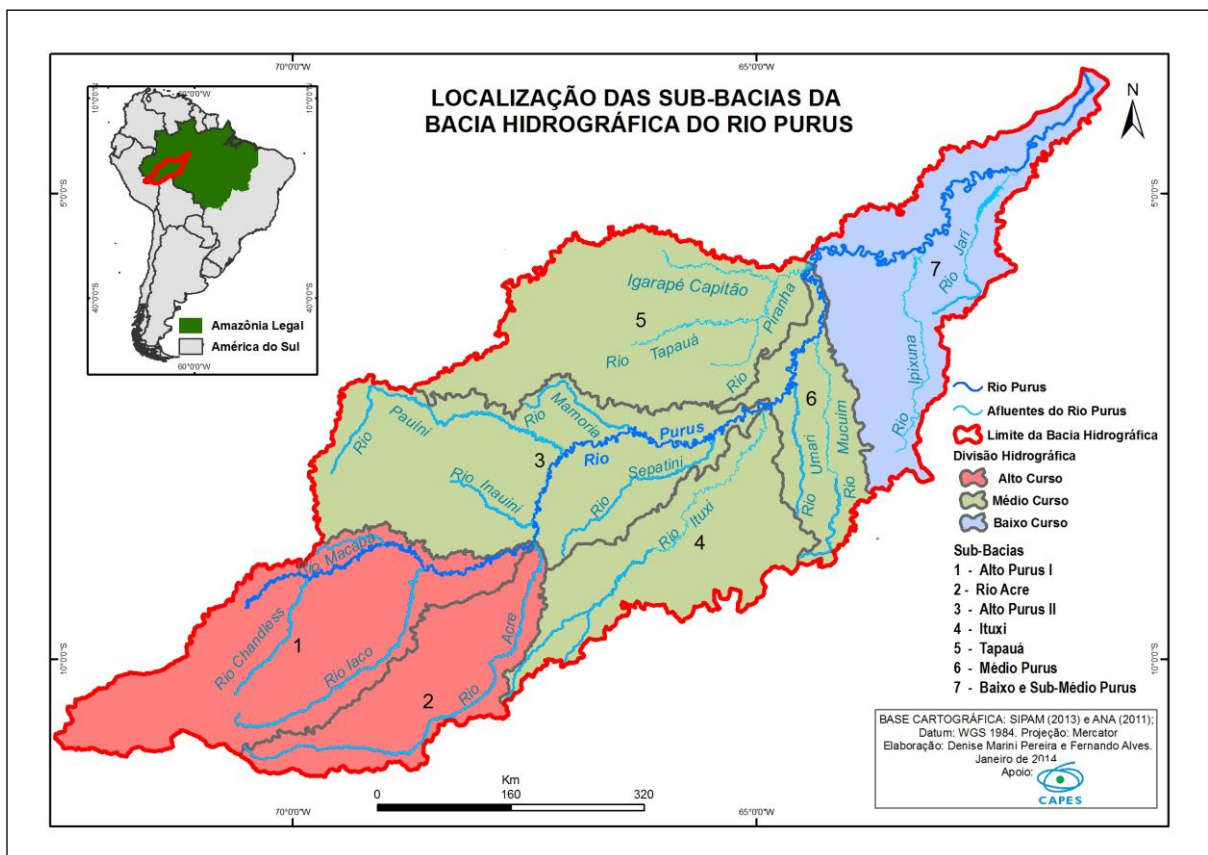


Figura 2. Localização das sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Purus.

Os municípios investigados da área de estudo concentram o total de 668.236 habitantes, com densidade média de 4,5 hab./km² (IBGE, 2010a). Porém, a capital acreana, Rio Branco, responde por aproximadamente metade da população total da bacia (336.038 habitantes), sendo o único município com mais de 10 hab./km². Dos seis municípios com menos de 10.000 habitantes (Assis Brasil, Bujari, Capixaba, Manoel Urbano, Santa Rosa do Purus e Itamarati), em três deles (Bujari, Capixaba e Santa Rosa do Purus) a população é predominantemente rural (Tabela 2).

Tabela 2. Dados populacionais dos municípios da área de estudo.

| Municípios do Acre | Densidade demográfica (hab./Km²) | População Total | População Urbana | População Rural |
|-------------------------------|--|------------------------|-------------------------|------------------------|
| Acrelândia | 6,94 | 12.538 | 5.915 | 6.623 |
| Assis Brasil | 1,22 | 6.071 | 3.699 | 2.372 |
| Brasiléia | 5,46 | 21.397 | 14.257 | 7.140 |
| Bujari | 2,79 | 8.471 | 3.692 | 4.779 |
| Capixaba | 5,17 | 8.797 | 3.929 | 4.868 |
| Epitaciolândia | 9,13 | 14.918 | 10.618 | 4.300 |
| Manoel Urbano | 0,75 | 7.980 | 5.277 | 2.703 |
| Porto Acre | 5,71 | 14.880 | 1.982 | 12.898 |
| Rio Branco | 38,03 | 336.038 | 308.545 | 27.493 |
| Santa Rosa do Purus | 0,76 | 4.691 | 1.893 | 2.798 |
| Senador Guimard | 8,69 | 20.179 | 12.703 | 7.476 |
| Sena Madureira | 1,6 | 38.030 | 25.112 | 12.918 |
| Xapuri | 3,01 | 16.091 | 10.330 | 5.761 |
| Municípios do Amazonas | | | | |
| Anori | 2,82 | 16.317 | 10.000 | 6.317 |
| Beruri | 0,9 | 15.486 | 7.778 | 7.708 |
| Boca do Acre | 1,4 | 30.631 | 19.348 | 11.283 |
| Canutama | 0,43 | 12.738 | 6.682 | 6.056 |
| Itamarati | 0,32 | 8.038 | 4.471 | 3.567 |
| Lábrea | 0,55 | 37.701 | 24.205 | 13.496 |
| Pauini | 0,44 | 18.167 | 9.264 | 8.903 |
| Tapauá | 0,21 | 19.077 | 10.619 | 8.458 |
| TOTAL BACIA | | 668.236 | 500.319 | 167.917 |

Fonte: IBGE, 2010a. Elaboração: Denise Marini Pereira.

Apesar da maioria da população da bacia do rio Purus concentrar-se em áreas urbanas, dados dos setores censitários¹ demonstram que a maior parte de seu território corresponde a áreas rurais com o máximo populacional de 2.134 habitantes por setor censitário (IBGE, 2010b). A análise exclusiva destas áreas (Figura 3) comprova a existência de maior agregado

¹ O setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral constituída por áreas contíguas que respeitam as leis de limites territoriais administrados pela federação, estados ou municípios. A delimitação das áreas urbanas do censo 2010 considerou as áreas internas ao perímetro urbano das cidades (sedes municipais) ou vilas (sedes distritais) ou as áreas urbanas isoladas, conforme definido por Lei Municipal vigente em 31 de julho de 2010. Para a cidade ou vila em que não existia legislação que regulamentava essas áreas, foi estabelecido um perímetro urbano para fins de coleta censitária, cujos limites foram aprovados pelo prefeito local. A situação rural abrangeu todas as áreas situadas fora desses limites. Este critério também foi utilizado na classificação da população urbana e rural (IBGE, 2011).

populacional² rural na Sub-Bacia do Rio Acre. O maior quantitativo de setores censitários que concentram de 364 a 2.134 habitantes localizam-se nas proximidades da capital acreana, do rio Acre e das rodovias federais e estaduais. Os setores com o mesmo intervalo populacional na Sub-Bacia Alto Purus I, em menor quantidade, concentram-se na região de confluência dos rios Iaco e Purus, e nas proximidades das rodovias AC-339 e BR-364. Nesta Sub-Bacia predominam os setores de menor concentração populacional, de 0 a 147 habitantes. No médio curso, a quantidade de setores com população superior a 500 habitantes é menor ainda, concentrando-se na Sub-Bacia Alto Purus II ao longo do rio Purus no trecho paralelo a BR-317. Apenas a Sub-Bacia Tapauá possui somente setores com menos de 384 habitantes. Nas Sub-Bacias Ituxi e Médio Purus também predominam os setores de baixa quantidade populacional, mas ainda se encontram setores com 385 a 1.239 habitantes. Na região do baixo curso da bacia, a distribuição dos setores com reduzida população é dispersa e predominante. Os poucos setores de 385 a 1.239 habitantes se apresentam em direção a foz da bacia e nos arredores da rodovia AM-366 com o rio Purus.

² Os dados populacionais apresentados referem-se a variável V001, moradores em domicílios particulares e domicílios coletivos, da planilha “Domicilio02_UF” dos arquivos do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010b).

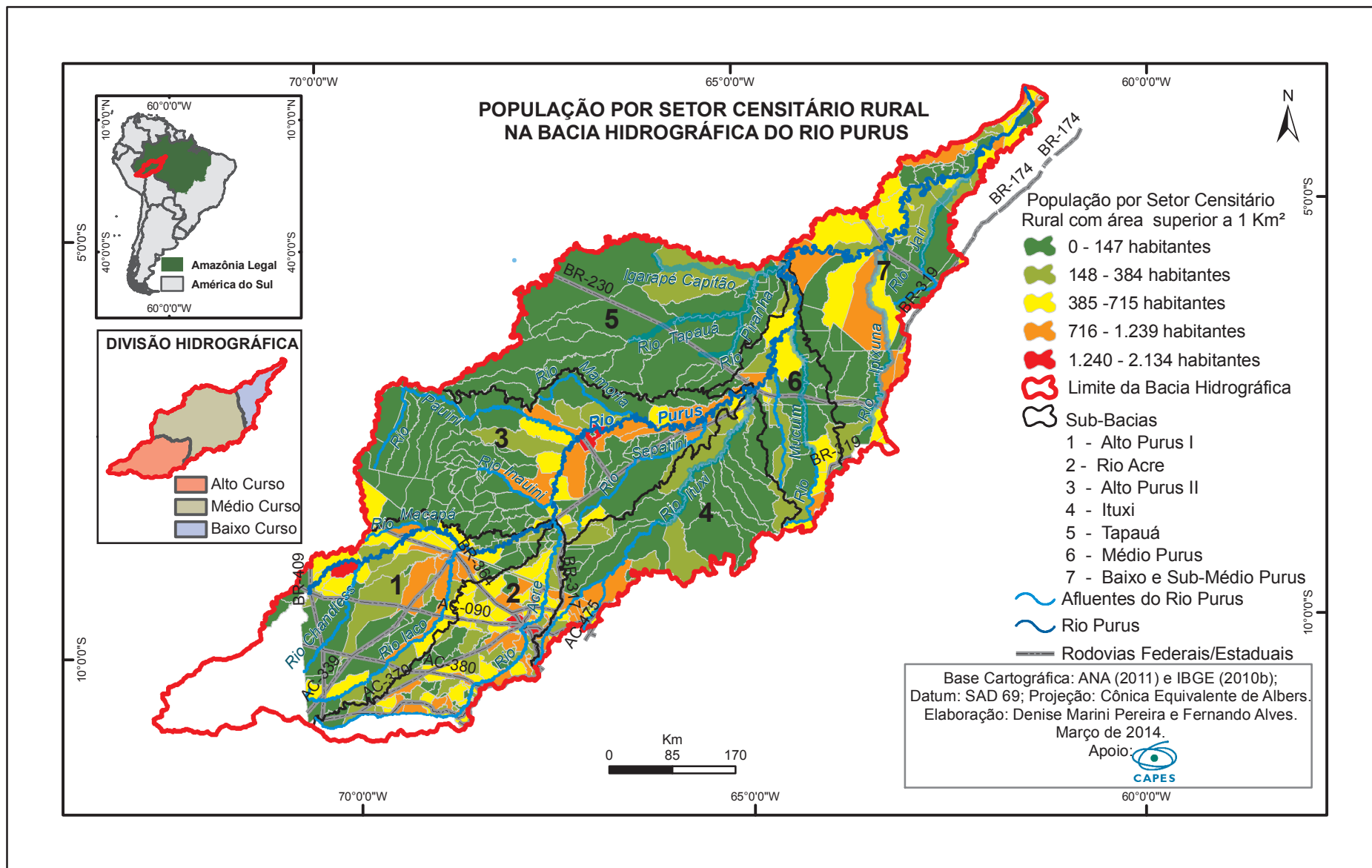


Figura 3. População por setor censitário rural na bacia hidrográfica do rio Purus

Os adensamentos populacionais da bacia do rio Purus se concentram ao longo dos canais hídricos pela organização regional do espaço historicamente estabelecida em função do ritmo fluvial, do extrativismo florestal e da agropecuária, que está correlacionada a três grandes fases de seu processo de ocupação humana:

I) Fase pré-colonial: Anterior à chegada dos colonizadores, a região amazônica já era ocupada por povos indígenas, principalmente às margens dos grandes rios. Segundo ACRE (2010c), há mais de cinco mil anos cerca de 50 grupos indígenas provenientes da Ásia, das famílias linguísticas Aruak e Pano, migraram para América do Sul, habitando também o Estado do Acre e Amazonas ao longo do rio Purus.

II) Fase do Ciclo da Borracha (1870 – 1950): Com a expansão da economia da borracha em toda a Amazônia, intensos fluxos migratórios, principalmente a partir do Nordeste brasileiro, ocorreram em direção aos afluentes do rio Amazonas para o desenvolvimento da atividade extrativista. Assim, os migrantes contribuíram para a crescente populacional, porém, não de forma concentrada, mesmo no rio Purus, o principal acesso para o atual Estado do Acre, que na época era o maior produtor de borracha (ACRE, 2010c; AMAZONAS, 2012b). A circulação de produtos e mercadorias era realizada pelos regatões, majoritariamente sírio-libaneses que desenvolviam um comércio ambulante para abastecer e manter ativos os seringais. A paulatina fixação às margens dos rios dos novos contingentes populacionais da época, deu origem a um segmento social tradicional, os ribeirinhos, que constituíram comunidades organizadas a partir de unidades produtivas familiares que utilizavam os rios como principal meio de transporte, de produção e de relações sociais (ACRE, 2010c).

III) Fase da Expansão da Fronteira Agropecuária (de 1970 aos dias atuais): Um maior impulso é dado à integração e colonização da Amazônia com a política dos governos militares de construção de rodovias, criação de Projetos de Assentamento Dirigidos (PAD) e incentivos à compra de terras por grupos empresariais do centro-sul do país, o que alterou radicalmente o modo de vida regional e a base de recursos naturais. Quatro grandes eixos rodoviários foram fundamentais para o estabelecimento de novos núcleos populacionais na bacia do rio Purus, são estes BR-364 (Brasília-Acre), BR-319 (Porto Velho-Manaus), BR-230 (Transamazônica, que atinge a cidade de Lábrea) e BR-317 (que chega a Boca do Acre). Este processo de ocupação foi distinto do Ciclo da Borracha pelos fluxos migratórios passarem a vir não apenas do Nordeste, mas também das outras regiões brasileiras. Além disso, os fluxos econômicos passaram a seguir diretamente para o Centro-Sul do país e as atividades

produtivas se diversificaram. Grandes seringais, ocupados por famílias pobres de seringueiros autônomos, indígenas, pequenos agricultores e posseiros, foram destruídos e transformados em pastos ou lavouras, principalmente os seringais localizados ao longo das rodovias e com proximidade a terras férteis de várzea (ACRE, 2010c). Com a expulsão dessas populações de suas terras, se iniciaram diferentes estratégias de resistência social em defesa de seus territórios, dos recursos florestais e de seus modos de vida, sendo estas apoiadas pela Igreja, organizações sindicais e partidos políticos. Após grandes mobilizações e conflitos, muitos dos quais ainda permanecem na atualidade, as diferentes trajetórias dos índios, seringueiros, regatões, ribeirinhos e sulistas caracterizam a atual organização do espaço regional da bacia do rio Purus pela existência de 39 Terras Indígenas (TI) e 23 Unidades de Conservação (UC), correspondentes a aproximadamente 180.000 km² (MMA, 2013; INCRA, 2013), cerca de 50% da área total da bacia.

As Terras Indígenas são estabelecidas pelo artigo 231 da Constituição da República Federativa do Brasil como:

Terras tradicionalmente ocupadas pelos índios as por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.

Conforme apresenta Badin (2006), os requisitos constitucionais dessa definição estão estruturados sob quatro fatores principais:

- a) fator temporal (permanência da ocupação) – via de regra, as terras onde se localizam suas aldeias ou malocas devem ser *habitadas em caráter permanente*;
- b) fator econômico – as terras devem ser utilizadas *para suas atividades produtivas*; são os locais necessários à subsistência e produção econômica (campos de caça, pesca, coleta e cultivo, por exemplo);
- c) fator ecológico – as terras devem ser imprescindíveis à *preservação dos recursos naturais necessários a seu bem-estar*;
- d) fator cultural e demográfico – as terras devem ser necessárias a *sua reprodução física e cultural* (manifestações culturais da comunidade, cemitérios, locais religiosos e destinados a práticas rituais), bem como a outras atividades próprias a sua organização social e econômica.

De acordo com as etapas do processo administrativo da regularização fundiária das Terras Indígenas é possível categorizá-las em: Em Estudo; Delimitadas; Declaradas; Homologadas; Regularizadas; e Reservas Indígenas (IBGE, 2010c).

O artigo 2º, inciso I, da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), determina como Unidade de Conservação:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com

objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. (BRASIL, 2000).

A legislação divide essas áreas em dois grupos com características específicas: Proteção Integral e Uso Sustentável.

As Unidades de Proteção Integral são compostas por cinco categorias (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre) e objetivam a preservação da natureza, admitindo-se apenas o uso indireto (sem consumo, coleta, dano ou destruição) de seus recursos naturais (artigos 2º e 7º). Por tanto, nestas áreas é proibido o estabelecimento de populações humanas.

As Unidades de Uso Sustentável são divididas em sete categorias (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural) e têm por finalidade a compatibilização da conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (artigo 7º). Ou seja, a exploração do ambiente é permitida se realizada com a garantia da perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável (artigo 2º). Sendo assim, a ocupação humana nestas áreas é admitida com restrições. Em alguns casos, a existência de populações tradicionais residentes é condição para criação deste tipo de unidade territorial, como as Reservas Extrativistas, Florestas Nacionais e Reservas de Desenvolvimento Sustentável. Porém, a Lei do SNUC e sua regulamentação (Decreto nº 4.340/ 2002) não definem precisamente o termo “populações tradicionais”.

O Decreto nº 6.040/2007 (artigo 3º, incisos I e II), que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais define:

I - Povos e Comunidades Tradicionais: grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição;

II - Territórios Tradicionais: os espaços necessários à reprodução cultural, social e econômica dos povos e comunidades tradicionais, sejam eles utilizados de forma permanente ou temporária, observado, no que diz respeito aos povos indígenas e quilombolas, respectivamente, o que dispõem os arts. 231 da Constituição e 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias e demais regulamentações.

Assim, fica explícito que nas TI e UC, as restrições existentes quanto ao uso e ocupação decorrem da valoração e proteção jurídica dos elementos intrínsecos a conservação da diversidade biológica (espécies, ambientes, ecossistemas, etc.) e cultural. Por isto, a baixa representatividade populacional da bacia do rio Purus pode ser justificada pela existência de

restrições quanto à ocupação em função de sua importância ambiental e social ao abranger diversos territórios tradicionais e vastas áreas de alta biodiversidade.

Na bacia do rio Purus nota-se o predomínio das Terras Indígenas Regularizadas e Unidades de Conservação de Uso Sustentável do tipo Floresta Nacional e Estadual e Reserva Extrativista (Quadro 1). Tais áreas se concentram na região do médio e baixo curso da bacia pertencentes ao estado do Amazonas, que segundo Le Tourneau (2005), é o principal estado da Amazônia Legal que ainda contém uma grande proporção de populações tradicionais esparsas em áreas rurais.

Há uma alta correlação entre a baixa representatividade populacional e a existência de áreas protegidas¹ (Terras Indígenas e Unidades de Conservação) (Figura 4). Na Sub-Bacia do Rio Acre as áreas de concentração dos setores de maior densidade populacional, possuem apenas duas UC de Uso Sustentável de pequena extensão. Já a região de concentração de setores com menos de 0,5 hab./km² abrange territórios de UC e TI. Na Sub-Bacia Alto Purus II, onde prevalecem os setores com menos de 0,5 hab./km², as poucas áreas com setores de densidade populacional de 0,5 a 1,99 hab./km² possuem estreita proximidade com áreas protegidas, quando não estão inseridas nelas. Nas demais sub-bacias, por agregarem maior quantidade de setores de baixa densidade populacional e pela alta concentração de extensas áreas protegidas, se torna ainda mais evidente a capacidade de restrição de ocupações humanas das Unidades de Conservação e Terras Indígenas.

¹ Embora se reconheça que abordagens feitas a partir da malha dos setores censitários rurais não seja de total compatibilidade com a realidade populacional de áreas protegidas, por estas não seguirem os limites político-administrativos (D'ANTONA et al. 2013), é necessário considerar a falta de informações publicadas sobre estes territórios. O uso da malha de setores censitários rurais propicia a obtenção de mais informações do território nacional do que a malha municipal. Porém, tais polígonos não devem ser assumidos como unidades homogêneas de representação literal da realidade territorial, principalmente quando os setores são de grande tamanho e se referem a áreas remotas (LE TOURNEAU, 2005).

Quadro 1. Tipologia das Terras Indígenas e Unidades de Conservação da bacia hidrográfica do rio Purus.

| Grupo | Categoria | Características/ Finalidades | Presença de Habitantes | Quantidade |
|--|--|---|--|------------|
| Terras Indígenas (TI) | Declaradas | Terras que obtiveram a expedição da Portaria Declaratória e estão autorizadas para serem demarcadas. | 263 | 3 |
| | Homologadas | Terras que foram demarcadas e tiveram seus limites homologados pela Presidência da República | 288 | 1 |
| | Regularizadas | Terras que, após a homologação de seus limites, foram registradas em cartório em nome da União e no serviço de Patrimônio da União. | 7.097 | 35 |
| Unidade de Conservação de Proteção Integral (PI) | Estação Ecológica (ESEC) | Preservar a natureza e realização de pesquisas científicas. | Não | 1 |
| | Parque Nacional e Estadual (PARNA) | Preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza Cênica. Permite pesquisa, recreação e turismo ecológico. | Não | 3 |
| | Reserva Biológica (REBIO) | Preservar a biota e demais atributos naturais. | Não | 1 |
| Unidade de Conservação de Uso Sustentável (US) | Área de Proteção Ambiental (APA) | Proteger a diversidade biológica e disciplinar o processo de ocupação. | Sim, mas com limites ao grau de ocupação humana. | 2 |
| | Floresta Nacional e Estadual (FLONA) | Usar os recursos florestais e pesquisar cientificamente, com ênfase e métodos para exploração sustentável de florestas nativas. | Sim, é permitida a permanência de populações tradicionais que já a habitavam antes de sua criação. | 9 |
| | Reserva Extrativista (RESEX) | Proteger os meios de vida e a cultura das populações tradicionais residentes e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais. | Sim, especialmente as populações tradicionais cuja subsistência baseia-se no extrativismo | 6 |
| | Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) | Preservar a natureza assegurando as condições necessárias para a reprodução dos modos de vida das populações tradicionais. | Sim, especialmente populações tradicionais. | 1 |

Fonte: BRASIL, 2000; MMA, 2013; INCRA, 2013; IBGE, 2010c. Elaboração: Denise Marini Pereira.

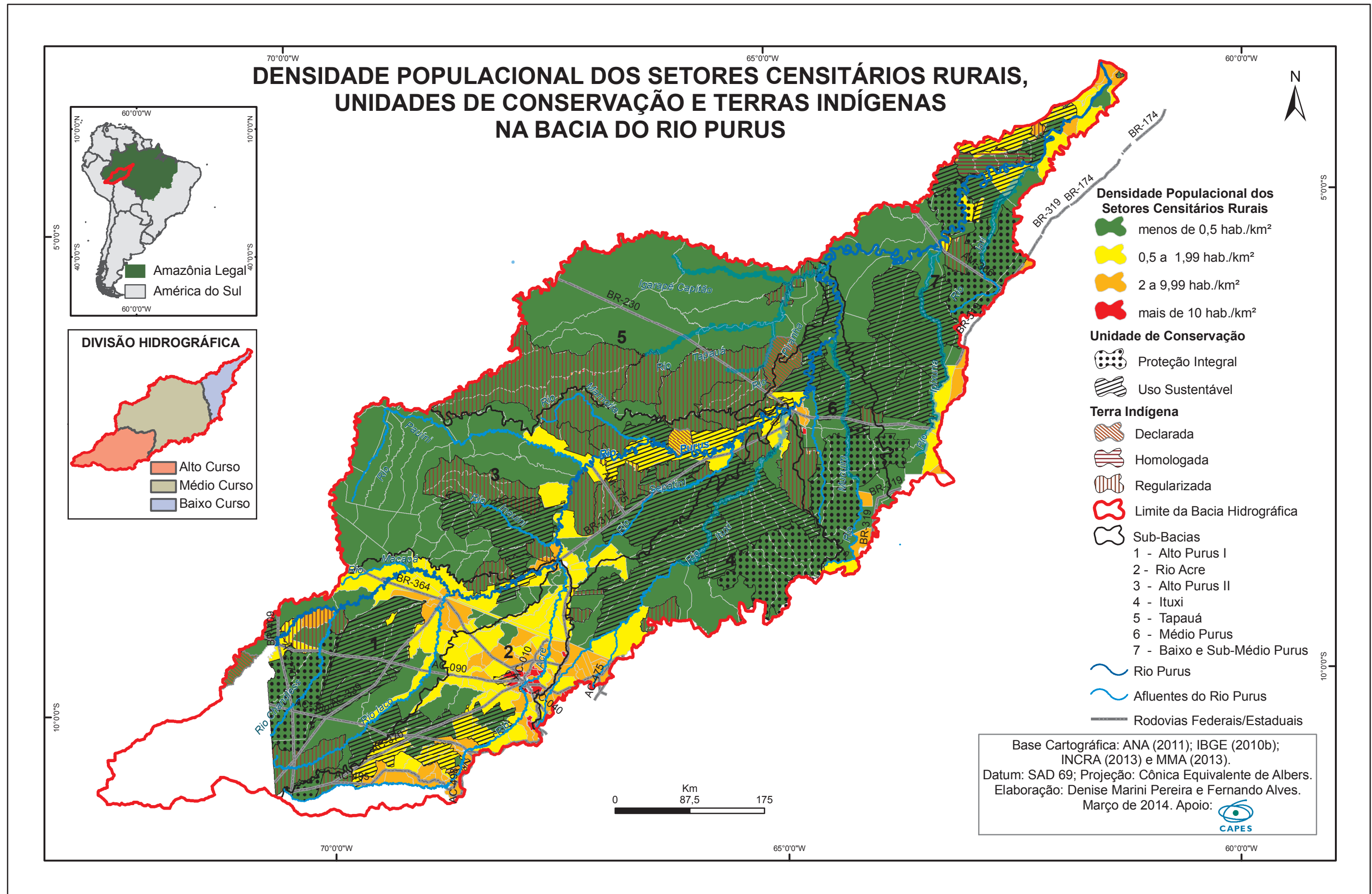


Figura 4. Densidade populacional dos setores censitários rurais, unidades de conservação e terras indígenas na bacia hidrográfica do rio Purus.

Porém, o baixo volume populacional não deixa a região imune a conflitos territoriais. A sobreposição de áreas protegidas a áreas rurais e/ou urbanas envolve múltiplos interesses e interessados: espaços de conservação da biodiversidade para órgãos ambientais; espaço de sobrevivência para populações tradicionais, espécies animais e vegetais; espaços produtivos para os interessados em manejar e extrair os recursos; espaço de pesquisa acadêmica para pesquisadores; e entre outros (COELHO et al., 2009). Sendo assim, a identificação dos principais aspectos ambientais e antrópicos da área de interesse podem auxiliar, num primeiro momento, na compreensão dos espaços e fatores vulneráveis aos desastres naturais.

Ainda na atualidade, constata-se a presença de atividades, modos de vida e fluxos econômicos característicos do processo histórico de ocupação. Conforme mencionado previamente, as atividades econômicas na bacia do rio Purus são desenvolvidas em certo sincronismo com a dinâmica fluvial. De acordo com Ravena et al. (2011), tanto as atividades produtivas (pesca, agricultura e extrativismo), como a venda da produção que move a dinâmica urbana, estão associadas ao ciclo hidrológico, e conseqüentemente ao ciclo climático (Tabela 3).

Tabela 3. Atividades desenvolvidas em compasso à dinâmica fluvial do rio Purus.

| MESES | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|---------------------|----------|-----|------------------|-----|-----|------------------|-----|-----|-------|-----|----------|-----|
| Ciclo do Rio | Enchendo | | Cheia | | | Vazante | | | Seca | | Enchendo | |
| Pesca | Rio | | Igapó | | | Lago | | | Rio | | | |
| Agricultura | Várzea | | Terra Firme | | | Várzea | | | Praia | | Várzea | |
| Extrativismo | Castanha | | Castanha e Látex | | | Látex e Andiroba | | | Látex | | | |

Fonte: Ravena et al., 2011.

Souza Jr. et al. (2012) descrevem o atual modelo de ocupação na bacia voltado principalmente para a subsistência, baseado em uso intensivo de mão de obra familiar com pouca expressão no mercado. Conforme os autores, as áreas que concentram maiores impactos da ocupação estão situadas entre o alto e médio curso da bacia, onde as principais atividades desenvolvidas são a exploração comercial e industrial madeireira, a pecuária e o setor de serviços restrito a Rio Branco. Já na região entre o médio e baixo Purus predomina a dinâmica econômica atrelada ao rio com a pesca, plantios sazonais em áreas de várzea e pequenos rebanhos bovinos ao redor das principais cidades para suprimento local.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A avaliação de risco de desastres naturais requer clareza quanto aos conceitos e indicadores utilizados, pois sua análise envolve múltiplos aspectos da realidade, sendo aplicável às normas e diretrizes de ordenamento territorial. Assim, este capítulo objetiva elucidar os aspectos abrangentes e os conceitos intrínsecos à compreensão e definição dos riscos em sua totalidade.

3.1. O Conceito de Desastre

Um desastre ocorre quando um fenômeno provoca danos e prejuízos de difícil superação ambiental, socioeconômica e tecnológica pelas populações afetadas. Sua diferenciação pode ser dada quanto à evolução (súbitos, graduais ou somatório de efeitos parciais), duração (episódicos ou crônicos), intensidade (pequena, média, grande e muito significativa), e origem (VILLAGRÁN, 2002; MARCELINO, 2007).

Segundo Castro (1999 apud KOBİYAMA et al., 2006), os desastres quanto a origem se caracterizam por três tipos:

Os naturais, que são aqueles provocados por fenômenos naturais extremos, que independem da ação humana; os humanos, que são aqueles causados pela ação ou omissão humana, como os acidentes de trânsito e a contaminação de rios por produtos químicos; e os desastres mistos associados às ações ou omissões humanas, que contribuem para intensificar, complicar ou agravar os desastres naturais.

Kobiyama et al. (2006) e Westen (2012) afirmam que os desastres poderiam ser compreendidos apenas como mistos, já que em sua maioria recebem influências antrópicas, diretas ou indiretas, capazes de agravar os efeitos adversos de fenômenos extremos - impermeabilização do solo propicia inundações bruscas, as ocupações desordenadas em encostas favorecem os escorregamentos, as emissões de gases nocivos potencializam a ocorrência de chuvas ácidas. Sendo assim, este trabalho adotará a definição de desastre natural como danos sociais, econômicos e ambientais resultantes da interação entre ameaças e vulnerabilidades naturais e sociais. Tal definição prescreve a compreensão dos fenômenos naturais e das formas de apropriação do espaço que alteram a dinâmica das paisagens e originam eventos desastrosos.

Ao considerar que ações humanas são capazes de influenciar a variabilidade climática que resultam em eventos extremos e desastres naturais (DAVIDSON et al., 2012; IPCC, 2012), pesquisas relacionadas a esta temática também devem refletir as relações históricas estabelecidas entre a sociedade e a natureza. Ao analisar tais relações na perspectiva

geográfica, deve-se buscar a compreensão de seus processos que são dados num determinado tempo e espaço pela multiplicidade de elementos, fatores e escalas (SANTOS, 2005).

De acordo com dados publicados pelo Secretariado das Nações Unidas de Estratégia Internacional para a Redução dos Riscos de Desastres¹ (PREVENTIONWEB, 2013), o número de desastres ao redor do mundo relacionados ao clima cresceu consideravelmente de 1980 a 2011 (Figura 5). Os eventos mais recorrentes são as inundações, seguido por tempestades, secas e temperaturas extremas.

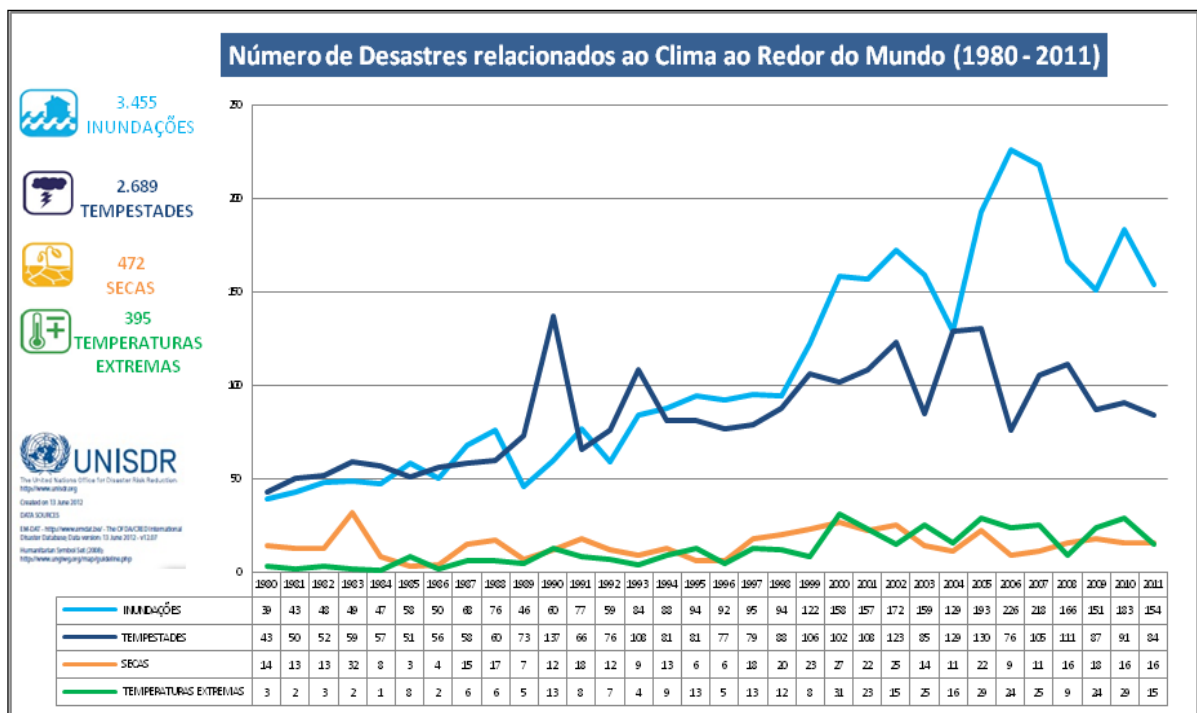


Figura 5. Número de desastres relacionados ao clima ao redor do mundo (1980 – 2011).
 Fonte: PREVENTIONWEB², 2013.

No Brasil a mesma tendência se repete. Dados do *International Disasters Database* (EM-DAT, 2013) também mostram as inundações como as mais recorrentes e com o maior número de afetados no Brasil (Tabela 4). Vale ressaltar que o banco de dados do EM-DAT é mundial, e seus registros são computados a partir de pelo menos um destes critérios: a) 10 ou mais vítimas fatais; b) 100 ou mais pessoas afetadas; c) declaração de estado de emergência; d) pedido de assistência internacional.

¹ Em inglês, este Secretariado se denomina *United Nation Strategy for Disaster Reduction* (UNISDR). Ele incorpora os princípios articuladores de uma série de documentos importantes adotados durante a Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (1990 – 1999).

² O PREVENTIONWEB é o portal principal de um projeto do Secretariado das Nações Unidas de Estratégia Internacional para a Redução dos Riscos de Desastres, que serve as necessidades de desenvolvimento e troca de informações da comunidade de redução de risco de desastres.

Tabela 4. Desastres naturais no Brasil (Dezembro de 1943 a Maio de 2012).

| Desastre Natural | Eventos | Mortes | Afetados |
|------------------------|---------|--------|------------|
| Inundação | 109 | 7.049 | 18.707.425 |
| Desmoronamento | 23 | 1.656 | 4.237.484 |
| Seca | 16 | 20 | 47.812.000 |
| Tempestade | 15 | 343 | 61.432 |
| Enchente | 7 | 591 | 245.331 |
| Temperaturas Extremas | 5 | 154 | 600 |
| Onda de Calor | 3 | 201 | 0 |
| Terremoto | 2 | 2 | 23.286 |
| Fogo Pastagens | 2 | 1 | 12.000 |
| Incêndio Florestal | 1 | 0 | 0 |
| Infestação de Insetos | 1 | 0 | 2.000 |
| Ciclone Extra Tropical | 1 | 3 | 1.600 |
| Ciclone Tropical | 1 | 4 | 150.060 |

Fonte: EM-DAT, 2013. Elaboração: Denise Marini Pereira.

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED/UFSC, 2012), elaborado a partir da compilação de documentos dos Estados e Municípios de todo o Brasil no período de 1991 a 2010 (Formulário de Avaliação de Danos - AVADAN, Formulário de Notificação Preliminar de Danos - NOPRED, Relatório de Danos, Portarias, Decretos e outros), apresenta como desastres naturais mais frequentes as estiagens e secas, seguidos pelas inundações bruscas e alagamentos, inundações graduais, vendavais e ciclones, granizos e outros (Figura 6).

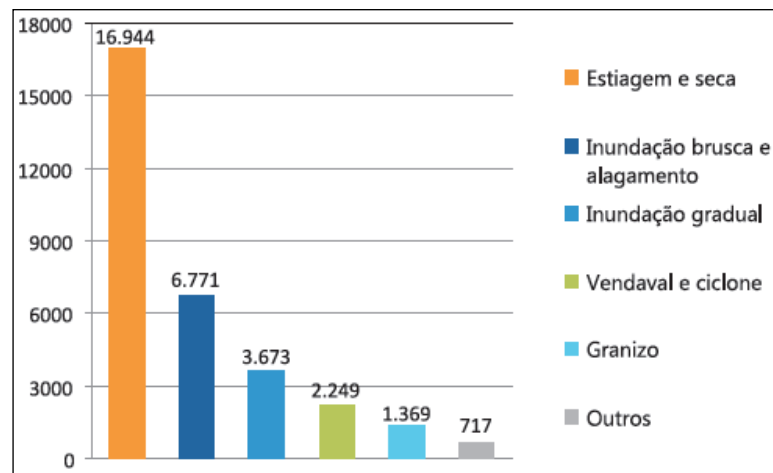


Figura 6. Totais de registros dos desastres naturais mais recorrentes no Brasil no período de 1991 a 2010. Fonte: CEPED/UFSC, 2012.

Apesar dos dados da CEPED/UFSC (2012) diferirem em relação à ordem de frequência demonstrada pelo EM-DATA (2013), neste último a seca se apresenta como o desastre com o maior número de afetados. Ou seja, tanto na publicação nacional quanto na internacional os desastres mais recorrentes estão associados a fenômenos atmosféricos, meteorológicos, e/ou hidrológicos, mais especificamente relacionados ao incremento e intensa redução das precipitações hídricas.

O conhecimento das características e efeitos adversos dos eventos propulsores de danos é de suma importância para se definir quais elementos da paisagem são capazes de indicar as ameaças e vulnerabilidades envolvidas nos desastres. À exemplo têm-se as enchentes e inundações, que são fenômenos naturais da dinâmica fluvial associados ao incremento das precipitações hídricas e aos leitos menor, maior e maior excepcional dos rios. Enquanto o leito menor é a área de escoamento habitual (vazante) das águas dos rios, sem crescimento de vegetação, o leito maior é ocupado anualmente pelas cheias de forma regular e cíclica, havendo fixação apenas de vegetação herbácea; já o leito maior excepcional é ocupado a intervalos irregulares pelas maiores cheias (GUERRA e GUERRA, 2011; CUNHA, 2013). As áreas que abrangem tanto o leito maior quanto o excepcional formam a planície de inundação, conhecidas no Brasil como áreas de várzeas (CHRISTOFOLETTI, 1980). Estas áreas são caracterizadas pela baixa altimetria e apenas se configuram em desastres quando há elementos expostos à tais fenômenos (Figura 7). Sendo assim, aspectos relativos ao relevo podem indicar a propensão natural (vulnerabilidade ambiental) de uma área à ocorrência destes fenômenos ameaçadores de desastres.

O quadro 2 apresenta as principais características referentes aos desastres naturais que ocorrem com frequência no Brasil.

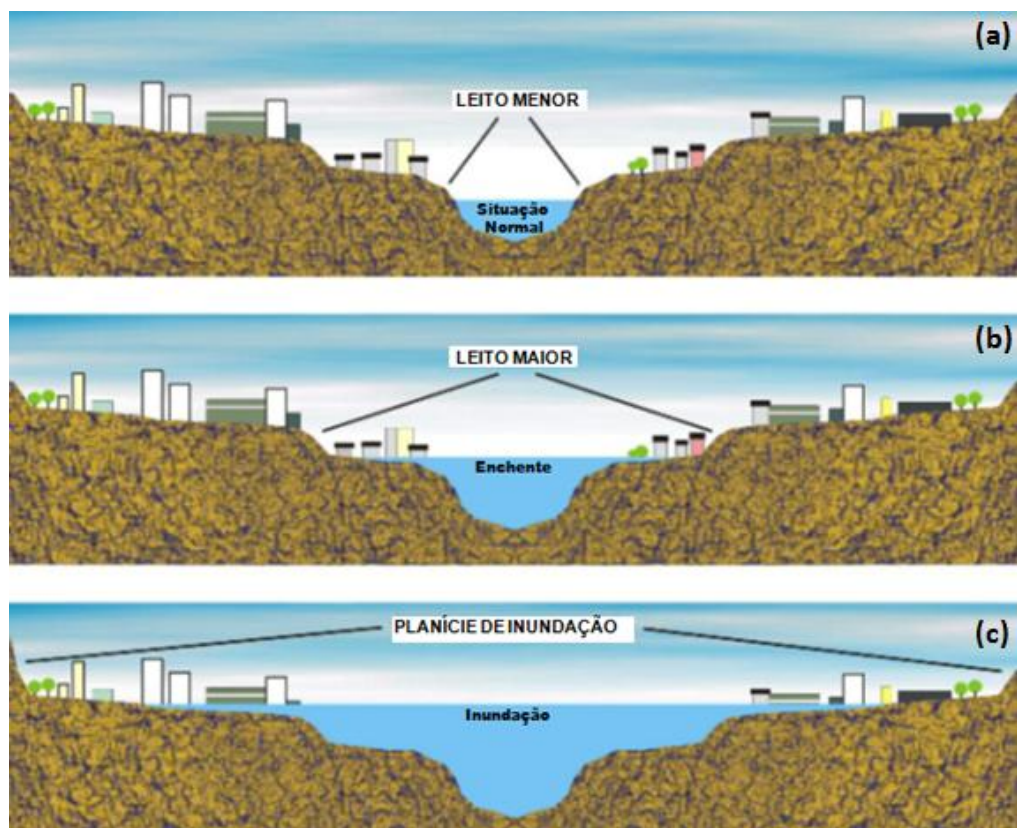


Figura 7. Tipos de leito fluvial e perfil esquemático dos fenômenos de enchente e inundação. (a): situação normal; (b): enchente; (c): inundação. Fonte: Adaptado de ANA, 2010.

Quadro 2. Descrição dos desastres naturais mais frequentes no Brasil.

| Tipo de Desastre Natural | | Características | Efeitos Adversos |
|--|----------------------------------|---|--|
| RELACIONADO COM INTENSA REDUÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES HÍDRICAS | Estiagem | Atraso de chuvas previstas para uma determinada temporada por prazo superior a quinze dias, mantendo as médias de precipitações pluviométricas mensais dos meses chuvosos inferiores a 60% das médias mensais de longo período da região considerada. | <ul style="list-style-type: none"> . Redução das reservas hídricas de superfície e subsuperfície; . Prejuízos a culturas agrícolas e criação de animais; |
| | Seca | Evento crônico e intenso de estiagem capaz de prejudicar sistemas ecológicos, econômicos, sociais e culturais vulneráveis à redução das precipitações pluviométricas. Também é um fenômeno social pela situação de pobreza e estagnação econômica decorrente do impacto do fenômeno meteorológico adverso. Pode estar também relacionada ao manejo inadequado ou desordenado de corpos hídricos. | <ul style="list-style-type: none"> . Interrupção do ciclo hidrológico; . Redução intensa das precipitações pluviométricas; . Aumento das perdas líquidas causadas pela evaporação e transpiração; . Redução dos níveis de umidade relativa do ar; . Incremento da insolação e regime de ventos secos; . Redução das reservas hídricas de superfície e subsuperfície; . Prejuízos agrícolas e de criação de animais; . Agravos nos índices de mortalidade e desnutrição; . Intensificação no aparecimento de doenças respiratórias e de veiculação hídrica; . Êxodo Rural e migrações descontroladas; |
| | Incêndios Florestais | Propagação de fogo em florestas e savanas motivado por fenômenos naturais (queda da umidade relativa do ar, raios, reações fermentativas exotérmicas, concentração de raios solares) ou resultante de ações humanas (perda de controle de queimadas), sendo os fatores climatológicos (umidade relativa do ar, temperatura e regime dos ventos) e ambientais (tipo de vegetação) decisivos para facilitar sua propagação e dificultar seu controle. | <ul style="list-style-type: none"> . Redução da fertilidade do solo pela destruição da matéria orgânica; . Redução da biodiversidade por desequilíbrios a fauna e flora silvestre pela destruição de habitat e fontes naturais de alimentos; . Intensificação de processos erosivos; . Prejuízos agrícolas e de criação de animais; . Intensificação no aparecimento de doenças respiratórias; . Interrupção do ciclo hidrológico; |
| RELACIONADO COM O INCREMENTO DAS PRECIPITAÇÕES HÍDRICAS | Enchentes ou Inundações Graduais | Elevação paulatina e periódica das águas fluviais, a ponto de extravasar seu nível máximo, atingindo a planície de inundação. Característico de grandes bacias hidrográficas e rios de planície, desenvolve-se de montante para jusante, mantendo-se em situação de cheia por algum tempo e com escoamento gradual. Associadas a prolongadas chuvas. | <ul style="list-style-type: none"> . Desalojamento de pessoas com habitações situadas na planície de inundação; . Intensificação no aparecimento de doenças de veiculação hídrica, (leptospirose, hepatites virais, doenças diarreicas, etc.); . Prejuízos a culturas agrícolas e criação de animais não adaptados á dinâmica de áreas de várzea; . Êxodo rural e migrações temporárias; |
| | Enxurradas ou Inundações Bruscas | Elevação súbita e intensa das águas fluviais com transbordamento do volume caudal e rápido escoamento. Associadas a chuvas intensas e concentradas, sendo mais danosas do que as inundações graduais. | <ul style="list-style-type: none"> . Desalojamento de pessoas com habitações situadas próximas a planície de inundação; . Intensificação de doenças de veiculação hídrica; . Prejuízos a culturas agrícolas e criação de animais; . Êxodo rural e migrações temporárias; |
| | Alagamentos | Acumulação de águas no leito das ruas e nos perímetros urbanos com sistemas de drenagem deficientes por fortes precipitações pluviométricas. Ocorre concomitante a enxurradas, ocasionando maiores danos. | <ul style="list-style-type: none"> . Desalojamento de pessoas com habitações situadas próximas a planície de inundação; . Intensificação de doenças de veiculação hídrica; . Migrações temporárias. |

Fonte: CASTRO, 2003³ e CEPED/UFSC, 2012. Elaboração: Denise Marini Pereira.

³ O “Manual de Desastres” desenvolvido por Castro (2003) é utilizado pela Secretaria Nacional de Defesa Civil como referencial técnico para estudos e gerenciamento de desastres naturais. Este trabalho segue em acordo com

3.1.1. Gestão dos Riscos de Desastres

A probabilidade ou o risco de ocorrer um desastre resulta da frequência e magnitude de ocorrência de fenômenos ameaçadores (naturais, sociais ou tecnológicos) somados às vulnerabilidades dos elementos em serem impactados por esses fenômenos. Estes podem ser populações, propriedades, atividades econômicas, incluindo serviços públicos, ou quaisquer outras definições de valores expostos às ameaças em uma dada área, que possam ser quantificados em números (de prédios, pessoas), em valores monetários (custos de substituição, custos monetários), área e/ou percepção (importância objetiva ou subjetiva dos elementos em risco, valor cultural) (WESTEN, 2012).

Dentre as múltiplas conceituações do termo risco, apresentam-se as que permeiam algumas das principais diretrizes da gestão de risco independente de sua origem (natural ou tecnológico), em âmbito nacional e internacional, tendo em vista a importância da compreensão dos conceitos para fins legislativos, gestão dos riscos, planejamento e ordenamento territorial.

A Política Nacional de Defesa Civil (PNDC), que norteia as ações e processos nacionais envolvidos na redução de desastres, conceitua risco como:

Medida de danos ou prejuízos potenciais, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis. Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidentes determinados se concretizem, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos. (BRASIL, 2007)

A definição de risco da UNISDR (2009) se aproxima da PNDC ao mencioná-lo como “a combinação da probabilidade de ocorrência de um evento e suas consequências negativas”, abrangendo duas conotações distintas: uma de uso popular que enfatiza a chance ou a possibilidade de ocorrer um evento, e outra de caráter mais técnico com ênfase sobre as consequências, ou eventuais danos por alguma causa específica, local e período.

Também ao encontro do conceito de risco adotado pela PNDC, Villagrán (2002) apresenta a definição de situação de risco como resultado da combinação entre fenômenos naturais extremos (ameaças) e condições ambientais ou socioeconômicas que fazem determinada área ou população propensa (vulnerabilidades) a um desastre. Para o autor, tal situação pode ser representada pela seguinte fórmula:

$$\text{RISCO} = \text{Ameaça} \times \text{Vulnerabilidade}$$

a Classificação Geral dos Desastres e a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR), ambas aprovadas pela Resolução nº 2, do Conselho Nacional de Defesa Civil.

A combinação entre ameaça (A) e vulnerabilidade (V) se dá pela função de multiplicação, pois se um dos fatores for igual a zero, o risco é inexistente.

A figura 8 ilustra os principais conceitos envolvidos nos riscos de desastres naturais, apresentando a influência do desenvolvimento econômico em tendências na exposição e vulnerabilidade, implicando diretamente na dimensão do risco de desastres, assim como a possibilidade de responder a estes riscos a partir da redução da exposição e vulnerabilidade através da gestão do risco de desastres e adaptação às mudanças climáticas.

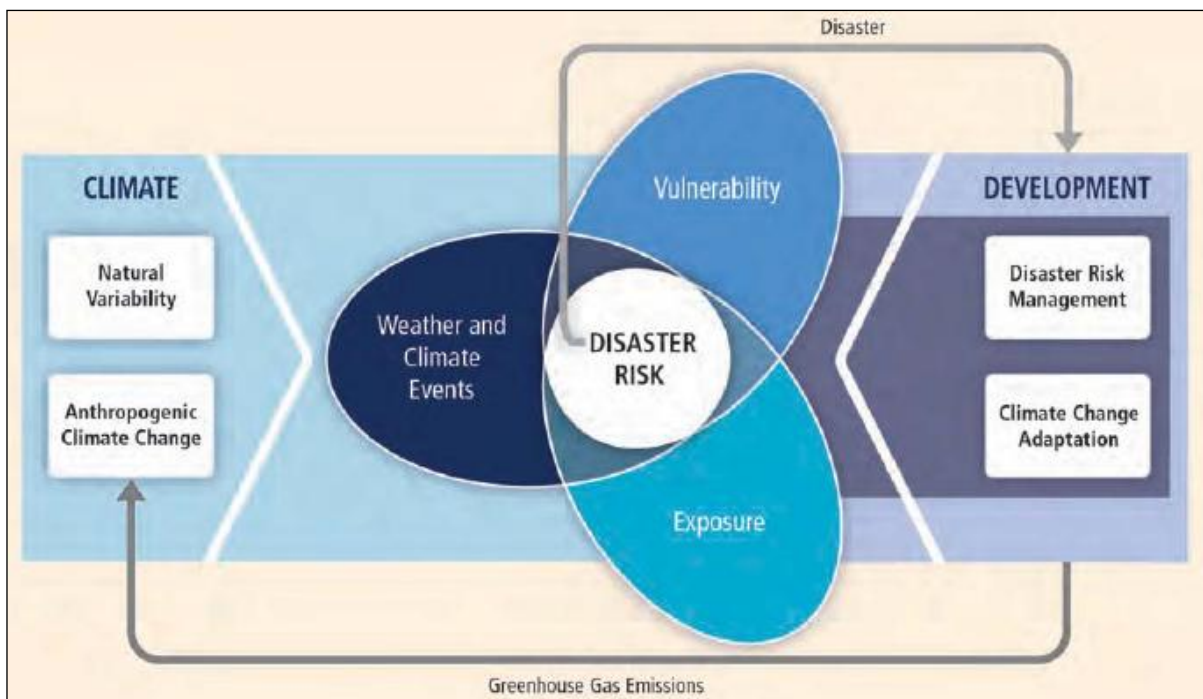


Figura 8. Principais conceitos envolvidos nos riscos de desastres.
Fonte: IPCC, 2012.

Vale mencionar que as diferentes percepções de risco é um dos aspectos polêmicos que contribui para a falta de consenso do conceito de risco. A percepção (faculdade de interpretar e selecionar estímulos e informações recebidas do ambiente) se desenvolve nos seres humanos de acordo com suas vivências, a partir de processos cognitivos e relações estabelecidas. Portanto, a percepção é cultural. Ela determina os comportamentos e orienta a tomada de decisão diante do que é percebido. Ou seja, a percepção influencia a forma de se compreender o risco em sua totalidade, o que pode explicar porque nem todos percebem a susceptibilidade de desastre em uma área antes de sua ocorrência (FURTADO, 2012).

De acordo com Marcelino (2007), a maioria dos desastres naturais que ocorrem no Brasil não pode ser evitada, mas atividades e intervenções humanas podem agravar ou minimizar seus impactos. Sendo assim, analisar as relações e interações entre a natureza e a sociedade, se faz imprescindível para o conhecimento dos riscos, ameaças e vulnerabilidades

envolvidos em um desastre, bem como a definição de medidas preventivas e mitigadoras. Tais análises contribuem para a gestão de risco que, conforme a Política Nacional de Defesa Civil é desenvolvida em três períodos distintos do desastre: antes, durante e depois.

O período anterior ao desastre é oportuno para se elaborar e adotar medidas de prevenção e preparação aos seus impactos tais como análises de risco, desenvolvimento de sistemas de previsão e alerta, elaboração de políticas públicas, execução de obras de engenharia para contenção de impactos, conscientização social, etc. Durante o desastre são necessárias ações de resposta emergenciais que envolvam salvamento, auxílio e reabilitação das populações afetadas. Posteriormente, as áreas atingidas pelo desastre necessitam de ações de apoio de médio e longo prazo para serem reestruturadas e reconstruídas (KOBAYAMA et al., 2006; MARCELINO, 2007; SZLAFSZTEIN et al., 2010).

Verifica-se por tanto, que os processos envolvidos na gestão de risco de desastres abordam questões interdisciplinares e multiescalares de forma a avaliar as dimensões relacionais, circunstanciais e espaciais das ameaças e das populações afetadas. No contexto da avaliação de desastre, Hogan e Marandola Jr. (2007) afirmam que a compreensão de eventos danosos considera sua distribuição e magnitude não apenas em termos físicos, de mudança ambiental, mas principalmente em sua dimensão sócio-demográfica e geográfica, de forma a compreender a natureza das interações entre as diferentes dimensões envolvidas. Os autores enfatizam ainda a dimensão espacial como estratégica para a gestão de risco por possibilitar a avaliação do peso e da importância da dinâmica demográfica e suas repercussões em lugares e na distribuição dos riscos. Tais avaliações demandam além de estudos conceituais sobre desastres, riscos, ameaças e vulnerabilidades, uma boa base de dados e o apoio em ferramentas de geotecnologias como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Sensoriamento Remoto (SR) e Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Neste contexto, Westen (2012) atribui grande importância à componente espacial nos estudos de avaliação de riscos tanto pelo potencial de uso para alerta precoce de desastres, quanto pela possibilidade de projeção e simulação de diferentes cenários. Seu trabalho deixa evidente que, para realizar uma abordagem integrada na gestão de risco de desastres é essencial o uso de dados espaço-temporais e tecnologias de informação geográfica.

3.2. Os Conceitos de Ameaça e Vulnerabilidade

Para a redução de riscos, Hogan e Marandola Jr. (2007) apontam ser necessário aprofundar o conhecimento das possíveis alterações do ambiente (fenômenos ameaçadores) e

dos fatores que intervêm na vulnerabilidade dos elementos em risco, tais como fatores culturais, ambientais, institucionais, políticos e socioeconômicos.

Para a PNDC, a ameaça é a “estimativa de ocorrência de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento e da provável magnitude de sua manifestação.” (BRASIL, 2007). A ameaça natural representa, portanto, a possibilidade de fenômenos naturais afetarem negativamente determinada região.

A UNISDR (2009) conceitua ameaça com maior ênfase aos possíveis danos dos eventos ameaçadores:

Ameaça: um fenômeno, substância, atividade humana ou condição perigosa que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, danos a propriedades, perda de meios de subsistência e serviços, interrupção social e econômica ou danos ambientais.

As ameaças são fenômenos decorrentes de variações anômalas na dinâmica dos sistemas naturais, sejam eles atmosféricos, terrestre, espaciais ou relativos à biocenose (pragas animais e vegetais) (CASTRO, 2003). Estes variam em magnitude, intensidade e periodicidade, podendo ser cíclicos ou eventuais, não afetando de forma uniforme regiões e populações (SENA et al., 2012a; SZLAFSZTEIN, 2012a).

Para Pelling (2003), Adger (2006) e Cardona et al. (2012), a vulnerabilidade está atrelada aos fatores de exposição, sensibilidade e capacidade de resiliência às ameaças. Segundo tais autores, a exposição refere-se à posição geográfica dos elementos em risco que os tornam suscetíveis a serem afetados pelos desastres; a sensibilidade alude a capacidade de absorção ou modificação por perturbações ocasionadas por fenômenos extremos; e a resiliência diz respeito ao potencial de recuperação dos desastres. Inevitavelmente, estes fatores são heterogêneos pelas variadas componentes físicas e ambientais das distintas paisagens.

Na conceituação da PNDC de vulnerabilidade, observa-se que tais fatores, cruciais para o entendimento do que faz um elemento ser vulnerável, não estão claramente explícitos:

Vulnerabilidade:

. Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis.

. Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano consequente (BRASIL, 2007).

Não obstante, a UNISDR (2009) expõe em termos gerais os aspectos de exposição e resiliência ao conceber vulnerabilidade como “característica e circunstâncias de uma comunidade, sistema ou bem que a fazem suscetível ao efeito de uma ameaça”, e menciona

que suas derivações podem ser físicas, ambientais, sociais e econômicas conforme o período de análise e a comunidade em questão.

Conforme apresenta Almeida (2012), os diferentes conceitos de vulnerabilidade justificam-se por contemplar múltiplas dimensões da realidade como fatores sociais, físicos, econômicos, educacionais, culturais, institucionais e entre outros. Além disso, é um conceito complexo por referir-se a ameaças específicas e por determinados aspectos, como a pobreza e a falta de mecanismos de suporte social, serem capazes de agravar ou afetar os níveis de vulnerabilidade independente dos tipos de ameaças (CARDONA et al., 2012; VILLAGRÁN, 2002; SZLAFSZTEIN, 2012b). Sendo assim, sua natureza complexa e multifacetada sustenta incertezas quanto à sua amplitude e aplicabilidade.

Por tais motivos, a análise da vulnerabilidade é uma poderosa ferramenta de análise para descrever estados de impotência e marginalidade de sistemas físico-naturais e sociais, e para orientar análises normativas (ADGER, 2006). Ela pode indicar o quão propenso é um espaço ou um grupo populacional aos danos por eventos extremos (SILVA Jr., 2010; SZLAFSZTEIN et al., 2010). Tal análise requer procedimentos de desenvolvimento sistemáticos, transparentes e compreensíveis pela possibilidade de inclusão de indicadores quantitativos e critérios qualitativos.

Ao abordar a vulnerabilidade, geógrafos como Santos et al. (2007) utilizam a definição de indicador da *Organization for Economic Cooperation and Development*⁴ (OCDE). Esta se apresenta como um parâmetro ou valor derivado de parâmetros que demonstra, fornece informações ou descreve o estado de um fenômeno, ambiente ou área, e cujo significado ultrapassa aquele diretamente relacionado ao valor do parâmetro. O parâmetro, por sua vez, é definido como uma propriedade que pode ser medida ou observada. De modo complementar e específico à temática de desastres naturais, Birkmann (2006) define um indicador de vulnerabilidade aos perigos de origem natural como uma variável (qualitativa, classificatória e/ou quantitativa) que é uma representação operacional de uma característica ou qualidade de um sistema capaz de prover informação que considere a susceptibilidade, a capacidade de lidar e a resiliência de um sistema a um impacto de um evento atrelado a um perigo de origem natural.

Ainda segundo Birkmann (2006), a seleção dos indicadores deve ser baseada nos seguintes critérios gerais qualitativos: mensurável; relevante para a política; apenas medir

⁴ A Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento, OCDE, é composta por 34 países que realizam análises comparativas para prever tendências futuras e estabelecer padrões internacionais que auxiliem políticas destinadas a melhorar a qualidade de vida social, a economia e o meio ambiente (OECD, 2014).

importantes elementos-chave em vez de tentar indicar todos os aspectos; ser analítico e estatístico; compreensível; fácil de interpretar; ser sensível e específico para o fenômeno subordinado; ser válido/preciso; reprodutível; baseado em dados disponíveis; passíveis de comparabilidade; ter escopo apropriado; e ser rentável. Por fim, o autor ressalta que um dos pontos mais difíceis na mensuração da vulnerabilidade é a coleta de dados apropriados, por isso, abordagens específicas podem definir diferentes critérios de acordo com suas necessidades e objetivos.

Geralmente, as análises das vulnerabilidades a desastres naturais são realizadas a partir do emprego de dados que refletem os padrões das dinâmicas de áreas rurais ou urbanas, tais como renda, escolaridade, equipamentos relativos ao potencial logístico de transportes, saúde, comunicação, saneamento, e entre outros (SZLAFSZTEIN et al., 2010; SILVA JR., 2010; SENA, 2011; FARIAS, 2012; SENA et al., 2012a). Sendo a principal característica da bacia hidrográfica do rio Purus a concentração de territórios tradicionais com grandes proporções e de alta relevância ambiental e cultural para a conservação da biodiversidade brasileira, os indicadores empregados para a avaliação dos riscos de desastres nesta área devem, obrigatoriamente, levar em conta a dinâmica de reprodução sócio-espacial dessas áreas que, não necessariamente, obedecem aos limites político-administrativos de áreas rurais e urbanas. Isto porque nos territórios tradicionais, a organização social, econômica e o modo de ocupação são completamente diferentes de áreas rurais e urbanas, devido ao modo de subsistência das populações estarem associados à reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica embasada em conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (BRASIL, 2007).

Sendo assim, o levantamento de dados que refletem os padrões das dinâmicas de áreas rurais ou urbanas em áreas especialmente protegidas representaria suas respectivas populações como altamente vulneráveis e desiguais em relação aos demais habitantes da bacia. Portanto, diante das diferentes formas de reprodução dos territórios tradicionais, empregar nessas áreas os mesmos tipos de dados que caracterizam áreas com dinâmicas completamente diferentes, seria uma abordagem desprovida de perspectivas com direitos às diferenças, ou seja, partir-se-ia do pressuposto de que povos tradicionais e “não tradicionais” são iguais.

A distinção entre diferenças e desigualdades se faz necessária para compreender o que seria uma abordagem coerente com realidades territoriais distintas:

As diferenças são biológicas ou culturais, e não implicam a superioridade de alguns em relação a outros. As desigualdades, ao contrário, são criações arbitrárias, que

estabelecem uma relação de inferioridade de pessoas ou grupos em relação a outros. Assim, enquanto as desigualdades devem ser rigorosamente proscritas, em razão do princípio da isonomia, as diferenças devem ser respeitadas ou protegidas, conforme signifiquem uma deficiência natural ou uma riqueza cultural (COMPARATO, 2003 apud BADIN, 2006).

Porém, o reconhecimento da importância dos territórios tradicionais no planejamento e ordenamento territorial ainda é muito recente, e provavelmente por isso, até agora existem poucas bases de dados públicos referentes aos elementos que retratam as dinâmicas peculiares destas áreas⁵. Tal fato permite inferir que, a análise da vulnerabilidade à desastres em territórios tradicionais, exige minimamente indicadores em conformidade aos principais aspectos físico-naturais e antrópicos das paisagens passíveis de serem correlacionados independentes dos limites político-administrativos dos territórios que a compõe.

3.3. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Análise para a Avaliação de Risco de Desastres Naturais

Há dois principais motivos para utilizar a bacia hidrográfica como unidade de análise em estudos de avaliação de risco a desastres naturais: pela maioria dos desastres naturais envolverem fatores hidroclimáticos, e pela análise integrada da paisagem que ela proporciona.

A bacia hidrográfica é delimitada territorialmente a partir de seus divisores de água, sendo sua superfície formada pela área de captação natural de água que forma um sistema de canais fluviais interconectados da nascente ao ponto de saída (TUCCI, 2006). Funciona como um sistema aberto e interdependente, composto por matéria a ser mobilizada (água, sedimentos, detritos), energia ou forças motrizes (gravidade e o movimento das águas, ventos, etc.) e elementos como as vertentes, os fundos de vale e o rio (CHRISTOFOLETTI, 1980). Cada um destes componentes está estruturado e intrinsecamente relacionado uns aos outros, de modo que quaisquer alterações (adição ou substituição de elementos) ou fenômenos que ocorram a montante da bacia afetam, qualitativamente e/ou quantitativamente, as áreas a jusante, e vice-versa (RODRIGUES e ADAMI, 2005; DIBIESO, 2007; TEODORO et al., 2007; PORTO e PORTO, 2008; NASCIMENTO et al., 2008).

⁵ Porém, conforme se verifica em ACRE (2012), esta situação está em vias de transição, pois atualmente o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) do Acre está detalhando as seguintes especificidades: Etnozoneamento das Terras Indígenas (escala 1:50.000); Ordenamento Territorial Local dos Municípios (na escala 1:100.000); desdobramentos do ZEE para Zonas Especiais de Desenvolvimento (ZED) (escala 1:100.000); e Zonas de Atendimento Prioritário (ZAO), desdobradas conforme o tamanho das comunidades, na escala mínima de 1:10.000, para subsidiar a elaboração dos Planos de Desenvolvimento Comunitário (PDC).

Além da abordagem sistêmica, outra característica da utilização da bacia hidrográfica como recorte espacial de análise, é sua transcendência aos limites territoriais politicamente estabelecidos como territórios administrativos de países, estados ou municípios. Bermúdez et al. (2011) trazem grandes contribuições sobre a institucionalização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão ao apontar a necessidade fundamental de mecanismos jurídicos que integrem a questão da dominialidade sobre os recursos naturais. Por isso, sua adoção como unidade espacial para o ordenamento territorial se constitui para as autoridades em um grande desafio de governabilidade e governança (TUNDISI, 2003; NASCIMENTO e VILAÇA, 2008), pois, acima de tudo, significa compartilhamento de poderes e responsabilidades. Este mesmo desafio se estende à gestão de risco de desastres por seus fundamentos estarem intrinsecamente associados ao planejamento e ordenamento territorial.

Em síntese, a bacia hidrográfica contempla desde diferentes unidades político-administrativas aos usos múltiplos do espaço urbano e rural. Ela traduz explicitamente a dinâmica das inter-relações dos fenômenos naturais e atividades socioeconômicas, pois a gestão do espaço por bacia hidrográfica objetiva: conciliar o aproveitamento dos recursos naturais com o crescimento econômico e transformação produtiva; manejar os recursos com fins de evitar conflitos e problemas ambientais (sustentabilidade ambiental); e garantir equidade mediante processos de decisão com a participação de diferentes atores (CEPAL, 1994).

Por tanto, a definição de bacia hidrográfica como unidade espacial de análise, se mostra indispensável tanto para a compreensão holística dos processos e fenômenos que ocorrem num dado território, quanto para a avaliação de risco, prevenção e mitigação de danos de desastres naturais.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Dentre os estudos já mencionados que abordam fenômenos extremos ameaçadores de desastres correlacionados às vulnerabilidades da região Amazônica, destacam-se Szlafsztein et al. (2010) e Sena et al. (2012). O trabalho de Szlafsztein et al. (2010) abrange todo o cenário amazônico e se constitui em uma proposta metodológica para o mapeamento de riscos naturais na Amazônia com uso de variáveis socioeconômicas, naturais e climáticas. Embora o trabalho de Sena et al. (2012) tenha se desenvolvido exclusivamente em uma das sub-bacias da bacia do rio Purus, a do Rio Acre, os territórios hidrográficos que contemplam o estado do Amazonas não foram abordados. Estes autores apresentam uma proposta metodológica de análise integrada da vulnerabilidade também a partir de variáveis socioeconômicas, naturais e climáticas, mas com o acréscimo de variáveis institucionais. Ambos os estudos se diferenciam pela adição ou ausência de alguns indicadores e pelas diferentes combinações das variáveis, sendo aplicáveis se os dados propostos pelas respectivas metodologias estiverem disponíveis.

Esta pesquisa se utilizou de uma base de dados menos complexa do que a de Szlafsztein et al. (2010) e Sena et al. (2012) para que os aspectos imprescindíveis aos riscos de desastres naturais fossem apresentados com clareza e dentro dos critérios qualitativos para a seleção de indicadores proposto por Birkmann (2006), o que pareceu ser a única abordagem viável numa bacia hidrográfica de grandes extensões. Por conseguinte, os procedimentos metodológicos foram: caracterização e mapeamento dos fenômenos ameaçadores de desastres naturais; caracterização e mapeamento das vulnerabilidades; mapeamento das áreas de risco aos desastres naturais; e análise do risco em Unidades de Conservação e Terras Indígenas com o risco de desastres.

4. 1. Caracterização e Mapeamento dos Fenômenos Ameaçadores de Desastres Naturais

Em busca de compreender os processos e fatores que propiciam a ocorrência de desastres foi realizado um amplo levantamento bibliográfico e análises descritivas dos fenômenos atmosféricos que caracterizam o clima da região amazônica e se configuram em ameaças aos desastres naturais associados ao incremento e intensa redução das precipitações hídricas.

Para o conhecimento da hidrodinâmica da bacia, foram levantados junto ao Sistema de Proteção da Amazônia⁶ (SIPAM) dados de estações fluviométricas situadas no alto (13410000; 13470000; 13600002; 13700000; 13710001), médio (13750000; 13870000; 13880000) e baixo (13962000; 13980000) curso da bacia do rio Purus entre os anos de 1968 e 2012. Tais dados foram normalizados às referências de níveis locais das respectivas estações. Os anos com dados hidrológicos extremos, que traduzem a ocorrência de incremento e redução intensa das precipitações hídricas, foram identificados pela análise dos dados de nível fluviométrico transformados pela função estatística de normalização⁷. Esta função produz um valor correspondente a cada valor primário que especifica sua posição dentro da distribuição original de dados a partir da média e do desvio padrão pela equação:

$$Z(i) = (P_i - P_m) / D_p$$

Onde:

$Z(i)$ = Parâmetro normalizado;

P_i = Parâmetro total anual;

P_m = Parâmetro médio do período;

D_p = Desvio Padrão.

O valor original é transformado em um valor com sinal, de modo a indicar se ele está acima (+) ou abaixo (-) da média, além de demonstrar a distância entre a média e o valor original em termos de desvio-padrão (VON WANGENHEIM, 2013). Um valor normalizado de -2 representa um valor original que se encontra mais de dois desvios-padrão abaixo da média, representando por um valor bem difícil de ocorrer e de probabilidade muito baixa.

Assim, os dados que excederam o valor médio da série histórica foram considerados como os anos com variações hidrológicas extremas, sendo a extrapolação de valores positivos e negativos indicativo de incremento e redução das precipitações hídricas, respectivamente. Os dados de vazão não foram utilizados por nem todas as estações possuem tal registro, além de algumas estações apresentarem falhas desses dados na série histórica analisada.

A correlação e compreensão do comportamento de tais dados com a ocorrência de ameaças naturais foram realizadas a partir de análises de publicações referentes à investigação

⁶ O SIPAM é um órgão federal que centraliza tais dados referentes aos principais rios da Amazônia.

⁷ Os dados já calculados pela função estatística de normalização foram fornecidos pelo SIPAM, que utilizou como base os dados da ANA de dez estações fluviométricas situadas na bacia do rio Purus.

dos processos naturais e antrópicos envolvidos na ocorrência de eventos hidroclimáticos extremos na Amazônia.

Para a identificação e quantificação da frequência e dos danos dos eventos desastrosos, 150 documentos oficiais (Avaliação de Danos, Notificação Preliminar de Danos, Relatório de Danos, Portarias, Decretos de situação de calamidade pública e outros) produzidos pelos Estados e municípios referentes à ocorrência de desastres na área de estudo entre 1971 a 2012 foram obtidos junto ao Banco de Dados e Registro de Desastres da Secretária Nacional de Defesa Civil (SEDEC, 2014). Os dados e informações foram tabulados e interpretados através da construção de gráficos de frequência e distribuição no Excel Microsoft Office 2007.

De modo complementar, artigos jornalísticos publicados em *sites* dos jornais estaduais impressos de ampla circulação referentes aos eventos extremos ocorridos na bacia do rio Purus e proximidades foram utilizados nas análises dos danos dos eventos desastrosos (Tabela 5).

Tabela 5. Jornais impresso do Estado do Acre e Amazonas com mídia eletrônica.

| Estado | Jornal | Sítio na Internet |
|----------|--|---|
| Acre | A Gazeta Página 20 A Tribuna | http://www.agazetadoacre.com/ http://www.pagina20online.com.br/ http://www.jornalatribuna.com.br/ |
| Amazonas | A Crítica de Manaus Amazonas em Tempo | http://acritica.uol.com.br/ http://www.emtempo.com.br/ |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

A probabilidade dos fenômenos naturais extremos ameaçarem ou não áreas específicas da bacia do rio Purus foi estimada a partir de dados da frequência de desastres por municípios pertencentes à área de estudo no período de 1971 a 2012. Considerou-se que, se dentro de um longo período houve poucos ou nenhum registro de desastre numa determinada área, a possibilidade dos fenômenos naturais extremos (re)incidirem ali e ameaçarem danos é pequena ou nula. Além disso, áreas com registros de desastres ocorridos no passado têm maior probabilidade de acontecimentos destes fenômenos no futuro (SZLAFSZTEIN et al., 2010).

Os dados referentes ao indicador de ameaças foram classificados na plataforma de SIG do *software ArcGis 9.3* em 4 classes segundo o método de classificação “Quebras Naturais”, que possibilita a homogeneização da distribuição dos dados de forma a assegurar a heterogeneidade entre os atributos. A estas classes atribuiu-se o grau de ameaça alta, moderada, baixa e inexistente pela relação diretamente proporcional ao número de registros de desastres (Tabela 6).

Tabela 6. Descrição das variáveis, indicadores e classes das ameaças aos desastres naturais associados ao incremento e intensa redução das precipitações hídricas.

| Ameaça | | | | | | | | |
|---|-------|--------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------|---------|-------------|-------------------|
| Tipo | Sigla | Variável | Unidade de Análise | Indicador | | | | |
| | | | | Dados | Fonte | Classes | Grau | Atributo Numérico |
| Ameaças aos desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas | AIPH | Registro de Desastres Naturais | Município | Frequência de Desastres Naturais | SEDEC, 2014. | 0 | Inexistente | 0 |
| | | | | | | 1 a 3 | Baixo | 1 |
| | | | | | | 4 a 6 | Moderado | 2 |
| | | | | | | 7 a 16 | Alto | 3 |
| Ameaças aos desastres Associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas | ARPH | Registro de Desastres Naturais | Município | Frequência de Desastres Naturais | SEDEC, 2014. | 0 | Inexistente | 0 |
| | | | | | | 1 | Baixo | 1 |
| | | | | | | 2 | Moderado | 2 |
| | | | | | | 3 a 4 | Alto | 3 |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

4.2. Caracterização e Mapeamento das Vulnerabilidades Ambientais e Sociais aos Desastres

Neste trabalho foram abordadas apenas as vulnerabilidades ambientais e sociais como forma de identificar os principais padrões, mecanismos e fatores condicionantes da paisagem aos desastres naturais na bacia do rio Purus.

4.2.1. Vulnerabilidade Ambiental a Desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas

Para o conhecimento da propensão física-natural (vulnerabilidade ambiental) da bacia do rio Purus aos desastres associados ao incremento das precipitações hídricas foram realizadas análises bibliográficas referentes ao contexto geotectônico regional por sua importante contribuição na formação das unidades geomorfológicas. Estas são definidas por arranjos de formas altimétricas e semelhanças fisionômicas entre os diversos tipos de modelados (IBGE, 2009). Tais dados foram obtidos em formato *shapefile* com geometria de polígonos junto ao SIPAM (2013). O mapeamento dos mesmos foi realizado na plataforma de SIG do *software ArcGis 9.3* pela representação dos atributos correlatos às classes de compartimentos do relevo da bacia. A descrição e análise de cada uma delas se apoiaram em referências bibliográficas com o objetivo de avaliar de modo comparativo os terrenos naturalmente inundáveis por ocasião das cheias dos rios em relação às demais áreas da bacia.

Em busca de maior detalhamento para a identificação e quantificação da Vulnerabilidade Ambiental aos desastres associados ao Incremento das Precipitações Hídricas

(VAIPH), dados de morfometria (diferenças altimétricas do relevo) da bacia do rio Purus foram levantado a partir de um Modelo Digital de elevação (MDE). Um MDE é uma representação matemática da superfície construída com base em coordenadas planialtimétricas da elevação do terreno. Os dados foram obtidos com resolução espacial de 90 metros a partir de imagens de radar da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), oriundas do site *Global Land Cover Facility* (GLCF, 2013) mantido pela Universidade de Maryland, NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e GOFC-GOLD (*Global Observation of Forest na Land Cover Dynamics*).

Devido à topografia muito plana da bacia do rio Purus em território brasileiro, a estimativa da declividade entre células não apresentou boa resolução, condição necessária para gerar um modelo hidrológico (representação do escoamento e evolução da disponibilidade de água na superfície) distribuído. Sendo assim, apenas as variações numéricas do relevo foram representadas no *software ArcGis 9.3* e agrupadas em 7 classes pelo método das “quebras naturais” (*Natural Breaks*). Vale ressaltar que mesmo que tais dados se refiram ao topo das árvores, os mesmos já demonstraram precisão quanto ao detalhamento de feições geomorfológicas, e em especial aos aspectos morfométricos dos modelados de dissecação, sendo que sua exatidão atende a escala 1:100.000 da classe “A”, estipulada pelos Padrões de Exatidão Cartográfico definidos pela Comissão Nacional de Cartografia (SANTOS et al., 2005; SILVA e SANTOS, 2007; MICELI et al., 2011).

Em conjunto ao MDE classificado, na plataforma de SIG do *software ArcGis*, realizou-se sobreposição da unidade geomorfológica de maior propensão às enchentes e inundações para averiguar sua correspondência com as áreas de menor cota altimétrica e seu padrão de distribuição na bacia. O grau de VAIPH foi determinado como inversamente proporcional às variações de altitude, sendo alto para os intervalos altimétricos de menor valor e baixo para as maiores altitudes (Tabela 7).

Tabela 7. Descrição das variáveis, indicadores e classes da Vulnerabilidade Ambiental aos desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas.

| Vulnerabilidade | | | | | | | | |
|---|-------|-------------|--------------------|----------------------------|-------------|-----------|----------|-------------------|
| Tipo | Sigla | Variável | Unidade de Análise | Indicador | | | | |
| | | | | Dado | Fonte | Classes | Grau | Atributo Numérico |
| Vulnerabilidade Ambiental aos desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas | VAIPH | Morfometria | Bacia Hidrográfica | Variações Altimétricas (m) | GLCF, 2013. | 0 a 80 | Alta | 3 |
| | | | | | | 81 a 123 | | |
| | | | | | | 124 a 168 | Moderada | 2 |
| | | | | | | 169 a 219 | | |
| 220 a 280 | Baixa | 1 | | | | | | |
| 281 a 362 | | | | | | | | |
| 363 a 545 | | | | | | | | |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

4.2.2. Vulnerabilidade Ambiental a Desastres Associados a Intensa Redução das Precipitações Hídricas

Os principais desastres associados à intensa redução das precipitações hídricas (RPH) na bacia do rio Purus são estiagens, secas e incêndios florestais, fenômenos decorrentes da redução da umidade relativa do ar, elevadas temperaturas e ausência de chuvas. Os dois primeiros se manifestam por redução de reservas hídricas superficiais e de subsuperfície, sendo necessário considerar em suas abordagens e mapeamento elementos da meteorologia e geologia correlacionados aos tipos de usos e cobertura dos solos (CASTRO, 2003). Já os incêndios florestais ou queimadas são passíveis de mapeamento simplificado através de dados de focos de calor, pontos geográficos captados por sensores espaciais referentes às temperaturas de superfície acima de 47°C (INPE, 2014). Os pontos indicadores da existência de fogo são extraído de imagens termais de vários satélites, que variam em tamanho de pixels com resolução espacial acima de 1 Km x 1 Km.

Os dados foram obtidos no “Portal de Monitoramento de Queimadas e Incêndios” do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2014) em formato vetorial com geometria de pontos e referem-se apenas aos anos de 2005 a 2012, período que abrange os últimos eventos ocorridos de RPH.

A estimativa da densidade e do padrão de distribuição dos focos de calor na área de estudo foi realizada pelo método Kernel, que delimita as diferenças de densidade dos conjuntos de pontos a partir de um raio de influência ao redor de cada ponto por uma função matemática que vai de 1 na posição do ponto, a 0 na fronteira do perímetro do raio. Se dois ou mais Kernels estiverem sobrepostos, o valor para aquela célula será a soma de seus respectivos valores dividido pela área de cada raio de pesquisa (SILVERMAN, 1986; VASCONCELOS et al., 2011). Este método foi executado no *software ArcGis 9.3* pelo algoritmo *Kernel Density* que ao interpolar os dados, automaticamente os distribuiu em nove grupos de densidade com intervalos iguais. Estes dados foram reclassificados pelo método das quebras naturais e agrupados em classes de Alta, Moderada e Baixa vulnerabilidade em relação de conformidade direta com a concentração de focos de calor por Km² (Tabela 8).

Tabela 8. Descrição das variáveis, indicadores e classes da Vulnerabilidade Ambiental aos desastres Associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas.

| Vulnerabilidade | | | | | | | | |
|--|-------|---|--------------------|-------------------------------|-------------|-------------|----------|-------------------|
| Tipo | Sigla | Variável | Unidade de Análise | Indicador | | | | |
| | | | | Dado | Fonte | Classes | Grau | Atributo Numérico |
| Vulnerabilidade Ambiental Associada à Intensa Redução das Precipitações Hídricas | VRPH | Ocorrência de Queimadas ou Incêndios Florestais | Bacia Hidrográfica | Foco de Calor/Km ² | INPE, 2014. | < 0,62 | Baixa | 1 |
| | | | | | | 0,62 - 1,25 | | |
| | | | | | | 1,26 - 1,87 | Moderada | 2 |
| | | | | | | 1,88 - 2,50 | | |
| | | | | | | 2,51 - 3,12 | Alta | 3 |
| | | | | | | 3,13 - 3,75 | | |
| 3,76 - 4,37 | | | | | | | | |
| 4,38 - 5,62 | | | | | | | | |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

4.2.3. Vulnerabilidade Social aos Desastres Naturais

Considerando a alta concentração de territórios tradicionais com grandes proporções na bacia hidrográfica do rio Purus, e a escassez de dados público relativos à dinâmica de reprodução sócio-espacial destes territórios, a Vulnerabilidade Social (VS) foi analisada com base em dados de desflorestamento. Estes foram aplicados como indicador de áreas alteradas por intervenções humanas, que de modo concentrado influenciam negativamente na dinâmica natural das paisagens e contribuem para a susceptibilidade aos desastres (DAVIDSON et al., 2012; COUTINHO et al., 2013).

A correlação das áreas desflorestadas com a vulnerabilidade a desastres naturais foi estabelecida a partir de análises bibliográficas e por dados das classificações das áreas desmatadas acumuladas na bacia do rio Purus até 2010. Tais dados foram obtidos no site do projeto TerraClass (INPE, 2010) em mosaicos estaduais de formato vetorial *shapefile* com geometria de polígonos e representados segundo suas classes temáticas no *software ArcGis 9.3*.

De modo complementar e buscando transpor especificamente tal correlação para a área de estudo, foram realizadas comparações entre a quantidade e o padrão de distribuição dos dados de focos de calor e do desmatamento ocorrido na bacia do rio Purus no período que abrange seus recentes registros de eventos desastrosos, 2005 a 2010.

O mapeamento da VS utilizou dados de desflorestamento obtidos no site do Projeto PRODES desenvolvido pelo INPE (2012) em parceria com os Ministérios do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. Os dados estão disponibilizados para os anos de 1997 e 2000 a 2012, também em mosaicos estaduais de formato vetorial *shapefile* com geometria de polígonos. Para representá-los conforme apenas seu adensamento, sem a identificação das classes temáticas, a informação do centro geométrico de cada polígono foi convertida em ponto pela ferramenta *Feature To Point* do *ArcGis 9.3*. O algoritmo *Kernel Density* interpolou

os dados e automaticamente os distribuiu em nove grupos de densidade com intervalos iguais. Tais classes foram agrupadas em Baixa, Moderada e Alta vulnerabilidade conforme a maior ou menor concentração de números de pontos correspondentes aos polígonos do desmatamento por Km² (Tabela 9).

Tabela 9. Descrição das variáveis, indicadores e classes da Vulnerabilidade Social aos desastres associados ao incremento e intensa redução das precipitações hídricas.

| Vulnerabilidade | | | | | | | | |
|---|-------|---|--------------------|-------------------------------|-------------|-------------|----------|-------------------|
| Tipo | Sigla | Variável | Unidade de Análise | Indicador | | | | |
| | | | | Dado | Fonte | Classes | Grau | Atributo Numérico |
| Vulnerabilidade Social Associada ao Incremento e Intensa Redução das Precipitações Hídricas | VS | Intervenções Humanas nas Características Naturais do Ambiente | Bacia Hidrográfica | Desmatamento/ Km ² | INPE, 2012. | < 0,87 | Baixa | 1 |
| | | | | | | 0,87 - 1,29 | | |
| | | | | | | 1,30 - 1,73 | Moderada | 2 |
| | | | | | | 1,74 - 2,16 | | |
| | | | | | | 2,17 - 2,60 | Alta | 3 |
| | | | | | | 2,61 - 3,04 | | |
| 3,05 - 3,47 | | | | | | | | |
| 3,38 - 3,92 | | | | | | | | |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

4. 3. Mapeamento das Áreas de Risco de Desastres Naturais

O mapeamento dos riscos a desastres naturais na bacia do rio Purus foi realizado a partir de álgebra de mapas⁸ desenvolvida a partir dos pesos atribuídos ao grau de ameaças e vulnerabilidades pelas seguintes operações:

- a) Para o mapa de Risco referente aos desastres naturais associados ao Incremento das Precipitações Hídricas

$$RIPH = AIPH \times (VAIPH + VS)$$

- b) Para o mapa de Risco referente aos desastres naturais associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas

$$RRPH = ARPH \times (VARPH + VS)$$

Onde:

AIPH = Ameaças à desastres associados ao incremento das precipitações hídricas;

VAIPH = Vulnerabilidade Ambiental à desastres associados ao Incremento das precipitações hídricas;

VS= Vulnerabilidade Social à desastres naturais;

ARPH = Ameaças à desastres associados à intensa redução das precipitações hídricas;

⁸ Uso de algoritmos para integrar dados de naturezas diferentes a partir de valores quantitativos (escalar, ordinal, cardinal ou intervalar) ou qualitativos (nominal) (CÂMARA et al., 2001).

VARPH = Vulnerabilidade Ambiental a desastres associados à intensa Redução das precipitações hídricas.

Tais operações matemáticas foram realizadas em ambiente de SIG no *ArcGis 9.3* através da edição da tabela de atributos dos dados compatibilizados em estrutura vetorial. Estas operações resultaram em valores numéricos (Tabela 10) que foram classificados em risco inexistente, baixo, moderado e alto (Tabela 11).

Tabela 10. Valores numéricos obtidos pela operação de multiplicação dos pesos atribuídos às classes de ameaças e vulnerabilidades na bacia do rio Purus.

| RISCO | Vulnerabilidade (Ambiental + Social) | | | | | |
|---------------|---|---|---|----|----|----|
| Ameaça | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

Tabela 11. Classificação dos riscos aos desastres naturais segundo os valores numéricos obtidos pela operação de multiplicação dos pesos atribuídos às classes de ameaças e vulnerabilidades na bacia do rio Purus.

| Risco | | |
|--------------------|-------------|--------------------------|
| Classes | Grau | Atributo Numérico |
| 0 | Inexistente | 0 |
| 1 - 2 3 - 4 | Baixo | 1 |
| 5 - 6 8 e 9 | Moderado | 2 |
| 10 e 12 15 e 18 | Alto | 3 |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

4.4. Análise do Risco de Desastres Naturais em Unidades de Conservação e Terras Indígenas

Para avaliar a relação das Unidades de Conservação e Terras Indígenas com o risco de desastres naturais na bacia do rio Purus, tais áreas foram sobrepostas às classes simplificadas de risco. A distribuição dos resultados foi descrita por sub-bacia e discutida a partir de referências bibliográficas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Fenômenos Naturais Extremos Ameaçadores de Desastres na Amazônia e na Bacia do Rio Purus

Com o aumento da frequência e intensidade de fenômenos naturais extremos na Amazônia, ano a ano, várias comunidades têm sido gravemente afetadas com prejuízos sociais e econômicos:

As mudanças sazonais que ocorrem na região geram grande variação no regime dos rios da bacia do rio Acre (sub-bacia do rio Purus), ocasionando, alternadamente, enchentes e secas, que tem afetado de forma negativa a população local. Na época de seca o nível do rio Acre e de seus afluentes pode chegar a ser tão baixo que dificulta o abastecimento de água potável e pesca (SANT'ANNA, 2012).

Assim, verifica-se que os problemas enfrentados com fenômenos extremos das precipitações hídricas na bacia do rio Purus não são fatos excepcionais ou isolados. Segundo Evangelista (2000), já em 1989 a historiadora Maria José Bezerra e a técnica Ivna Canaveira Monteiro, ambas da Universidade Federal do Acre, declaravam:

[...] As conseqüências do desequilíbrio ecológico sobre o clima já se fazem sentir, devido à redução da reciclagem da água pluvial, no sentido de ocorrerem precipitações totais anuais menores e chuvas mais marcadamente sazonais, isto é, havendo períodos de secas mais longos e mais intensos.

Tais fenômenos extremos derivam de variações climáticas anômalas e possuem relevante contribuição na ocorrência de desastres. A compreensão de suas dinâmicas de atuação e potencial de alteração do ambiente é fundamental para avaliar os riscos de uma área ser vulnerável aos seus impactos.

O clima quente e úmido da Amazônia, com temperaturas elevadas (médias anuais de 24 °C a 27 °C) e marcante sazonalidade das precipitações hídricas, caracteriza a região em duas estações bem definidas: uma úmida entre Novembro e Março (inverno) e outra seca entre Maio e Setembro (verão) (FISCH et al., 1998). Tal característica climática resulta de complexas interações termodinâmicas de grande escala que são alimentadas pela alta concentração de energia solar disponível na região equatorial. O intenso aquecimento da atmosfera e da superfície resulta na ascensão do ar e formação de conglomerados de nuvens pelos processos de evaporação e evapotranspiração⁹ exercidos pela densa vegetação amazônica. Sendo assim, a constante interação da energia solar com a umidade faz da

⁹ Cerca de 50% do vapor d'água das chuvas é produzido pela evapotranspiração e o restante é originário do fluxo atmosférico do Oceano Atlântico (FISCH et al., 1998).

precipitação um importante elemento climático que influencia nas características e comportamentos da temperatura, da umidade relativa, dos ventos, e entre outros.

No entanto, incertezas significativas permanecem na compreensão dos processos dinâmicos do clima da Amazônia, bem como da variabilidade (frequência e intensidade) de suas precipitações em escalas temporais e espaciais, devido às complexidades das interações dos elementos climáticos (NOBRE et al., 2009). De modo geral, os sistemas convectivos de grande escala e escala sinótica que interferem na frequência e intensidade das estações amazônicas são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS); Alta da Bolívia; El Niño; La Niña; Temperaturas de Superfície do Mar (TSM); Linhas de Instabilidade; e sistemas frontais conhecidos como “friagens” (FISCH et al., 1998; ROCHA, 2001; NOBRE et al., 2009; REBOITA et al., 2012). Em função de sua proximidade com o Equador e a Cordilheira dos Andes, a bacia do rio Purus, situada ao Sul da Amazônia Ocidental¹⁰, encontra-se sobre constante pressão da maioria desses sistemas convectivos.

O processo de precipitação na Amazônia ocorre pelo transporte de umidade que avança o continente no sentido oeste pelos ventos alísios de leste que formam a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) na zona equatorial. Ao atingir a Cordilheira dos Andes, próximo a linha do Equador, por ascensão orográfica essa umidade precipita parcialmente nas encostas à leste, e outra parte segue nas correntes de ar carregadas de vapor d'água em direção ao sul do continente (FISCH et al., 1998; NOBRE et al., 2009), passando pelo alto curso da bacia do rio Purus. Tal deslocamento de ventos é conhecido como Jatos de Baixos Níveis (JBN) por possuírem um máximo de velocidade em aproximadamente 1.500 metros acima do nível do mar (REBOITA et al., 2012). Os JBN são de grande importância para a distribuição de chuvas no centro-sul Sul-Americano por contribuírem para a formação de sistemas convectivos como os Complexos Convectivos de Mesoescala (aglomerados de nuvens com forma circular), que causam intensas precipitações.

No verão austral do continente sul-americano (meses de dezembro a março), o calor sensível oriundo da superfície aquecida do Antiplano da Bolívia, juntamente com o calor latente gerado pela convecção tropical, aquece e aumenta a espessura da camada troposférica, produzindo um anticiclone chamado Alta da Bolívia (AB). A distribuição das chuvas na parte oeste e central da Amazônia está diretamente conectada à atuação desta circulação de alto

¹⁰ A Amazônia Ocidental abrange os estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima. Ela foi definida como tal em 1967, pelo Decreto-Lei nº 291/67 do Governo Federal com o objetivo de promover a ocupação nesta região.

nível atmosférico (FISCH et al., 1998) originada próximo ao alto curso da bacia do rio Purus (Figura 9).



Figura 9. Esquema de sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul no verão. ANE: ventos alísios de nordeste; ASE: ventos alísios de sudeste; ASAS: anticiclone subtropical do Atlântico Sul; B: baixa pressão atmosférica (ciclone); CCM: complexos convectivos de mesoescala; FF: frente fria; FQ: frente quente; JBN: jato de baixos níveis a leste dos Andes; ZCAS: Zona de Convergência do Atlântico Sul; ZCIT: Zona de Convergência Intertropical. Em vermelho, localização da bacia do rio Purus. Fonte: Reboita et al., 2012.

Com a aproximação do inverno austral da América do Sul (meses de junho a setembro), o JBN e a AB se enfraquecem em função do deslocamento da ZCIT mais ao norte do Equador. Assim, são reduzidas as atividades convectivas na maior parte da região amazônica, registrando-se neste período as menores cotas pluviométricas anuais (REBOITA et al., 2012). Demais fatores também podem intervir na variabilidade sazonal da precipitação como o El Niño (associado a anomalias negativas das precipitações), La Niña (associada a anomalias positivas das precipitações), as Temperaturas de Superfície do Mar (variações termais associadas a intensificação de fenômenos anômalos) e outros sistemas (FISCH et al., 1998; ROCHA, 2001; NOBRE et al., 2009).

Vale lembrar que variabilidades espaciais e temporais das estações úmidas e secas da Amazônia também ocorrem conforme a heterogeneidade do uso do solo e alterações no eixo de rotação e no movimento de translação da Terra, podendo ocasionar migrações norte-sul nos cinturões de altas e baixas pressões ao longo do ano (REBOITA et al. 2012).

A variabilidade das precipitações hídricas pode ser avaliada a partir de dados de nível fluviométrico e de vazão dos rios pela interação existente entre condicionantes atmosféricas e recarga hídrica de bacias hidrográficas (FISH et al., 1998; NOBRE et al., 2009; DUARTE, 2011; MARENGO et al., 2012). Dados históricos (1968-2012) de estações fluviométricas

situadas no alto, médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Purus (Figura 10) demonstram que a estação chuvosa e a estação seca ocorrem em períodos e intensidades diferentes ao longo da bacia (Figura 11).



Figura 10. Localização das estações fluviométricas situadas no Alto, Médio e Baixo Curso da bacia hidrográfica do rio Purus.

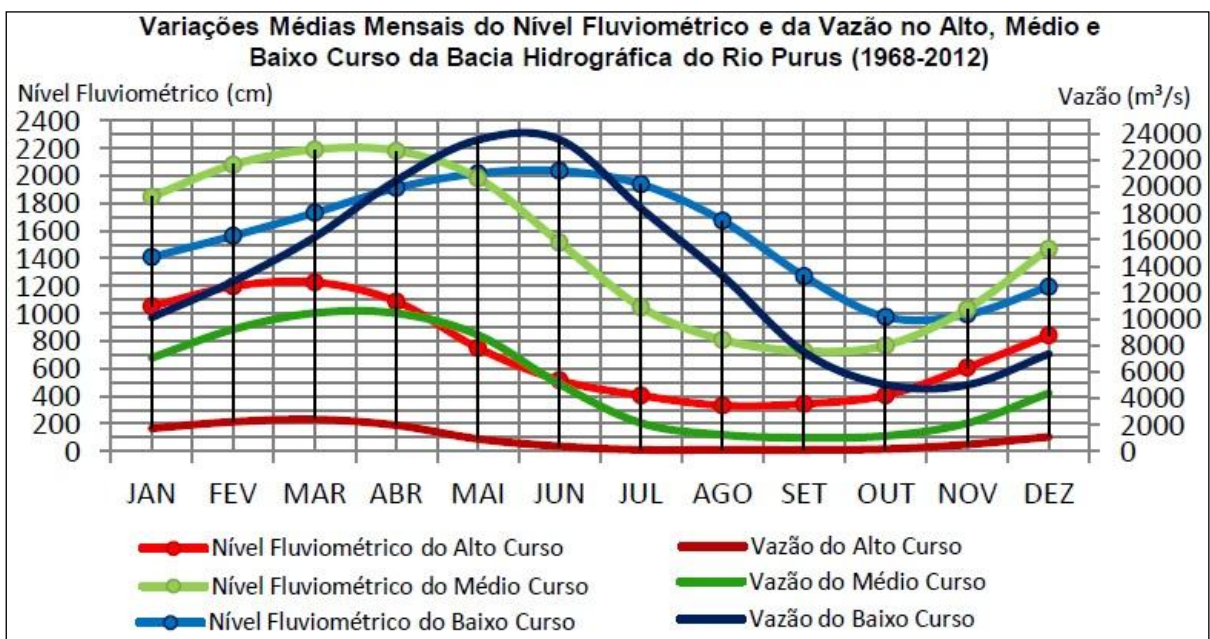


Figura 11. Variações médias mensais do nível fluviométrico e da vazão no Alto, Médio e Baixo Curso da bacia hidrográfica do rio Purus (1968-2012). Fonte: SIPAM, 2013. Elaboração: Denise Marini Pereira.

No alto e médio curso a estação chuvosa se estende de janeiro a abril e a estação seca de julho a setembro, sendo a variabilidade mensal da vazão do médio curso cinco vezes maior que o alto curso. Provavelmente, isto se deve pelo médio curso ter maior extensão territorial e densidade da rede fluvial, contribuindo assim, para o alto volume hídrico. No baixo curso, o padrão de comportamento do ciclo anual também se aproxima das regiões anteriores, porém a amplitude dos valores é maior do que o alto curso e menor que o médio curso. Além disso, a região da foz da bacia se caracteriza por um atraso de dois meses entre os valores mensais médios máximos e mínimos. Ou seja, apesar de sua área de contribuição ser menos extensa dentre as três, o volume de água recebido é maior. Esta diferença mensal dos valores pode ser atribuída à redução da velocidade de escoamento da água pela alta sinuosidade do rio Purus nesta área.

Em busca de correlacionar a hidrodinâmica da bacia do rio Purus com os fenômenos extremos de secas e inundações, foram analisados dados de nível fluviométrico transformados pela função estatística de normalização (Anexo I). Tais dados demonstram que, durante os últimos 44 anos foram registrados 32 anos com níveis fluviométricos extremos, sendo 16 positivos e 16 negativos. No entanto, os dados extremos comuns a mais de 50% das estações somam 17 anos, sendo os de anomalia positiva (inundações) referentes a 1973, 1978, 1982, 1985, 1986, 1993, 2009 e 2012 e os de anomalia negativa (secas) pertencentes aos anos 1969, 1976, 1980, 1983, 1988, 1998, 2005, 2010 e 2011.

As diferenças de amplitude dos dados extremos desses 17 anos (pontos vermelhos da Figura 12) foram correlacionadas às variações médias interanuais dos níveis fluviométricos das estações situadas no alto, médio e baixo curso (Anexos II e III) da bacia hidrográfica do rio Purus. Verificou-se que, nos últimos 20 anos, eles se assemelham em intensidade em relação aos anos anteriores, sendo apenas maiores as amplitudes em 1969, 1973 e 1978.

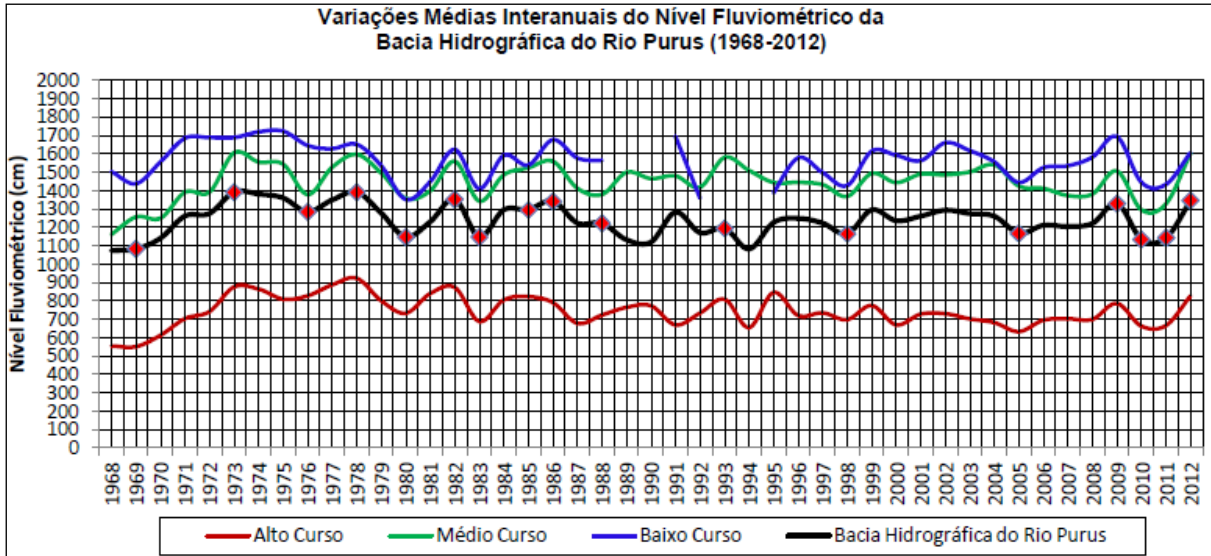


Figura 12. Variações médias interanuais do nível fluviométrico da bacia hidrográfica do rio Purus (1968-2012). Pontos vermelhos representam os anos com dados extremos comuns a 50% das estações fluviométricas avaliadas. Fonte: SIPAM, 2013. Elaboração: Denise Marini Pereira.

Conforme ressalta Silva Jr. (2010), a variabilidade temporal e espacial de um regime fluvial pode ser atribuída à variabilidade do regime de precipitação. Este por sua vez na Amazônia tem pouco mais de 50% de sua variância interanual explicada pela variabilidade da TSM do Pacífico e do Atlântico tropicais, podendo ocorrer em cada oceano de forma isolada ou combinada; a atuação de outros mecanismos, internos ou externos à região, ainda permanece pouco estudada (NOBRE et al., 2009). O Pacífico tem suas TSM aumentadas na iminência de episódios de El Niño, que reduzem a precipitação amazônica pelo enfraquecimento das células de subsidência e diminuição da nebulosidade. Em condições opostas, os episódios de La Niña proporcionam precipitações e vazões fluviométricas acima da média. Paralelamente a estes eventos, gradientes térmicos anômalos (positivos-negativos) no Atlântico Intertropical, decorrentes do Padrão de Dipolo do Atlântico, podem exercer influências no deslocamento norte-sul da ZCIT, um dos principais sistemas meteorológicos indutores de chuvas na Amazônia, alterando assim os regimes da precipitação regional (COELHO et al., 2012). Em outras palavras, anomalias de TSM no Atlântico e no Pacífico são capazes de alterar a circulação geral da atmosfera, resultando em alterações nas variações de diversos parâmetros meteorológicos e hídricos, o que fundamenta parcialmente a ocorrência de ameaças naturais associadas ao incremento e intensa redução das precipitações hídricas.

A partir das variações das TSM analisadas por Santos et al. (2006), verifica-se que no ano de 1969 ocorreram elevações anômalas das temperaturas dos oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Norte. Conforme os autores supracitados, a anomalia conjunta das TSM dos dois

oceanos influenciou fortemente as condicionantes atmosféricas, contribuindo para elevação das temperaturas, redução das chuvas e déficits fluviométricos, tal como ocorreu na bacia do rio Purus (Figura 12). De 1973 a 1975, novamente ocorre uma anomalia conjunta nos mesmos oceanos, porém as TSM são negativas, ou seja, as cotas pluviométricas e fluviométricas excederam os registros médios em toda a América do Sul Tropical (COELHO et al., 2012). Os anos de 1982/1983 e 1997/1998 foram anos de El Niño de fortíssima intensidade, tal como é constado pelas análises das TSM de Nunes (2007). Porém, o de 1997/1998 ocorreu em conjunto com um aquecimento anômalo do Atlântico Norte (SANTOS et al., 2006), o que no entanto, não apresentou maior impacto na redução dos níveis fluviométricos quando comparado ao período de 1982/1983. Isto porque, conforme alerta Santos et al. (2006), em alguns casos as análises anuais referentes a poucos parâmetros podem mascarar resultados, sendo necessárias análises mensais para representações consistentes.

Neste sentido, Coelho et al. (2012) estudam as secas extremas ocorridas na Amazônia nos anos 1997-1998, 2004-2005 e 2009-2010 a partir de análises de quase um século de registros do nível fluviométrico do rio Negro (situado ao norte da bacia do rio Purus, na margem esquerda do rio Solimões) associadas as variações mensais das precipitações e TSM do Atlântico e do Pacífico. Segundo os autores, os três eventos foram causados principalmente por padrões de circulação atmosférica de grande escala forçados por anomalias de TSM no Pacífico Equatorial (eventos de El Niño seguidos por rápida transição para condições de La Niña) e no Atlântico Norte Tropical (aquecimentos acima do normal), sendo o regime de precipitação mais amplamente afetado em 1998 em relação a 2010 e 2005. Em particular, em 2010, o Atlântico Norte Tropical teve as TSM mais altas da história, porém, em relação ao tempo de duração da seca extrema, os autores constataram que o evento de 1997-1998 apresentou condições mais pronunciadas, e por tanto, afetou uma área maior com déficits anormais de precipitação.

As verificações de Coelho et al. (2012) fundamentam os fenômenos de secas extremas ocorridos nos mesmos anos no rio Purus (Figura 13). Em 2005 as áreas afetadas são menores que em 2010, e as condições de seca se restringem às áreas centrais e sul da região amazônica, sendo o médio e baixo curso da bacia do rio Purus mais intensamente afetado. Sena et al. (2012) afirmam que a seca de 2005 reduziu consideravelmente os níveis fluviométricos dos rios Juruá, Solimões, Negro, Uatumã, Purus, Tefé e Madeira. Já em 2010, apesar de mais áreas apresentarem déficits de precipitação, a maioria dos locais afetados em 2005 foi novamente atingida em igual ou maior intensidade.

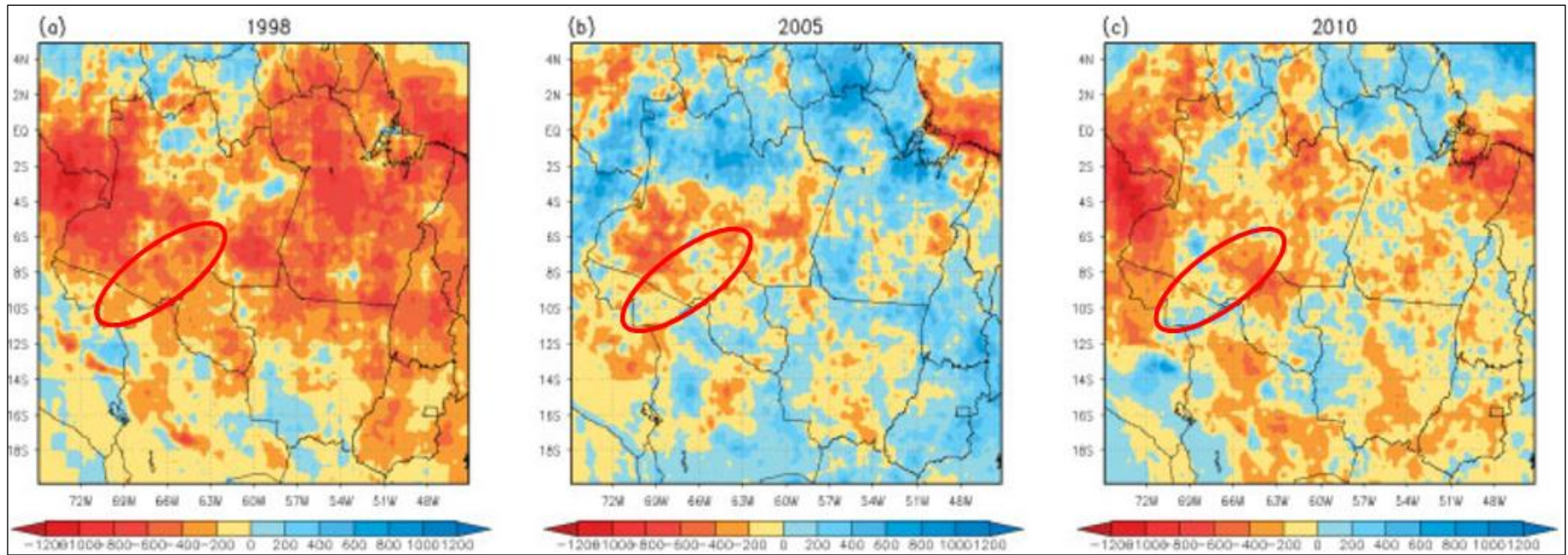


Figura 13. Observação anual (de Janeiro a Dezembro) das anomalias de precipitação em milímetros para (a) 1998, (b) 2005 e (c) 2010 de análises de alta resolução do satélite TRMM. Em vermelho, localização da bacia do rio Purus. Fonte: Adaptado de Coelho et al., 2012.

Com relação aos recentes eventos extremos de inundações, Marengo et al. (2012) analisam profundamente o ano de 2009 pelo rio Solimões apresentar em Manaus a maior cota de nível fluviométrico dos últimos 107 anos. Segundo os autores, naquele ano a estação chuvosa se iniciou prematuramente com intensas precipitações, porém, o fenômeno La Niña não teve forte impacto como em eventos extremos anteriores. Os fatores que impulsionaram o recorde fluviométrico de 2009 foram: uma migração sul da ZCIT decorrente de um aquecimento anômalo das TSM do Atlântico Tropical Sul e; simultaneamente, precipitações anômalas coincidindo com o período dos picos de vazão dos afluentes situados ao sul da bacia Amazônica. Marengo et al. (2012) comparam este evento com as inundações de 1989 e 1999 e afirmam que o rio Purus apresentou a maior vazão em relação aos outros anos, principalmente pelos dados analisados de precipitação indicarem anomalias de precipitações positivas em sua área de drenagem de dezembro de 2008 a abril de 2009, enquanto que em 1999, a mesma região foi afetada por chuvas intensas apenas em janeiro, fevereiro e abril. Sena et al. (2012) mencionam que também contribuíram para as inundações extremas outros fenômenos climáticos como sistemas frontais, aglomerados convectivos, linhas de instabilidade, ZCAS e Alta da Bolívia.

Em 2012, assim como em 2009, muitos rios tiveram picos de vazão simultaneamente, porque, como apresenta Espinoza et al. (2013), novamente houve uma antecipação no período do fenômeno La Niña. Além disso, neste ano de 2012, o La Niña ocorreu com maior intensidade do que anos anteriores (as TSM do Pacífico chegaram a cerca de -2°C em 2012, e em 1998 ficou em -1.5°C), favorecendo um aumento na convergência e transporte da umidade que resultaram em precipitações prolongadas, grande cheias dos rios e inundações, como ocorreu em Manaus (Figura 14) (CPRM, 2012; ESPINOZA et al., 2013).

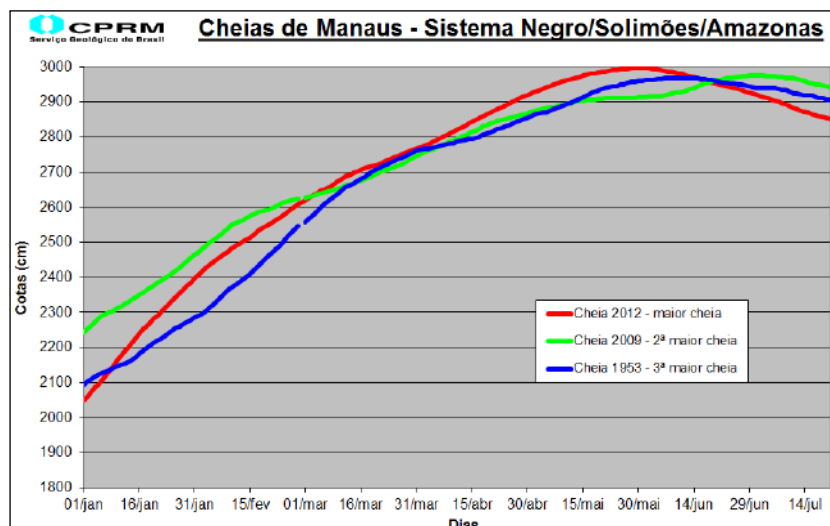


Figura 14. Comparação da evolução das grandes cheias de Manaus – 1953, 2009 e 2012. Fonte: CPRM, 2012.

Dos 17 anos identificados com variações hidrológicas extremas na bacia do rio Purus, 14 deles se justificam, conforme as análises bibliográficas, por alterações nas variações de parâmetros meteorológicos e hídricos da região amazônica. São estes os anos: 1969, 1998, 2005, 2010 e 2011 ocasionados pelas anomalias positivas da TSM do Pacífico Equatorial e do Atlântico Norte; 1973, 1982, 1983, 1985, 1986, 1993, 2009 e 2012 ocasionados por anomalias negativas da TSM do Pacífico Equatorial e do Atlântico Norte; e 1980 ocasionado por aquecimento acentuado do Atlântico Norte. A atuação anômala desses macro-sistemas, colocou a região norte em quarto lugar dentre as regiões brasileiras que tiveram o maior número de ocorrências de desastres naturais de 1991 a 2010 (Tabela 12).

Tabela 12. Registros de desastres naturais ocorridos nas cinco regiões brasileiras entre 1991 a 2010.

| Regiões Brasileiras | Ocorrências de Desastres | Percentual Nacional (%) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|
| Nordeste | 12.851 | 40,27 |
| Sul | 10.716 | 33,58 |
| Sudeste | 6.418 | 20,11 |
| Norte | 1.117 | 3,50 |
| Centro-Oeste | 807 | 2,53 |

Fonte: CEPED/UFSC, 2012. Elaboração: Denise Marini Pereira.

Ao longo desses 19 anos, a Secretaria Nacional da Defesa Civil documentou o total de 35 ocorrências de desastres no Estado do Acre, sendo os incêndios florestais correspondentes a 43% dos casos desastrosos (Figura 15) (CEPED/UFSC, 2011a). O Estado do Amazonas teve 416 ocorrências de eventos danosos com manifestações predominantes de inundações graduais e estiagens e secas, equivalentes, respectivamente, a 37% e 32% dos registros (CEPED/UFSC, 2011b).

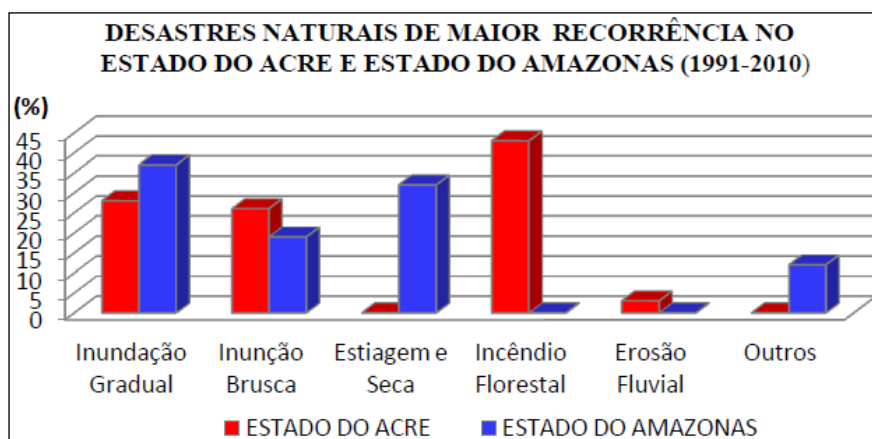


Figura 15. Percentual dos desastres naturais de maior recorrência no Estado do Acre e Amazonas no período de 1991 a 2010. Fonte: CEPED/UFSC, 2011ab. Elaboração: Denise Marini Pereira.

No período de 1971 a 2012, os 21 municípios com mais de 40% de seus territórios inseridos na área da bacia hidrográfica do rio Purus somaram 104 registros de sete tipos de desastres (SEDEC, 2014). Os mais recorrentes foram, em ordem crescente, enchentes ou

inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas, secas e estiagens, incêndios florestais, erosões fluviais e lineares, alagamentos, rastejos, vendavais e tempestades (Figura 16).

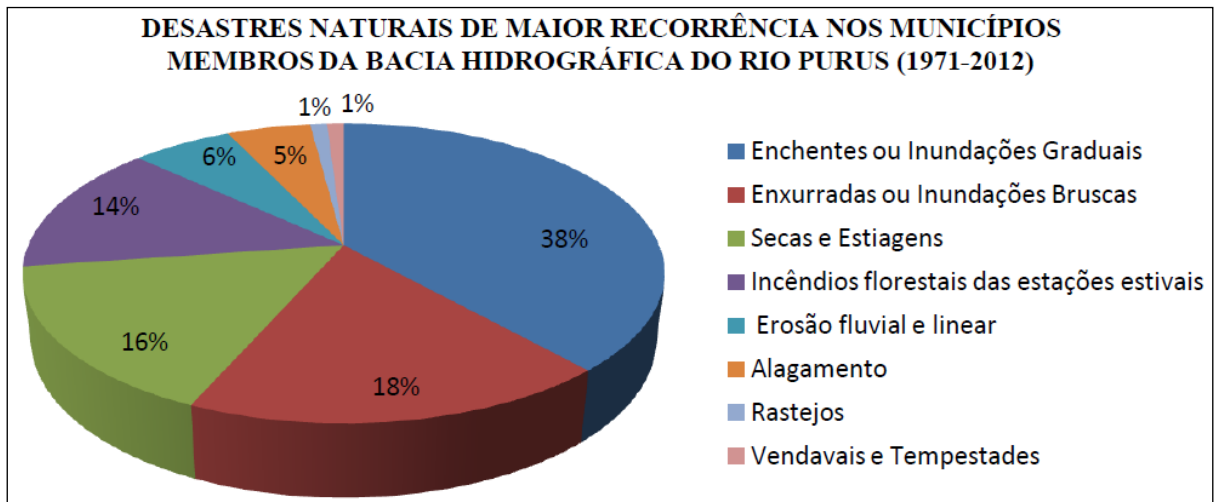


Figura 16. Percentual dos desastres naturais mais recorrentes na bacia hidrográfica do rio Purus no período de 1971 a 2012. Fonte: SEDEC, 2014. Elaboração: Denise Marini Pereira.

Os principais efeitos adversos dos desastres registrados de 1971 a 2012 nos municípios em questão foram quantificados (Quadro 3) e descritos com o apoio de notícias veiculadas a jornais locais e regionais, impressos e eletrônicos, referentes às repercussões dos eventos extremos ocorridos na bacia do rio Purus e proximidades (Quadro 4).

Quadro 3. Efeitos adversos documentados em decorrência de Desastres associados ao Incremento das Precipitações Hídricas (DIPH) e Desastres associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas (DRPH) no período de 1971 a 2012, nos municípios de Anori, Beruri, Boca do Acre, Canutama, Itamarati, Lábrea, Pauini, Tapauá, Acrelândia, Assis Brasil, Brasília, Bujari, Capixaba, Epitaciolândia, Manoel Urbano, Rio Branco, Santa Rosa do Purus, Senador Guiomard, Sena Madureira e Xapuri.

| DANOS HUMANOS (Nº de Pessoas) | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | Desalojadas | Desabrigadas | Deslocadas | Desaparecidas | Mortas | Enfermas | Levemente Feridas | Gravemente Feridas | Afetadas |
| DIPH | 148.711 | 48.570 | 8.993 | 1 | 12 | 12.865 | 514 | 19 | 405.646 |
| DRPH | 165 | 134 | 50 | - | - | 9.676 | - | - | 34.738 |
| DANOS MATERIAIS (R\$) | | | | | | | | | |
| | Residências | Públicas de Saúde | Públicas de Ensino | Infraestrutura Pública | Particulares de Saúde | Particulares de Ensino | Comunitárias | Rurais | Comerciais |
| DIPH | 148.234.918 | 10.934.316 | 18.641.460 | 53.920.223 | 390.000 | 350.000 | 815.000 | 1.521.000 | 7.229.500 |
| DRPH | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PREJUÍZOS SOCIAIS (R\$) | | | | | | | | | |
| | Abastecimento de Água | Energia Elétrica | Transporte | Comunicações | Esgoto | Lixo | Saúde | Educação | Alimentos Básicos |
| DIPH | 4.661.386 | 1.878.330 | 840.481 | 100.000 | 1.557.184 | 456.350 | 3.156.168 | 19.283.295 | 458.000 |
| DRPH | - | - | - | - | - | - | 1.500 | 315.500 | - |
| DANOS AMBIENTAIS (R\$) | | | | | | | | | |
| | Água | Solo | Flora | Fauna | Ar | | | | |
| DIPH | 93.662.752 | 10.734.280 | 702.390 | - | - | | | | |
| DRPH | 19.000 | - | 54.350 | 29.500 | - | | | | |
| PREJUÍZOS ECONÔMICOS (R\$) | | | | | | | | | |
| | Agricultura | Pecuária | Indústria | Serviços | | | | | |
| DIPH | 77.265.159 | 24.726.583 | 150.000 | 1.502.640 | | | | | |
| DRPH | 703.600 | 94.500 | 32.000 | - | | | | | |

Fonte: SEDEC, 2014. Elaboração: Denise Marini Pereira.

Quadro 4. Repercussão dos eventos extremos na bacia do rio Purus noticiados em jornais locais e regionais.

| Periódico | Data | Comentários |
|-------------------|------------|--|
| O Rio Branco* | 12/04/1984 | Representante da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) visita vários bairros alagados de Rio Branco pela cheia do rio Acre e promete recursos prioritários para a ligação da capital acreana a Boca do Acre pela rodovia BR-314, para facilitar a entrada de combustível no Acre. |
| Folha do Acre* | 05/05/1984 | Convênio de 25 milhões de cruzeiros é criado entre a Coordenadoria de assuntos especiais do Ministério do Interior e a Coordenadoria de Defesa Civil do Estado do Acre para cobrir despesas com alimentação, transporte, aquisição de agasalhos e medicamentos de mais de 8 mil pessoas desabrigadas apenas no início do mês de abril pelas enchentes do rio Acre em de Rio Branco, Brasiléia e Xapuri. |
| Sem Identificação | 27/02/1997 | Quase 55 mil pessoas do estado do Acre estão desabrigadas pelas piores chuvas já registradas nos últimos 50 anos na região Norte do Brasil. Em Rio Branco foram registrados, até esta data, 4 mortes por afogamento, 28 casos de malária, 10 de leptospirose, 7 de hepatite, 2 de tifo e inúmeros casos de doenças de pele. Os rios Acre e Iaco estão com os níveis fluviométricos acima das cotas normais de transbordamento, deixando 60 bairros de Rio Branco submersos e grandes prejuízos ainda não calculados na agricultura e pecuária. Uma das pontes de Rio Branco foi interditada e as águas ameaçam alagar a pista do aeroporto, o que deixaria o Estado isolado. Em Sena Madureira não há água potável, luz ou telefone e 17 mil pessoas (85% da população) estão ilhadas e desabrigadas. Em Porto Acre 1.600 pessoas foram desalojadas e 20% dos serviços de telefonia, luz e água estão comprometidos. O único auxílio dado até o momento foram mil sacolões por parte do Governo do Estado que acabaram em duas horas. Há sérios riscos de proliferação de epidemias pela falta de materiais para a limpeza das casas – hipoclorito de sódio, cal virgem, vassouras, rodos e panos de chão. Segundo o diretor-adjunto da Secretaria Estadual de Saúde, para contornar a situação seriam necessários pelo menos R\$1 milhão para a compra de materiais de limpeza e mantimentos. |
| Sem Identificação | 17/01/1999 | Enchente do rio Acre deixa cerca de 10 mil pessoas desabrigadas. A Defesa Civil instalou 620 famílias no parque de exposições e em outros abrigos, porém, falta comida, roupas e colchões para os desabrigados. Muitas crianças estão fora da escola. Levantamento da Secretaria de Ação Social revela que quase todos os desabrigados pelas cheias não tem emprego. Uma criança de cinco anos morreu afogada em Rio Branco e outra de um ano e meio também em um seringal próximo da cidade. Em Sena Madureira, outras 3 crianças morreram em um naufrágio de uma embarcação de pequeno porte. |
| Página 20 | 04/09/2005 | Uma estiagem elevou repentinamente a temperatura, reduziu a umidade relativa do ar, aumentou a evaporação das águas e deixou o Acre sem chuva por mais de 60 dias. Um incêndio em Assis Brasil (AC) destruiu mais de 600 hectares de área verde, sendo o fogo contigo apenas após dez dias de ter se proliferado em campos e pastagens. Em Rio Branco foram registradas 30 ocorrências de incêndios em único dia. |
| G1 | 13/10/2005 | No estado do Amazonas, os municípios atingidos pela seca estão em atenção para o risco de diarreia e cólera. Isolados com a seca dos rios e lagos, perda de plantações e morte de peixes, várias comunidades irão receber alimentos e remédios da defesa civil e comando militar. |
| G1 | 20/09/2010 | Seca leva escolas a suspender aulas no Amazonas. 16 cidades próximas aos rios Solimões, Purus, Juruá e Madeira decretaram estado de emergência. Mais de 5 mil famílias enfrentam dificuldades para conseguir água e comida. |
| A Crítica | 28/07/2011 | Ibama inicia operação para controlar focos de incêndios durante estiagem no Amazonas. As áreas mais críticas ocorrem no Sul do Estado. |
| AC 24 Horas | 24/02/2012 | Estimativas da Defesa Civil apontam que no Acre mais de 17 mil pessoas foram atingidas pelas cheias dos rios. O Governo Federal irá liberar R\$3 milhões para o Estado e R\$2 milhões para Rio Branco para auxílio no socorro de vítimas. |
| A Crítica | 05/03/2012 | Mais de duas mil famílias ribeirinhas do município de Lábrea estão sendo afetadas pela cheia do rio Purus. Muitas ruas que antes eram trafegáveis encontram-se inundadas. Ribeirinhos constroem assoalhos de até 20 cm dentro das casas para não ficarem desabrigados. |
| A Crítica | 14/03/2012 | Nas prefeituras do interior do Estado do Amazonas falta estrutura para auxiliar as famílias atingidas. Foram liberadas 3 mil cestas básicas do Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome a Defesa Civil do Amazonas. Ajuda humanitária do Governo do estado está sendo levada à dez municípios atingidos pelas cheias. O Governo Federal também irá disponibilizar um auxílio de R\$400 para cada família atingida pela cheia. |
| Página 20 | 14/11/2012 | Governo Federal disponibilizou R\$57 milhões em linha de crédito especial para produtores rurais de nove municípios prejudicados pelas enchentes deste ano. |

*Disponível no banco de dados da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC, 2014). Elaboração: Denise Marini Pereira.

A partir das análises dos documentos disponibilizados pelas SEDEC (2014) e das informações noticiadas em jornais, constatou-se que há mais registros dos desastres associados ao aumento das precipitações hídricas, provavelmente porque estes são os eventos mais recorrentes. Nesta ocasião, os maiores danos humanos são em relação às pessoas cujas habitações foram danificadas ou destruídas pelo transbordamento das águas do leito habitual dos cursos fluviais. Conforme os dados e informações analisadas, tal situação de desalojamento decorre do estabelecimento de ocupações humanas na planície de inundação dos rios. Por consequência, os maiores danos materiais e prejuízos sociais, são referentes, respectivamente, as residências e a educação, pois com as habitações destruídas ou danificadas, normalmente, os estabelecimentos de ensino, quando não afetados, são utilizados para abrigar as populações atingidas, o que prejudica o calendário de aulas. Além disso, o abastecimento de água é fortemente prejudicado pela contaminação dos mananciais por rompimentos da rede de esgoto, carreamento das águas de lixos domésticos, restos de materiais das infraestruturas destruídas e sedimentos orgânicos oriundos do desbarrancamento das margens dos rios e/ou de inundações de áreas destinadas à agropecuária. Portanto, esse tipo de desastre concentra os maiores danos ambientais no elemento água, que, por decorrência, trás prejuízos a saúde com doenças de veiculação hídrica, e grandes prejuízos econômicos nos setores de produção agrícola e pecuário pelo alagamento de áreas produtivas, interferindo na disponibilidade de alimentos básicos.

Outros prejuízos sociais decorrentes de variações anômalas das precipitações hídricas são em relação às redes de energia elétrica, de comunicação e de transporte, que muitas vezes tem suas estruturas danificadas pela força de escoamento das enchentes e enxurradas. Desse modo, são reduzidas as alternativas de auxílio às populações afetadas em tal cenário de isolamento, caracterizando-se assim a situação de calamidade.

Não menos importantes são os efeitos adversos ocasionados pela intensa redução das precipitações hídricas. Estes eventos afetam diretamente a saúde humana pelos transtornos respiratórios ocasionados por alterações na qualidade do ar. Tais alterações das precipitações podem resultar da redução extrema da umidade atmosférica e/ou aumento da poluição do ar pela alta concentração de partículas em suspensão resultantes do fogo descontrolado sobre qualquer forma de vegetação. Isto porque, em regiões de florestas tropicais é raro uma fonte de ignição de fogo que não seja antropogênica, haja vista sua proliferação majoritária em áreas que possuem estradas, fazendas e assentamentos humanos (VASCONCELOS et al., 2013). Tal fato decorre da queimada ser uma prática comum às atividades produtivas da região que se utiliza do fogo, de forma controlada, para a limpeza de roçados e transformação

da floresta em pastagem. No entanto, sob a condição de intensa diminuição das chuvas, há redução da umidade atmosférica e elevação das temperaturas, que ao deixarem o solo e a vegetação mais secos propiciam a expansão descontrolada do fogo sobre áreas vegetadas (pastos e florestas). É justamente por isto, que os maiores danos ambientais são em relação à flora, que por decorrência, implicam em grandes prejuízos econômicos para o setor agrícola e pecuário com perdas de plantios e áreas de pastagens.

Outros danos ambientais de difícil mensuração são os relativos à fauna e a água, pois em virtude da escassez hídrica, muitos canais fluviais secam, ocasionando a morte de espécies da fauna aquática e terrestre pela restrição da água para sua sobrevivência. A incidência deste tipo de fenômeno extremo, também reduz a disponibilidade de água para consumo humano, além de comprometer grande parte do sistema de transporte fluvial, impactando diretamente no isolamento de muitas localidades pelas dificuldades de deslocamento, escoamento e abastecimento de mantimentos, combustíveis e medicamentos, impactando em toda a dinâmica socioeconômica. Com pouca água disponível para consumo, são comuns além das doenças respiratórias, as doenças de veiculação hídrica pela morte de animais aquáticos e alta concentração de sedimentos comprometerem a qualidade dos mananciais. E mais, a fumaça oriunda do fogo descontrolado pode impossibilitar o uso de transportes aéreos pelas implicações na visibilidade do espaço aéreo, de forma a contribuir para a situação de isolamento das áreas já comprometidas pelos transportes fluviais em decorrência da carência hídrica.

Os governos federais, estaduais e municipais buscam formas, mesmo que insuficientes, de combater os efeitos adversos dos eventos extremos. São formadas equipes de fiscalização de focos de incêndios, socorro às vítimas, envio de ajuda humanitária, alimentos e remédios às populações afetadas e montantes monetários federais e estaduais para ações emergências e auxílio na recuperação dos danos aos municípios. Tais ações reforçam e evidenciam que, independente da quantificação dos prejuízos, a região amazônica, e de modo especial, a bacia do rio Purus, possuem alta vulnerabilidade aos desastres naturais, o que reafirma a importância da realização de avaliação e gestão dos riscos na região.

As áreas com maior probabilidade de serem ameaçadas por fenômenos naturais extremos podem ser estimadas como aquelas que frequentemente são acometidas por desastres, pois de fato nestas áreas as ameaças naturais se manifestaram (Figura 17).

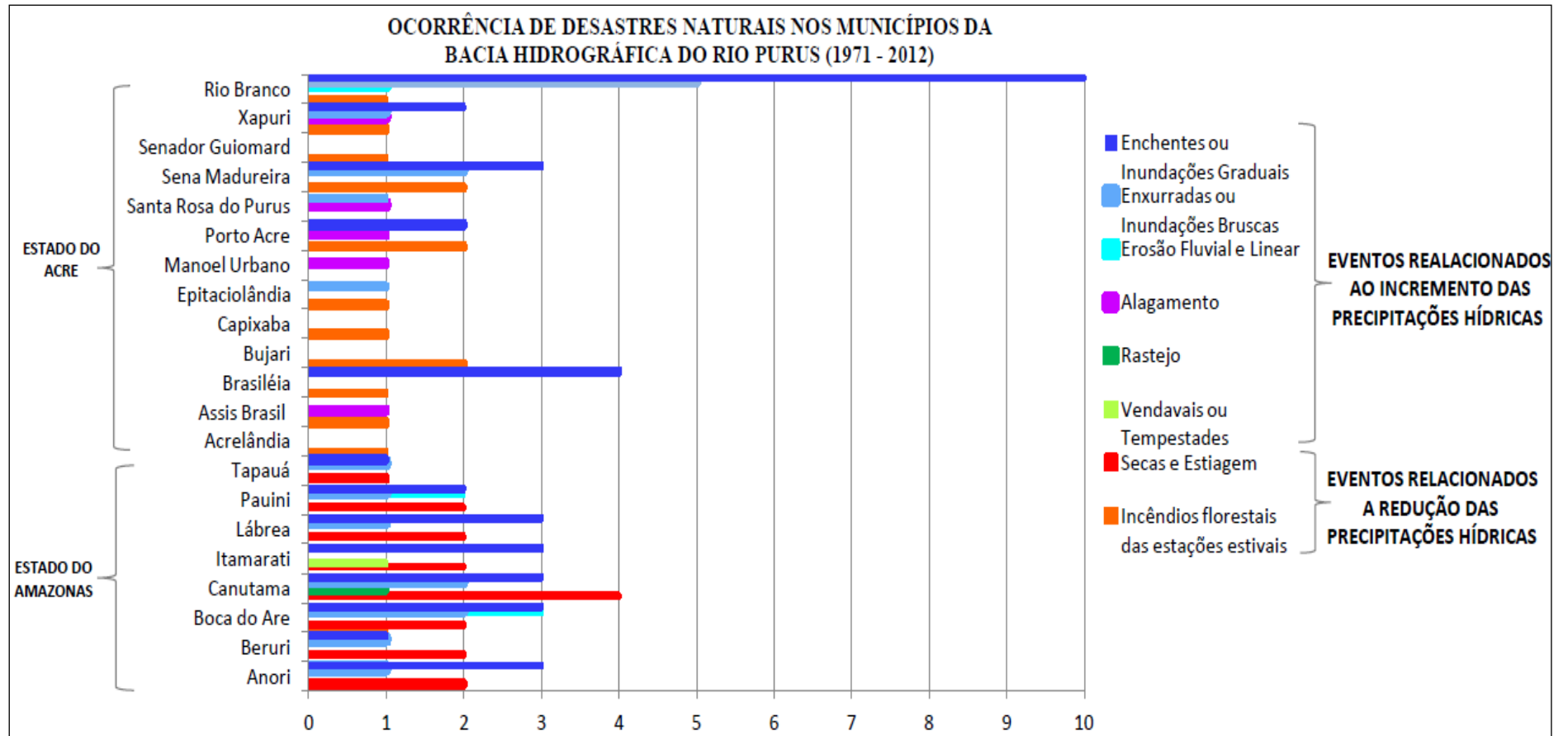


Figura 17. Frequência dos desastres naturais mais na bacia hidrográfica do rio Purus no período de 1971 a 2012. Fonte: SEDEC, 2014. Elaboração: Denise Marini Pereira.

Em relação às AIPH, os municípios de Boca de Acre e Rio Branco, configuram-se como áreas altamente ameaçadas por apresentarem respectivamente 8 e 16 registros de desastres entre 1971 e 2012 (Figura 18). A inexistência de ameaças desses eventos é restrita aos municípios de Senador Guimard, Capixaba, Bujari e Acrelândia, situados a sudeste da bacia do rio Purus com proximidades ao Rio Acre. Os demais municípios foram classificados como de baixa e moderada ameaça pela frequência de desastre variar, respectivamente, de 1 a 3 e 4 a 7.

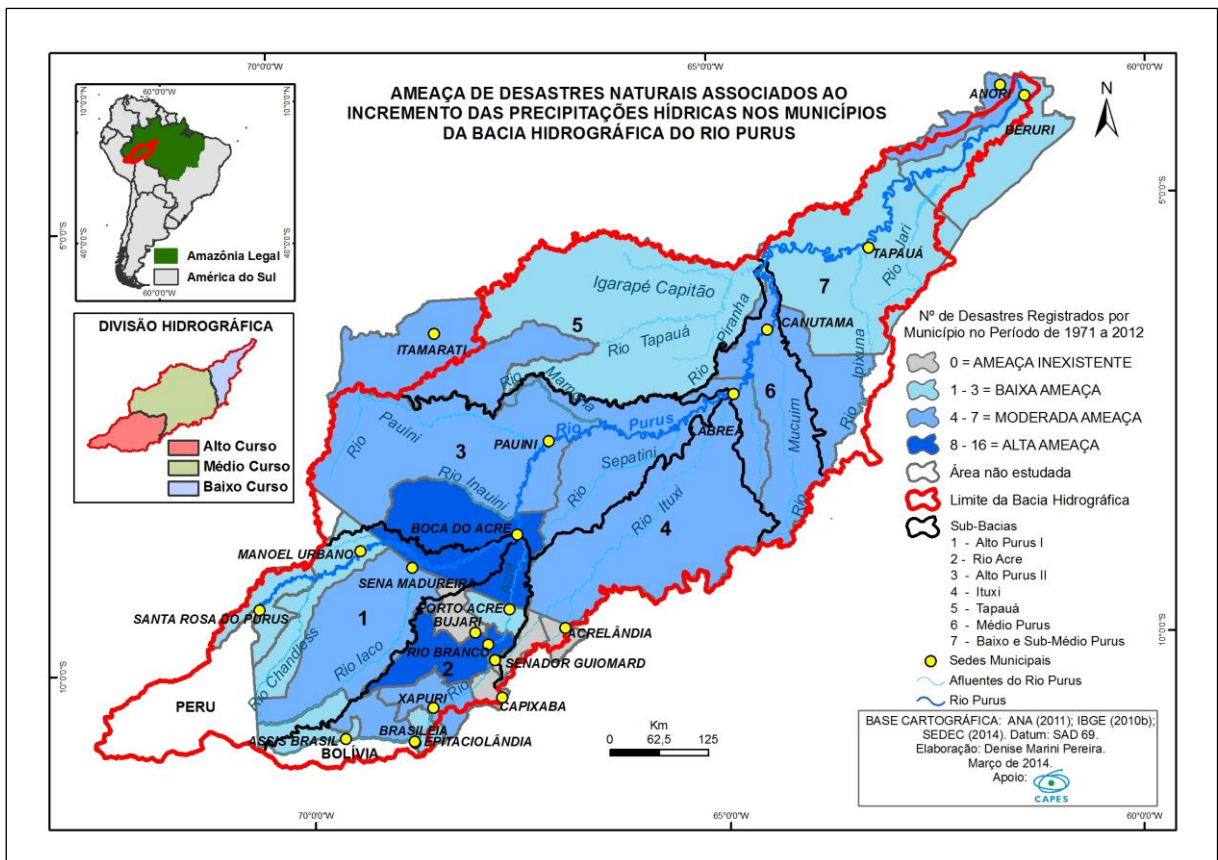


Figura 18. Ameaça de desastres naturais associados ao incremento das precipitações hídricas nos municípios da bacia do rio Purus (1971 a 2012).

As ARPH de grau moderado são predominantes e se concentram nos municípios do estado do Amazonas, região do Médio e Baixo curso da bacia (Figura 19). Canutama e Boca do Acre, localizados no rio Purus, se destacam como áreas de alta ameaça. Apesar da quantidade de registros de desastres associados à intensa redução das precipitações hídricas (32) ser menor do que os relativos ao incremento das precipitações (72), quase todos os municípios da bacia já foram afetados por tais fenômenos extremos, há exceção apenas de Santa Rosa do Purus e Manoel Urbano.

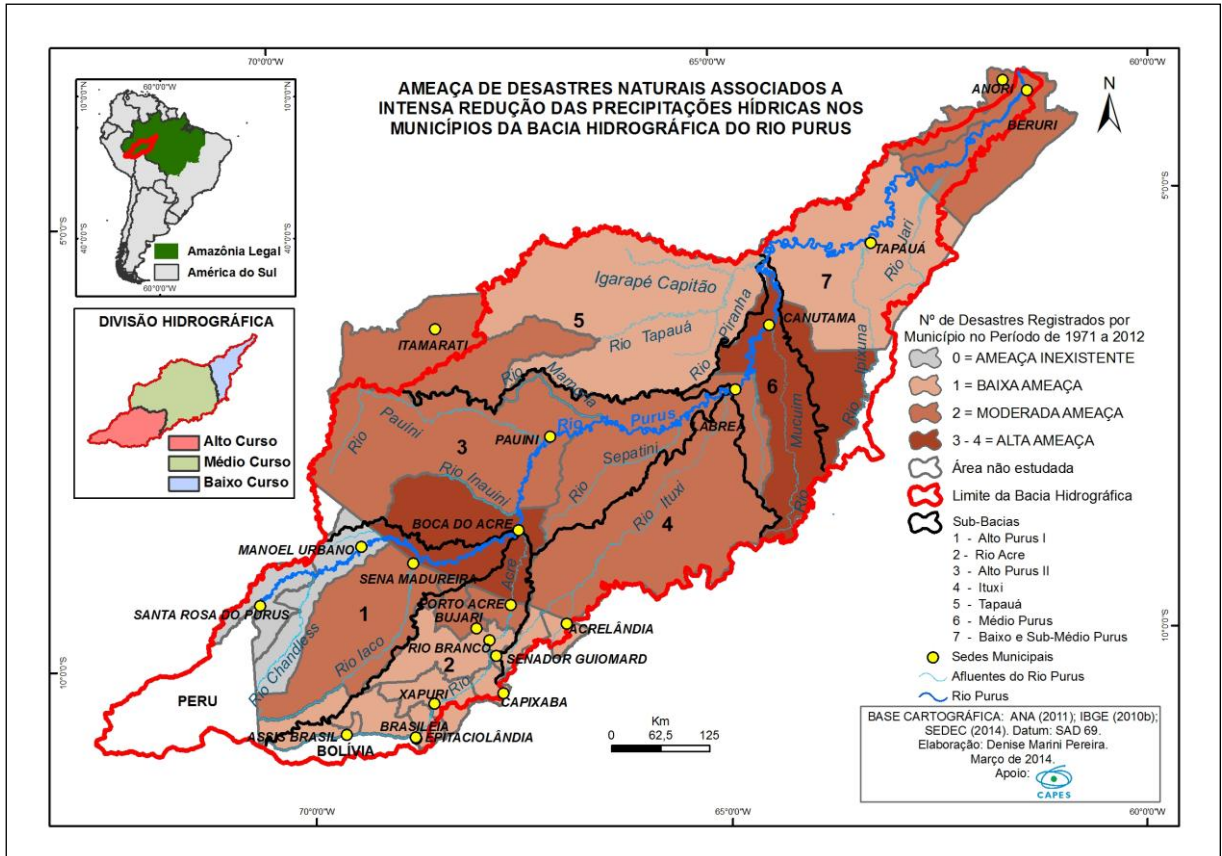


Figura 19. Ameaça de desastres naturais associados a intensa redução das precipitações hídricas nos municípios da bacia do rio Purus (1971 a 2012).

De 1971 a 2012, 24 anos registram desastres naturais na bacia do rio Purus, estando o maior número associados ao incremento das precipitações hídricas em 2009 (10 enchentes e 3 erosões fluviais) e 2012 (11 enchentes e inundações e 6 alagamentos). 2005 (11 incêndios florestais e 8 secas) e 2010 (7 estiagens) são anos de referência de maior número de registro de desastres associados a intensa redução das precipitações hídricas (SEDEC, 2014). Segundo SIPAM (2013), a quantidade de anos com variações hidrológicas extremas foi 17 para o mesmo período. Tal diferença de dados pode ser resultante da vulnerabilidade social da região para o enfrentamento de ameaças naturais não necessariamente decorrentes de fenômenos hidroclimáticos anômalos.

Embora desde a década de 70 a Amazônia brasileira esteja integrada ao mercado nacional e internacional, seu processo de desenvolvimento ocorre de forma desigual e excludente mantendo até os dias de hoje os ganhos econômicos da região concentrados em poucos municípios (LIRA et al., 2009). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012) apresenta uma classificação da população brasileira quanto a vulnerabilidades por renda e carências sociais (atraso educacional, qualidade dos domicílios, acesso aos serviços básicos e acesso à seguridade social), onde o Acre e o Amazonas possuem 42% e

39,2% de sua população vulnerável, enquanto que o percentual nacional é 22,4%. Ainda segundo o IBGE, dentre as regiões brasileiras, a Região Norte apresentou o maior percentual (78,4%) de domicílios urbanos sem acesso ao saneamento adequado no ano de 2011. No Acre e Amazonas, tais dados correspondem a 76,3% e 64,4%, respectivamente. Em relação à saúde, a região Amazônica responde por 99% dos casos de malária do País e pelas altas taxas de incidência de tuberculose, leishmaniose e dengue, sendo o Amazonas área de concentração de alto risco e o Acre de baixo e médio risco (CELENTANO et al., 2010). Considerando as estreitas relações de dependência e proximidades aos recursos hídricos das populações amazônicas, tais características socioeconômicas podem ser traduzidas como indicadores das difíceis condições de vida que intensificam sua vulnerabilidade à ocorrência de desastres naturais. Desse modo, compreender por que algumas áreas são mais ameaçadas do que outras exige estudos mais aprofundados que reúnam variáveis físicas e sociais em menor escala de detalhe.

5.2. Vulnerabilidade Ambiental aos Desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas

As áreas vulneráveis aos desastres associados ao incremento das precipitações hídricas (enchentes ou inundações) estão associadas, em sua maioria, as características físicas e naturais do relevo. Considerando que a geomorfologia da Amazônia está intrinsecamente ligada às transgressões e regressões marinhas ocasionadas por movimentos das Placas Tectônicas (BEMERGUY, 1997 apud ACRE, 2010), o conhecimento de seu contexto geotectônico auxilia a compreender a atual morfologia das bacias hidrográficas, bem como suas áreas naturalmente vulneráveis a tais desastres.

No final do Cretáceo Superior, o soerguimento geral das Cordilheiras dos Andes alterou os sistemas de drenagem do Paleozoico transformando as estruturas geológicas que eram abertas ao Pacífico em unidades intracontinentais com sedimentos marinhos (Figura 20). Tal transformação e inversão de fluxos hídricos assorearam os rios pela abundância de sedimentos oriundos dos Andes, e formaram assim, grandes lagos de água doce, rasa e pouco movimentada, alimentados por um sistema fluvial meandrante de baixa energia (ACRE, 2010; CPRM, 2006).

A bacia do rio Purus está inserida nas estruturas geológicas do Arco Purus, Formação Içá, Arco de Jutáí, Arco de Iquitos e Formação Solimões (Figura 21). Anterior ao soerguimento da cadeia andina, o Arco Purus, alto estrutural do Paleozóico, representou um

divisor de águas (terras altas) entre as drenagens de leste e oeste, e o Arco de Iquitos funcionou como fonte de sedimentos dos momentos de saída do mar. Com a formação dos Andes há um rebaixamento dos Arcos Purus e Iquitos de forma concomitante a elevação de gradiente de alguns rios. Assim, com o aumento da competência para transportar e depositar sedimentos, os canais fluviais meandantes contribuíram para processos deposicionais de litotipos das Formações Solimões e Içá. A Formação Solimões (Cretáceo) se estendeu desde o Arco Purus até as bacias geológicas subandinas e a Formação Içá resultou de intensas sedimentações decorridas da inversão dos sistemas de drenagem para leste (ACRE, 2010; CPRM, 2006).

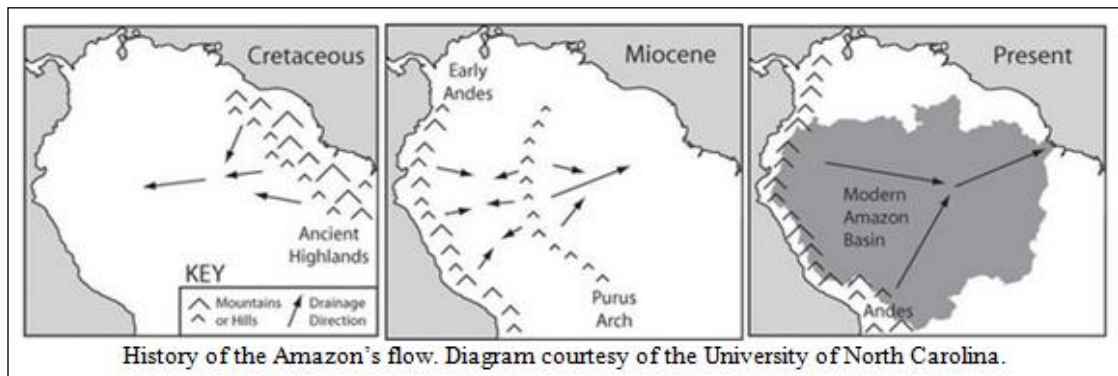


Figura 20. Histórico dos fluxos dos rios da Amazônia. Fonte: Figueiredo et al., 2009.

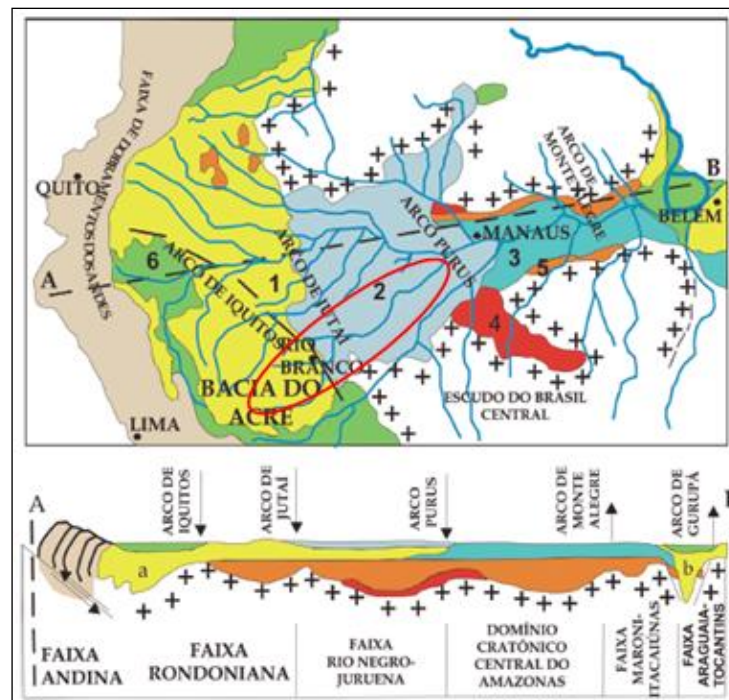


Figura 21. Contexto geotectônico amazônico. (1) a – Formação Solimões, b- sedimentos terciários; (2) Formação Içá; (3) Formação Alter do Chão; (4) coberturas proterozóicas; (5) rochas paleozóicas; (6) coberturas do Quaternário. Circulo vermelho destaca localização da bacia do rio Purus. Fonte: Adaptado de ACRE, 2010.

Os ciclos de movimentos distensivos, compressivos e transformantes sob a ação de fatores climáticos pretéritos e atuais resultaram na configuração de 12 unidades geomorfológicas (Figura 23).

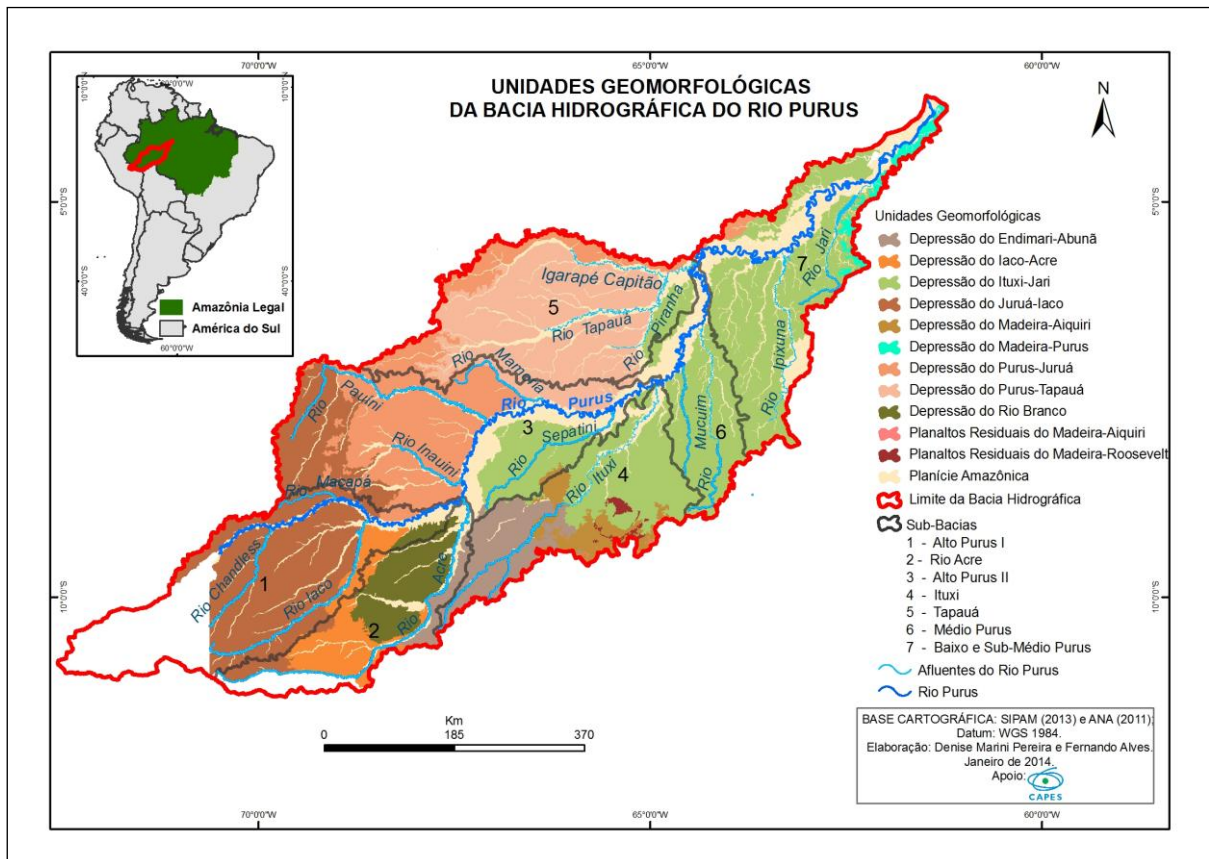


Figura 22. Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica transfronteiriça do rio Purus.

Por estar situada em área da bacia sedimentar do Amazonas com estreita proximidade à Cordilheira dos Andes, a bacia do rio Purus demonstra em sua geomorfologia, nítida influência da tectônica andina. Isto se verifica pelos cursos de água seguirem às orientações das estruturas geológicas, e por algumas feições topográficas ou deslocamento de canais corresponderem a falhas e fraturas (ACRE, 2010). A região do Arco de Iquitos e de Jutá se estabelece na parte norte das sub-bacias Alto Purus I e Rio Acre e nas sub-bacias Alto Purus II e Ituxi. Essas estruturas geológicas podem ter influenciado na alta densidade de canais fluviais no médio e baixo curso da bacia e no alargamento da Planície Amazônica a partir do encontro dos rios Acre e Iaco com o rio Purus pela provável contribuição no rebaixamento topográfico da bacia.

As diferenças entre as unidades geomorfológicas ocorrem pelas variações altimétricas, morfogênese, modelados do relevo, tipos de solo e padrões de drenagem (Quadro 5).

Quadro 5. Descrição das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Purus.

| Unidade Geomorfológica | Variação Altimétrica (m) | Morfogênese | Modelados do Relevo | Tipos de Solo | Padrões de Drenagem |
|--|--------------------------|--|---|--|--|
| Planície Amazônica | 0 a 200 | Processos de colmatagem com sedimentos em suspensão e construção de planícies e terraços orientados por ajustes tectônicos e acelerados pela evolução de meandros. | Áreas planas de acumulações fluvial, sujeitas a inundações periódicas, com vários níveis de terraços e várzeas recentes com diques e paleocanais, lagos de meandro e de barramento, bacias de decantação, furos, canais anastomosados e trechos de talwegues retilinizados por fatores estruturais. | Neossolos Flúvicos, Gleissolos, Argissolos vermelho-amarelo e Plintossolos. | Meândricos e anastomosados com ajustes hidrodinâmicos em áreas rebaixadas. |
| Depressão do Ituxi-Jari | 50 e 150 | Sedimentos pleistocênicos pediplanados. Antigos terraços dissecados por retomadas erosivas. | Topos tabulares, topos convexos, superfície de aplanamento e planos convergentes. | Argissolos e Latossolos vermelho-amarelos, Plintossolos e Gleissolos inundáveis. | Sub-paralelo. |
| Depressão do Purus-Tapauá | 50 a 150 | Processos de pediplanação nos depósitos de topo da sedimentação neogênica. | Topos tabulares, topos estreitos e alongados. | Plintossolos e Argissolos vermelho-amarelos. | Sub-dendrítico e sub-paralelo. |
| Depressão do Purus-Juruá | 50 a 250 | Processos de pediplanação nivelaram os depósitos de topo da sedimentação neogênica. | Planos convergentes, topos tabulares, topos estreitos e alongados. | Plintossolos e Argissolos vermelho-amarelos. | Sub-dendrítico e sub-paralelo. |
| Depressão do Madeira-Purus | 50 a 100 | Processos de pediplanação nos depósitos de topo da sedimentação neogênica. | Topos tabulares e superfície de aplanamento. | Latossolos vermelho-amarelos. | Sub-dentrício e sub-ortogonal. |
| Depressão do Madeira-Aiquiri | 100 a 250 | Processos de pediplanação pós-terciária. | Topos tabulares, topos convexos e planos convergentes. | Argissolos e Latossolos vermelho-amarelos. | Dendrítico e retangular. |
| Depressão do Edimari-Abunã | 100 e 200 | Processos químico-climáticos pediplanação pós-terciário. De dissecação da drenagem atual. | Superfícies suavemente dissecadas, com topos tabulares e algumas áreas planas. | Argissolos e Latossolos vermelho-amarelo. | - |
| Planaltos Residuais do Madeira (Aiquiri e Roosevelt) | 100 a 300 | Durante o Terciário, processos de pediplanação dos topos dos relevos residuais. No pós-Terciário nova fase erosiva recuou suas vertentes. | Topos tabulares, topos estreitos e alongados e superfícies de aplanamento. | Solos arenosos do tipo Litolíticos, Latossolos e Argissolos vermelho-amarelos. | Centrífugo |
| Depressão do Rio Branco | 140 a 270 | Forte controle estrutural do relevo e de neotectônica. | Topos convexos e tabulares. | Argissolos vermelho-amarelos originados na F. Solimões. | Angular |
| Depressão do Iaco-Acre | 160 a 290 | Forte controle estrutural do relevo e neotectônica. | Topos aguçados com declives fortes e topos convexos com declives medianos. | Argissolos vermelho-amarelos. | Dentrítico |
| Depressão do Juruá-Iaco | 150 a 440 | Área de pediplanação pós-terciária e com evidências de modelados de dissecação. | Topos convexos com declives que variam de mediano a forte. | Cambissolos hápicos e Luvissole hipocrômico, Vertissolo, Plinossolo argilúvico e Argissolos vermelho-amarelo | - |

Fonte: ACRE, 2010; AMAZONAS, 2012.

Elaboração: Denise Marini Pereira.

A partir do Quadro 5 se verifica que a bacia do rio Purus é caracterizada por superfícies extremamente aplainadas com predomínio de transições graduais entre as diferentes unidades geomorfológicas, sendo estas decorrentes de intenso processo de dissecação¹¹ fluvial e pediplanação¹². Assim, diante de ameaças naturais relacionadas ao incremento das precipitações hídricas, tal característica natural de predomínio de terrenos planos com pouca capacidade de absorção das águas (solos hidromórficos e de origem sedimentar), propicia a ocorrência de eventos como inundações ou alagamentos em grande parte da bacia.

De modo particular, a Planície Amazônica destaca-se como área de maior propensão a este tipo de desastres por sua própria morfogênese ser decorrente de inundações periódicas intrínsecas a dinâmica natural dos rios. Com a ocorrência dos fenômenos extremos anteriormente mencionados, tal área derivada de constantes processos fluviais, é a mais impactada dentre as unidades geomorfológicas. Tal afirmação se confirma pela correspondência de seus limites espaciais as áreas mais baixas da bacia, que são diretamente afetadas por ameaças naturais (Figura 23).

A análise conjunta da figura 24 e tabela 13 demonstra que mais de 60% da bacia do rio Purus, cerca de 230.000 km², encontra-se em situação de alta Vulnerabilidade Ambiental a desastres naturais associados ao Incremento das Precipitações Hídricas (VAIPH) como enchentes, inundações bruscas e alagamentos. Tais áreas correspondem a região do baixo e médio curso da bacia, que conforme já mencionado, apresentam as menores variações altimétricas e os maiores valores de níveis fluviométricos e de vazão pela contribuição hídrica de diversos canais fluviais. As sub-bacias Tapauá, Médio Purus e Baixo e Sub-Médio Purus, destacam-se pelos menores valores altimétricos e alta concentração da Planície Amazônica ao longo dos afluentes do rio Purus. A sub-bacia Alto Purus II e Ituxi abrangem as três classes altimétricas de alta vulnerabilidade, situando no Alto Purus II um dos trechos de maior extensão em largura da Planície Amazônica. Com exceção da parte norte das sub-bacias Alto Purus I e Rio Acre, em ambas predominam a baixa VAIPH e se concentram a maior quantidade de rodovias de toda a bacia, sendo aí a topografia acima de 220 metros.

¹¹ Refere-se à paisagem trabalhada por agentes erosivos (GUERRA E GUERRA, 2011).

¹² Aplainamento de superfícies extensas, submetidas a clima árido quente ou semi-árido (GUERRA E GUERRA, 2011).

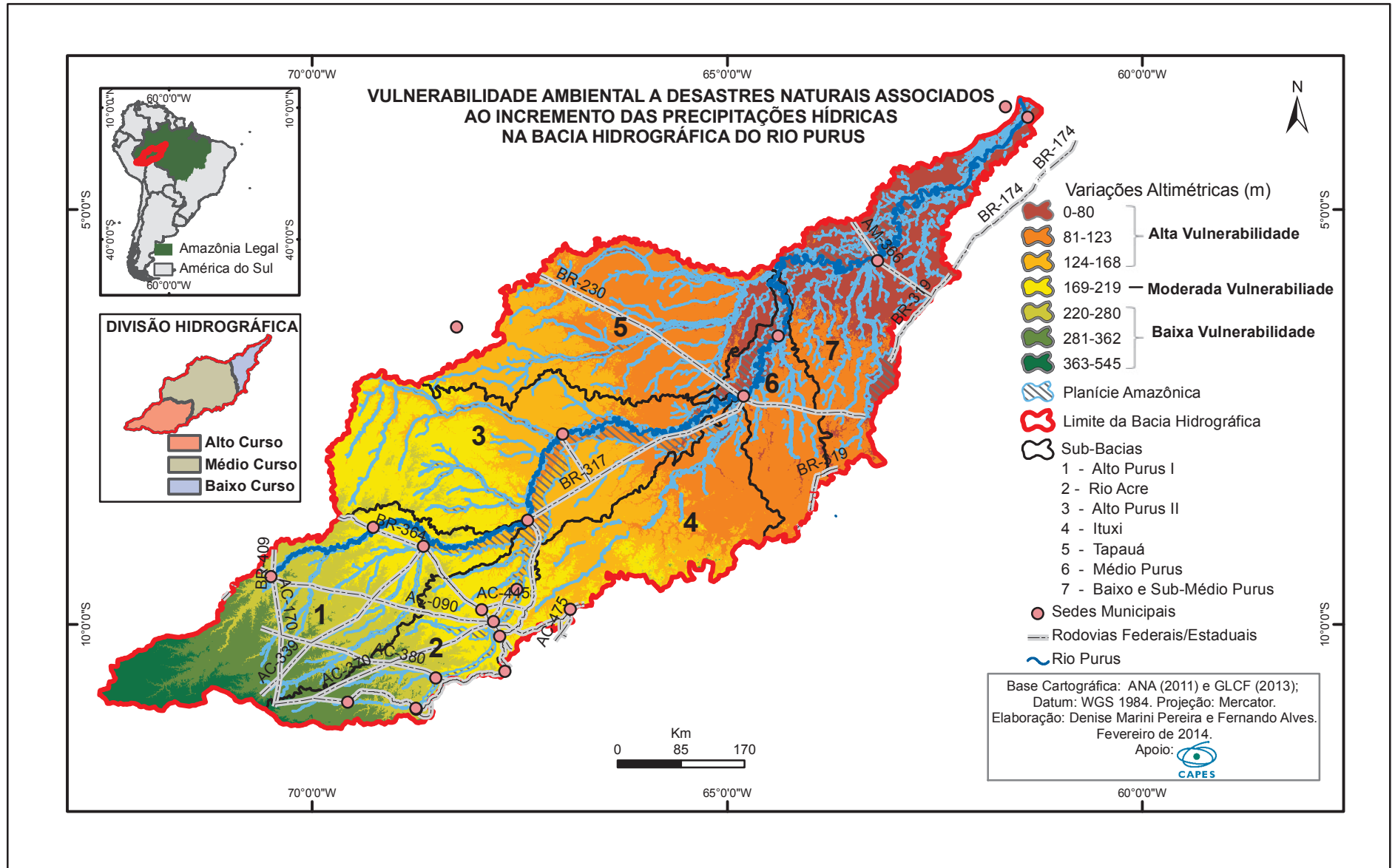


Figura 23. Vulnerabilidade ambiental a desastres associados ao incremento das precipitações hídricas na bacia do rio Purus.

Tabela 13. Componentes da Vulnerabilidade Ambiental a desastres associados ao Incremento das Precipitações Hídricas (VAIPH) na bacia do rio Purus.

| Grau de VAIPH | Classes Altimétricas (m) | Área | |
|---------------|--------------------------|--------------------|-------|
| | | (Km ²) | (%) |
| Alta | 0-80 | 65.876 | 18,4 |
| | 81-123 | 95.367 | 26,63 |
| | 124-168 | 72.722 | 20,31 |
| Moderada | 169-219 | 59.553 | 16,63 |
| Baixa | 220-280 | 33.745 | 9,42 |
| | 281-362 | 22.106 | 6,17 |
| | 363-545 | 8.733 | 2,44 |

Fonte: GLCF, 2013. Elaboração: Denise Marini Pereira.

5.3. Vulnerabilidade Ambiental aos Desastres Associados às Intensas Reduções das Precipitações Hídricas

De acordo com Brown et al. (2011), ACRE (2013) e Vasconcelos et al. (2013), há uma alta correlação entre o aumento do número de eventos de queimadas e incêndios florestais e a intensa redução das precipitações hídricas (RPH). Sendo assim, dados de focos de calor podem ser espacializados como representação de uma das consequências da RPH, que por sua vez podem indicar a vulnerabilidade ambiental à desastres. O notável crescimento destes dados em 2005 e 2010 apresentado pela figura 24 permite confirmar tal assertiva.



Figura 24. Focos de calor ocorridos na bacia do rio Purus de 2005 a 2012.

Fonte: INPE, 2014. Elaboração: Denise Marini Pereira.

O mapeamento dos focos de calor ocorridos na bacia do rio Purus (Figura 25), indica que os fenômenos associados ao fogo se concentram nas proximidades de espaços antropizados como as áreas das sedes municipais e rodovias federais e estaduais.

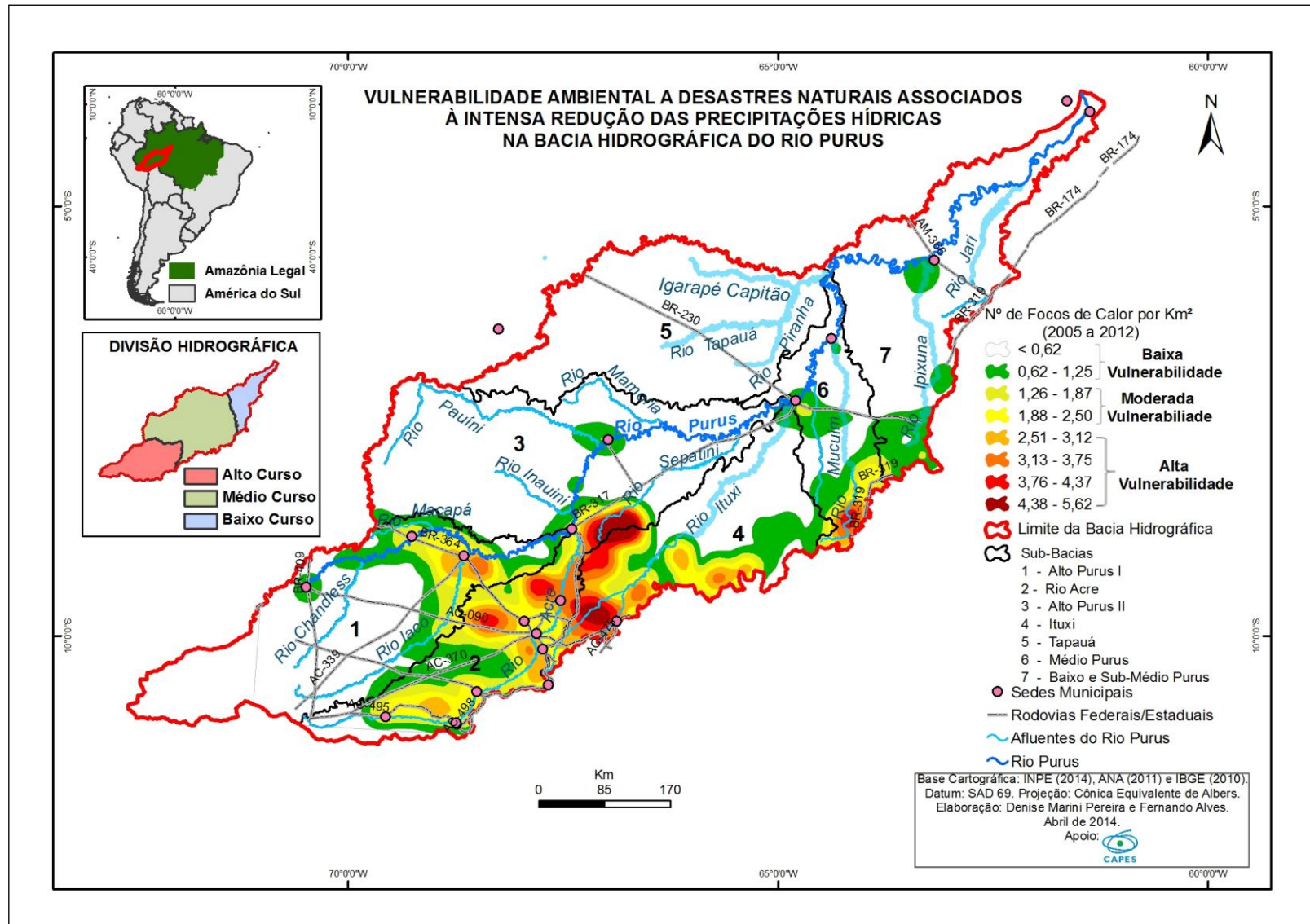


Figura 25. Vulnerabilidade ambiental a desastres naturais associados à intensa redução das precipitações hídricas na bacia hidrográfica do rio Purus.

As áreas com alta vulnerabilidade aos desastres associados à intensa redução das precipitações hídricas (VARPH) correspondem a 7% da área total, equivalente a 25.163 km², e se concentram de modo pontual na região sudeste da bacia, abrangendo as sub-bacia Rio Acre, Ituxi e Alto Purus II, e extremo centro-sul da sub-bacia Médio Purus, pois são as áreas de maior concentração de sedes municipais e rodovias. No alto curso, a baixa VARPH se distribui à sudoeste da sub-bacia Alto Purus I e extremo sul da sub-bacia do Rio Acre, áreas com reduzida concentração de sedes municipais. Apenas a sub-bacia Tapauá e Baixo e Sub-Médio Purus são totalmente de baixa VARPH, pois nelas não há adensamentos de rodovias e sedes municipais (Tabela 14 e Figura 25).

Tabela 14. Componentes da Vulnerabilidade Ambiental a desastres naturais associados à intensa Redução das Precipitações Hídricas (VARPH) na bacia do rio Purus.

| Grau de VARPH | Focos de Calor/ Km ² | ÁREA | |
|---------------|---------------------------------|--------------------|-------|
| | | (Km ²) | (%) |
| Baixa | < 0,62 | 254.322 | 70,74 |
| | 0,62 - 1,25 | 44.592 | 12,4 |
| Moderada | 1,26 - 1,87 | 18.664 | 5,19 |
| | 1,88 - 2,50 | 16.774 | 4,67 |
| Alta | 2,51 - 3,12 | 11.427 | 3,18 |
| | 3,13 - 3,75 | 7.113 | 1,98 |
| | 3,76 - 4,37 | 4.135 | 1,15 |
| | 4,38 - 5,62 | 2.488 | 0,69 |

Fonte: INPE, 2014. Elaboração: Denise Marini Pereira.

5.4. Vulnerabilidade Social aos Desastres Naturais

Segundo Kobiyama et al. (2006) e Westen (2012) atividades antrópicas são capazes de agravar os efeitos adversos de fenômenos hidroclimáticos extremos direta ou indiretamente. Isto por que os processos de ocupações humanas ainda se baseiam, predominantemente, em intervenções espaciais desconexas das dinâmicas naturais, o que implica quase sempre em degradações das qualidades ambientais¹. Na Amazônia, estas degradações foram difundidas pelo desflorestamento, supressão total da vegetação florestal ou corte raso, que no início da ocupação da região foram motivados por incentivos fiscais de políticas de colonização e de cunho desenvolvimentista (BECKER, 1998; CASTRO, 2005; ACRE, 2010b).

De acordo com Coutinho et al. (2013), atualmente no estado do Acre e Amazonas, assim como na maior parte da Amazônia Legal, tal processo de degradação está associado às questões macroeconômicas que envolvem principalmente a expansão da agropecuária,

¹ De acordo com o Art. 3º da Lei nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, a degradação da qualidade ambiental é entendida por alterações adversas das características do meio ambiente.

silvicultura e áreas de assentamentos da reforma agrária. Ainda segundo tais autores, paralelo aos interesses macroeconômicos que motivam o desflorestamento, soma-se as aberturas e pavimentações de estradas no intuito de integrar a economia amazônica à economia global.

A partir de dados do mapeamento do uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal gerados no âmbito do projeto TerraClass 2010, foi possível comprovar a mesma dinâmica de degradação das qualidades ambientais na bacia do rio Purus. A maioria de suas áreas desflorestadas corresponde à pastagem em processo produtivo, representada pelas classes pasto limpo e vegetação secundária concentradas na porção sudeste da bacia, onde há sedes municipais com reduzidas distâncias entre si. No entanto, mais de 90 % de sua área total corresponde à florestas, o que comprova seu elevado grau de conservação e a existência de intervenções antrópicas restritas a pequenas porções de seu território (Quadro 6 e Figura 26).

Quadro 6. Classificação do projeto TerraClass para as áreas mapeadas como desflorestamento pelo PRODES em 2010 na bacia do rio Purus.

| Classe de Desmatamento | Descrição das Áreas | Área (Km ²) | % |
|--------------------------|--|-------------------------|------|
| Floresta | Vegetação arbórea pouco alterada ou inalterada, com formação de dossel contínuo, composta por espécies nativas e com padrões fitofisionômicos próximos aos climáticos. Abrange diferentes formações florestais, tais como, floresta ripária ou ciliar e floresta de terra firme, entre outras. | 363.334 | 92,2 |
| Pasto Limpo | Pastagem em processo produtivo, predomínio de vegetação herbácea e ausência de indivíduos arbóreos, com baixa infestação por invasoras herbáceas e arbustivas. | 13.253 | 3,4 |
| Não Floresta | Vegetação pertencente a diferentes fitofisionomias de vegetação não florestal, tais como Savana Arbórea-Arbustiva (Cerrado), Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo Limpo de Cerrado), Lavrados, Campinarana, etc. | 6.729 | 1,7 |
| Vegetação Secundária | Após a supressão total da vegetação florestal original e sua inclusão no banco de dados do PRODES, encontravam-se em processo avançado de regeneração natural da vegetação arbustiva e arbórea nativa ou que foram utilizadas para a prática de silvicultura com uso de espécies nativas ou exóticas. | 4.197 | 1,1 |
| Hidrografia | Classe temática compilada do banco de dados do Prodes | 3.618 | 0,9 |
| Regeneração com Pasto | Após o corte raso da vegetação natural e o desenvolvimento agropastoril, iniciam o processo de regeneração da vegetação nativa, sendo ocupadas por espécies arbustivas e arbóreas. Áreas caracterizadas pela grande presença de plantas invasoras, em diversos níveis de desenvolvimento, dificultando sua utilização para o pastejo de animais. | 824 | 0,2 |
| Pasto Sujo | Pastagem em processo produtivos com predomínio da vegetação herbácea e presença de vegetação arbustiva esparsa, frequentemente presença de indivíduos arbóreos. Envolve diferentes estágios de degradação, com a presença significativa de invasoras arbustivas e presença de alguns indivíduos arbóreos. | 764 | 0,2 |
| Área Não Observada | Áreas que não puderam ser identificadas pela presença de nuvens e sombras provocadas pela presença das mesmas. | 554 | 0,1 |
| Mosaico de Ocupações | Associadas às diversas modalidades de uso da terra e que, devido à escala de trabalho adotada, não foi possível discriminar os diferentes componentes da paisagem. Nela, a agricultura tradicional é realizada de forma simultânea ao subsistema de pastagens para criação extensiva de gado, tanto em áreas de várzeas quanto de terra firme. Relacionada normalmente à assentamento da reforma agrária e antigas regiões de ocupação espontânea com predomínio do modelo produtivo estabelecido pela agricultura familiar. | 507 | 0,1 |
| Desfloresta - mento 2010 | Supressão total da vegetação em 2010, cujo uso e ocupação não foram identificados. | 254 | 0,1 |
| Área Urbana | Manchas urbanas decorrentes da concentração populacional que apresentam infraestrutura diferenciada da área rural. Ruas, casas, prédios e equipamentos públicos, posicionados de maneira muito próxima e com distribuição espacial regular. | 176 | 0,04 |
| Outros | Objetos presentes na superfície, que não puderam ser definidos, tais como bancos de areia e praias fluviais associados à rede de drenagem, e afloramentos rochosos associados aos interflúvios. | 31 | 0,01 |
| Mineração | Extração mineral em clareiras abertas envolvendo desflorestamentos. | 9 | - |
| Pasto com Solo Exposto | Após o corte raso da vegetação natural e o desenvolvimento de atividade agropastoril, apresenta o solo exposto ou com baixíssima cobertura natural ou exótica. | - | - |
| Agricultura Anual | Predomínio de culturas de ciclo anual, sobretudo de grãos, com emprego de padrões tecnológicos elevados, tais como uso de sementes certificadas, insumos, defensivos e mecanização, entre outros. | - | - |

Fonte: Coutinho et al., 2013; INPE, 2010. Elaboração: Denise Marini Pereira.

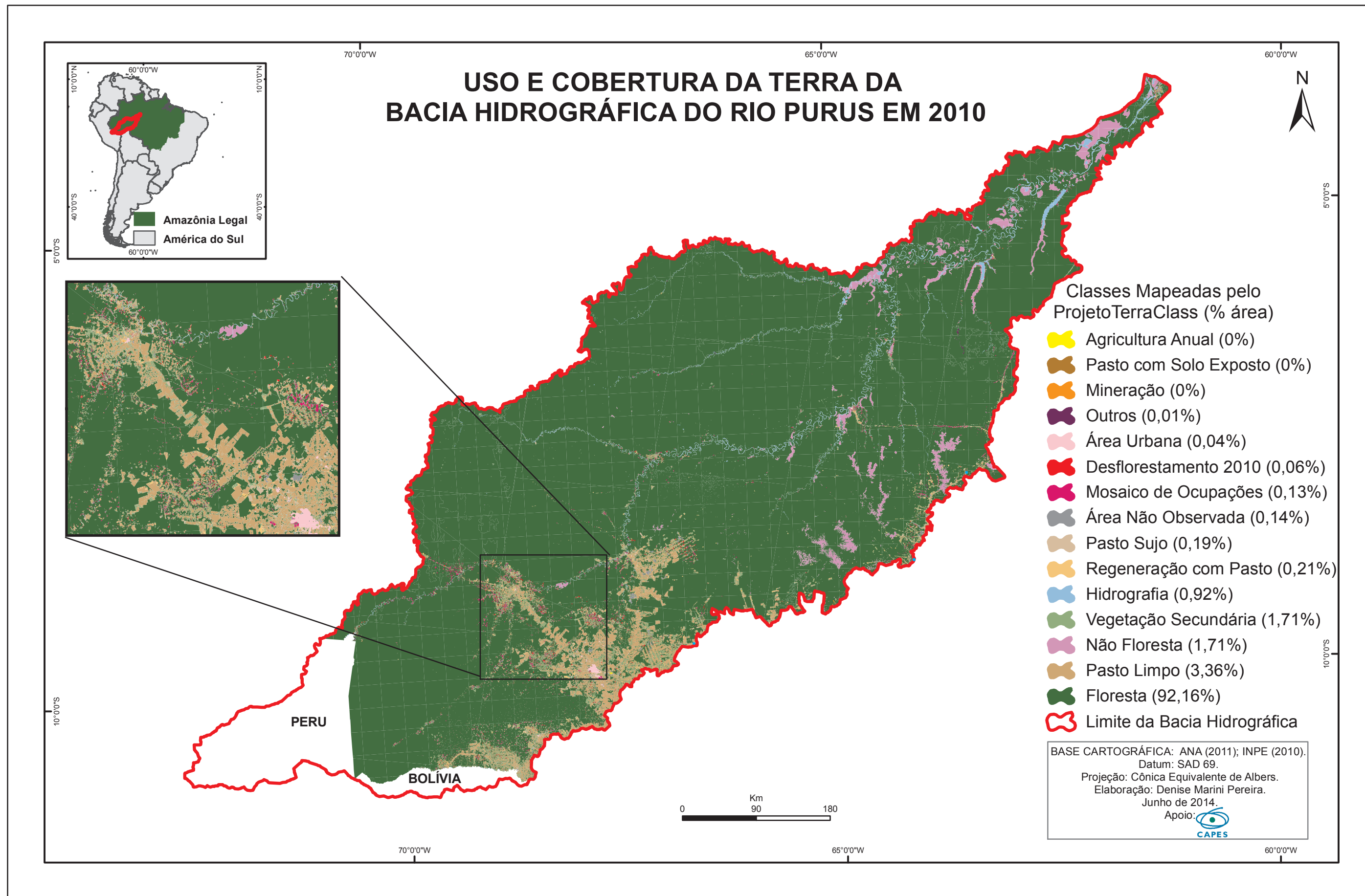


Figura 26. Uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Purus em 2010.

Como exemplo das consequências da supressão da vegetação para o desenvolvimento de atividades econômicas/antrópicas como a agricultura ou silvicultura, Davidson et al. (2012) comprovaram que independente das mudanças climáticas globais, o desflorestamento em pequenas ou grandes áreas influenciam diretamente no aumento de temperaturas locais e redução da evapotranspiração pela diminuição do montante de vegetação, podendo dificultar formações de nuvens e precipitações hídricas. Os autores destacam que ainda não foram identificadas reduções das chuvas na Amazônia em geral, mas sim um prolongamento das estações secas, que por sua vez, tem implicado na redução da biodiversidade e estresse de vegetações podendo forçar uma transformação do tipo cerrado ou savana pela baixa umidade do solo e alto risco de dispersão de fogo. Além disso, conforme demonstra a figura 27 dos pesquisadores, em curto prazo, a retirada da vegetação aumenta o fluxo e a velocidade da água que naturalmente escoar na superfície (*runoff*), podendo extrapolar a capacidade máxima de infiltração no solo na escala local; em longo prazo, o escoamento hídrico sem intermediários aumenta a vulnerabilidade a enchentes.

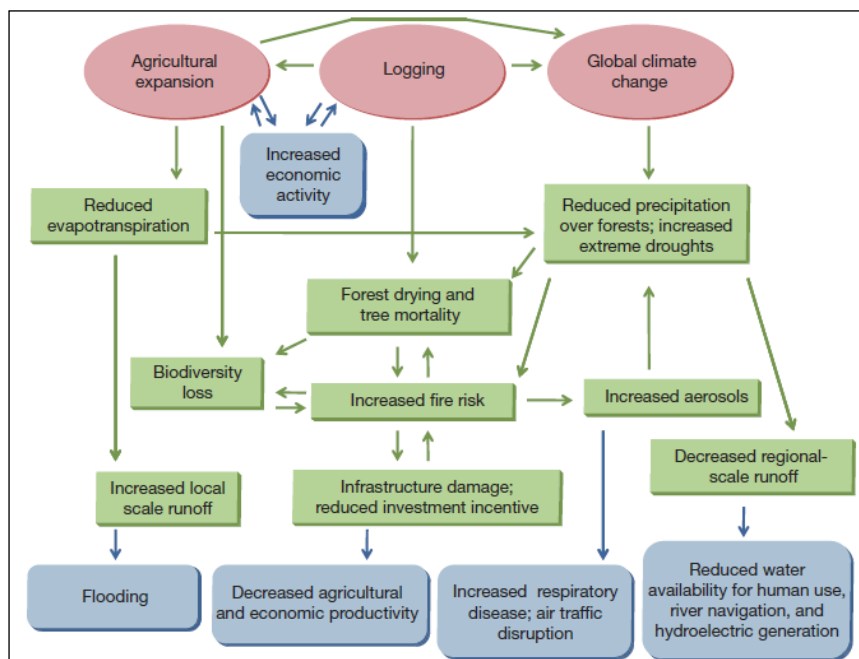


Figura 27. Interações entre clima global, uso do solo, queimadas, hidrologia, ecologia e dimensões humanas. Os fatores que forçam modificações estão representados pelos círculos vermelhos; processos desencadeadores estão representados pelos retângulos verdes e as consequências para a sociedade estão representadas nos retângulos azuis. Fonte: Davidson et al., 2012.

Assim sendo, as atividades antrópicas de desflorestamento podem ser consideradas ao mesmo tempo ameaças e elementos vulneráveis aos desastres naturais, pois podem favorecer a ocorrência de danos ambientais (ameaçar perdas de biomassa e o equilíbrio ecossistêmico) e socioeconômicos (redução da produtividade agrícola e econômica), além de se configurarem

como áreas sensíveis (vulneráveis) às variações climáticas anômalas. Como exemplo de tal afirmativa, verificam-se semelhanças no padrão de comportamento e distribuição dos dados de focos de calor e desmatamento da bacia do rio Purus. À medida que cresce o número de áreas desmatadas, crescem os registros de focos de calor (Figura 28). E as que mais concentram dados de focos de calor são as mais desmatadas (Figura 29). Ou seja, os desastres associados à intensa redução das precipitações hídricas incidem e são potencializados justamente nas áreas mais antropizadas pelo desmatamento.

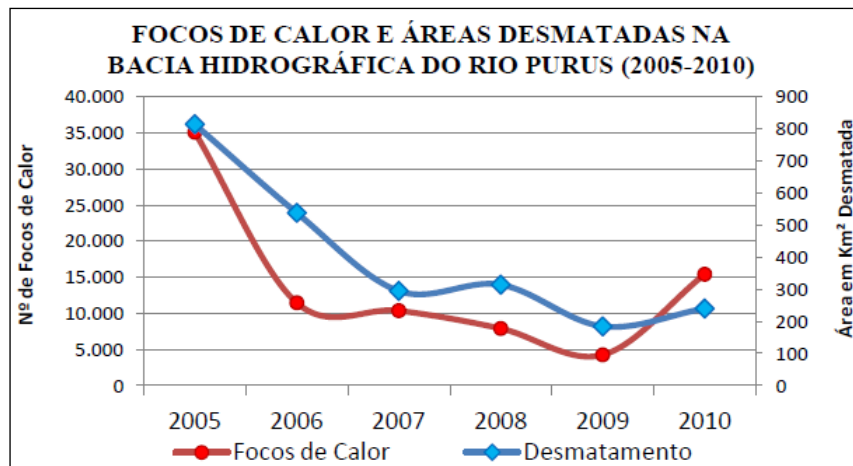


Figura 28. Focos de calor e áreas desmatadas na bacia hidrográfica do rio Purus (2005-2010). Fonte: INPE, 2012; 2014. Elaboração: Denise Marini Pereira.

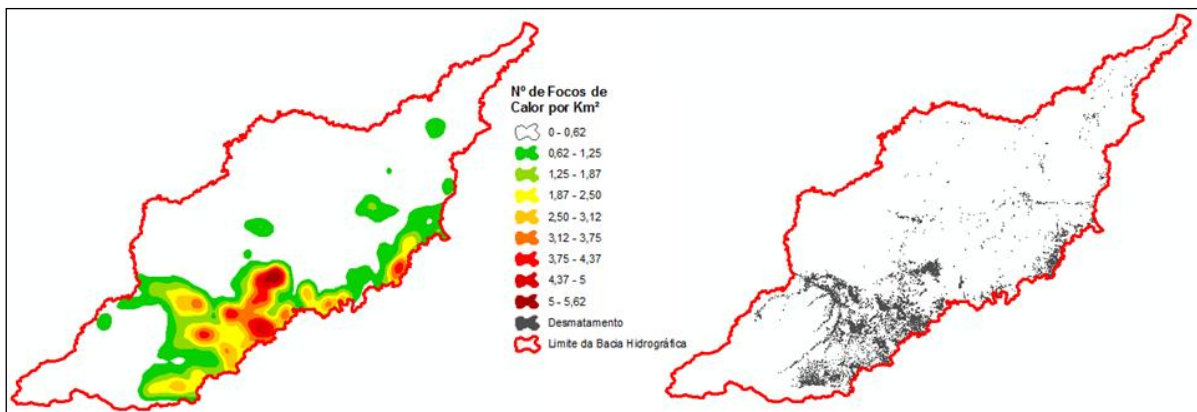


Figura 29. Distribuição da densidade de focos de calor e polígonos do desmatamento na bacia do rio Purus (2005-2012). Fonte: INPE, 2012; 2014. Elaboração: Denise Marini Pereira.

Sendo assim, a representação de áreas com maior concentração dos polígonos de desmatamento se constitui em dados de grau de Vulnerabilidade Social (VS) dos diferentes usos, ocupações e tipos de desenvolvimentos socioeconômicos aos desastres naturais pela alta sensibilidade dessas áreas, que pressupõe a supressão da vegetação, a fenômenos naturais extremos associados tanto ao incremento quanto a intensa redução das precipitações hídricas, conforme já explicado por Davidson et al. (2012) (Figura 30).

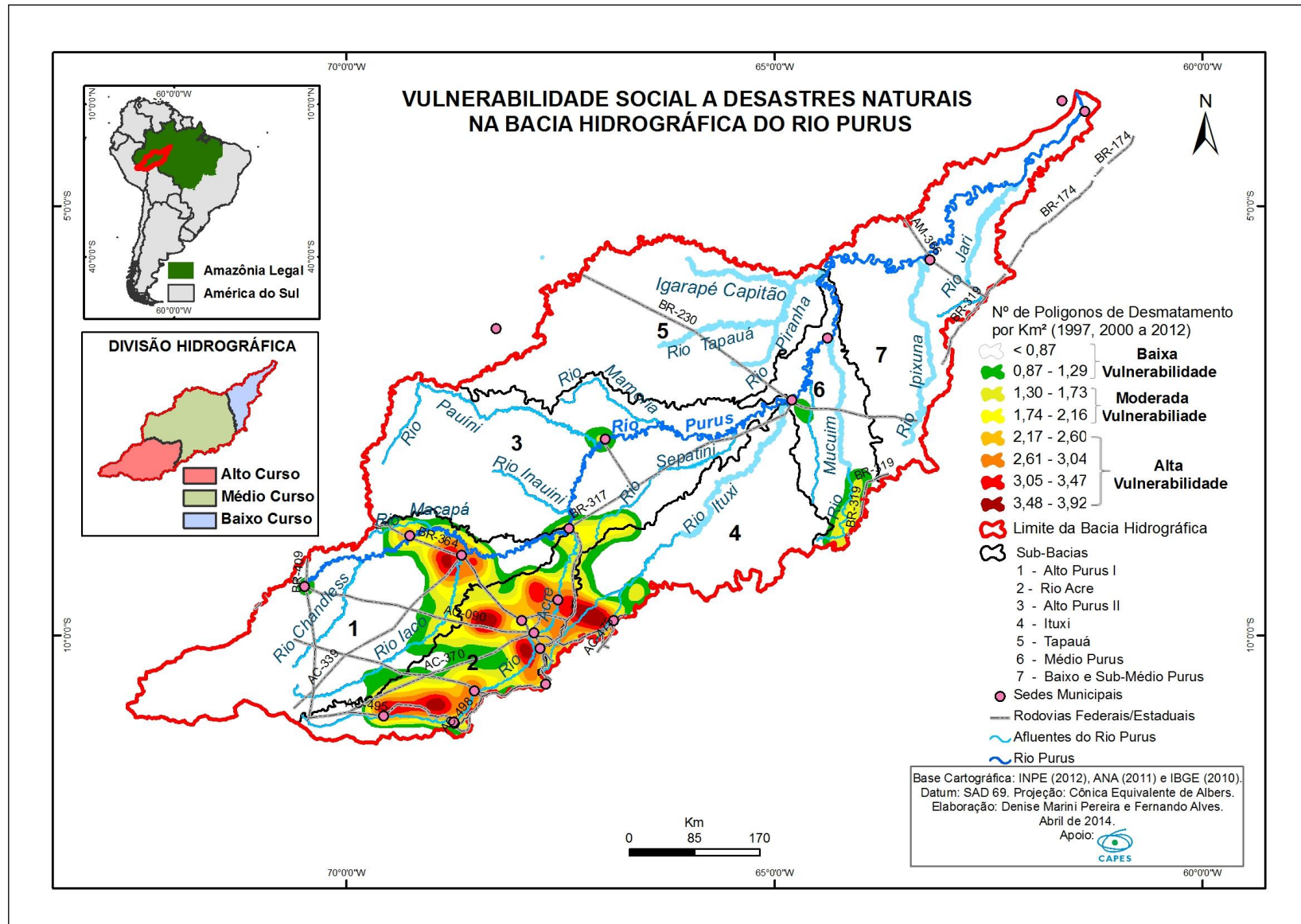


Figura 30. Vulnerabilidade Social a desastres naturais na bacia hidrográfica do rio Purus.

Na figura 30, se observa que as áreas de maior adensamento dos desflorestamentos se concentram no alto curso da bacia, principalmente na sub-bacia do Rio Acre, e de modo parcial ao norte da sub-bacia Alto Purus I, onde há maior concentração de rodovias federais e estaduais e sedes municipais com reduzidas distâncias entre si. No extremo sul da sub-bacia Ituxi, próximo a sede municipal de Acrelândia e a rodovia AC-475, está a maior área de concentração de polígonos de desflorestamento de toda a bacia. O Alto Purus II e Médio Purus se assemelham em relação à distribuição de áreas com baixa e moderada vulnerabilidade também próximas a sedes municipais e rodovias. As sub-bacias Tapauá e Baixo e Sub-Médio Purus são as únicas que apresentam apenas áreas de baixa vulnerabilidade.

A quantificação das classes demonstra que menos de 10% da bacia está em situação de alta e moderada vulnerabilidade (Tabela 15). Provavelmente, tal fato pode ser justificado pela baixa densidade populacional dos municípios da área de estudo implicar no uso e ocupação concentrado a porções específicas do território.

Tabela 15. Componentes da Vulnerabilidade Social (VS) a desastres naturais na bacia do rio Purus.

| Grau de VS | Polígonos de Desmatamento/Km ² | Área | |
|------------|---|--------------------|-------|
| | | (Km ²) | (%) |
| Baixa | < 0,87 | 310.802 | 88,09 |
| | 0,87 - 1,29 | 13.305 | 3,77 |
| Moderada | 1,30 - 1,73 | 8.647 | 2,45 |
| | 1,74 - 2,16 | 6.671 | 1,89 |
| Alta | 2,17 - 2,60 | 6.786 | 1,92 |
| | 2,61 - 3,04 | 3.974 | 1,12 |
| | 3,05 - 3,47 | 1.913 | 0,54 |
| | 3,38 - 3,92 | 744 | 0,21 |

Fonte: INPE, 2012. Elaboração: Denise Marini Pereira.

5.5. Risco de Desastres Naturais na Bacia do Rio Purus

Com a integração das informações adquiridas sobre as ameaças e vulnerabilidades da bacia do rio Purus chegou-se a caracterização e delimitação das áreas com probabilidade de ocorrer desastres, as áreas em situação de risco.

Devido às diferenças entre as áreas ameaçadas e os indicadores de vulnerabilidade de cada tipo de desastres, a avaliação de risco se desenvolveu segundo a tipologia dos eventos desastrosos, sendo definidas as áreas de risco baixo, moderado, alto e inexistente.

5.5.1. Risco de Desastres Associados ao Incremento das Precipitações Hídricas

Pela análise conjunta das informações da tabela 16 e figura 31, se observa que o alto risco de desastres associados ao incremento das precipitações hídricas (RIPH) se situa no alto curso, na confluência do rio Purus com os rios Inauini, Acre e Iaco, somando aproximadamente 25.000 Km² (cerca de 7% da área da bacia). As regiões Centro e Norte da sub-bacia do rio Acre concentra a maior parte destas áreas.

O risco é inexistente em aproximadamente 10% da área em questão, especificamente a sudeste do baixo curso e na porção central do alto curso, devido à ausência de dados de ameaças.

As áreas com moderado risco, aproximadamente 130.000 km² (cerca de 30% da área da bacia), concentram-se no centro e sul das sub-bacias Alto Purus II e Ituxi.

O baixo risco predomina nas porções norte e sul da bacia (175.000 Km² ou 45% da bacia), abrangendo mais da metade das sub-bacias Alto Purus I, Tapauá e Baixo e Sub-Médio Purus pelo grau de ameaça e vulnerabilidades nessas áreas corresponderem à baixo e moderado, provavelmente, pela baixa densidade populacional e predomínio de florestas.

Tabela 16. Áreas correspondentes à classificação do risco de desastres associados ao incremento das precipitações hídricas (RIPH) na bacia do rio Purus.

| RIPH | | | |
|-------------|---------|-----------------|-------|
| Grau | Classes | Área | |
| | | Km ² | % |
| Inexistente | 0 | 53.147 | 13,67 |
| Baixo | 1 - 2 | 101.937 | 26,21 |
| | 3 - 4 | 76.391 | 19,64 |
| Moderado | 5 - 6 | 35.263 | 9,07 |
| | 8 e 9 | 96.663 | 24,85 |
| Alto | 10 e 12 | 17.055 | 4,39 |
| | 15 e 18 | 8.456 | 2,17 |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

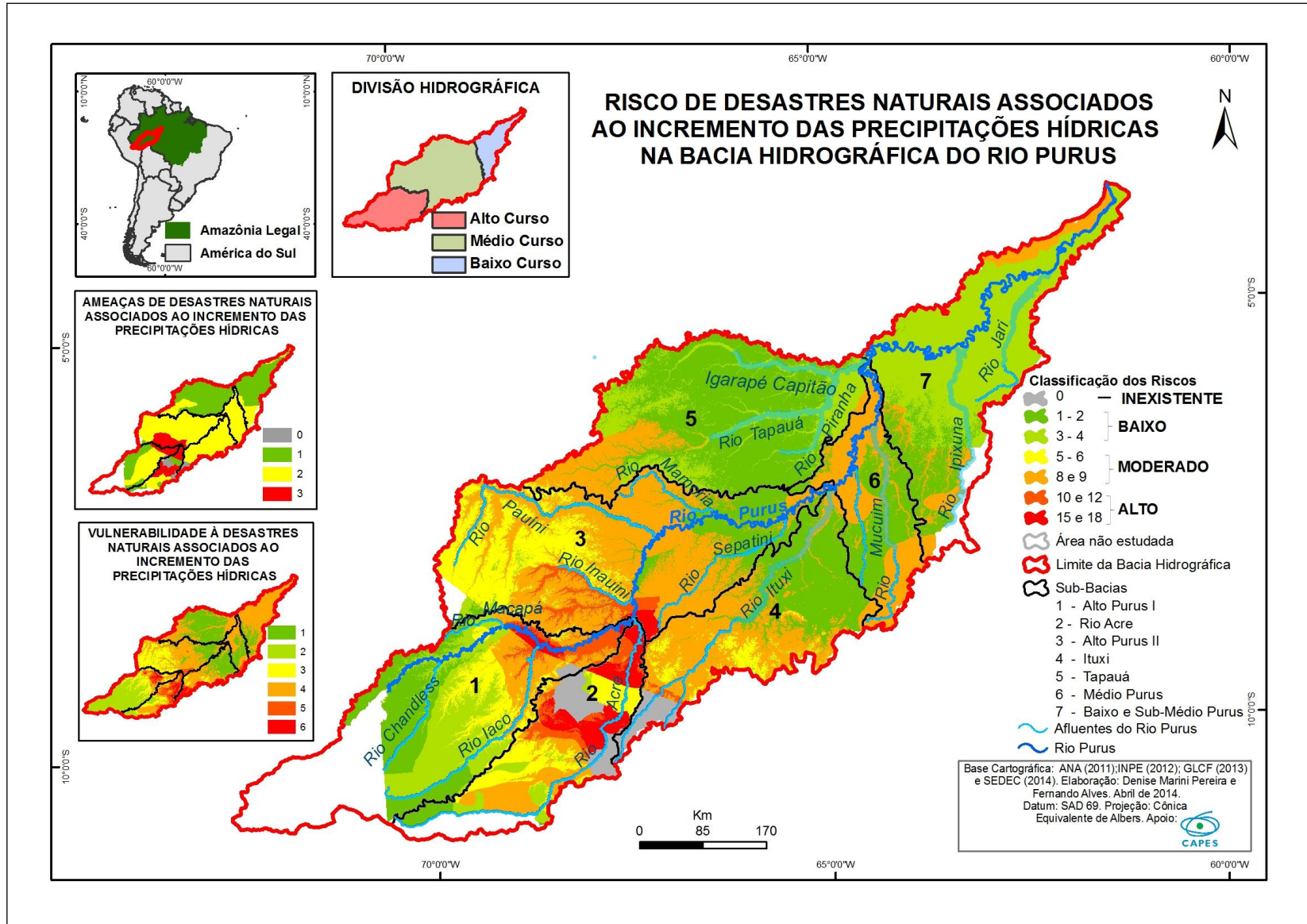


Figura 31. Risco de desastres naturais associados ao incremento das precipitações hídricas na bacia do rio Purus.

5.5.2. Risco de Desastres Associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas

Predomina na bacia do rio Purus o baixo risco aos desastres associados a intensa redução das precipitações hídricas (RRPH), com mais de 60% das áreas totais (cerca de 200.000 km²), particularmente na sub-bacia Tapauá e proximidades dos rios Jari e Pauíni (Tabela 17 e Figura 32).

As áreas de alto risco, em torno de 18.000 Km² (5% da área da bacia) estão configuradas em pequenas porções concentradas ao norte do alto curso (região das nascentes do rio Sepatini e confluência do rio Purus com os rios Iaco e Acre) e extremo leste do médio curso (alto curso do rio Mucuim).

As áreas de moderado risco, aproximadamente 75.000 Km² (20% da bacia), estão distribuídas a oeste do alto e médio curso do rio Acre e Ituxi, entre os rios Inauini e Macapá e ao sul da sub-bacia Baixo e Sub-Médio Purus e em quase toda sub-bacia Médio Purus.

A inexistência do risco se apresentou em 17% da bacia. Essas áreas correspondem aos territórios hidrográficos do rio Chandless, alto curso do rio Purus e margem esquerda do rio Ipixuna.

Tabela 17. Áreas correspondentes à classificação do risco de desastres associados à intensa redução das precipitações hídricas (RRPH) na bacia do rio Purus.

| RRPH | | | |
|-------------|---------|-----------------|-------|
| Grau | Classes | Área | |
| | | Km ² | % |
| Inexistente | 0 | 67.381 | 17,1 |
| Baixo | 1 - 2 | 95.129 | 24,15 |
| | 3 - 4 | 138.115 | 35,06 |
| Moderado | 5 - 6 | 60.634 | 15,39 |
| | 8 e 9 | 14.397 | 3,65 |
| Alto | 10 e 12 | 12.854 | 3,26 |
| | 15 e 18 | 5.475 | 1,39 |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

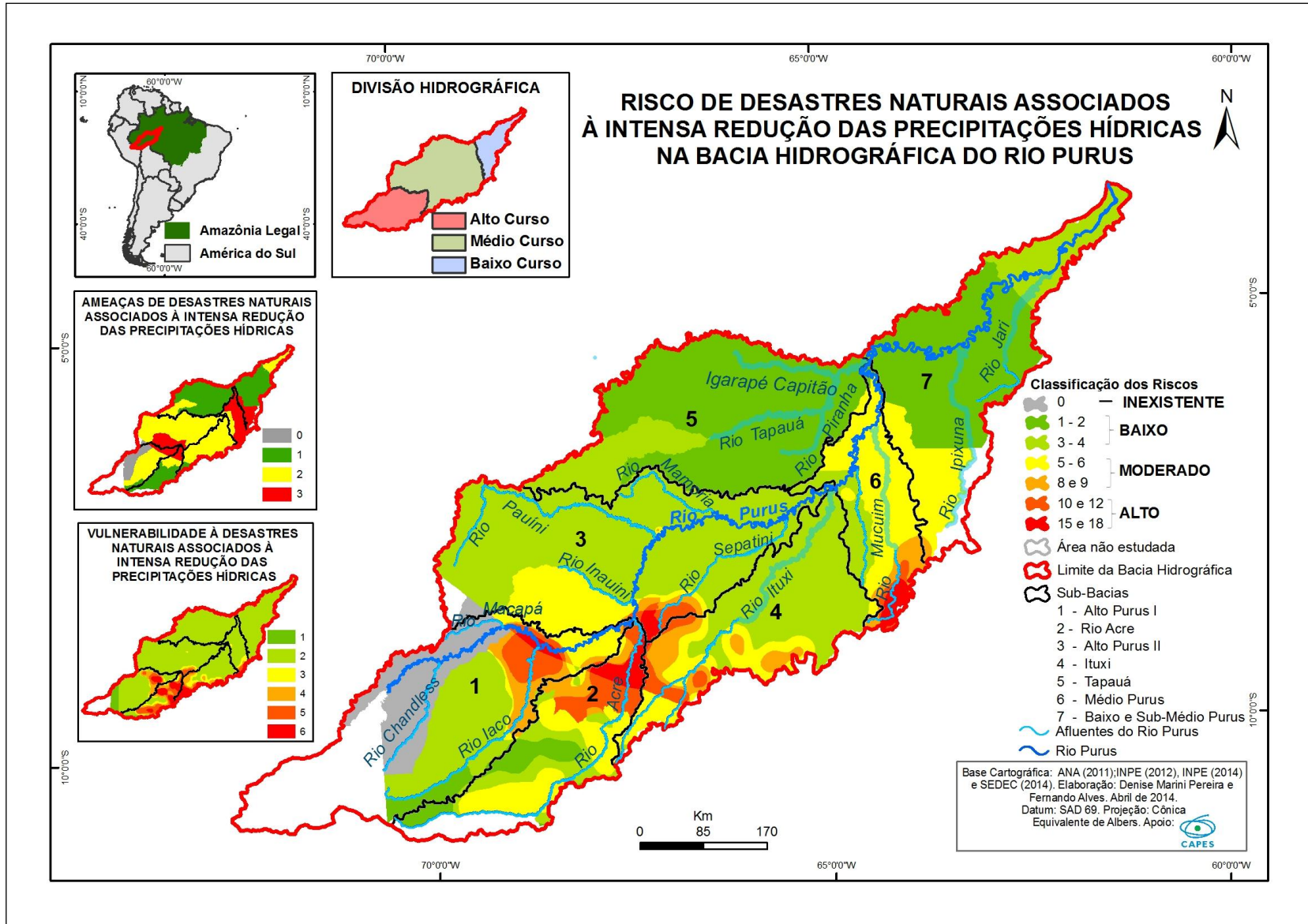


Figura 32. Risco de desastres naturais associados à intensa redução das precipitações hídricas na bacia do rio Purus.

5.6. A Função das Unidades de Conservação e Terras Indígenas no Contexto dos Riscos de Desastres Naturais

Considerando as análises das ameaças, vulnerabilidades e risco da bacia do rio Purus, verifica-se que as áreas de maior risco aos desastres naturais estão situadas nos espaços mais antropizados, próximos a sedes municipais e rodovias federais e estaduais. Tais resultados corroboram com o fato da noção de risco de desastre possuir forte influência do desenvolvimento econômico em tendências na exposição e vulnerabilidade (IPCC, 2012). Neste sentido, os espaços antropizados da área de estudo que concentram equipamentos e infraestruturas públicas podem representar a materialidade de práticas e políticas de desenvolvimento econômico que favorecem o alto risco de desastres naturais.

O risco inexistente aos dois tipos de desastres associados ao incremento e intensa redução das precipitações hídricas (RIPH e RRPH), se concentrou na região do alto curso da bacia, em localidades que não apresentaram dados de ameaças, mas estão próximas as áreas altamente ameaçadas. Tal situação pode refletir um dos possíveis cenários: de fato estas áreas não são impactadas por fenômenos extremos; ou há negligência do poder público às ameaças por estas áreas não terem registros oficiais de desastres; ou há uma efetiva gestão dos riscos com alta capacidade de resposta e adaptação aos desastres nestas áreas.

De modo geral, o risco de desastres naturais na bacia do rio Purus é predominantemente baixo. Ao sobrepor às classes simplificadas dos RIPH e RRPH com as Unidades de Conservação (UC) e Terras Indígenas (TI), observa-se que as áreas correspondentes ao alto risco se concentram apenas na porção norte de seu alto curso e em pequena área ao sul da sub-bacia Médio Purus, e situam em conformidade aos limites externos dos territórios especialmente protegidos (Figuras 33 e 34). Assim como apresentam as descrições dos componentes dos riscos por sub-bacia (Quadros 7 e 8), tais territórios estão majoritariamente estabelecidos em áreas de menor propensão aos desastres. Tal fato pode levantar os seguintes questionamentos: As baixas vulnerabilidades ambiental e social apresentadas nessas áreas são suficientes para a redução dos riscos aos desastres, independente do grau de ameaça? Ou os mecanismos e fatores condicionantes das paisagens dessas áreas exercem alguma influência na redução dos riscos de desastres?

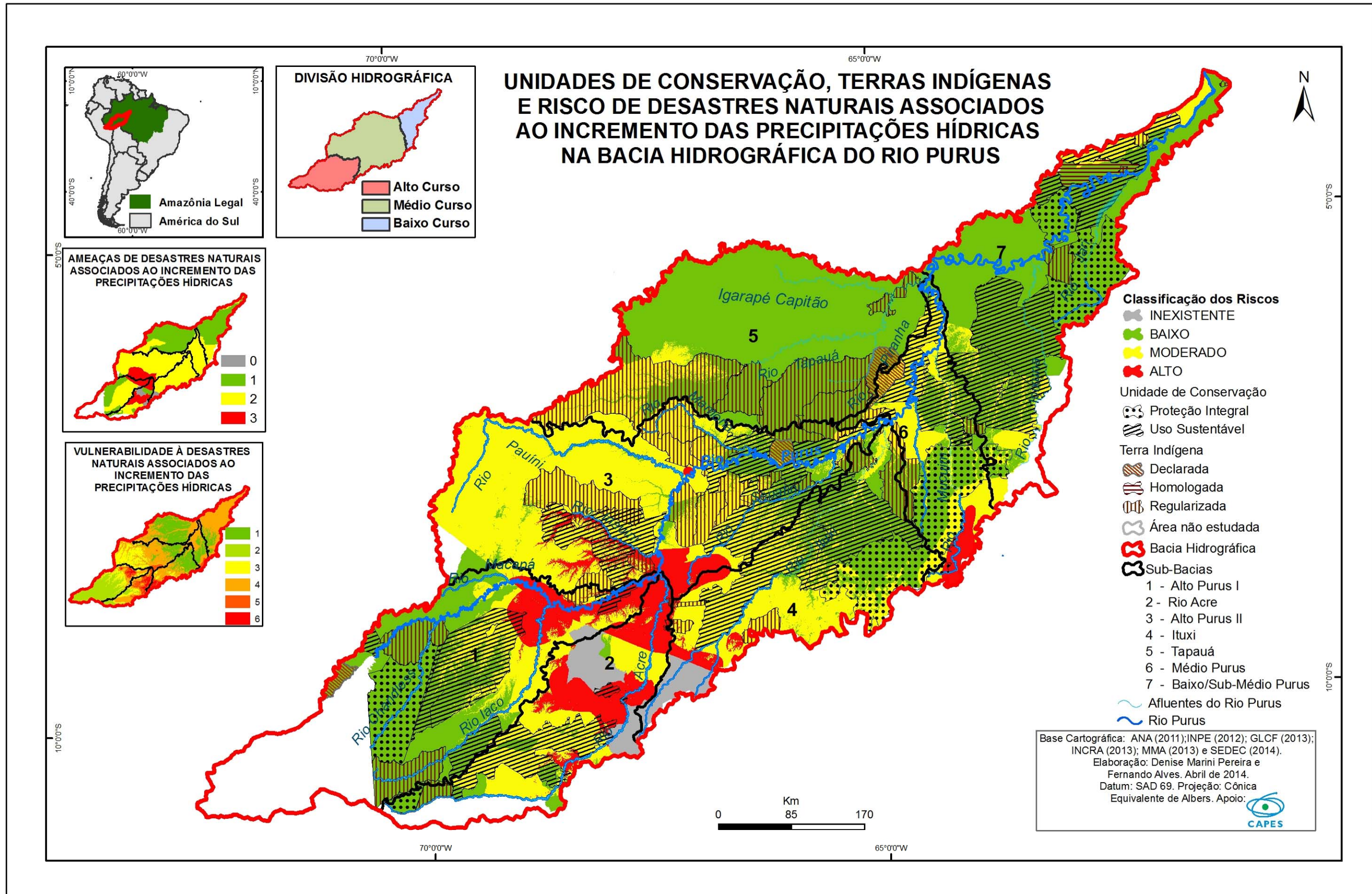


Figura 33. Unidades de Conservação, Terras Indígenas e risco de desastres naturais associados ao incremento das precipitações hídricas na bacia hidrográfica do rio Purus.

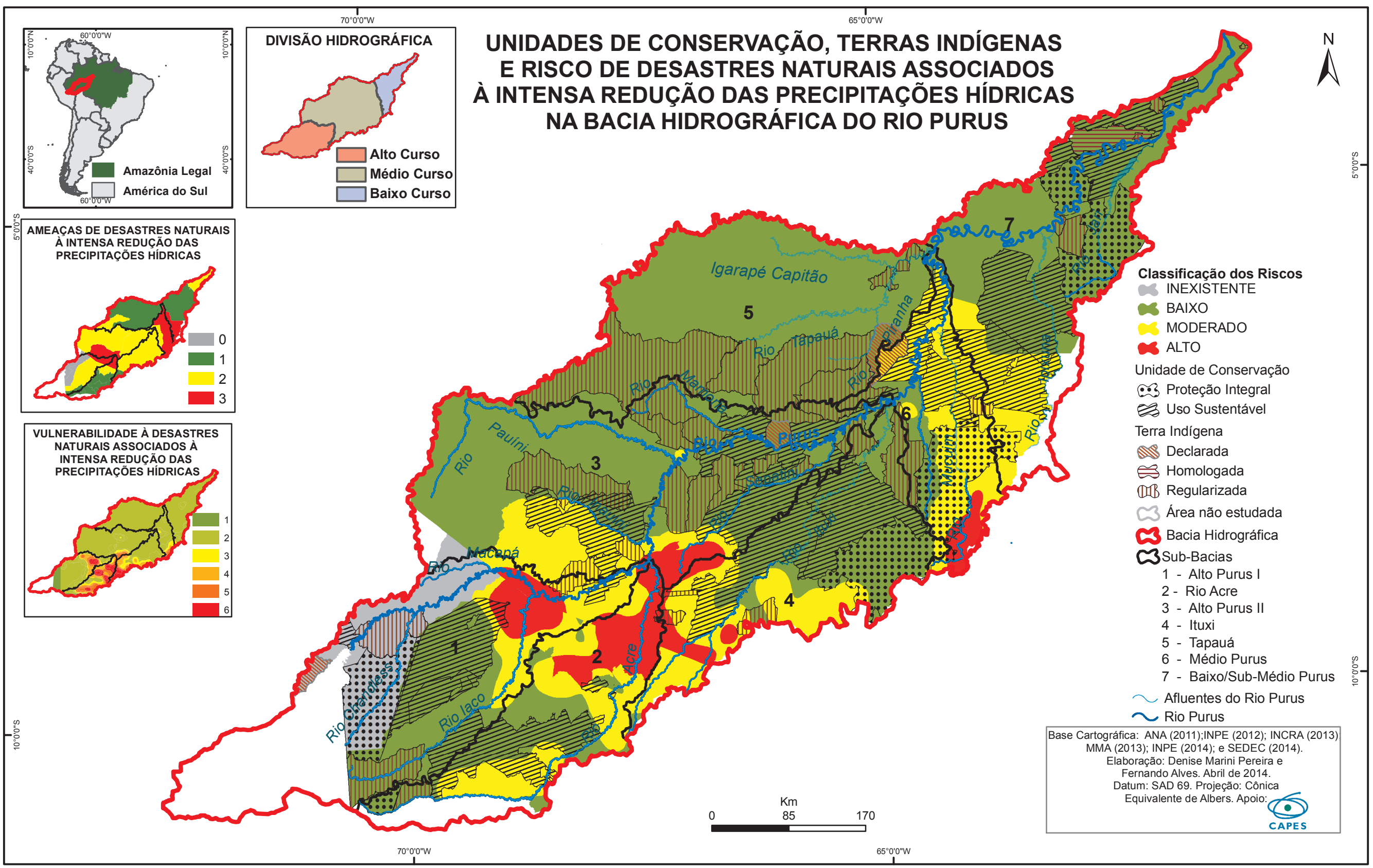


Figura 34. Unidades de Conservação, Terras Indígenas e risco de desastres naturais associados à intensa redução das precipitações hídricas na bacia hidrográfica do rio Purus.

Quadro 7. Avaliação de risco de desastres associados ao incremento das precipitações hídricas por sub-bacias na bacia do rio Purus.

| SUB-BACIA | RISCO | AMEAÇA | VULNERABILIDADE | |
|-------------------------|---|---|---|--|
| | | | AMBIENTAL | SOCIAL |
| Alto Purus I | Predomínio de baixo risco com presença de UC de Uso Sustentável e Proteção Integral e TI Regularizada e Declarada; alto risco entre as sedes municipais de Manoel Urbano e Boca do Acre, porção norte da sub-bacia; risco inexistente no território pertencente a Bujari. | Predomínio de baixa e moderada ameaça; áreas de alto grau de ameaça restrita a porção norte da sub-bacia. | Predomínio de áreas de baixa vulnerabilidade. Porém, na porção norte concentra áreas de alta vulnerabilidade pelos terrenos rebaixados da Planície Amazônica a partir da confluência do rio Iaco com o rio Purus. | Predomínio de áreas de baixa vulnerabilidade. Na porção norte, entre as sedes de Manoel Urbano, Sena Madureira, Boca do Acre e ao longo da BR-364 concentra áreas de alta e moderada vulnerabilidade social. |
| Rio Acre | Risco inexistente em Bujari e Capixaba; alto risco ao longo da AC-90 e entre as sedes municipais de Senador Guiomard, Rio Branco e Porto Acre; moderada e baixa vulnerabilidade concentrada ao sul, onde há UC de Uso Sustentável e de Proteção Integral e TI Regularizada. | Abrange os municípios mais ameaçados por desastres na bacia. Ameaça inexistente na porção nordeste e oeste. Moderada ameaça concentrada ao sul e baixa ameaça esparsa ao norte e extremo sul. | Predomínio de áreas de baixa e moderada vulnerabilidade. Ao longo da porção oeste apresenta alta vulnerabilidade pela abrangência de terrenos da Planície Amazônica. | Concentra a maior área de alta e moderada vulnerabilidade de toda a bacia nas proximidades de sedes municipais e rodovias federais e estaduais. |
| Alto Purus II | Predomínio de risco moderado com alta concentração de UC de Uso Sustentável e TI Regularizada e Declarada; alto risco entre a região da sede de Boca do Acre e a nascente do rio Sepatini, área cercada por UC e TI; baixo risco na porção leste da sub-bacia. | Alta e moderada. | Alta vulnerabilidade com áreas de ampla extensão da Planície Amazônica situada ao longo do rio Purus, entre Boca do Acre e Lábrea na porção leste. Moderada vulnerabilidade na porção oeste. | Predomínio de baixa vulnerabilidade; moderada vulnerabilidade próxima a sede municipal de Pauini e entre Boca do Acre e a nascente do rio Sepatini. |
| Ituxi | Predomínio de baixo e moderado risco com alta concentração de UC de Uso Sustentável e Proteção Integral e TI Regularizada. Risco inexistente na porção sul, entre a sede de Acrelândia e Senador Guiomard. | Moderada e inexistente. | Alta vulnerabilidade na região do médio e baixo curso do rio Ituxi e moderada no alto curso do rio Ituxi. | Alta e moderada vulnerabilidade na porção sul, região das nascentes do rio Ituxi com proximidade da sede municipal de Acrelândia, AC-475 e AC-498. |
| Tapauá | Predomínio de baixo risco na porção sul com alta concentração de TI Regularizada; na porção sudoeste apresenta moderado risco também com concentração de TI Regularizada. | Baixa e moderada. | Alta vulnerabilidade com concentração de terrenos rebaixados da Planície Amazônica. | Exclusivamente áreas de baixa vulnerabilidade. |
| Médio Purus | Baixo e moderado risco com alta concentração de UC de Uso Sustentável e de Proteção Integral e TI Regularizada e Declarada. | Moderada. | Alta vulnerabilidade com concentração de terrenos rebaixados da Planície Amazônica. | Predomínio de baixa vulnerabilidade. Moderada vulnerabilidade na porção sul, região da nascente do rio Mucuim. |
| Baixo e Sub-Médio Purus | Predomínio de baixo risco com alta concentração de UC de Uso Sustentável e de Proteção Integral e TI Regularizada e Homologada; apresenta moderado risco nas porções norte e sul em pequenas proporções. | Baixa e moderada. | Alta vulnerabilidade com maior concentração de áreas rebaixadas da Planície Amazônica na bacia. | Exclusivamente áreas de baixa vulnerabilidade. |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

Quadro 8. Avaliação de risco de desastres associados à intensa redução das precipitações hídricas por sub-bacias na bacia do rio Purus.

| SUB-BACIA | RISCO | AMEAÇA | VULNERABILIDADE | |
|-------------------------|--|---|--|--|
| | | | AMBIENTAL | SOCIAL |
| Alto Purus I | Apresenta todas as classes de risco, sendo inexistente na nascente do rio Purus até a confluência com o rio Macapá e ao longo do rio Chandless, áreas estas sobrepostas a TI e UC em sua maior parte. Na porção central e sudoeste predomina o baixo risco também com sobreposição de áreas especialmente protegidas. As áreas de alto e moderado risco estão próximas a BR-364, na região de confluência do rio Iaco e as sedes de Sena Madureira e Boca do Acre. | Abrange classes de ameaça alta, moderada, baixa e inexistente. | Predomínio de áreas de baixa vulnerabilidade na porção central e sul. Inexistência de alta vulnerabilidade, porém, há áreas relativas a classe moderada próximo a BR-364 e a sede de Sena Madureira. | Predomínio de áreas de baixa vulnerabilidade. Na porção norte, entre as sedes de Manoel Urbano, Sena Madureira, Boca do Acre e ao longo da BR-364 concentra áreas de alta e moderada vulnerabilidade social. |
| Rio Acre | Possui as maiores porções de alto risco da bacia do rio Purus concentradas ao norte, no baixo curso do rio Acre, abrangendo a BR-364, AC-90 e sedes de Bujari e Porto Acre. Risco moderado na porção central e sudoeste abrangendo as sedes de Rio Branco, Senador Guiomard, Capixaba, Xapuri, Brasiléia, Epitaciolândia e Assis Brasil. Baixo risco nas maiores porções com sobreposição de UC e TI. | Predomina a baixa ameaça, mas apresenta ameaça alta e moderada. | Predomínio de áreas de baixa vulnerabilidade. Alta e moderada vulnerabilidade entre a BR-364 e AC-90, ao longo do rio Acre, entre a sede de Porto do Acre e Boca do Acre, proximidades das sedes de Senador Guiomard, Rio Branco, Bujari e trecho parcial entre a AC-495 e AC-498. | Concentra a maior área de alta e moderada vulnerabilidade de toda a bacia nas proximidades de sedes municipais e rodovias federais e estaduais. |
| Alto Purus II | Predomínio de baixo risco com sobreposição de UC e TI. Moderado risco restrito a porção sudeste, entre rio Inauini e Macapá com parcial sobreposição de UC e TI. Alto risco entre a região de confluência do rio Acre com Purus e proximidades da nascente do rio Sepatini, correspondente aos limites externos de UC e TI. | Alta e moderada. | Predomínio de baixa vulnerabilidade. Alta e moderada vulnerabilidade pontualmente localizada na porção sul, região da nascente do rio Sepatini, entre BR-317 e AC-498. | Predomínio de baixa vulnerabilidade; moderada vulnerabilidade próxima a sede municipal de Pauini e entre Boca do Acre e a nascente do rio Sepatini. |
| Ituxi | Predomínio de baixo risco com alta densidade de UC e TI Regularizada. Externos aos limites das áreas especialmente protegidas, nas porções oeste e sul estão as áreas de alto e moderado risco com pequenas sobreposições de UC e TI. | Moderada e baixa. | Baixa vulnerabilidade é predominante. Alta vulnerabilidade entre AC-498 e AC-475, região da nascente do rio Ituxi. Moderada vulnerabilidade concentrada ao sul e a oeste da sub-bacia. | Alta e moderada vulnerabilidade na porção sul, região das nascentes do rio Ituxi com proximidade da sede municipal de Acrelândia, AC-475 e AC-498. |
| Tapauá | Exclusivamente apresenta áreas de baixo risco, havendo sobreposição de TI. | Moderada e baixa. | Exclusivamente áreas de baixa vulnerabilidade. | Exclusivamente áreas de baixa vulnerabilidade. |
| Médio Purus | Predomínio de moderado risco com UC e TI sobrepostas de modo concentrado. Apresenta baixo risco nas porções a leste e centro-sul. Pequena porção de alto risco na região da nascente do rio Mucuim. | Moderada e baixa. | Baixa vulnerabilidade predominante. Moderada vulnerabilidade próximo a sede de Lábrea e região entre a nascente do rio Mucuim e a BR-319. Esta última, também apresenta alta vulnerabilidade. | Predomínio de baixa vulnerabilidade. Moderada vulnerabilidade na porção sul, região da nascente do rio Mucuim. |
| Baixo e Sub-Médio Purus | Predomínio de baixo risco com UC e TI densamente sobrepostas. Apresenta moderado risco na porção sul com sobreposição de UC. | Alta, moderada e baixa. | Predomínio de baixa vulnerabilidade. Pequenas e pontuais porções de moderada vulnerabilidade ao sul. | Exclusivamente áreas de baixa vulnerabilidade. |

Elaboração: Denise Marini Pereira.

A resposta a essa primeira pergunta pode ser subsidiada pelo trabalho desenvolvido por Echeverri (2009) sobre os efeitos das mudanças climáticas em agrupamentos indígenas do sul e oriente da Amazônia colombiana, que desenvolvem o uso e ocupação do espaço em consonância às variações anuais e interanuais do clima e suas estações. Esta é a principal característica do modo de vida amazônico comum aos povos tradicionais da Amazônia, a “pluriatividade”, que baseada no conhecimento da diversidade dos ambientes ecológicos, permite o desenvolvimento de diversas atividades como a pesca, caça, extrativismo e agricultura. Tal capacidade “pluriativa”, além de ser um grande recurso cultural, é também uma estratégia de sobrevivência que lhes permite adaptar-se e lidar com as várias mudanças de seu ambiente. Porém, segundo o autor, os extremos hidroclimáticos colocam a prova esta capacidade, forçando os povos tradicionais a lidar não somente com ameaças naturais, mas também com ameaças sociais. Na atualidade, os danos ocasionados por eventos extremos, juntamente com pressões de agentes externos interessados na exploração irracional dos recursos naturais, tem motivado a migração de famílias indígenas para trabalhar em outros locais em busca de dinheiro para satisfazer suas necessidades.

Dentre os impactos causados pelos fenômenos extremos às populações abordadas por Echeverri (2009), menciona-se a falta de sincronia entre os pulsos de inundação e seca dos rios com o período de maturação de frutas silvestres, a queda na produtividade de culturas para a subsistência, redução da reprodução de peixes e quelônios (principal fonte de proteína) e crescimento de enfermidades respiratórias e intestinais, além de outros tipos antes não conhecidos entre eles. Pelas semelhanças com os danos ocorridos na bacia do rio Purus, novamente se verifica a importância e necessidade de considerar elementos específicos das dinâmicas territoriais de populações tradicionais para avaliação de riscos e vulnerabilidades aos desastres naturais, o que nesta pesquisa não foi realizado em função da ausência de dados para toda a área de estudo. Mesmo assim, o autor permite concluir em resposta a primeira pergunta feita no início deste subcapítulo, que as UC e TI apresentam baixo risco apenas em relação às vulnerabilidades ambientais e sociais aqui trabalhadas. Nessas áreas se faz necessário investigar elementos da vulnerabilidade cultural e econômica para maior aproximação da real situação de risco das populações tradicionais.

Complementar a estes apontamentos, Kobiyama et al. (2012) avaliam os efeitos positivos e negativos das áreas de floresta, também chamadas de ecossistemas florestais, sobre os desastres naturais. Em relação às inundações graduais ou bruscas, pode-se considerar como efeito positivo a capacidade das árvores em pé reduzir mecanicamente a velocidade e energia cinética dos fluxos. Porém, se o fluxo de escombros (*debris flow*) for superior a

capacidade de resistência mecânica das árvores, fazendo-as cair e carregando-as junto com seus próprios escombros, maior será o potencial de danos dos fluxos. Outro exemplo das influências das áreas florestadas explicitado pelos autores é em relação aos fenômenos de seca/estiagem e incêndios florestais. Apesar dos reconhecidos efeitos positivos da floresta contra temperaturas extremas (auxilia no aumento da temperatura da massa fria e úmida), seu consumo de água é alto, a ponto de em períodos de estiagem poder diminuir a vazão de um rio. Com relação aos incêndios, nem sempre a madeira pode ser combustível, pois conforme a umidade de seu corpo, as florestas podem apresentar alta resistência ao fogo.

Sendo assim, verifica-se que conforme a intensidade das ameaças e a escala de análise, as áreas especialmente protegidas, constituídas por ecossistemas florestais, podem exercer efeitos positivos e negativos para um mesmo fenômeno natural. Porém, quando considerada sua importância para a preservação e integridade dos processos ecológicos, essas áreas especialmente protegidas se configuram sim em espaços contribuintes para a redução do risco de desastres, tendo em vista que tais processos desempenham funções imprescindíveis à saúde, à segurança, ao bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das sociedades humanas (art. 225 CF). Tal conjunto de funções é reconhecido pela *Millennium Ecosystem Assessment*¹ (MA, 2005) como serviços ecossistêmicos. Estes incluem:

- a) Serviços de provisão, como o abastecimento de alimentos, água, madeira e fibra (produtos naturais utilizados para consumo ou comercialização);
- b) Serviços de regulação, os que afetam o clima, a qualidade da água, eventos extremos como enchentes, doenças e entre outros que concorram para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos (ex: ciclo de energia, ciclo de carbono e ciclo do nitrogênio);
- c) Serviços culturais que proporcionam benefícios estéticos, espirituais, educacionais e de recreação;
- d) Serviços de suporte que promovam a ciclagem de nutrientes, a formação de solos, dispersão de sementes, e entre outros que mantenham a vida na Terra.

Este mesmo conceito está reproduzido integralmente na Lei Estadual 2.308/2010 (ACRE, 2010), que cria o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais – SISA no Estado do Acre, como “Serviços Ambientais ou Ecossistêmicos”. A Lei Complementar

¹ Grupo internacional de cientistas coordenados pelo “Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente” (UNEP – *United Nations Environment Programme*) com o objetivo de avaliar as consequências das mudanças dos ecossistemas para o bem-estar humano e para estabelecer bases científicas para ações direcionadas a melhoria da conservação e uso sustentável dos ecossistemas (MA, 2005).

53/2007 (AMAZONAS, 2007), que cria o Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Amazonas, utiliza o termo “Serviço Ambiental” de forma mais simplificada, descrevendo-o apenas como serviço de regulação aos ecossistemas naturais ou modificados pela ação humana, sem menção às funções de provisão, benefícios culturais e de suporte.

Embora a cultura e a tecnologia possam proporcionar alternativas de sobrevivência às mudanças ambientais, a sociedade humana, assim como as demais espécies, é fundamentalmente dependente dos fluxos de serviços ecossistêmicos (MA, 2005). A figura 35 ilustra tal relação de dependência com a capacidade de influência (potencial para mediação) de fatores socioeconômicos e a intensidade de contribuição de cada tipo de serviço ecossistêmico para o bem-estar humano, sendo este constituído por fatores que envolvem a segurança, bases materiais para uma qualidade de vida satisfatória, saúde, boas relações sociais, liberdade de escolha e de ação. Conforme o ecossistema e a região, a intensidade das relações e a capacidade de influência podem ser diferentes, mas a dependência humana dos serviços ecossistêmicos sempre existirá.

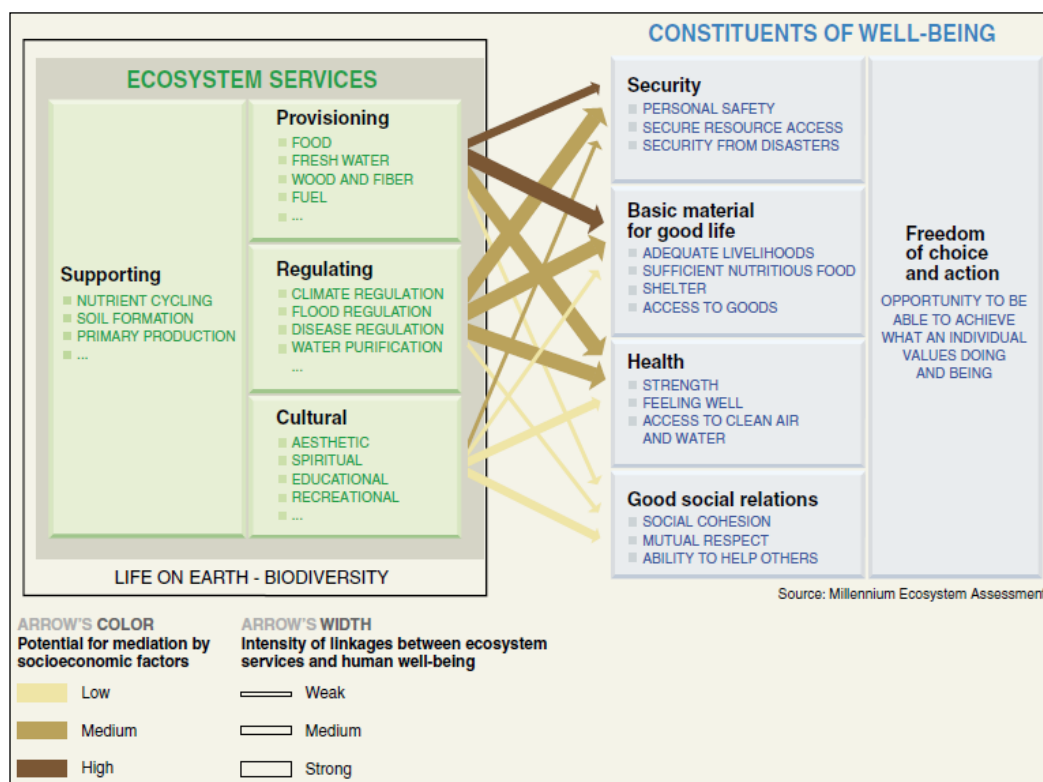


Figura 35. Potencial para mediação por fatores socioeconômicos e intensidade de ligação entre serviços ecossistêmicos e bem-estar humano. Fonte: MA, 2005.

Desse modo, as áreas especialmente protegidas podem, portanto, reduzir o risco de desastres à medida que contribuem para a resiliência (potencial de recuperação) ambiental e social como fonte de serviços ecossistêmicos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste trabalho consistiu na avaliação de risco de desastres naturais na bacia hidrográfica do rio Purus, uma bacia amazônica transfronteiriça de grandes extensões territoriais (cerca de 370.000 Km² de área total, 94% de sua área correspondente ao território brasileiro). Em busca de contribuir com informações para a gestão do risco de desastres naturais na Amazônia, foram analisadas e mapeadas quais são, como e onde ocorrem as principais ameaças e vulnerabilidades desta bacia.

O levantamento dos registros históricos referentes aos desastres possibilitou conhecer e quantificar os eventos desastrosos e suas implicações negativas na área em questão. Segundo documentos produzidos por autoridades governamentais da bacia do rio Purus, os desastres mais recorrentes, os associados ao incremento das precipitações hídras (DIPH), no período de 1971 a 2012, afetaram mais de 400.000 pessoas, sendo os maiores danos materiais e ambientais, concentrados respectivamente, em residências (R\$ 148.234.918) e no elemento água (R\$ 93.662.752), além de significativos prejuízos econômicos na agricultura (R\$ 77.265.159). Os dispêndios residenciais ocorrem pelas ocupações humanas se estabelecerem próximas aos cursos fluviais. Tal fato também explica os danos à água pelas inundações e alagamentos nas áreas de assentamentos humanos carregarem lixo doméstico, esgoto e restos materiais das infraestruturas atingidas pelas águas, de modo a prejudicar o abastecimento de água para consumo. O predomínio de solos planos com alta densidade de canais hídricos da região restringe o desenvolvimento da agricultura a esses espaços, que com a atuação de fenômenos extremos são diretamente afetados pelo alagamento de áreas produtivas.

Os desastres associados à intensa redução das precipitações hídras (DRPH) afetaram 34.738 pessoas de 1971 a 2012. A redução das chuvas e da umidade relativa do ar induz ao estresse hídrico e da vegetação, além de favorecer a dispersão de fogo impulsionada pela prática de queimadas, gerando assim, alta concentração de partículas em suspensão. Por isso, os maiores danos registrados são em relação à agricultura (R\$ 703.600), educação (R\$ 315.500), pecuária (R\$ 94.500) e flora (R\$ 54.350).

Verificou-se que apesar de existirem tentativas de todas as instâncias de governo em lidar com os desastres, estas ainda são insuficientes e se apresentam concentradas durante e depois dos desastres. Porém, está sendo aprimorado o planejamento estratégico e operacional na gestão dos riscos aos desastres naturais das unidades políticas-administrativas dos territórios da bacia do rio Purus com investimentos em políticas de intervenção e monitoramento como a “Sala de Situação” criada pelo Estado do Acre para facilitar o fluxo de

informações e coordenação entre as instituições governamentais; além de criações de Coordenarias Municipais de Defesa Civil no Estado do Amazonas; e planos de gestão de risco de desastres no Acre.

A investigação dos fenômenos atmosféricos, que se configuram em ameaças naturais, correlacionadas aos dados da hidrodinâmica da bacia, auxiliou na compreensão e identificação aproximada das áreas de recorrência dos fenômenos adversos. As ameaças recorrentes estão associadas às anomalias negativas da Temperatura de Superfície do Mar (TSM) do Pacífico Equatorial e do Atlântico Norte. As áreas mais ameaçadas por estes fenômenos, segundo registros oficiais produzidos por Estados e Municípios, são as localidades de Rio Branco (AC) e Boca do Acre (AM), situadas na região do alto curso da bacia do rio Purus. As ameaças aos DRPH estão associados as anomalias positivas da TSM do Pacífico Equatorial e do Atlântico Norte e apresentam maior probabilidade de se manifestar em Boca do Acre e Canutama, ambas localizadas no Amazonas, na região hidrográfica do alto e médio curso, respectivamente.

A partir de aspectos físico-naturais e da intensidade das alterações humanas nas paisagens naturais, foi possível analisar e mapear os fatores vulneráveis que mais influem na nos desastres na área de estudo: as vulnerabilidades ambientais e sociais.

A Vulnerabilidade Ambiental aos desastres associados ao Incremento das Precipitações Hídricas (VAIPH) se mostrou alta em mais de 60% da bacia pelo predomínio de estruturas geomorfológicas decorrentes de intenso processo de dissecação fluvial e pediplanação com terrenos baixos e planos no baixo e médio curso da bacia. As áreas com baixa e moderada vulnerabilidade recebem maior influência da mobilidade tectônica andina e apresentam as maiores cotas altimétricas, além de canais fluviais seguindo as orientações de estruturas geológicas na região do alto curso e parcialmente no médio curso.

A Vulnerabilidade Ambiental aos desastres associados à Intensa Redução das Precipitações Hídricas (VARPH) demonstrou as áreas de rodovias federais e estaduais com proximidades à aglomeração de sedes municipais como locais altamente vulneráveis pela grande concentração de focos de calor apresentado no período de 2005 a 2010. Estas áreas correspondem a 7% da área total e se concentram de modo pontual na região sudeste da bacia e extremo centro-sul da sub-bacia Médio Purus. A moderada e baixa vulnerabilidade estão distribuídas em situação de conformidade ao distanciamento dessas áreas.

A situação de alta e moderada Vulnerabilidade Social (VS) está distribuída em menos de 10% dos territórios hidrográficos do rio Purus. Assim como a alta VARPH, essas áreas abrangem locais com rodovias federais e estaduais próximas a sedes municipais com

reduzidas distâncias entre si. Porém, por especificamente referir-se à dados de desflorestamento ocasionado majoritariamente por atividades antrópicas, estes representam a principal característica da área em estudo: o uso e ocupação concentrado e restrito a porções específicas do território.

Através da integração dos dados de ameaças e vulnerabilidades avaliou-se a dimensão dos riscos por cada tipo de desastre. Semelhanças foram apresentadas na distribuição dos riscos, sendo o alto e moderado risco correspondentes às áreas mais antropizadas da bacia; o risco inexistente em localidades pertencentes ao alto curso; e as áreas menos antropizadas e com abrangência aos territórios de Unidades de Conservação (UC) e Terras Indígenas (TI) foram equivalente as de baixo risco na maior parte da bacia. Tais áreas especialmente protegidas demonstram grande potencial para a redução de risco por fornecerem serviços ecossistêmicos que contribuem para a resiliência ambiental e social.

Com os resultados obtidos ao longo desta pesquisa, se observou alguns fatores limitantes para a abordagem do risco em totalidade integrada às suas dimensões. Nem todos os anos com registros de ocorrência de desastres possuem documentos descritivos sobre as perdas derivadas de eventos danosos. A falta de tais documentos, juntamente com a escassez de notícias em jornais eletrônicos e a ausência de informações espaciais públicas sobre os espaços historicamente afetados por fenômenos naturais extremos, dificultou a caracterização detalhada dos danos e identificação precisa dos locais frequentemente ameaçados.

De modo relevante, a inexistência de dados públicos sobre todas ou a maioria das populações tradicionais das UC e TI que pudessem ser correlacionados com dados socioeconômicos das demais populações da bacia, inviabilizou o conhecimento das particularidades das dinâmicas territoriais dessas áreas no âmbito da vulnerabilidade social aos desastres. Tais dados poderiam apontar o potencial efetivo dessas áreas na redução do risco de desastres e auxiliar na valoração das mesmas no planejamento e gestão dos riscos de desastres. Cabe citar que, a articulação entre as diversas dimensões do risco e da vulnerabilidade (cultural, institucional, socioeconômico e entre outros) numa escala espacial e temporal adequada ainda se constitui em grande desafio a ser trabalhado na área de estudo, principalmente nas UC e TI, que exigem análises em escala de maior detalhe.

Para a obtenção de informações mais precisas e escala de maior detalhe quanto a VS, sugere-se para trabalhos futuros a utilização dos dados do projeto TerraClass, que trás uma classificação dos polígonos do desmatamento, permitindo atribuir com maior acurácia o grau de vulnerabilidade das áreas desflorestadas.

Em suma, a metodologia utilizada desenvolveu o tema multidisciplinar de riscos a partir dos principais aspectos físico-naturais e antrópicos das paisagens que são determinantes para a ocorrência de desastres naturais, e passíveis de serem correlacionados independentes dos limites político-administrativos dos territórios. Conclui-se que, a utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo se mostrou eficaz para a estimativa de danos ou prejuízos potenciais diante de fenômenos hidroclimáticos extremos tendo propiciado uma abordagem holística dos fatores e processos envolvidos. As discussões e resultados aqui apresentados objetivaram agregar conhecimento e servir de ferramenta à compreensão deste cenário amazônico deveras extenso e complexo do território nacional. Por fim, a avaliação de risco aos desastres naturais por bacias hidrográficas comprovou ser importante ferramenta para o planejamento e ordenamento do território por refletir aspectos intrínsecos da paisagem com potencial de prevenção e redução de risco de desastres.

REFERÊNCIAS

ACRE (ESTADO). Lei nº 2.308, de 22 de outubro de 2010a. **Cria o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais – SISA, o Programa de Incentivos por Serviços Ambientais – ISA Carbono e demais Programas de Serviços Ambientais e Produtos Ecológicos do Estado do Acre e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.aleac.net/sites/default/files/Lei2308_1.pdf>. Acesso em: mar. 2014.

ACRE (ESTADO). Recursos naturais: geologia, geomorfologia e solos do Acre. ZEE/AC, fase II, escala 1:250.000/ **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico –Econômico do Acre.** Rio Branco: Secretaria de Estado de Meio Ambiente. 2010b. 100p.

ACRE (ESTADO). **Guia para o uso da terra acreana com sabedoria: Resumo educativo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre – fase II (escala 1:250.000).** Rio Branco: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2010c. 152p.

ACRE (ESTADO). **Plano de gestão de risco de desastres ambientais do Estado do Acre.** Rio Branco: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2012. 80p.

ACRE (ESTADO). **Plano integrado de prevenção, controle e combate às queimadas e aos incêndios florestais do estado do Acre – 3ª Ed.** Rio Branco: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2013. 84p.

AC24HORAS. **Estimativas da Defesa Civil apontam que no Acre 117 mil pessoas foram atingidas pela cheia dos rios no Acre.** Rio Branco, 12 fev. 2012. Disponível em: <<http://www.ac24horas.com/2012/02/24/estimativas-da-defesa-civil-apontam-que-no-acre-117-mil-pessoas-foram-atingidas-pela-cheia-dos-rios-no-acre/>>. Acesso em: dez. 2012.

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

ALMEIDA, L. Q. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações.** São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. 215p.

AMAZONAS (Estado). Lei Complementar nº 53, de 05 de junho de 2007. **Regulamenta o inciso V do artigo 230 e o §1º do artigo 231 da Constituição Estadual, institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação – SEUC, dispendo sobre infrações e penalidades e estabelecendo outras providências.** Disponível em: <<http://legislador.aleam.gov.br/LegislatorWEB/LegislatorWEB.ASP?WCI=LeiConsulta&ID=201&nrLeiDE=53&inEspecieLei=2&>>. Acesso em: mar. 2014.

AMAZONAS (Estado). Subcomando de Ações de Defesa Civil do Amazonas. **Mais dois municípios do Amazonas decretam situação de emergência.** Manaus, 8 mar. 2012a. Disponível em: <<http://www.defesacivil.am.gov.br/noticia/mais-dois-municipios-do-amazonas-decretam-situacao-de-emergencia/>>. Acesso em: dez. 2012.

AMAZONAS (Estado). Zoneamento Ecológico-Econômico da Sub-Região do Purus. Manaus: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2012b. 452p.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Gestão das águas urbanas e gestão de resíduos sólidos.** Brasília, 2010. Disponível em: <www.acaoresponsavel.org.br/acao/2010/energia/.../Silvia%20Claudia.ppt>. Acesso em: mai. 2014.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano estratégico de recursos hídricos da bacia Amazônica: afluentes da margem direita.** Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticias.aspx>>. Acesso em: mar. 2013.

BADIN, L. A. **Sobre o conceito constitucional de Terra Indígena.** Brasília: Arquivos do Ministério da Justiça, Ano 51, n. 190, 2006, p. 127-141.

BECKER, B. **Amazônia.** São Paulo: Editora Ática, 1990.

BERMÚDEZ, O. B; RIBEIRO, C. R; LEAL, A. C. Avanços e desafios na governança e no gerenciamento de águas transfronteiriças: uma discussão a partir da análise comparativa das estruturas de gestão ambiental de Brasil e Colômbia. In: **Anais do XIV Congresso Mundial da Água**, Ilhéus, 2011.

BIRKMANN, J. Indicators and criteria for measuring vulnerability: theoretical bases and requirements. In: BIRKMANN, J. **Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies.** Tokyo, New York, Paris: United Nations University Press, 2006.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: abr. 2014.

BRASIL. Congresso Nacional. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: mai. 2013.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: mai. 2013.

BRASIL. Congresso Nacional. Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. **Regulamenta artigos da Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm>. Acesso em: mar. 2014.

BRASIL. Congresso Nacional. Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. **Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm>. Acesso em: mar. 2014.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Dispõe sobre a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm>. Acesso em: mar. 2013.

BROWN, I. F.; KAINER, K.; AMARAL, E. Extractive reserves and participatory research as factors in the biogeochemistry of the Amazon Basin. In: MCCLAIN, M.; VICTORIA, R.; RICHEY, J. E. **Biogeochemistry of the Amazon Basin**. Oxford: University Press, 2001. p. 122-138.

BROWN, I. F.; PANTOJA, N. V. Seca do rio e fogo na floresta. **Página 20**, Rio Branco, 2 de agosto de 2005.

BROWN, I. F.; SANTOS, G. P.; PIRES, F. F. COSTA, C. B. Brazil: Drought and Fire Response in the Amazon. **World Resources Report**. 2011. Disponível em: <http://www.worldresourcesreport.org/files/wrr/wrr_case_study_amazon_fires.pdf>. Acesso em: abr. 2013.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Geoprocessamento: teoria e aplicações**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>>. Acesso em: abr. 2013.

CARDONA, O. D; VAN AALST, M. K.; BIRKMANN, J.; FORDHAM, M.; MCGREGOR, G.; PEREZ R.; PULWARTY, R.S.; SCHIPPER, E.L.F.; SINH, B. T. Determinants of risk: exposure and vulnerability. In: FIELD, C. B; BARROS, V; STOCKER, T. F; DAHE, Q; DOKKEN, D. J; EBI, K. L; MASTRANDREA, M. D; MAC, K. J; PLATTNER, G. K; ALLEN, S. K; TIGNOR, M; MIDGLEY, P. M (eds.). **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation - A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**. New York: Cambridge University Press, p. 65-108, 2012.

CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 182p.

CASTRO, E. **Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia**. Belém: Novos Cadernos do NAEA, v.8, p. 05-40, 2005.

CELENTANO, D; SANTOS, D. VERISSÍMO, A. **A Amazônia e os Objetivos do Milênio**. Belém: Imazon, 2010, 85p. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br/publicacoes/livros/amazonia-e-os-objetivos-do-milênio-2010-1>>. Acesso em: fev. 2013.

CEPAL – COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. **Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La gestión integrada de cuencas**. CEPAL, 1994. Disponível em: <<http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/19759/lcr1399s.pdf>>. Acesso em: abr. 2014.

CCST/INPE e MOHC - CENTRO DE CIÊNCIAS DO SISTEMA TERRESTRE DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS & MET OFFICE HADLEY CENTRE. **Riscos das mudanças climáticas no Brasil: análise conjunta Brasil-Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia**. São José dos Campos: INPE, 2011. 56p. Disponível em: <<http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/relatorioport.pdf>>. Acesso em: fev. 2013.

CPTEC/INPE e INMET - CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS & INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Tendência temperaturas variando de normal a acima da média em todo o Brasil. **Infoclima: Boletim de Informações Climáticas**. Ano 12, n. 10, 16 out. 2005.

CEPED/UFSC - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010**: volume Acre. Florianópolis: CEPED UFSC, 2011a. 46p.

CEPED/UFSC - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010**: volume Amazonas. Florianópolis: CEPED UFSC, 2011b. 55p.

CEPED/UFSC - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010**: volume Brasil. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012. 94p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Bluncher, 1980. 188p.

COELHO, C. A. S; CAVALCANTI, I. A. F; COSTA, S. M. S; FREITAS, S. R; ITO, E. R; LUZ, G;; SANTOS, A. F; NOBRE, C. A; MARENGO, J. A; PEZZA, A. B. Climatic diagnostics of three major drought events in the Amazon and illustrations of their seasonal precipitation predictions. **Meteorological Applications**, v. 19, p. 237-255, 2012.

COELHO, M; CUNHA, L; MONTEIRO, M. Unidades de conservação: populações, recursos e territórios. Abordagens da geografia e da ecologia política. In: GUERRA, A; COELHO, M. (Orgs.). **Unidades de conservação: abordagens e características geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pp. 67-111, 2009.

COUTINHO, A. C; ALMEIDA, C; VENTURIERI, A; ESQUERDO, J. C. D. M; SILVA, M. Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal: TerraClass 2008. Brasília: EMBRAPA; Belém: INPE, 2013. 108p.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geologia e recursos minerais do estado do Amazonas**. Manaus: Ministério de Minas e Energia. 2006. 153p.

CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Org.) **Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos**. 12^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pp. 211-252, 2013.

D'ANTONA, A. O; BUENO, M. C. D; DAGNINO, R. S. Estimativa da população em unidades de conservação na Amazônia Legal brasileira – uma aplicação de grades regulares a partir da Contagem 2007. **Revista Brasileira de Estudos de População [online]**. vol. 30, n. 2, pp. 401-428, 2013.

DAVIDSON, E. A.; ARAÚJO, A.C.; ARTAXO, P.; BALCH, J. K.; BROWN, I. F.; BUSTAMANTE, M. M.; COE, M. T.; DEFRIES, R.S.; KELLER, M.; LONGO, M.;

MUNGER, J. W.; SCHROEDER, W.; SOARES FILHO, B. S.; SOUZA JUNIOR, C. M.; WOFYSY, S. C. The Amazon basin in transition. **Nature**. v. 481, p. 321-328. 2012.

DIBIESO, E. P. **Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do Córrego do Cedro**. 2007. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente.

DUARTE, A. F. As chuvas e as vazões na bacia hidrográfica do rio Acre, Amazônia Ocidental: caracterização e implicações socioeconômicas e ambientais. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 6, n. 12, p. 161-183, 2011.

ECHEVERRI, J. A. Pueblos indígenas y cambio climático: El caso de La Amazonía colombiana. **Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines**, v 38, p.13-28, 2009.

EM-DAT - INTERNATIONAL DISASTER DATABASE. **Center for Research on the Epidemiology of Disasters** – CRED. Disponível em: <<http://www.emdat.be/result-country-profile>>. Acesso em: mar. 2013.

ESPINOZA, J. C; RONCHAIL, J; FRAPPART, F; LAVADO, W; SANTINI, W; GUYOT, J. L. The major floods in the Amazonas river and tributaries (western Amazon basin) during the 1970-2012 period: a focus on the 2012 flood. **Journal of Hydrometeorology**, v. 14, p. 1000-1008, 2013.

EVANGELISTA, E. A proteção jurídica das águas. **Revista Justiça e Educação**. v. 4, n. 12, set./dez. 2000.

FARIAS, G. B. L. **Cidades, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas**: um estudo na região metropolitana de Belém. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará.

FIGUEIREDO, J; HOORN, C; VAN DER VEM, P; SOARES, E. Late Miocene of the Amazon River and the Amazon deep-sea fan: evidence from the foz do Amazonas Basin. **Geology**. v. 37, p. 619-622, jul. 2009.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazônica**. v. 28, p. 101-126, 1998.

FURTADO, J. R. **Gestão de riscos de desastres**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2012. 14p.

GLCF - Global Land Cover Facility. **Earth Science Data Interface – Elevation Data SRTM**. Disponível em: <<http://glcf.umd.edu/data/>>. Acesso em: mai. 2013.

GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. Novo dicionário geológico – geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 9ª Ed. 2011. 648p.

HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. Vulnerabilidade a perigos naturais nos estudos de população e ambiente. In: HOGAN, D. J. (Org.). **Dinâmica populacional e mudança ambiental**: cenários para o desenvolvimento brasileiro. Campinas: Núcleo de Estudos de População (NEPO/UNICAMP), pp. 73-86, 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 175p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Informações dos municípios brasileiros** – População 2010. 2010a. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: mai. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico de 2010 - Base de Dados Shapefile por Setores Censitários**. 2010b. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Sinopse/Agregados_por_Setores_Censitarios/>. Acesso em: set. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010: Características gerais dos indígenas: resultados do universo**. Rio de Janeiro, 2010c. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_gerais_indigenas/default_caracteristicas_gerais_indigenas.shtm>. Acesso em: set. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de informações do censo demográfico 2010: resultados do universo por setor censitário**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Sinopse/Agregados_por_Setores_Censitarios/>. Acesso em: set. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de Indicadores Sociais: uma análise da população brasileira**. 2012. Disponível em: <http://ftp.ibge.gov.br/Indicadores_Sociais/Sintese_de_Indicadores_Sociais_2012/SIS_2012.pdf>. Acesso em: fev. 2013.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Acervo da malha fundiária do Brasil** – Download dos limites das Terras Indígenas. 2013. Disponível em: <<http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo>>. Acessado em: set. 2013.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal de Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. 2014. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>>. Acesso em: jan. 2014.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Projeto PRODES: Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite**. 2012. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>>. Acesso em: fev. 2014.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Dados TerraClass 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2010.php>. Acesso em: jun. 2014.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Objetivos de desenvolvimento do milênio**: relatório nacional de acompanhamento. Brasília: IPEA, 2010.

Disponível em: <http://agencia.ipea.gov.br/images/stories/PDFs/100408_relatorioodm.pdf>. Acesso em: fev. 2013

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation** - A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge. Cambridge, New York; Cambridge University Press, 2012. 582p.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MOREN, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERI, R. F.; MOLLERI, G.; RUDORFF, F. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006, 109p.

KOBIYAMA, M; MICHEL, G. P; GOERT, R. F. Relação entre desastres naturais e florestas. **Revista GEONORTE**. v. 1, n. 6, p. 17-48, 2012.

LE TOURNEAU, F. M. **Nova visão da repartição da população da Amazônia brasileira usando a malha dos setores censitários**. Paris: Université Paris III/HAL-SHS, 2005, 15p.

LIRA, S. R. B.; SILVA, M. L. M.; PINTO, R. S. Desigualdade e heterogeneidade no desenvolvimento da Amazônia no século XXI. **Nova Economia**. v. 19, n. 1, p. 153-184. 2009.

MA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2006. 212p.

MARENGO, J. A; NOBRE, C. A; TOMASELLA, J; OYAMA, M; SAMPAIO, G; CAMARGO, H; ALVES, L. M. The drought of Amazonia in 2005. **Journal of Climate**. v. 21, p. 495-516, 2008.

MARENGO, J. A; TOMASELLA, J; ALVES, L. M; SOARES, W.R; RODRIGUEZ, D. A. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. **Geophysical Research Letters**. v. 38, p. 1-5, 2011.

MARENGO, J. A; TOMASELLA, J; SOARES, W. R; ALVES, L. M; NOBRE, C. A. Extreme climatic events in the Amazon basin: Climatological and hydrological context of recent floods. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 85, p. 73-85, 2012.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. **Caminhos de Geografia**. v. 6, n.19, p. 130-149, 2006.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. Santa Maria: CRS/INPE. 2007. 20p.

MERCER, J.; DOMINEY-HOWES, D.; KELMAN, I.; LLOYD, K. The Potential for combining indigenous and western knowledge in reducing vulnerability to environmental hazards in small island developing states. **Environmental Hazards**. v. 7, p. 245-256, 2007.

MICELI, B. S; DIAS, F. M; SEABRA, F. M; SANTOS, P. R. A; FERNANDES, M. C. Avaliação vertical de modelos digitais de elevação (MDEs) em diferentes configurações topográficas para médias e pequenas escalas. **Revista Brasileira de Cartografia**. nº 63, p. 191-201, 2011.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**: Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 248p.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Download de dados geográficos das Unidades de Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acessado em: set. 2013.

MPE ACRE - MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO ACRE. **Grupo de Trabalho Institucional de Prevenção e Combate às Queimadas e Incêndios Florestais**. Rio Branco, AC: Ministério Público do Estado do Acre, 2006. Disponível em: <http://webserver.mp.ac.gov.br/wp-content/files/Revista_GT_Queimadas.pdf>. Acessado em: dez. 2012.

MOUTINHO, P; STELLA, O; LIMA, A; CHRISTOVAM, M; ALENCAR, A; CASTRO, I; NEPSTAD, D. **REDD no Brasil**: um enfoque amazônico – fundamentos, critérios e estruturas institucionais para um regime nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD). Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2011. 156f.

NASCIMENTO, F. R; CUNHA, S. B; SOUZA, M. J; CRUZ, M. L. B. Diagnóstico Geoambiental da bacia hidrográfica semi-árida do rio Acaraú: subsídios aos estudos sobre desertificação. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 28, n.1, p. 41-62, 2008.

NASCIMENTO, W. M; VILAÇA, M. G. Bacias hidrográficas: planejamento e gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas-MS**, n. 7º, 2008.

NOBRE, C. A; OBREGÓN, G. O; MARENCO, J. A. Características do Clima Amazônico: Aspectos Principais. IN: GASH, J; KELLER, M; BUSTAMANTE, M; DIAS, P. S. (eds.) **Amazon and Global Change** – Portuguese Translation. Florida: American Geophysical Union, v. 186, p. 1-17, 2009.

NOGUEIRA, F. R. **Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos**: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal. 2002. 268f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista.

NUNES, H. G. G. C. Aplicação da técnica dos quantis nos índices de monitoramento (TSM) nos oceanos Pacífico e Atlântico. 2008. 39f. (Trabalho de Conclusão de Curso em Meteorologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. About. 2014. Disponível em: <<http://www.oecd.org/about/>>. Acesso em: mai. 2014.

PBMC - PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Primeiro relatório de avaliação nacional** - Volume 2: Impactos, vulnerabilidades e adaptação. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/noticias/303-consulta-publica-ao-volume-2-impactos-vulnerabilidades-e-adaptacao-primeiro-relatorio-de-avaliacao-do-painel-brasileiro-de-mudancas-climaticas-pbmc>>. Acesso em: fev.2013.

PERZ, S.; BRILHANTE, S.; BROWN, F.; CALDAS, M.; IKEDA, S.; MENDONZA, E.; OVERDEVEST, C.; REIS, V.; REYES, J. F.; ROJAS, D.; SCHMINK, M.; SOUZA, C.; WALKER, R. Road building, land use and climate change: prospects for environmental governance in the Amazon. **Philosophical Transactions of the Royal Society – Biological Sciences**. v. 363, p. 1889-1895, 2008.

PELLING, M. The vulnerability of cities: natural disaster and social resilience. London: Earthscan, 2003. 224p.

PIZA, D. **Amazônia de Euclides: viagem de volta a um paraíso perdido**. São Paulo: Leya, 2010. 189p.

PREVENTIONWEB. **Número de desastres relacionados ao clima ao redor do mundo (1980 – 2011)**. Disponível em: <<http://www.preventionweb.net/english/professional/statistics/>>. Acesso em: mar. 2013.

PORTO, M. F. A; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

RAVENA, N; CANETE, V. R; SOUZA, C. L; CANETE, T. M. R; SOUSA, R. M. A política das águas na Amazônia: as especificidades da relação entre o marco legal e os usuários da bacia do rio Purus. **Teoria & Pesquisa**. v. 20, n. 2, p. 59-80, 2011.

REBOITA, M. S; KRUSCHE, N; AMBRIZZI, T; ROCHA, R. P. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Terra e Didática**, v. 8, p. 34-50, 2012.

ROCHA, E. J. P. **Balço de Umidade e Influências de Condições de Contorno Superficiais sobre a Precipitação da Amazônia**. 2001. 210f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

RODRIGUES, C; ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURI, L. A. B. (Org.) *Praticando a geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

SANT'ANNA, F. M. Tensões e conflitos na governança dos recursos hídricos amazônicos transfronteiriços. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, n. 31 especial, p. 132-154, 2012.

SANTOS, D. M; ROLIM, P. A. M; OLIVEIRA, T. S; ROCHA, E. J. P. Influência dos oceanos Pacífico e Atlântico na variabilidade da temperatura em Belém-Pará. In: **XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Florianópolis, 2006. 6p. Disponível em:

<<http://www.cbmet.com/cbm-files/14-bf74d3babef3886b1228004ca0a0efb9.pdf>>. Acesso em: mai. 2014. 184p.

SANTOS, M. A questão do meio ambiente: desafios para a construção de uma perspectiva transdisciplinar. **GeoTextos**. v. 1, n. 1, p. 139-151, 2005.

SANTOS, P. R. A; GABOARDI, C; OLIVEIRA, L. C. Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia: INPE, p. 4473-4480, 2005.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, R. F; THOMAZIELLO, S; WEILL, M. A. M. Planejamento da Paisagem. In: SANTOS, R. F (Org.) **Vulnerabilidade ambiental**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 192p.

SEDEC - SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL. **Banco de dados e registros de desastres**. 2014. Disponível em: < <http://s2id.mi.gov.br/>>. Acesso em: mar. 2014.

SENA, J. A. Vulnerabilidade a eventos climáticos extremos na Amazônia Ocidental: uma visão integrada na bacia do rio Acre. 2011. 297f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

SENA, J. A; FREITAS, M. A. V; BERRÊDO, D; FERNANDES, L. C. Evaluation of Vulnerability to Extreme Climatic Events in the Brazilian Amazonia: Methodological Proposal to the Rio Acre Basin. **Water Resources Management**. v. 26, p. 4553-4568, 2012a.

SENA, J. A; DEUS, L. A. B; FREITAS, M. A. V; COSTA, L. Extreme Events of Droughts and Flood in Amazonia: 2005 and 2009. **Water Resource Management**, v. 26, 1665-1676, 2012b.

SHIMABUKURO, Y. E; DUARTE, V; ARAI, E; FREITAS, R. M; LIMA, A; VALERIANO, D. M; BROWN, I. F; MALDONADO, M. L. R. Fraction images derived from Terra Modis data for mapping burnt areas in Brazilian Amazonia. **International Journal of Remote Sensing**. v. 30, p. 1537-1546, 2009.

SICHE, R; AGOSTINHO, F; ORTEGA, E; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**. v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007.

SILVA, J. E. B; SANTOS, P. R. A. A utilização dos modelos SRTM na interpretação geomorfológica: técnicas e tecnologias aplicadas ao mapeamento geomorfológico do território brasileiro. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis: INPE, p. 4261-4266, 2007

SILVA JR., O. M. **Análise de risco a inundação na cidade de Alenquer – Estado do Pará**. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará.

SILVERMAN, B. W. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**. London: Chapman and Hall, 1986. 175p.

SIPAM - SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA. **Dados geomorfológicos e dados históricos dos níveis fluviométricos e de vazão da bacia hidrográfica do rio Purus** (Solicitação via Ofício). Centro Regional de Belém, Pará, out. 2013.

SOUZA JUNIOR, W. C.; WAICHMAN, A. V.; SINISGALLI, P. A. A.; ANGELIS, C. F.; ROMEIRO, A. R. **Rio Purus: águas, território e sociedade na Amazônia sul-ocidental**. Goiânia: Libri Mundi, 2012. 282p.

SUGUIO, K. **Mudanças ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336p.

SZLAFSZTEIN, C. F. **Vulnerability and response measures to natural hazard and sea level rise impacts: long-term coastal zone management, NE of the State of Pará, Brazil**. 2003. 192p. Tese (Doutorado em Geografia) Faculdade de Ciências Naturais, Universidade de Bremen.

SZLAFSZTEIN, C. F. Natural Disaster Management in the Brazilian Amazon: an analysis of the States of Acre, Amazonas and Pará. In: CHEVAL, S. (Org.). **Natural Disaster**. 1 ed. Zagreb: INTECH. 2012a. p. 1-20.

SZLAFSZTEIN, C. F. Development projects for small rural communities in the Brazilian Amazon region as potential strategies and practices of climate change adaptation. **Mitigations and Adaptation Strategies for Global Change**. v. 1, p. 1-18, 2012b.

SZLAFSZTEIN, C. F.; MARQUES, O.; MAIA, H., FISCHENICH, P. G.; PIVA, L. H. **Referências metodológicas para mapeamento de riscos naturais na Amazônia: mapeando vulnerabilidades**. Brasília: GTZ/MMA, 2010.

TAVARES, A. O. Riscos naturais e ordenamento do território – modelos, práticas e políticas públicas a partir de uma reflexão para a região centro de Portugal. **Prospectiva e Planejamento**. v. 17, p. 33-55, 2010.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, p. 137-156, 2007.

TRISCIUZZI NETO, L. **Rios da Amazônia: Coletânea de Dados e Pequeno Roteiro**. 3ª ed. Niterói: Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2001.

TUCCI, C. E. M. Processos hidrológicos naturais e antrópicos. In: TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Curso de Avaliação Integrada de Bacia Hidrográfica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, pp. 01-92, 2006.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos: o futuro dos recursos. **Revista Multi Ciência**. v. 1, p. 1-15, 2003.

UNISDR - UNITED NATION STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Terminology on disaster risk reduction**. Geneva, may. 2009. 35p. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf>. Acesso em: abr. 2013.

WESTEN, C. J. V. Remote sensing and GIS for natural hazards assessment and disaster risk management. In: Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific (CSSTEAP). **Application of space technology for disaster risk reduction: international training course lecture notes**. India: India Institute of Remote Sensing (IIRS), p. 307-375, 2012.

VASCONCELOS, P. G. A; FONTENELE, M. A; VIANNA, B. V. G; PIANA, B. M; FREITA, D. M; SOUZA, R. A. Análise da relação entre focos de calor e o desmatamento na caatinga. In: **Anais V Geonordeste - Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto e III Seminário de Geotecnologias**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2011. Disponível em: <<http://ecoflor.files.wordpress.com/2012/09/anc3a1lise-da-relac3a7c3a3o-entre-focos-de-calor-e-o-desmatamento-na-caatinga.pdf>>. Acesso em: fev. 2014.

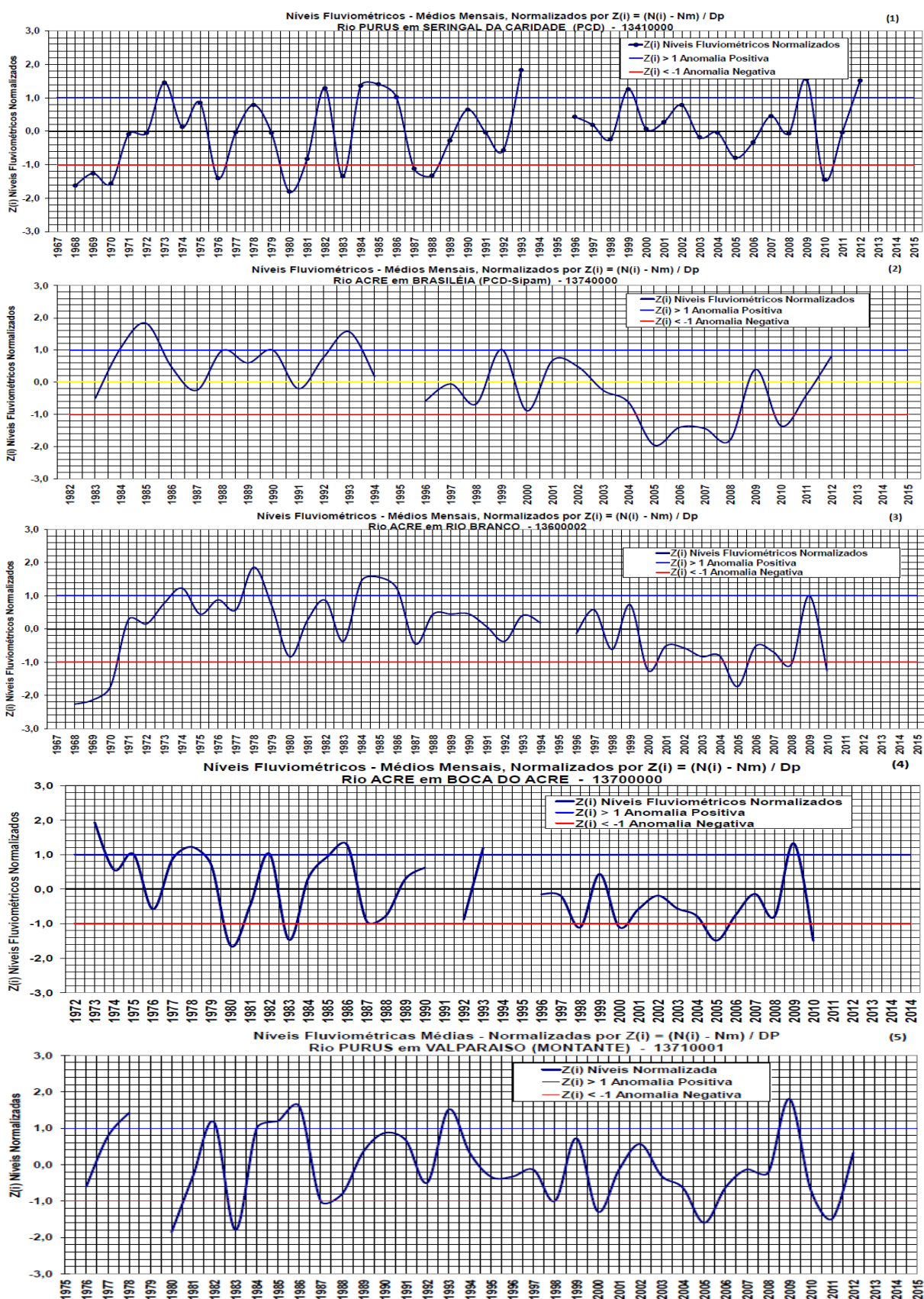
VASCONCELOS, S. S; FEARNSIDE, P. M; GRAÇA, P. M. L. A; NOGUEIRA, E. M; OLIVEIRA, L. C; FIGUEIREDO, E. O. Forest fires in southwestern Brazilian Amazonia: estimates of area and potential carbon emissions. **Forest Ecology and Management**. v. 291, p. 199-208, 2013.

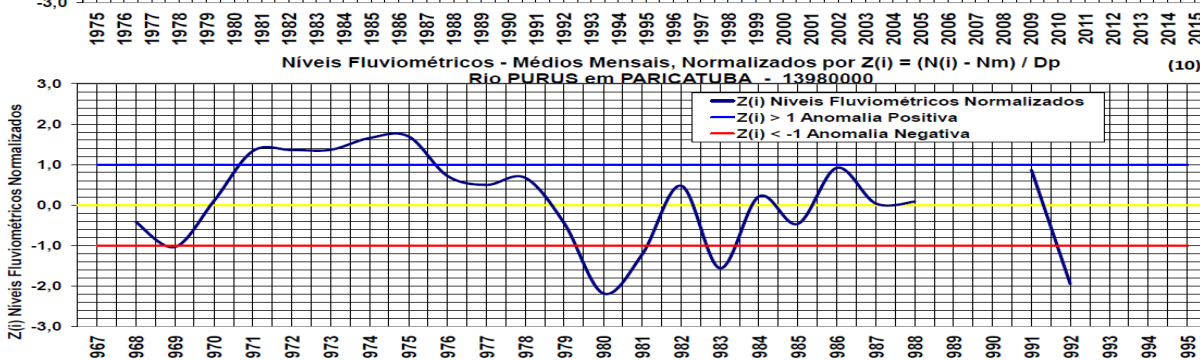
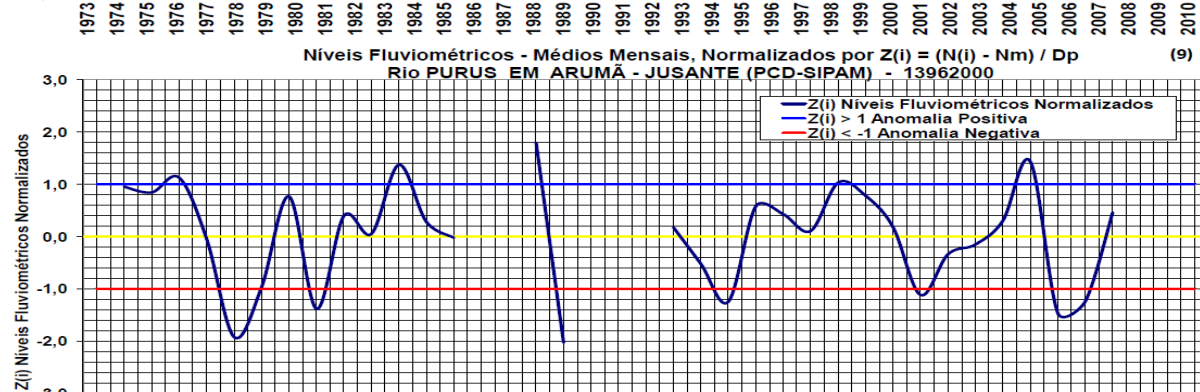
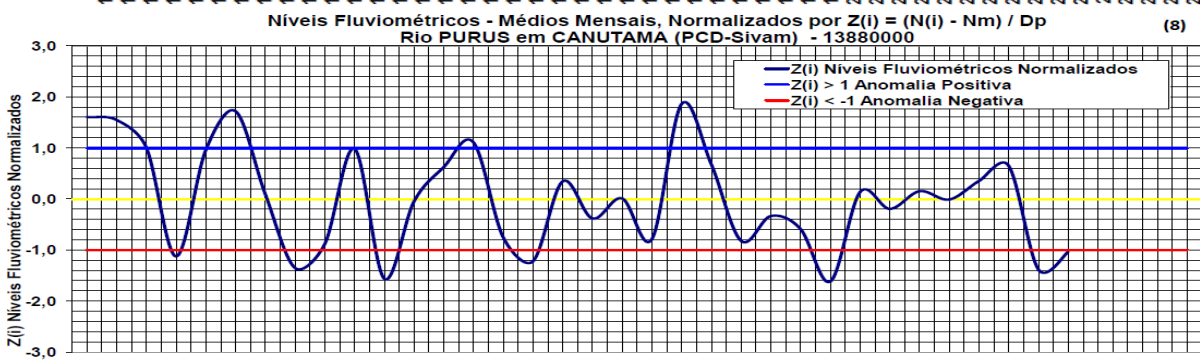
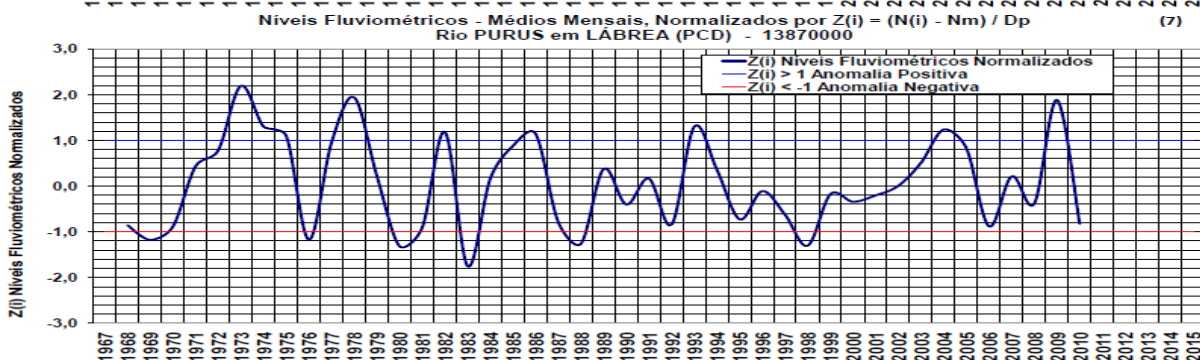
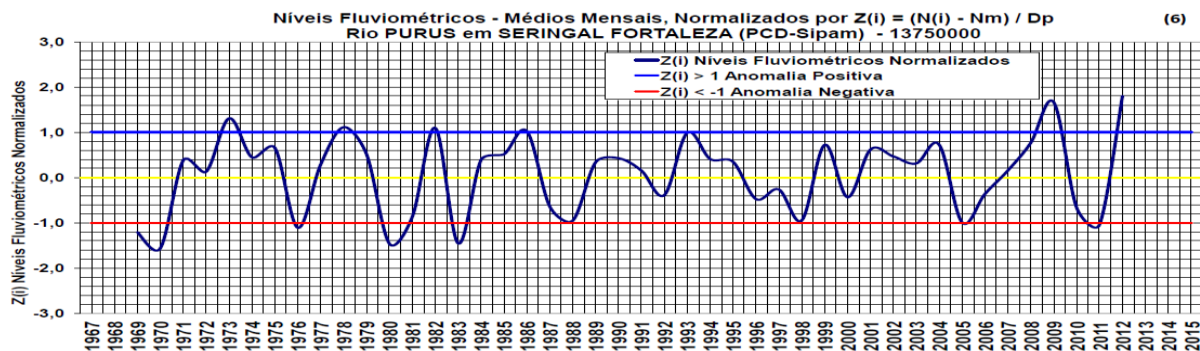
VILLAGRÁN, J. C. La naturaleza de los riesgos, un enfoque conceptual. In: **Serie aportes para el Desarrollo Sostenible**. Guatemala: Centro de Investigación y Mitigación de Desastres Naturales(CIMDEN). 2001. 53p.

VON WANGENHEIM, A. Técnicas estatísticas – Glossário de termos estatísticos. IN: **The Cyclops Group** – German-Brazilian Cooperation Programme on IT CNPq GMD DLR. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~patrec/glossario.html>>. Acesso em: dez.2013.

ANEXOS

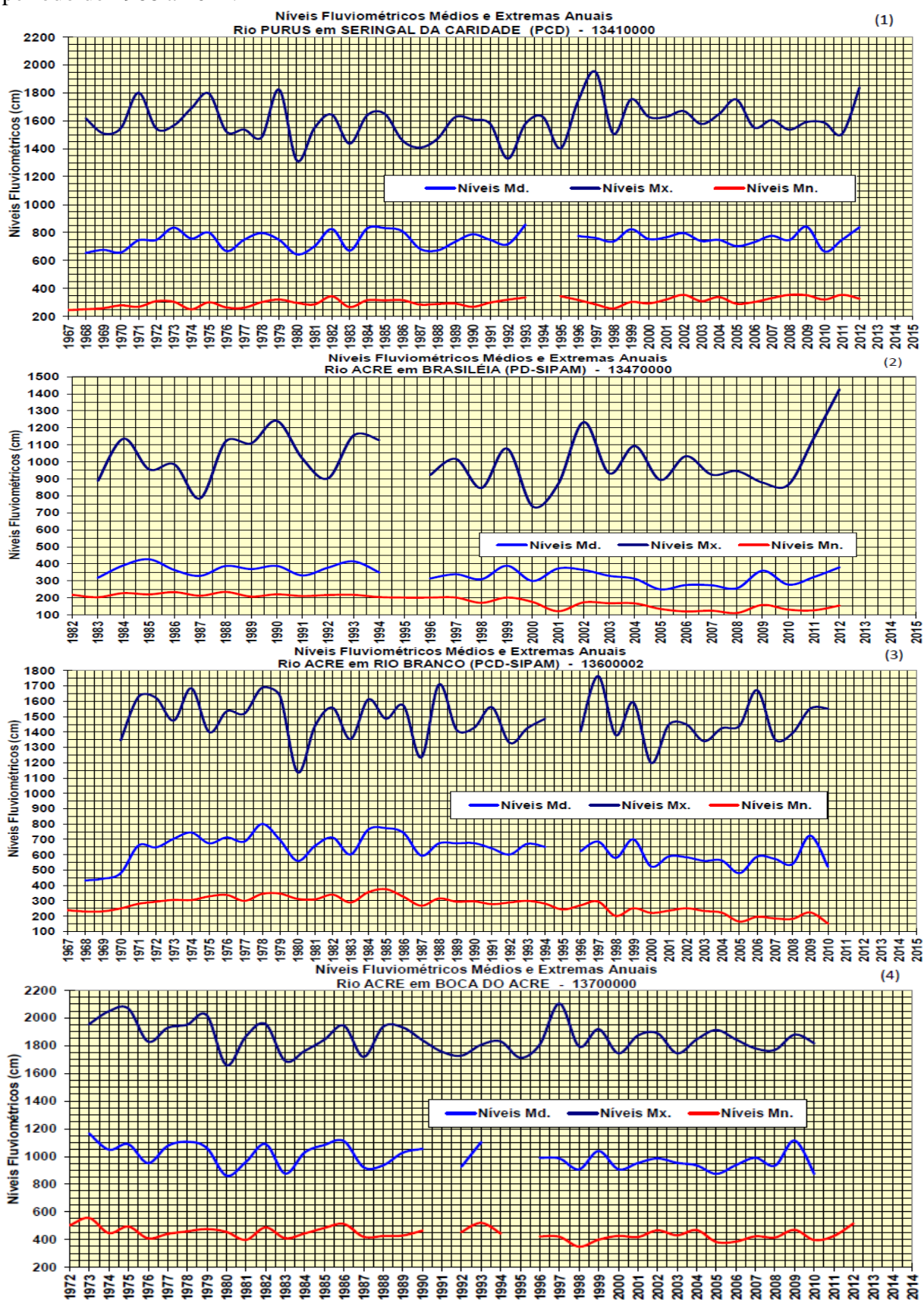
Anexo I - Dados de nível fluviométrico transformados pela função estatística de normalização referentes às estações fluviométricas situadas no Alto (1, 2, 3, 4 e 5), Médio (6, 7 e 8) e Baixo (9 e 10) curso da Bacia Hidrográfica do Rio Purus no período de 1968 a 2012.

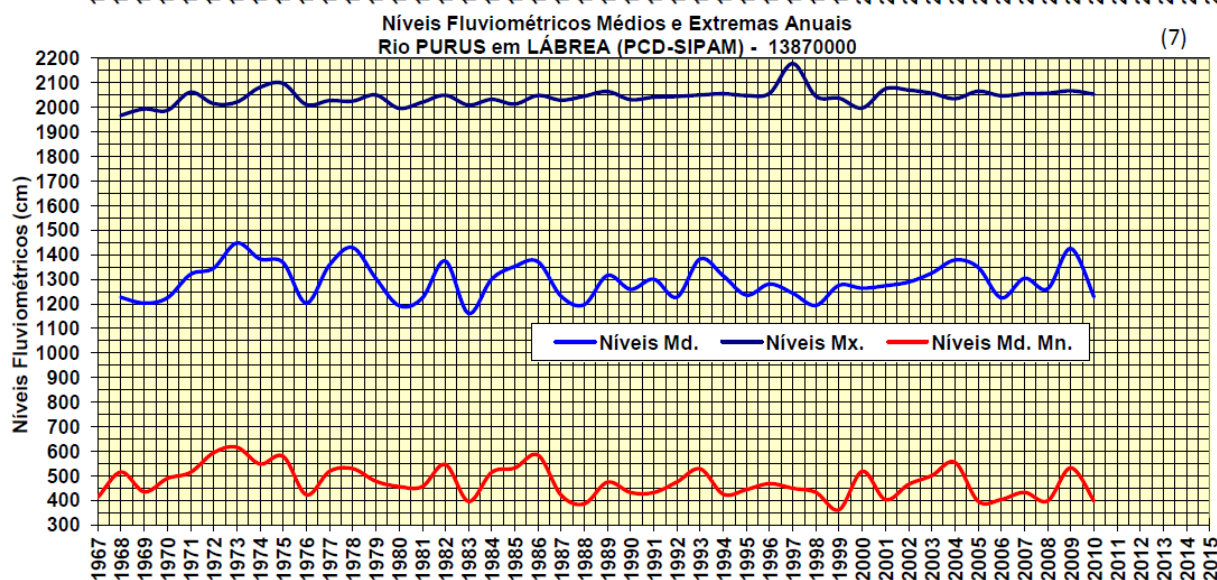
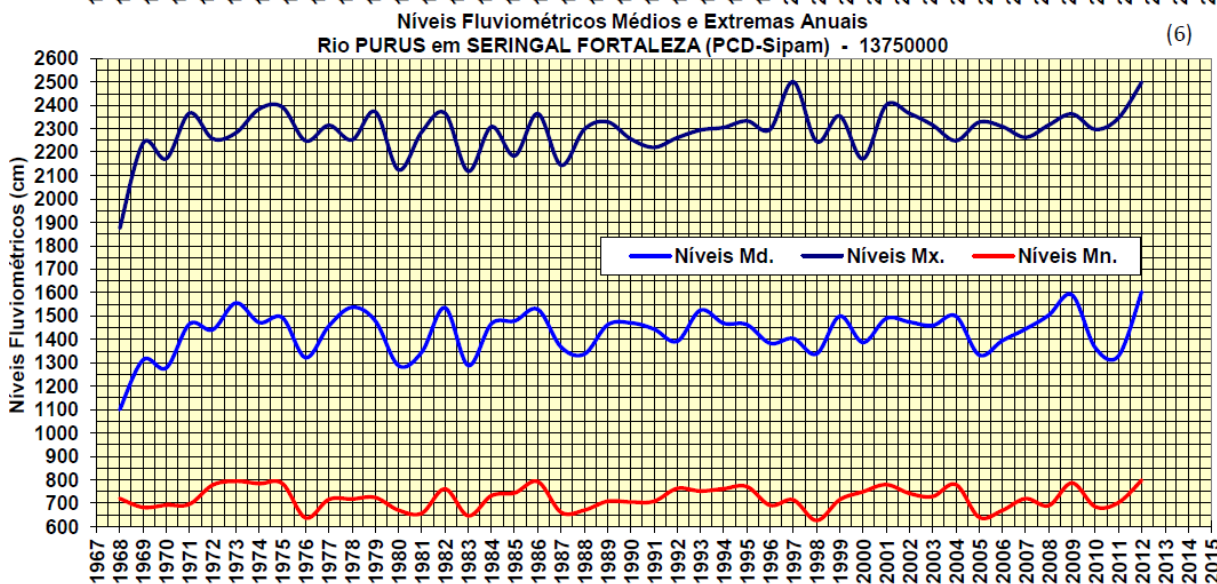
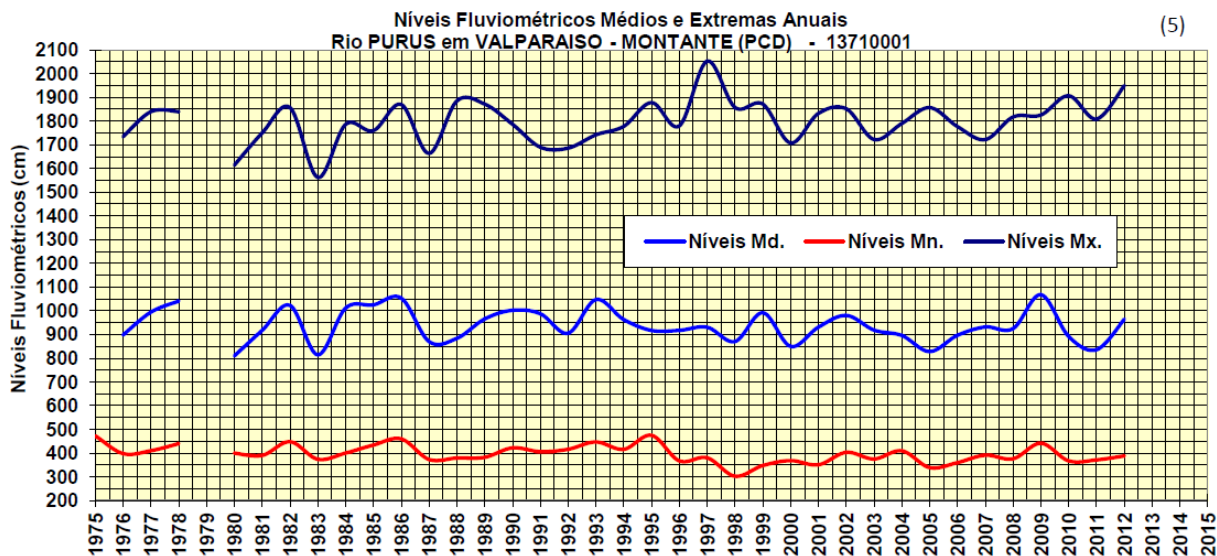


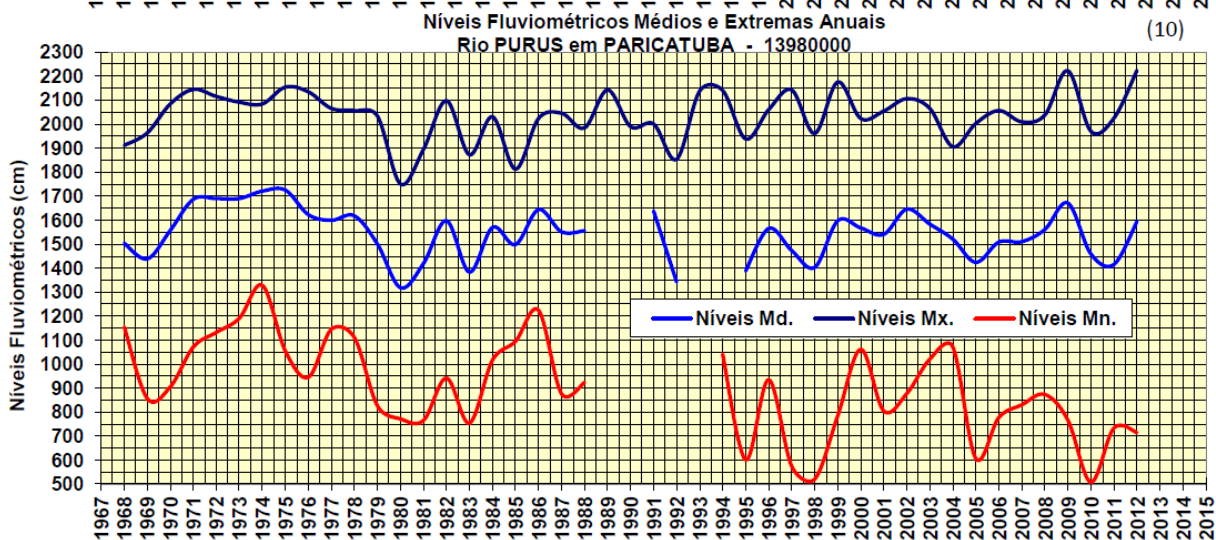
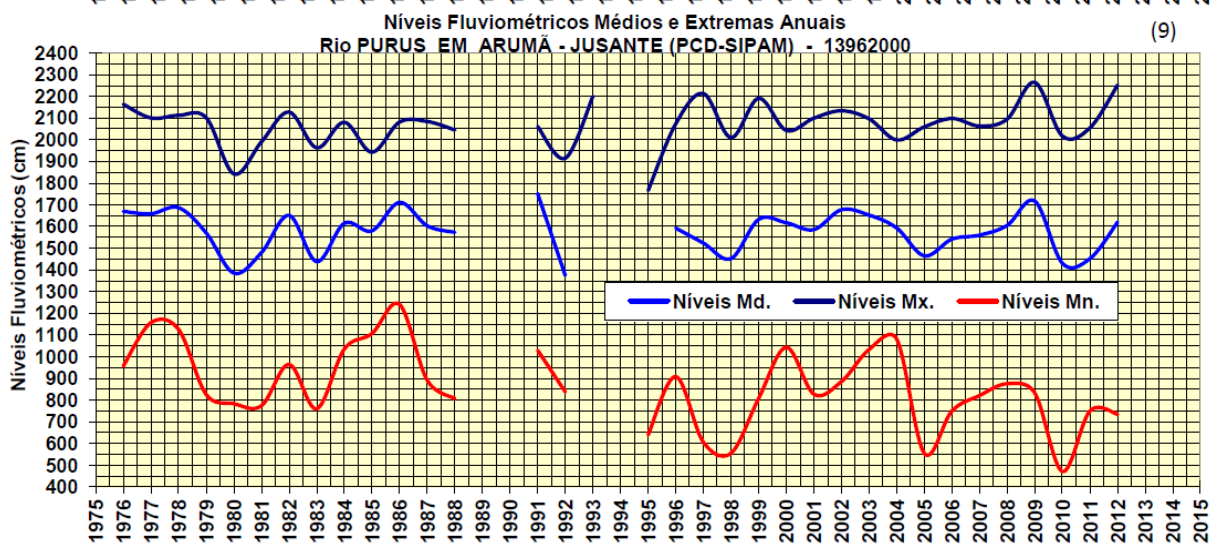
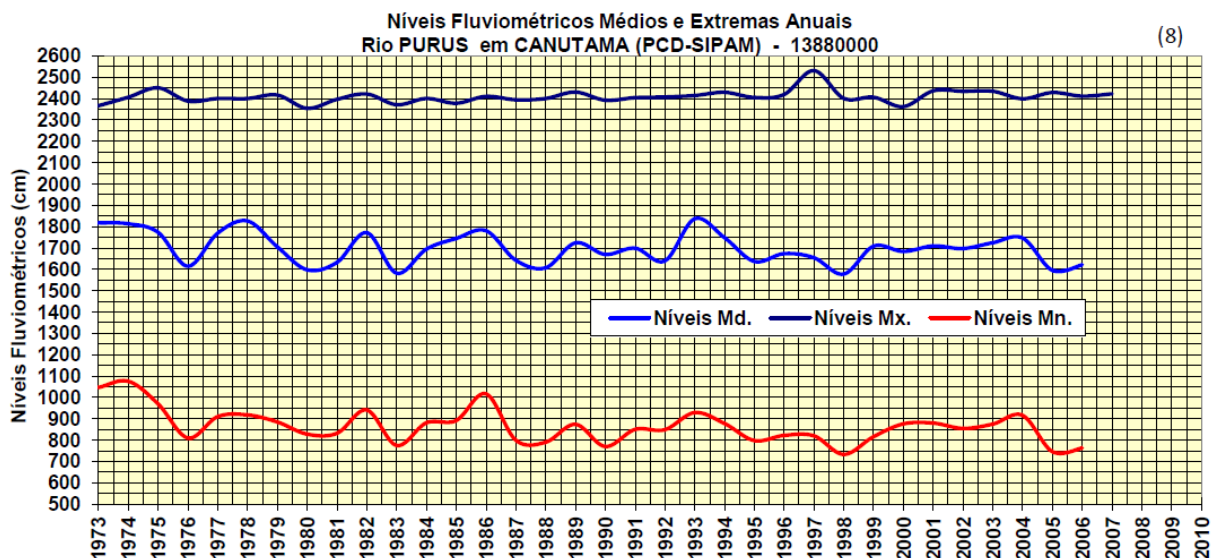


Fonte: SIPAM, 2013.

Anexo II - Dados de nível fluviométrico referentes às estações fluviométricas situadas no Alto (1, 2, 3, 4 e 5), Médio (6, 7 e 8) e Baixo (9 e 10) curso da Bacia Hidrográfica do Rio Purus no período de 1968 a 2012.

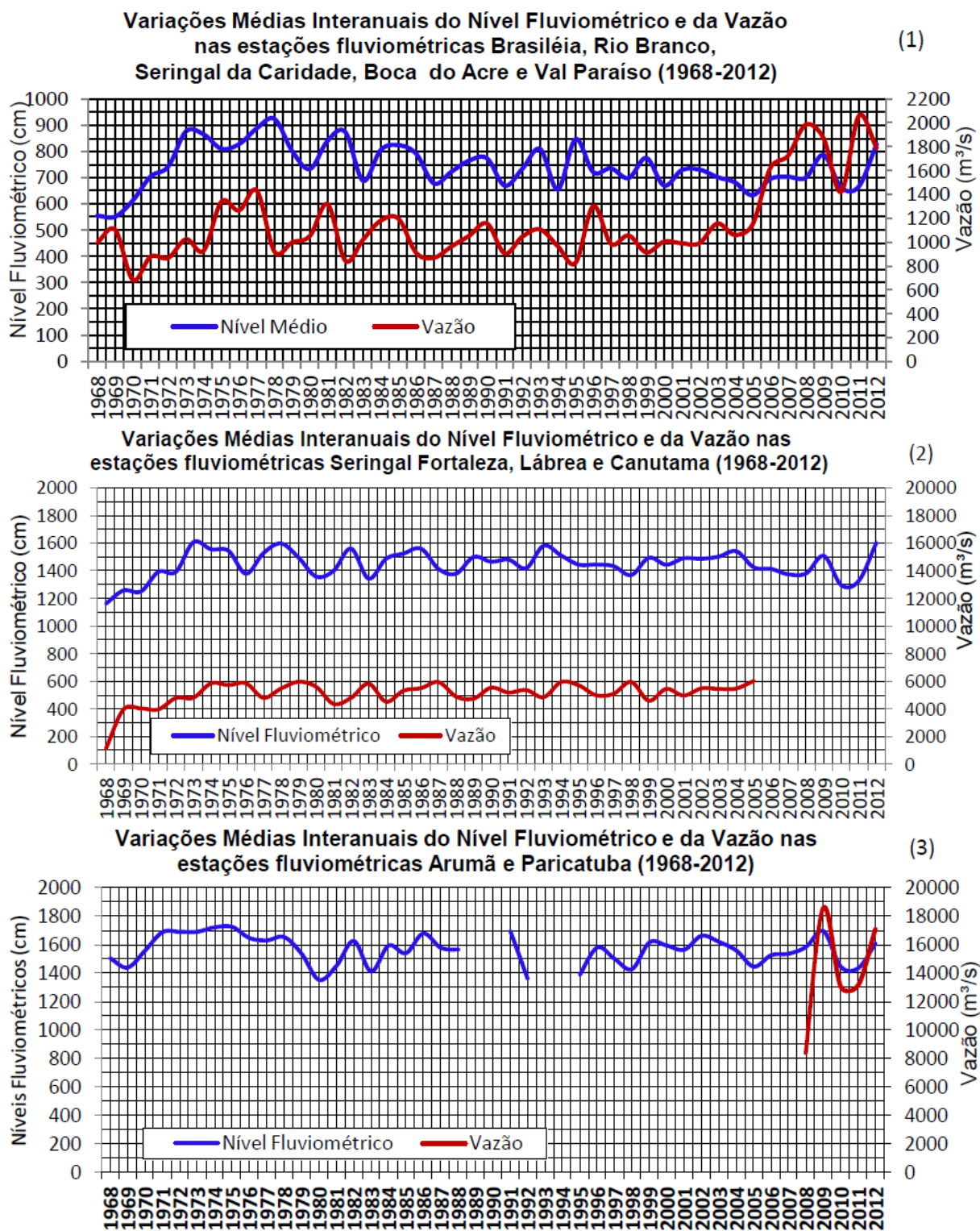






Fonte: SIPAM, 2013.

Anexo III – Variações médias interanuais do nível fluviométrico e da vazão das estações fluviométricas situadas no Alto (1), Médio (2) e Baixo (3) curso da Bacia Hidrográfica do Rio Purus no período de 1968 a 2012.



Fonte: SIPAM, 2013.