



**AMEAÇAS E DESASTRES NATURAIS NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL:
ANÁLISE DA BACIA DO RIO PURUS**

**NATURAL HAZARDS AND DISASTERS IN SOUTH WESTERN AMAZON
REGION: ANALYSIS OF PURUS RIVER BASIN**

Denise Marini Pereira

Universidade Federal do Pará - UFPA
Guamá, PA, Brasil

e-mail: de.marini@yahoo.com.br

Claudio Fabian Szlafsztein

Universidade Federal do Pará - UFPA
Guamá, PA, Brasil

e-mail: cszlafsztein@hotmail.com

Recebido em: 06/12/2014

Aceito em: 04/11/2015

Resumo

A região Sul Ocidental da Amazônia no Brasil registra numerosos eventos hidroclimáticos extremos que são a origem de desastres naturais, mas poucos trabalhos os analisam na escala de bacias hidrográficas. Com vistas a contribuir para a gestão de risco de desastres na Região, esta pesquisa analisa estes processos naturais na bacia transfronteiriça do rio Purus. São empregados dados fluviométricos, documentos oficiais de organismos de defesa civil e informações de artigos jornalísticos para identificação, descrição e mapeamento das ameaças e desastres entre 1971 e 2012. Foram identificados 17 anos com variações hidrológicas extremas, 104 registros de desastres associados ao incremento e à intensa redução das precipitações com mais de 400.000 pessoas afetadas e danos materiais, ambientais, sociais e econômicos acima 450 milhões de Reais. As áreas mais ameaçadas são os municípios de Rio Branco (AC) e Boca do Acre (AM), situadas na região do alto curso da bacia do rio Purus, e que registram as maiores populações da bacia. Concluiu-se que uma abordagem holística dos fatores e processos envolvidos numa unidade de análise como a bacia hidrográfica e a quantificação dos danos são elementos fundamentais no subsídio as discussões acerca do planejamento e gestão de riscos de desastres na Amazônia.

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

Palavras-chave: Ameaças naturais, Variabilidade Climática; Impactos Socioambientais; Bacias Transfronteiriças.

ABSTRACT

The Southwestern Amazon region in Brazil records numerous climate extreme events that are the origin of disasters; however few studies examine them on the scale of river basins. To contribute to disaster risk management in the Amazon region, this research analyzes these natural processes in the transboundary basin of the Purus River. Runoff data, official documents of civil defense organizations and newspaper articles of information are used for identification, description and mapping of natural hazards and disasters from 1971 to 2012. 17 years were identified with extreme hydrological variations, 104 disasters records associated with the intense increase and reductions of rainfall with more than 400,000 people affected and damage to property, environmental, social and economic above 450 million Real. The most exposed areas are the municipalities of Rio Branco (AC) and Boca do Acre (AM), located in the upper region, and that record the largest populations of the basin. It is concluded that a holistic approach of the factors and processes involved in an analysis unit as a river basin and the quantification of damages are key elements in order to subsidize discussions about planning and disaster risk management in the Amazon.

Keywords: Natural Hazards, Climatic Variability; Socio-Environmental Impacts; Transboundary Basin.

1. INTRODUÇÃO

A região Amazônica vivencia recordes de frequência e intensidade de fenômenos naturais extremos. Em 2005 e 2010, as vazões do rio Amazonas e seus tributários foram reduzidas a valores mínimos, afetando muitos municípios ribeirinhos pela carência de água potável e alimentos (MARENGO et al., 2008; MARENGO et al., 2011a). Nos anos de 2009 e 2012, estes mesmos rios alcançaram níveis máximos dos registros iniciados em 1903, desalojando milhares de pessoas em toda a região (MARENGO et al., 2011b; ESPINOZA et al., 2013).

Grandes avanços ocorreram no conhecimento da dinâmica hidroclimática (FISCH et al., 1998; NOBRE et al., 2009; DAVIDSON et al., 2012) e dos desastres naturais nas escalas de análise regional e local da Amazônia (SILVA Jr e SZLAFSZTEIN, 2010; BROWN et al., 2011; SENA et al.,

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

2012a; e SZLAFSZTEIN, 2012). Porém, trabalhos que abordem ambas as temáticas na escala de análise de bacias hidrográficas ainda são escassos, e concentrados na bacia do rio Acre (DUARTE, 2011; SENA et al., 2012b).

A bacia do rio Purus está entre as mais atingidas pela ocorrência de fenômenos extremos hidroclimáticos (CEPED/UFSC, 2012). Assim como é comum à região, a maioria de seus assentamentos humanos (comunidades indígenas, extrativistas e ribeirinhas) se estabelece às margens de cursos fluviais, principais e por vezes únicas vias de transporte, comércio, provisão de água e local de pesca, agricultura e extrativismo. Em consequência, o desenvolvimento da população é usualmente conectado às dinâmicas pluviais e fluviais (RAVENA et al., 2011). A proximidade da população aos rios e a sua estreita relação de dependência dos recursos hídricos têm favorecido, em casos de inundações e secas, a ocorrência de desastres naturais, levando muitos municípios a decretar situação de calamidade pública (SENA et al., 2012a).

O presente trabalho objetiva contribuir com dados e informações para a gestão de risco de desastres naturais na Amazônica, particularmente na bacia transfronteiriça do rio Purus, através da caracterização espaço-temporal e análise dos fenômenos naturais que se constituem em ameaças de desastres, assim como dos principais danos humanos (número de mortes, pessoas enfermas, desaparecidas e desabrigadas), materiais, ambientais, sociais (danos no fornecimento de serviços públicos como saúde, transporte, educação, saneamento) e econômicos já ocasionados.

2. ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Purus se situa na porção sul ocidental da região amazônica e é a quarta maior em extensão dentre as sete bacias tributárias da margem direita do rio Amazonas, com cerca de 370.000 km² em territórios do Peru, Bolívia e Brasil (Figura 1). Em território brasileiro são 354.000 Km² distribuídos em 32 municípios nos estados do Acre (15), Amazonas (16) e Rondônia (1) (ANA, 2011). Atualmente, cerca de 50% da área

EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS, REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL

total desta bacia é ocupada por 23 Unidades de Conservação e 39 Terras Indígenas (MMA, 2013; INCRA, 2013). A capital do estado do Acre, Rio Branco, é a principal localidade da região com 336.038 habitantes (50,28% do total populacional da bacia).

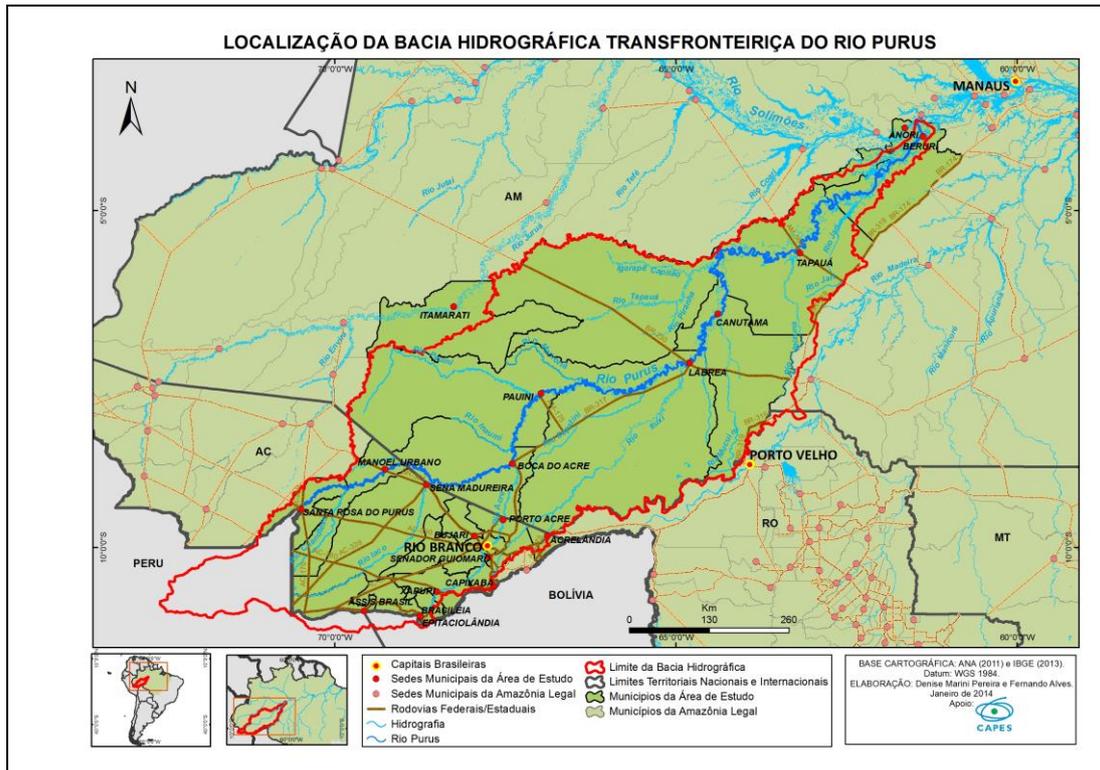


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica transfronteiriça do rio Purus, com detalhes de localidades hidrográficas e rodovias no Brasil.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A ocorrência de fenômenos hidrológicos extremos, que traduzem o incremento e a redução intensa das precipitações, foi identificada a partir do cálculo da função estatística de normalização dos dados de nível fluviométrico médio registrados por estações situadas no alto, médio e baixo curso¹ da bacia

¹ Os limites das áreas definidas como alto, médio e baixo curso da bacia do rio Purus seguiram critérios geomorfológicos e topográficos e foram obtidos em ANA (2011).

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

do rio Purus entre 1968 e 2012 (Figura 2). Tais dados² padronizados às referências de nível local de cada estação fluviométrica foram obtidos junto ao Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM).



Figura 2. Localização das estações fluviométricas situadas no alto, médio e baixo curso da bacia do rio Purus.

A função estatística de normalização 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;

² A utilização exclusiva dos dados de nível fluviométrico médio para traduzir o incremento e redução intensa das precipitações obedece à carência de registros ininterruptos de outros tipos de dados (ex. vazão ou descarga líquida).

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

Pi = Parâmetro total anual;

Pm = Parâmetro médio do período;

Dp = Desvio Padrão.

Com o cálculo do parâmetro normalizado (dados do nível fluviométrico médio da bacia do rio Purus), 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. Por exemplo, um valor normalizado de -2 representa um valor original que se encontra a dois desvios-padrão abaixo da média, o que significa que este é um valor bem difícil de ocorrer, de probabilidade muito baixa, e por tanto, um dado extremo. Assim, os dados acima ou abaixo do valor médio do nível fluviométrico foram considerados eventos hidrológicos extremos, sendo a extrapolação de valores positivos e negativos indicativo de incremento e intensa redução das precipitações, respectivamente.

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

As áreas ameaçadas por fenômenos naturais extremos da bacia do rio Purus foi estimada a partir do levantamento de registro de desastres de 150 documentos estaduais e municipais (Avaliação de Danos, Notificação Preliminar de Danos, Relatório de Danos, Portarias, Decretos de situação de calamidade pública e jornais) pertencentes ao banco de dados da Secretária Nacional de Defesa Civil (SEDEC, 2014). Considerou-se que, áreas com registros de desastres ocorridos no passado têm maior probabilidade de acontecimentos destes fenômenos no futuro (SZLAFSZTEIN et al., 2010).

Tais dados foram tabulados por município segundo a tipologia dos eventos desastrosos (CASTRO, 2003; CEPED/UFSC, 2012) e classificados na plataforma de SIG do *software ArcGis 9.3* em quatro classes de frequência de

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

desastres segundo o método de classificação “Quebras Naturais³”. A estas classes atribuiu-se o grau de ameaça natural (alta, moderada, baixa e inexistente) pela relação diretamente proporcional ao número de registros de desastres (Quadro 1).

Quadro 1. Descrição dos indicadores e classes das ameaças associadas ao incremento e intensa redução das precipitações.

Ameaça					
Tipo	Sigla	Fonte	Indicador		
			Classes (Nº de desastres/município)	Grau	Atributo Numérico
Susceptibilidade às Ameaças Associadas ao Incremento das Precipitações	AIP	SEDEC, 2014	0	Inexistente	0
			1 a 3	Baixo	1
			4 a 6	Moderado	2
			7 a 16	Alto	3
Susceptibilidade às Ameaças Associadas à Intensa Redução das Precipitações	ARP	SEDEC, 2014	0	Inexistente	0
			1	Baixo	1
			2	Moderado	2
			3 a 4	Alto	3

Elaboração: Os autores.

A quantificação e caracterização dos danos decorrentes de desastres naturais na bacia do rio Purus também se desenvolveu a partir de documentos obtidos no banco de dados da Secretária Nacional de Defesa Civil (SEDEC, 2014). As informações quantitativas contidas em tal fonte foram sistematizadas em uma tabela. Sua análise descritiva foi complementada pelas informações qualitativas dos respectivos documentos e por artigos digitais de jornais locais e regionais de ampla circulação na bacia do rio Purus (Quadro 2) referentes às repercussões dos eventos extremos ocorridos na área de estudo e proximidades.

Quadro 2. Jornais analisados publicados nos estados do Acre e Amazonas,.

Estado	Jornal	Fonte
Acre	AC 24 Horas Página 20	http://ac24horas.com http://www.pagina20online.com.br/
Amazonas	A Crítica G1	http://acritica.uol.com.br/ http://g1.globo.com/

Elaboração: Os autores.

³ O método de classificação “Quebras Naturais” possibilita a homogeneização da distribuição dos dados de forma a assegurar a heterogeneidade entre os atributos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Ameaças Naturais na Bacia do Rio Purus

O clima quente e úmido da região Amazônica, com temperaturas elevadas (médias anuais entre 24°C a 27°C) e marcante sazonalidade das precipitações hídricas, define uma estação úmida entre Novembro e Março (inverno) e outra seca de Maio a Setembro (verão) (FISCH et al., 1998). O clima decorre de interações termodinâmicas de grande escala como a 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” (REBOITA et al., 2012). A alta complexidade destas interações termodinâmicas mantém incertezas significativas quanto à variabilidade (frequência e intensidade) das precipitações em escalas temporais e espaciais. No entanto, pouco mais de 50% da variância interanual climática na Amazônia é explicada pela variabilidade combinada ou isolada da TSM dos oceanos Pacífico e Atlântico tropicais (NOBRE et al., 2009), capazes de alterar a circulação geral da atmosfera e originar variações extremas de diversos parâmetros meteorológicos e hídricos, provocando a ocorrência de fenômenos ameaçadores de desastres naturais.

Na bacia do rio Purus, 17 anos com dados extremos comuns a mais de 50% de suas estações fluviométricas foram registrados nos últimos 44 anos. Anomalias positivas (inundações) associam-se a 1973, 1978, 1982, 1985, 1986, 1993, 2009 e 2012 e anomalias negativas (secas) aos anos de 1969, 1976, 1980, 1983, 1988, 1998, 2005, 2010 e 2011. O registro de menor nível fluviométrico médio da bacia ocorreu em 1969 (1.082 mm) e o maior em 1973 e 1978, ambos com 1.391 mm (Figura 3).

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

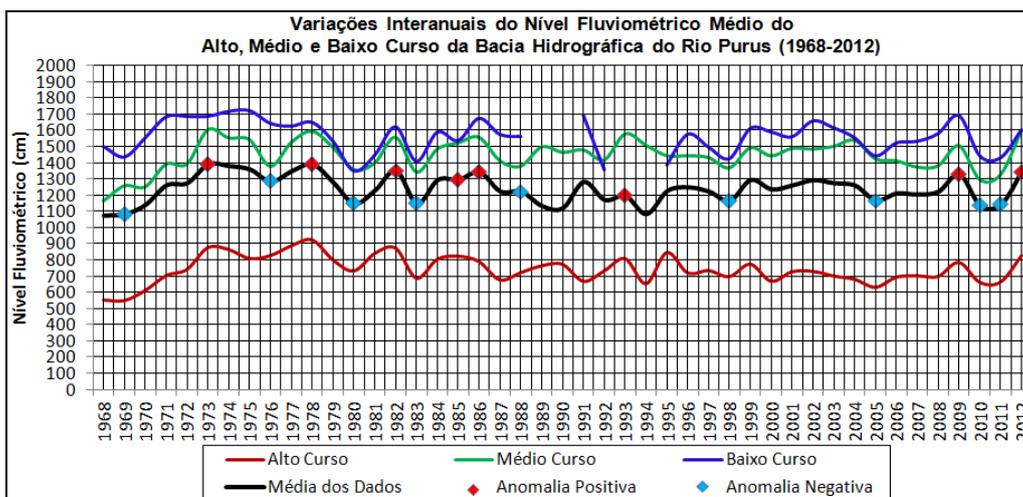


Figura 3. Variações interanuais do nível fluviométrico médio da bacia do rio Purus (1968-2012). Os registros do baixo curso são interrompidos entre 1989 a 1990 e 1993 a 1994.

Fonte: SIPAM, 2013.

Os eventos extremos de 1969, 1976, 1983 e 1997 na bacia do rio Purus são explicados pela ocorrência de El Niño de fortíssima intensidade e, portanto, reduzida pluviosidade na região amazônica (DESSAY et al., 2004). Em 1980, a redução das cotas pluviométricas foi decorrente do aquecimento anômalo do oceano Atlântico Norte (SOUZA et al., 2008). As anomalias negativas de 1997-1998, 2004-2005 e 2009-2010 são associadas às variações mensais das precipitações e TSM do Atlântico e do Pacífico explicadas por Coelho et al. (2012) em detalhado estudo realizado a partir de análises de quase um século de registros do nível fluviométrico do rio Negro, na margem esquerda do rio Solimões. Segundo os autores, mesmo com o oceano Atlântico Norte apresentando as TSM mais altas da história em 2010, o evento de 1997-1998 repercutiu em maiores danos, e por tanto, afetou uma área maior que nos anos subsequentes com déficits anormais de precipitação. Em 2005, a escassez de chuvas concentrou-se nas porções centrais e sul da região amazônica, sendo o médio e baixo curso da bacia do rio Purus mais intensamente afetado. Apesar de menos intensa que o fenômeno extremo anterior, Sena et al. (2012b) afirmam que a seca de 2005 reduziu consideravelmente os níveis fluviométricos dos rios Juruá, Solimões, Negro, Uatumã, Purus, Tefé e Madeira.

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

As áreas afetadas pela seca em 2010 são as mesmas atingidas em 2005, porém em igual ou maior intensidade (COELHO et al., 2012).

Nos anos de 1973, 1985 e 1986, precipitações anormais ocorreram em toda a América do Sul Tropical em função do longo período de permanência das condições de La Niña e baixa TSM do Atlântico Norte (COELHO et al., 2012; SOUZA et al., 2008). Marengo et al. (2012) analisam o maior nível fluviométrico do rio Solimões na cidade de Manaus dos últimos 107 anos em 2009, que foi motivado por uma migração da ZCIT para o sul decorrente de um aquecimento anômalo das TSM do Atlântico Tropical Sul e; simultaneamente, precipitações anômalas coincidentes com elevadas vazões dos afluentes situados ao sul da bacia Amazônica. Segundo os autores, o rio Purus também apresentou a maior vazão em relação aos anos anteriores. Outros fenômenos climáticos como sistemas frontais, aglomerados convectivos, linhas de instabilidade, ZCAS e Alta da Bolívia igualmente contribuíram para as inundações extremas (SENA et al., 2012b).

Em 2012, muitos rios da Amazônia tiveram picos de vazão simultâneos pela antecipação da ocorrência e da grande intensidade do fenômeno La Niña. As TSM do Pacífico chegaram a cerca de -2°C , o que favoreceu um aumento na convergência e transporte da umidade e resultou em precipitações prolongadas, grande cheias dos rios e inundações (CPRM, 2012; ESPINOZA et al., 2013).

De acordo com CEPED/UFSC (2012), a região Amazônica registrou 1.117 ocorrências de desastres naturais de 1991 a 2010. Os 21 municípios com mais de 40% de seus territórios na área da bacia do rio Purus somaram 104 registros de desastres de 1971 a 2012. Os mais recorrentes (70%) foram os desastres associados ao incremento das precipitações como enchentes, enxurradas, erosões fluviais e lineares, alagamentos, rastejos, vendavais e tempestades. Os demais registros referiram-se a desastres associados à intensa redução das precipitações como secas, estiagens e incêndios florestais (SEDEC, 2014). Os municípios de Boca do Acre (AM) e Rio Branco (AC) são mais susceptíveis a desastres por incremento da precipitação (8 e 16 registros

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

respectivamente). Com exceção dos municípios acreanos Senador Guiomard, Capixaba, Bujari e Acrelândia (SE da bacia), os demais municípios foram classificados como de baixa e moderada ameaça (Figura 4).

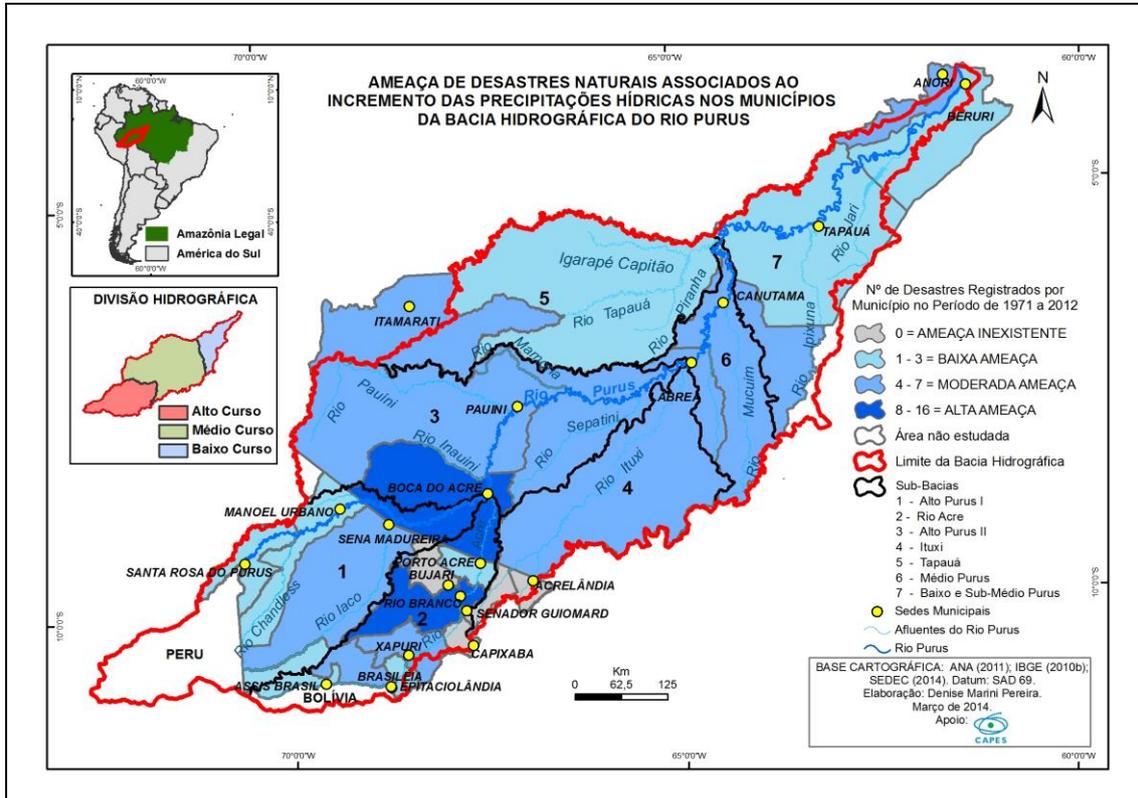


Figura 4. Susceptibilidade de ameaça de desastres naturais associada ao incremento das precipitações nos municípios da bacia do rio Purus (1971 a 2012).

Em relação à intensa redução das precipitações, quase todos os municípios da bacia já foram afetados por tais fenômenos extremos. As áreas com grau moderado de ameaça se concentram majoritariamente na região do Médio e Baixo curso da bacia. Os municípios Canutama (AM) e Boca do Acre (AM) se destacam como áreas de alta ameaça (Figura 5).

EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL

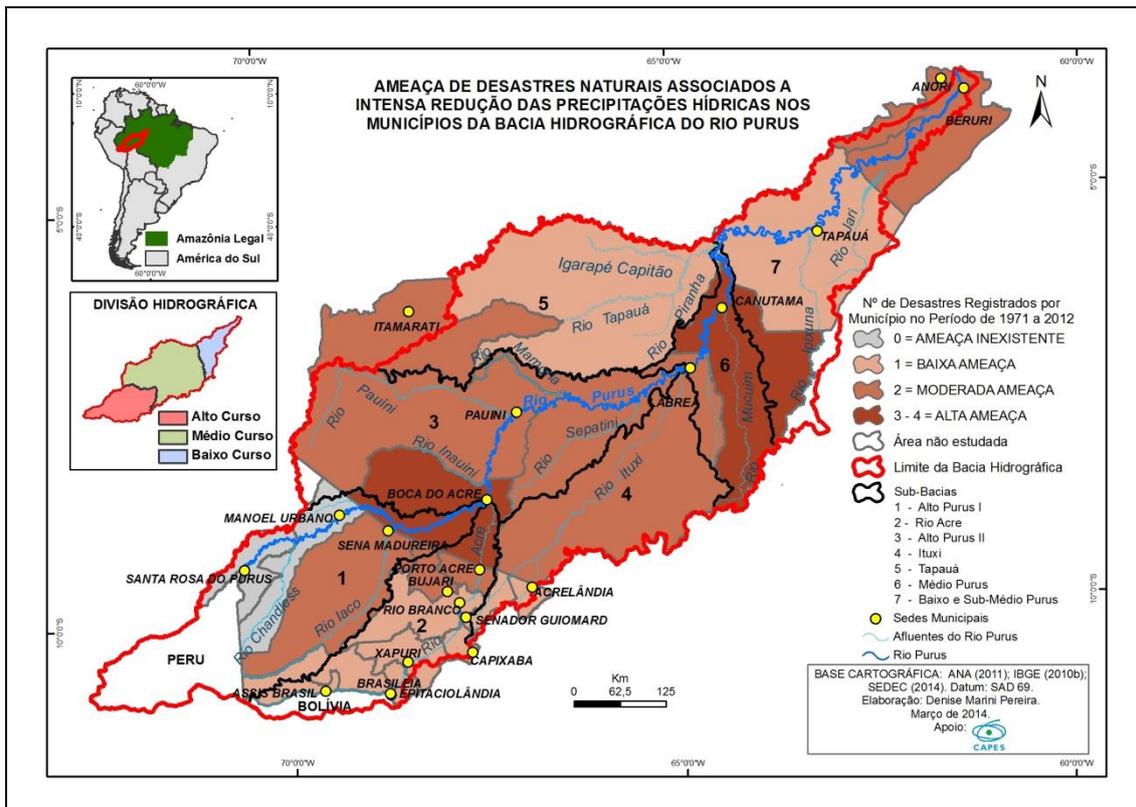


Figura 5. Susceptibilidade de ameaça de desastres naturais associada a intensa redução das precipitações nos municípios da bacia do rio Purus (1971 a 2012).

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), 16 anos apresentam variações hidrológicas extremas no mesmo período. Tal diferença de dados pode ser resultante da vulnerabilidade social da região para o enfrentamento de ameaças naturais não exclusivamente decorrentes de fenômenos hidroclimáticos anômalos, mas também de variações hidroclimáticas inter-anuais.

Embora desde a década de 1970 a Amazônia brasileira esteja ainda mais integrada às economias nacional e internacional, seu processo de

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

desenvolvimento ocorre de forma desigual e excludente mantendo até os dias de hoje os ganhos econômicos 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 estado do 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, a explicação da distribuição geográfica dos graus de ameaça na bacia do rio Purus exige estudos mais aprofundados que reúnam variáveis físicas e sociais em menor escala de detalhe.

4. 2. Impactos dos Fenômenos Naturais Extremos na Bacia do Rio Purus

Segundo dados documentais da Secretaria Nacional de Defesa Civil (Tabela 1), na bacia do rio Purus os maiores danos humanos dos desastres associados ao incremento das precipitações (total de 625.331 pessoas impactadas) são em relação às pessoas desalojadas (24%), cujas habitações foram danificadas ou destruídas por inundações. Por consequência, os danos materiais (R\$ 242.036.417) e prejuízos sociais (R\$ 32.391.194), se concentram, respectivamente, em residências (61%) e na educação (59%),

PEREIRA, D. M.; SZLAFSZTEIN, C. F.
**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

pois com habitações destruídas ou danificadas, os estabelecimentos de ensino, quando não afetados, são utilizados para abrigar as populações atingidas.

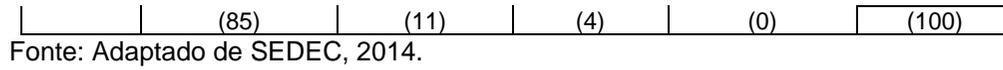
EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS, REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL

Tabela 1. Impactos negativos documentados em decorrência de desastres associados ao Incremento das Precipitações (DIP) e à Intensa Redução das Precipitações (DRP) entre o período de 1971 a 2012 na bacia do rio Purus.

Tipo de Desastre	DANOS HUMANOS - Nº de Pessoas (%)									
	Desalojadas	Desabrigadas	Deslocadas	Desaparecidas	Mortas	Enfermas	Levemente Feridas	Gravemente Feridas	Afetadas	Total
DIP	148.711 (24)	48.570 (8)	8.993 (1)	1 (0)	12 (0)	12.865 (2)	514 (0,08)	19 (0)	405.646 (65)	625.331 (100)
DRP	165 (0)	134 (0)	50 (0)	- (0)	- (0)	9.676 (22)	- (0)	- (0)	34.738 (78)	44.763 (100)
Tipo de Desastre	DANOS MATERIAIS - R\$ (%)									
	Residências	Públicas de Saúde	Públicas de Ensino	Infraestrutura Pública	Particulares de Saúde	Particulares de Ensino	Comunitário	Rurais	Comerciais	Total
DIP	148.234.918 (61)	10.934.316 (4)	18.641.460 (7)	53.920.223 (22)	390.000 (0,16)	350.000 (0,14)	815.000 (0,34)	1.521.000 (0,63)	7.229.500 (2,99)	242.036.417 (100)
DRP	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
Tipo de Desastre	PREJUÍZOS SOCIAIS - R\$ (%)									
	Abastecimento de Água	Energia Elétrica	Transporte	Comunicações	Esgoto	Lixo	Saúde	Educação	Alimentos Básicos	Total
DIP	4.661.386 (14)	1.878.330 (5)	840.481 (2)	100.000 (0,31)	1.557.184 (4)	456.350 (1)	3.156.168 (9)	19.283.295 (59)	458.000 (1)	32.391.194 (100)
DRP	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	1.500 (0,47)	315.500 (99)	- (0)	317.000 (100)
Tipo de Desastre	DANOS AMBIENTAIS - R\$ (%)									
	Água	Solo	Flora	Fauna	Ar	Total				
DIP	93.662.752 (89)	10.734.280 (10)	702.390 (1)	- (0)	- (0)	105.099.422 (100)				
DRP	19.000 (18)	- (0)	54.350 (53)	29.500 (29)	- (0)	102.850 (100)				
Tipo de Desastre	PREJUÍZOS ECONÔMICOS - R\$ (%)									
	Agricultura	Pecuária	Indústria	Serviços	Total					
DIP	77.265.159 (74)	24.726.583 (23)	150.000 (0,14)	1.502.640 (1)	103.644.382 (100)					
DRP	703.600	94.500	32.000	-	830.100					

PEREIRA, D. M.; SZLAFSZTEIN, C. F.

EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS, REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL



Fonte: Adaptado de SEDEC, 2014.

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

Pelo consumo de água das populações locais ser predominantemente proveniente dos rios, o abastecimento de água potável é prejudicado (14% dos impactos sociais) com o incremento das precipitações e aumento dos processos erosivos, em decorrência das mudanças na qualidade dos recursos hídricos pelo carregamento pelas águas de lixos domésticos, restos de materiais de construção e sedimentos (SEDEC, 2014). Portanto, esse tipo de desastre trás grandes prejuízos a saúde (9% dos impactos sociais) com doenças de veiculação hídrica, e prejuízos econômicos pelo alagamento de áreas produtivas, interferindo na disponibilidade de alimentos básicos.

Os demais prejuízos sociais decorrentes do incremento das precipitações são em relação às redes de energia elétrica (5%), transportes (2%) e comunicação (0,31%), que muitas vezes têm 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.

Os efeitos adversos ocasionados pela intensa redução das precipitações associam-se a expansão descontrolada de queimadas naturais sobre áreas de pastos e florestas. Conjuntamente à prática da queimada para limpeza de roçados comum na região, provocam grandes danos à flora (53% dos danos ambientais) e perdas de plantios e áreas de pastagens (prejuízos econômicos de R\$103.644.382 nos setores agrícolas (85%) e pecuários (11%)). Além disso, o fogo descontrolado aumenta a concentração de partículas em suspensão na atmosfera, alterando a qualidade do ar. Estas partículas afetam diretamente a saúde humana (0,47% dos impactos sociais) com transtornos respiratórios pela baixa qualidade do ar (BROWN et al., 2011).

Os danos ambientais (R\$102.850) incluem também os relativos à fauna (29%) e a água (18%). A escassez hídrica provoca a seca de muitos canais, ocasionando a morte de espécies da fauna aquática e terrestre. A incidência deste tipo de fenômeno extremo, reduz igualmente a disponibilidade de água

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

para consumo humano, além de comprometer grande parte do sistema de transporte fluvial, isolando muitas localidades pelas dificuldades de deslocamento, escoamento e abastecimento de mantimentos, combustíveis e medicamentos. Com pouca água disponível para consumo, são comuns além das doenças respiratórias, as doenças de veiculação hídrica pela morte de animais aquáticos e a alta concentração de sedimentos. Finalmente, a fumaça oriunda do fogo descontrolado impossibilita, por vezes, o uso de transportes aéreos pela redução da visibilidade no espaço aéreo, contribuindo para a situação de isolamento das áreas já comprometidas pelos transportes fluviais em decorrência da carência hídrica (SEDEC, 2014).

De acordo com informações noticiadas em jornais (Quadro 3), as respostas emergenciais são integradas pela formação de equipes de fiscalização e combate de incêndios, fornecimento de abrigo e de ajuda humanitária, alimentos e remédios às populações afetadas, assim como montantes monetários federais e estaduais para auxílio na recuperação dos danos aos municípios.

Quadro 3. 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.
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 contido apenas após dez dias de ter se proliferado em campos e pastagens. Em Rio Branco foram

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

		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.
Pagina 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). Fonte: PEREIRA, 2014.

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 histórica aos desastres naturais, o que reafirma a importância da realização de avaliação e gestão dos riscos na região.

5. CONCLUSÕES

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

Esta pesquisa analisou e mapeou os fenômenos naturais ameaçadores de desastres associados ao incremento e intensa redução das precipitações na bacia hidrográfica do rio Purus, bem como quantificou e avaliou os danos decorrentes de tais fenômenos.

Uma particular ênfase tem sido dada à utilização da bacia hidrográfica transfronteiriça do rio Purus como unidade de análise territorial, tanto no referente às causas como às conseqüências sociais, econômicas e ambientais dos eventos extremos hidroclimáticos. O uso de bacias hidrográficas pode facilitar também as atividades em todas as etapas da gestão de desastres. Um especial destaque deve ser dado às bacias transfronteiriças, muito comuns na região amazônica, já que pelo seu caráter internacional, interestadual, ou intermunicipal desafia os gestores na solução dos problemas decorrentes dos desastres naturais.

Conforme as análises bibliográficas, 12 dos 17 anos identificados com variações hidrológicas extremas na bacia do rio Purus, se justificam por alterações nas variações de parâmetros meteorológicos e hídricos da região amazônica.

A investigação das condicionantes climáticas correlacionadas aos dados da hidrodinâmica fluvial da bacia auxiliou na compreensão e identificação das áreas de recorrência dos fenômenos adversos. As áreas mais ameaçadas por fenômenos associados ao incremento das precipitações são Rio Branco (AC) e Boca do Acre (AM), situadas na região do alto curso da bacia do rio Purus. As ameaças associadas à intensa redução das precipitações apresentam maior probabilidade de se manifestar em Boca do Acre (AM) e Canutama (AM), ambas localizadas respectivamente na região hidrográfica do alto e médio curso.

O levantamento dos registros históricos referentes aos efeitos adversos dos fenômenos extremos possibilitou conhecer e quantificar suas implicações negativas na bacia do rio Purus. Os desastres mais recorrentes no período de

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

1971 a 2012, os associados ao incremento das precipitações, afetaram mais de 400.000 pessoas, sendo os maiores danos materiais e ambientais concentrados 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). Neste mesmo período, 34.738 pessoas foram afetadas por desastres associados à intensa redução das precipitações, sendo os maiores danos à agricultura (R\$ 703.600), educação (R\$ 315.500), pecuária (R\$ 94.500) e flora (R\$ 54.350).

Os dados obtidos neste trabalho comprovam 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

No contexto da gestão do espaço com e para a sociedade, este estudo contribuiu para reafirmar a existência de riscos de desastres naturais na Amazônia, especialmente na bacia do rio Purus. Pela eficácia na estimativa dos danos e prejuízos potenciais e pela abordagem holística dos fatores e processos envolvidos, os resultados deste trabalho são capazes de subsidiar discussões acerca do planejamento e gestão de risco de desastres na Amazônia por bacias hidrográficas.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará (PPGEO/UFPA) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro para desenvolvimento deste trabalho com a concessão de bolsa de mestrado.

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.

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

Ao Msc. Fernando Alves de Araújo pelo apoio técnico na elaboração dos mapas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BROWN, I; SANTOS, G; PIRES, F; COSTA, C. Brazil: Drought and Fire Response in the Amazon. Washington: **World Resources Report**, p. 81-83, 2011. Disponível em: <http://www.wri.org/sites/default/files/uploads/wrr_case_study_amazon_fires.pdf>. Acesso em: fev.2014.

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

CELENTANO, D; SANTOS, D; VERISSÍMO, A. A Amazônia e os Objetivos do Milênio 2010. Belém: Imazon, 2010. 85p.

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: Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina, 2012. 94p.

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

COELHO, C; CAVALCANTI, I; COSTA, S; FREITAS, S; ITO, E; LUZ, G; SANTOS, A; NOBRE, C; MARENGO, J; PEZZA, A. 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.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS/SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Relatório Técnico - Cheia em Manaus em 2012. Manaus: **Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais**. 2012. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/manaus/pdf/rel_final_2012.pdf>. Acesso em: Nov. 2013.

DAVIDSON, E; ARAÚJO, A; ARTAXO, P; BALCH, J; BROWN, I; BUSTAMANTE, M; COE, M; DEFRIES, R; KELLER, M; LONGO, M; MUNGER, J; SCHROEDER, W; SOARES FILHO, B; SOUZA Jr., C; WOFSY, S. The Amazon basin in transition. **Nature**, v. 481, p. 321-328. 2012.

DESSAY, N; LAURENT, H; MACHADO, L; SHIMABUKURO, Y; BATISTA, G; DIEDHIOU, A; RONCHAIL, J. Comparative study of the 1982-1983 and 1997-1998 El Niño events over different types of vegetation in South America. **International Journal of Remote Sensing**, v. 25, p. 4063-4077, 2004.

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

ESPINOZA, J; RONCHAIL, J; FRAPPART, F; LAVADO, W; SANTINI, W; GUYOT, J. The major floods in the Amazonas river and tributaries (western

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

Amazon basin) during the 1970-2012 period: a focus on the 2012 flood. **Journal of Hydrometeorology**, v. 14, p. 1000-1008, 2013.

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de Indicadores Sociais: uma análise da população brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadore_sminimos/sinteseindicsoais2012/>. Acesso em: fev. 2013.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Acervo da malha fundiária do Brasil – Terras Indígenas**. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2013. Disponível em: <<http://acervofundiario.incr.gov.br/i3geo>>. Acessado em: set. 2013.

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

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

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

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

MARENGO, J; NOBRE, C; CHOU, S; TMASELLA, J; SAMPAIO, G; ALVES, L; OBREGON, G; SOARES, W; BETTS, W; KAY, G. **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: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011. 56p.

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

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

NOBRE, C; OBREGÓN, G; MARENGO, J. Characteristics of Amazonian Climate: Main Features. In: GASH, J; KELLER, M; BUSTAMANTE, M; DIAS, P. (eds.) **Amazon and Global Change.** Florida: American Geophysical Union, v. 186, p. 1-17, 2009.

PEREIRA, D. **Desastres naturais na Amazônia: avaliação de riscos na bacia do rio Purus.** Jun. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém.

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

**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

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

SEDEC - SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL. **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2014. Disponível em: <<http://s2id.mi.gov.br/>>. Acesso em: mar. 2014.

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

SENA, J; FREITAS, M; BERRÊDO, D; FERNANDES, L. 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, 2012b.

SILVA Jr., O; SZLAFSZTEIN, C. Análise de risco como critério a gestão do território: um estudo do plano diretor do município de Alenquer (PA). **Olam: Ciência & Tecnologia**, Rio Claro, v. 10, p. 1-29, 2010.

SOUZA, E; KAYANO, M; TOTA, J; PEZZI, L; FISCH, G; NOBRE, C. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic Dipole Pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. **Acta Amazônica**, Manaus, v.30, n. 2, p. 305-318, 2008.

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

PEREIRA, D. M.; SZLAFSZTEIN, C. F.
**EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO RIO PURUS,
REGIÃO AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL**

SZLAFSZTEIN, C. 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. 2012. p. 1-20.