



ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS

2^a edição revisada e ampliada

1991 A 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES



ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS 1991 A 2012

Volume Pará

2^a edição revisada e ampliada

CEPED UFSC
Florianópolis – 2013

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Dilma Vana Rousseff

MINISTRO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Fernando Bezerra Coelho

SECRETÁRIO NACIONAL DE DEFESA CIVIL

Humberto de Azevedo Viana Filho

DIRETOR DO CENTRO NACIONAL DE
GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES

Rafael Schadeck

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

REITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL

DE SANTA CATARINA

Professora Roselane Neckel, Dra.

DIRETOR DO CENTRO TECNOLÓGICO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Professor Sebastião Roberto Soares, Dr.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS

E PESQUISAS SOBRE DESASTRES

DIRETOR GERAL

Professor Antônio Edésio Jungles, Dr.

DIRETOR TÉCNICO E DE ENSINO

Professor Marcos Baptista Lopez Dalmau, Dr.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA
E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

SUPERINTENDENTE

Professor Gilberto Vieira Ângelo, Esp.



Esta obra é distribuída por meio da Licença Creative Commons 3.0
Atribuição/Uso Não Comercial/Vedada a Criação de Obras Derivadas / 3.0 / Brasil.

Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas
sobre Desastres.

Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos
e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.

114 p.: il. color.; 22 cm.

Volume Pará.

I. Desastres naturais. 2. Estado do Pará - atlas. I. Universidade Federal de Santa
Catarina. II. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. III. Secretaria
Nacional de Defesa Civil. IV. Título.

CDU 912 (811.5).

Catalogação na publicação por Graziela Bonin – CRB14/1191.

APRESENTAÇÃO

O conhecimento dos fenômenos climáticos e dos desastres naturais e tecnológicos a que nosso território está sujeito é fundamental para a efetividade de uma política de redução de riscos, objetivo primordial da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Ciente disso, tem-se avançado na construção de bancos de dados e no enriquecimento deles para que essas informações estejam disponíveis e atualizadas.

A primeira edição do *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* é um exemplo desse avanço. Trata-se da evolução de um trabalho concluído em 2010, que contou com a cooperação de todos os estados e do Distrito Federal, além da academia, num amplo trabalho de levantamento de informações necessárias para a caracterização do cenário nacional de desastres entre 1991 e 2010.

Realizado por meio de uma parceria entre a Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC e a Universidade de Santa Catarina, esta nova edição do Atlas foi atualizada com informações referentes aos anos de 2011 e 2012 e contempla novas metodologias para melhor caracterização dos cenários.

A perspectiva agora é a de que as atualizações dessas informações ocorram de forma ainda mais dinâmica. Com a implementação do primeiro módulo do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID, no início de 2013, os registros sobre desastres passaram a ser realizados *on-line*, gerando bancos de dados em tempo real. Logo, as informações relacionadas a cada desastre ocorrido são disponibilizadas na internet, com informações que poderão prover tanto gestores de políticas públicas relacionadas à redução dos riscos de desastres, como também a academia, a mídia e os cidadãos interessados.

Finalmente, não se pode deixar de expressar os agradecimentos àqueles que se empenharam para a realização deste projeto.

Humberto Viana
Secretário Nacional de Defesa Civil

Nas últimas décadas os Desastres Naturais têm se tornado tema cada vez mais presente no cotidiano das populações. Há um aumento considerável não apenas na frequência e na intensidade, mas também nos impactos gerados causando danos e prejuízos cada vez mais intensos.

O *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* é um produto da pesquisa que resultou do acordo de cooperação entre a Secretaria Nacional de Defesa Civil e o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres, da Universidade Federal de Santa Catarina.

A sua reedição está sendo realizada com o objetivo de atualizar e de incorporar eventos que provocaram desastres no Brasil nos anos de 2011 e de 2012.

A pesquisa pretende ampliar a compilação e a disponibilização de informações sobre os registros de desastres ocorridos em todo o território nacional nos últimos 22 anos (1991 a 2012), por meio da publicação de 26 volumes estaduais e de um volume Brasil.

O levantamento dos registros históricos, derivando na elaboração dos mapas temáticos e na produção do atlas, é relevante na medida em que viabiliza construir um panorama geral das ocorrências e das recorrências de desastres no País e suas especificidades por estados e regiões. Tal levantamento subsidiará o planejamento adequado em gestão de risco e redução de desastres, possibilitando uma análise ampliada do território nacional, dos padrões de frequência observados, dos períodos de maior ocorrência, das relações desses eventos com outros fenômenos globais e dos processos relacionados aos desastres no País.

Os bancos de dados sistematizados e integrados sobre as ocorrências de desastres usados na primeira edição do atlas foram totalmente aproveitados e acrescidos das ocorrências registradas nos anos de 2011 e de 2012. Portanto, as informações relacionadas a esses eventos estão sendo processadas em séries históricas e disponibilizadas a profissionais e a pesquisadores.

Este volume apresenta os mapas temáticos de ocorrências de desastres naturais no Estado do Pará. As informações aqui fornecidas referem-se a centenas de registros de ocorrências que mostram, anualmente, os riscos relacionados a esses eventos adversos.

Neste volume, o leitor encontrará informações sobre os registros dos desastres recorrentes no Estado do Pará, especializados nos mapas temáticos que, juntamente com a análise dos registros e com os danos humanos, permitem uma visão global dos desastres ocorridos, de forma a subsidiar o planejamento e a gestão das ações de minimização.

Prof. Antônio Edésio Jungles, Dr.
Coordenador Geral CEPED UFSC

EXECUÇÃO DO ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS
E PESQUISAS SOBRE DESASTRES

COORDENAÇÃO DO PROJETO
Professor Antônio Edésio Jungles, Dr.

SUPERVISÃO DO PROJETO
Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Jairo Ernesto Bastos Krüger

EQUIPE DE ELABORAÇÃO DO ATLAS

AUTORES

Gerly Mattos Sanchez

Mari Angela Machado

Michely Marcia Martins

Professor Orlando Martini de Oliveira, Dr.

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Regiane Mara Sbroglio

Roberto Fabris Goerl

Rodrigo Bim

GEOPROCESSAMENTO

Professor Gabriel Oscar Cremona Parma, Dr.

REVISÃO TÉCNICA DE CONTEÚDO

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Professor Orlando Martini de Oliveira, Dr.

Professora Janete Abreu, Dra.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Graziela Bonin

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL

Pedro Paulo de Souza

EQUIPE DE CAMPO, COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Ana Caroline Gularde

Bruna Alinne Classen

Daniela Gesser

Karen Barbosa Amarante

Maria Elisa Horn Iwaya

Larissa Mazzoli

Luiz Gustavo Rocha dos Santos

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Denise Aparecida Bunn

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Joice Balboa

EQUIPE DE APOIO

Adriano Schmidt Reibnitz

Eliane Alves Barreto

Érika Alessandra Salmeron Silva

Evillyn Kjellin Patussi

Patrícia Regina da Costa

Paulo Roberto dos Santos

Sérgio Luiz Meira

FOTOS CAPA

Foto superior: Defesa Civil de Rio do Sul - SC

Foto à esquerda: Secretaria de Comunicação Social de Tocantins - TO

Foto inferior disponível em: <<http://goo.gl/XGpNxe>>. Acesso em: 13 set. 2013.

Lista de Figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Registro de desastres..... | 13 |
| Figura 2: Peixes regionais do Estado do Pará..... | 21 |
| Figura 3: Enxurrada que danificou rede de drenagem e rodovia no Pará..... | 38 |
| Figura 4: Casa atingida pela elevação do nível de rio, no Estado do Pará..... | 50 |
| Figura 5: Inundação Gradual em comunidades ribeirinhas no Estado do Pará..... | 53 |
| Figura 6: a) Construção de novos loteamentos. b) Aumento no hidrograma | 59 |
| Figura 7: a) Obstrução à drenagem.b) Lixo retido na drenagem..... | 60 |
| Figura 8: Município de Santana do Araguaia | 61 |
| Figura 9: Destelhamento de casas em função de fortes vendavais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 67 |
| Figura 10: Processo de formação de Granizo | 75 |
| Figura 11: Representação esquemática dos principais tipos de Escorregamento | 82 |
| Figura 12: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi/SP | 83 |
| Figura 13: Erosão linear | 93 |
| Figura 14: Erosão linear | 94 |
| Figura 15: Erosão linear | 96 |
| Figura 16: Incêndio no Estado do Pará..... | 103 |
| Figura 17: Incêndio no Estado do Pará..... | 104 |

Lista de Gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Frequência anual de desastres causados por Estiagem e Seca no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 32 |
| Gráfico 2: Frequência mensal de Estiagem e Seca no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 32 |
| Gráfico 3: Danos humanos causados por Estiagem e Seca no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 33 |
| Gráfico 4: Frequência anual de desastres por Enxurradas no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 39 |

| | |
|--|----|
| Gráfico 5: Frequência anual de desastres do Enxurradas no Estado do Pará, no período de 1991 a 2001..... | 39 |
| Gráfico 6: Frequência anual de desastres por Enxurradas no Estado do Pará, no período de 2002 a 2012 | 40 |
| Gráfico 7: Frequência mensal de desastres por Enxurradas no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 41 |
| Gráfico 8: Danos humanos causados por desastres de Enxurradas no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 41 |
| Gráfico 9: Frequência anual de desastres por Inundações no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 50 |
| Gráfico 10: Frequência mensal de desastres por Inundações no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 51 |
| Gráfico 11: Danos humanos causados por desastres de Inundações no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 52 |
| Gráfico 12: Danos materiais causados por desastres de Inundações no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 53 |
| Gráfico 13: Frequência anual de desastres por Alagamentos no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 61 |
| Gráfico 14: Frequência mensal de desastres por Alagamentos no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 61 |
| Gráfico 15: Danos humanos causados por desastres de Alagamentos no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 62 |
| Gráfico 16: Frequência mensal de registros de Vendavais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 68 |
| Gráfico 17: Frequência anual de Vendaval no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 69 |
| Gráfico 18: Danos humanos causados por Vendavais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 69 |
| Gráfico 19: Danos materiais causados por Vendavais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 70 |
| Gráfico 20: Danos materiais causados por Granizo no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 76 |
| Gráfico 21: Danos materiais causados por Granizo no Estado do Pará de 1991 a 2012..... | 76 |
| Gráfico 22: Frequência mensal de Movimentos de Massa no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 84 |
| Gráfico 23: Danos humanos ocasionados por Movimentos de Massa no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 85 |
| Gráfico 24: Frequência anual de desastres por Erosão no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 95 |
| Gráfico 25: Frequência mensal de desastres por Erosão no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 95 |
| Gráfico 26: Danos humanos causados por Erosão no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 95 |
| Gráfico 27: Danos materiais causados por desastres por Erosão no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 96 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 28: Frequência mensal de registros de Incêndios Florestais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 103 |
| Gráfico 29: Frequência anual de registros de Incêndios Florestais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 104 |
| Gráfico 30: Frequência anual de registros de Incêndios Florestais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 105 |
| Gráfico 31: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 109 |
| Gráfico 32: Frequência mensal dos desastres no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 109 |
| Gráfico 33: Municípios mais atingidos por desastres naturais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012 | 110 |
| Gráfico 34:Total de danos humanos no Estado do Pará no período de 1991 a 2012 | 110 |

Listas de Infográficos

| | |
|--|-----|
| Infográfico 1: Síntese das ocorrências de Estiagem e Seca no Estado do Pará | 33 |
| Infográfico 2: Síntese das ocorrências de Enxurradas no Estado do Pará | 43 |
| Infográfico 3: Síntese das ocorrências de Inundações no Estado do Pará | 54 |
| Infográfico 4: Síntese das ocorrências de Alagamento no Estado do Pará..... | 63 |
| Infográfico 5: Síntese das ocorrências de Vendavais no Estado do Pará | 70 |
| Infográfico 6: Síntese das ocorrências de Granizos no Estado do Pará | 77 |
| Infográfico 7: Municípios atingidos por Movimentos de Massa no período de 1991 a 2012..... | 85 |
| Infográfico 8: Síntese das ocorrências de Erosão no Estado do Pará..... | 97 |
| Infográfico 9: Síntese das ocorrências de Incêndios Florestais no Estado do Pará | 105 |
| Infográfico 10: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Pará, no período de 1991 a 2012..... | 111 |

Listas de Mapas

| | |
|---|----|
| Mapa 1: Municípios e Mesorregiões do Estado do Pará..... | 20 |
| Mapa 2: Registros de Estiagem e Seca no Estado do Pará de 1991 a 2012 | 30 |
| Mapa 3: Registros de Enxurradas no Estado do Pará de 1991 a 2012 | 36 |
| Mapa 4: Registros de Inundações no Estado do Pará de 1991 a 2012 | 48 |

| | |
|---|-----|
| Mapa 5: Registros de Alagamentos no Estado do Pará de 1991 a 2012 | 58 |
| Mapa 6: Registros de Vendavais no Estado do Pará de 1991 a 2012 | 66 |
| Mapa 7: Registros de Granizos no Estado do Pará de 1991 a 2012 | 74 |
| Mapa 8: Registros de Movimentos de Massa no Estado do Pará de 1991 a 2012 | 80 |
| Mapa 9: Registros de Erosões no Estado do Pará de 1991 a 2012 | 90 |
| Mapa 10: Registros de Incêndios no Estado do Pará de 1991 a 2012 | 102 |
| Mapa 11: Registros do total dos Eventos no Estado do Pará de 1991 a 2012 | 108 |

Lista de Quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1: Hierarquização de documentos..... | 15 |
| Quadro 2: Principais eventos incidentes no País..... | 16 |
| Quadro 3: Transformação do CODAR para o COBRADE..... | 17 |
| Quadro 4: Termos e definições propostos para as Enxurradas..... | 37 |
| Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as Inundações Graduais..... | 49 |
| Quadro 6: Características dos principais tipos de Escorregamento | 81 |
| Quadro 7: Principais fatores deflagradores de Movimentos de Massa | 84 |
| Quadro 8: Classificação da Erosão pelos fatores ativos..... | 91 |
| Quadro 9: Terminologia de processos erosivos em relação à sua forma de ocorrência | 92 |
| Quadro 10: Codificação processos erosivos segundo COBRADE..... | 93 |
| Quadro 11: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado do Pará..... | 94 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1: População dos Censos Demográficos – Brasil, Região Norte e Pará 2000/2010..... | 22 |
| Tabela 2: População, taxa de crescimento, densidade demográfica e taxa de urbanização, segundo as Grandes Regiões do Brasil – 2000/2010 | 22 |
| Tabela 3: População, taxa de crescimento e taxa de população urbana e rural, segundo a Região Norte e Unidades da Federação – 2000/2010 | 23 |

| | |
|--|----|
| Tabela 4: Produto Interno Bruto <i>per capita</i> , segundo a Região Norte e Unidades da Federação – 2004/2008 | 23 |
| Tabela 5: Déficit Habitacional Urbano em relação aos domicílios particulares permanentes, segundo Regiões Geográficas e Unidades da Federação - 2008..... | 23 |
| Tabela 6: Renda Média Familiar: segundo Brasil, Região Norte e Estado do Pará - 2008..... | 24 |
| Tabela 7: Pessoas de 25 anos ou mais de idade, total e respectiva distribuição percentual, por grupos de anos de estudo - Brasil, Região Norte e Pará | 24 |
| Tabela 8: Taxas de fecundidade total, bruta de natalidade, bruta de mortalidade, de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer, por sexo – Brasil, Região Norte e Unidades da Federação – 2009 | 24 |
| Tabela 9: Danos humanos relacionados ao cinco eventos mais severos (1991-2012) | 41 |
| Tabela 10: Mortes relacionadas aos cinco eventos mais severos (1991-2012)..... | 42 |
| Tabela 11: Quantificação dos danos materiais (1991-2012)..... | 42 |
| Tabela 12: Total de danos materiais – cinco piores eventos (1991-2012)..... | 42 |
| Tabela 13: Os municípios mais severamente atingidos por Inundações no Estado do Pará (1991-2012) | 52 |
| Tabela 14: Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012) | 53 |
| Tabela 15: Danos humanos relacionados aos desastres de Alagamentos no Pará (1991-2012)..... | 62 |
| Tabela 16: Total de danos materiais – eventos registrados (1991-2012) | 62 |
| Tabela 17: Total de danos dos eventos de Vendavais entre os anos de 1991 a 2012..... | 69 |
| Tabela 18: Danos humanos relacionados aos cinco eventos mais severos (1991-2012) | 96 |
| Tabela 19: Danos materiais relacionados aos cinco eventos mais severos (1991-2012)..... | 96 |

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

13

O ESTADO DO PARÁ

19

DESASTRES NATURAIS
NO ESTADO DO
PARÁ DE 1991 A 2012

27

ESTIAGEM E SECA

29

ENXURRADA

35

INUNDAÇÃO

47

ALAGAMENTO

57

VENDAVAL

65

EROSÃO

89

GRANIZO

73

INCÊNDIO FLORESTAL

101

MOVIMENTO DE MASSA

79

DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES
NATURAIS NO ESTADO DO PARÁ

107

INTRODUÇÃO

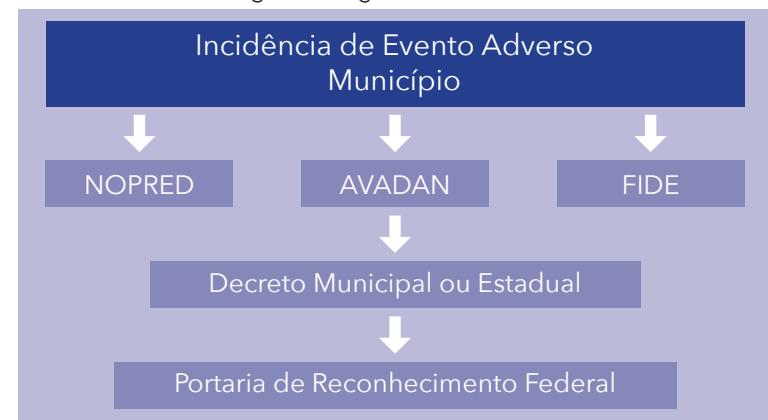
Atlas Brasileiro de Desastres Naturais é um produto de pesquisa realizada por meio de um acordo de cooperação celebrado entre o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria Nacional de Defesa Civil.

A pesquisa teve por objetivo produzir e disponibilizar informações sobre os registros de desastres no território nacional ocorridos nos últimos 22 anos (1991 a 2012), na forma de 26 volumes estaduais e um volume Brasil.

No Brasil, o registro oficial de um desastre poderia ocorrer pela emissão de três documentos distintos, não obrigatoriamente dependentes: Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED), Avaliação de Danos (AVADAN), ou Decreto municipal ou estadual. Após a publicação da Instrução Normativa n. 1, de 24 de agosto de 2012, o NOPRED e o AVADAN foram substituídos por um único documento, o Formulário de Informações sobre Desastres (FIDE).

A emissão de um dos documentos acima referidos ou, na ausência deles, e a decretação municipal ou estadual de situação de emergência ou estado de calamidade pública decorrente de um desastre são submetidas ao reconhecimento federal. Esse reconhecimento ocorreu devido à publicação de uma Portaria no Diário Oficial da União, que tornou pública e reconhecida a situação de emergência ou de calamidade pública decretada. A Figura 1 ilustra o processo de informações para a oficialização do registro e reconhecimento de um desastre.

Figura 1: Registro de desastres



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

O Relatório de Danos também foi um documento para registro oficial utilizado pela Defesa Civil até meados de 1990, mas foi substituído, posteriormente, pelo AVADAN. Os documentos são armazenados em meio físico e as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil são responsáveis pelo arquivamento dos documentos.

Os resultados apresentados demonstram a importância que deve ser dada ao ato de registrar e de armazenar, de forma precisa, integrada e sistemática, os eventos adversos ocorridos no País, porém até o momento não exis-

te banco de dados ou informações sistematizadas sobre o contexto brasileiro de ocorrências e controle de desastres no Brasil.

Dessa forma, a pesquisa realizada se justifica por seu caráter pioneiro no resgate histórico dos registros de desastres e ressalta a importância desses registros pelos órgãos federais, distrital, estaduais e municipais de Defesa Civil. Desse modo, estudos abrangentes e discussões sobre as causas e a intensidade dos desastres contribuem para a construção de uma cultura de proteção civil no País.

LEVANTAMENTO DE DADOS

Os registros até 2010 foram coletados entre outubro de 2010 e maio de 2011, quando pesquisadores do CEPED UFSC visitaram as 26 capitais brasileiras e o Distrito Federal para obter os documentos oficiais de registros de desastres disponibilizados pelas Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil e pela Defesa Civil Nacional. Primeiramente, todas as Coordenadorias Estaduais receberam um ofício da Secretaria Nacional de Defesa Civil comunicando o início da pesquisa e solicitando a cooperação no levantamento dos dados.

Os registros do ano de 2011 foram digitalizados sob a responsabilidade da SEDEC e os arquivos em meio digital foram encaminhados ao CEPED UFSC para a tabulação, a conferência, a exclusão das repetições e a inclusão na base de dados do S2ID.

Os registros de 2012 foram digitalizados em fevereiro de 2013 por uma equipe do CEPED UFSC que se deslocou à sede da SEDEC para a execução da tarefa. Além desses dados foram enviados ao CEPED UFSC todos os documentos existentes, em meio digital, da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Minas Gerais e da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Paraná. Esses documentos foram tabulados e conferidos, excluídas as repetições e, por fim, incluídos na base de dados do S2ID. Além disso, a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de São Paulo enviou uma cópia do seu banco de dados que foi convertido nos moldes do banco de dados do S2ID.

Como na maioria dos Estados, os registros são realizados em meio físico e depois arquivados, por isso, os pesquisadores utilizaram como equipamento de apoio um scanner portátil para transformar em meio digital os documentos disponibilizados. Foram digitalizados os documentos datados entre 1991 e 2012,

possibilitando o resgate histórico dos últimos 22 anos de registros de desastres no Brasil. Os documentos encontrados consistem em Relatório de Danos, AVADANs, NOPREDs, FIDE, decretos, portarias e outros documentos oficiais (relatórios estaduais, ofícios).

Como forma de minimizar as lacunas de informações, foram coletados documentos em arquivos e no banco de dados do Ministério da Integração Nacional e da Secretaria Nacional de Defesa Civil, por meio de consulta das palavras-chave “desastre”, “situação de emergência” e “calamidade”.

Notícias de jornais encontradas nos arquivos e no banco de dados também compuseram a pesquisa, na forma de dados não oficiais, permitindo a identificação de um evento na falta de documentos oficiais.

TRATAMENTO DOS DADOS

Para compor a base de dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, os documentos pesquisados foram selecionados de acordo com a escala de prioridade apresentada no Quadro 1 para evitar a duplicidade de registros.

Quadro 1: Hierarquização de documentos

| | |
|--------------------|--|
| AVADAN/FIDE | Documento prioritário em função da abrangência de informações registradas |
| NOPRED | Selecionado no caso de ausência de AVADAN/FIDE |
| Relatório de Danos | Selecionado no caso de ausência de AVADAN/FIDE e NOPRED |
| Portaria | Selecionado no caso de ausência de AVADAN/FIDE, NOPRED e Relatório de Danos |
| Decreto | Selecionado no caso de ausência de AVADAN/FIDE, NOPRED, Relatório de Danos e Portaria |
| Outros | Selecionado no caso de ausência de AVADAN/FIDE, NOPRED, Relatório de Danos, Portaria e Decreto |
| Jornais | Selecionado no caso de ausência dos documentos acima |

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Os documentos selecionados foram nomeados com base em um código formado por cinco campos que permitem a identificação da:

1 – Unidade Federativa;

2 – Tipo do documento:

A – AVADAN;

N – NOPRED;

F – FIDE;

R – Relatório de danos;

D – Decreto municipal;

P – Portaria;

J – Jornais.

3 – Código do município estabelecido pelo IBGE;

4 – Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE);

5 – Data de ocorrência do desastre (ano/mês/dia). Quando não foi possível identificar foi considerada a data de homologação do decreto ou de elaboração do relatório.

EX: SC – A – 4201901 – 12302 – 20100203



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

As informações presentes nos documentos do banco de dados foram manualmente tabuladas em planilhas para permitir a análise e a interpretação de forma integrada.

O processo de validação dos documentos oficiais foi realizado juntamente com as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil, por intermédio da Secretaria Nacional de Defesa Civil, com o objetivo de garantir a representatividade dos registros de cada estado.

A fim de identificar discrepâncias nas informações, erros de digitação e demais falhas no processo de transferência de dados, foram criados filtros de controle para verificação desses dados:

1 – De acordo com a ordem de prioridade apresentada no Quadro 1, os documentos referentes ao mesmo evento, emitidos com poucos dias de diferença, foram excluídos para evitar a duplicidade de registros;

2 – Os danos humanos foram comparados com a população do município registrada no documento (AVADAN) para identificar discrepâncias ou incoerências de dados. Quando identificada uma situação discrepante adotou-se como critério não considerar o dado na amostra, informando os dados não considerados na sua análise. A pesquisa não modificou os valores julgados como discrepantes.

CLASSIFICAÇÃO DOS DESASTRES NATURAIS

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais apresenta a análise dos dez principais eventos incidentes no País, sendo considerada até a publicação da Instrução Normativa n. 1, de 24 de agosto de 2012, a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR). Após essa data, considera-se a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), como mostra o Quadro 2, desenvolvida pela Defesa Civil Nacional, como base para a classificação quanto à origem dos desastres. Os registros foram convertidos da CODAR para a COBRADE, a fim de uniformizar a base de dados analisada, Quadro 3.

Quadro 2: Principais eventos incidentes no País

| | Tipos | COBRADE |
|--|---|---------|
| Movimentos de Massa | Quedas, Tombamentos e rolamentos - Blocos | 11311 |
| | Quedas, Tombamentos e rolamentos - Lascas | 11312 |
| | Quedas, Tombamentos e rolamentos - Matacões | 11313 |
| | Quedas, Tombamentos e rolamentos - Lajes | 11314 |
| | Deslizamentos | 11321 |
| | Corridas de Massa - Solo/Lama | 11331 |
| | Corridas de Massa - Rocha/detrito | 11332 |
| | Subsidências e colapsos | 11340 |
| Erosão | Erosão Costeira/Marinha | 11410 |
| | Erosão de Margem Fluvial | 11420 |
| | Erosão Continental - Laminar | 11431 |
| | Erosão Continental - Ravinas | 11432 |
| | Erosão Continental - Boçorocas | 11433 |
| Inundações | | 12100 |
| Enxurradas | | 12200 |
| Alagamentos | | 12300 |
| Ciclones/vendavais | Ciclones - Ventos Costeiros (Mobilidade de Dunas) | 13111 |
| | Ciclones - Marés de Tempestade (Ressacas) | 13112 |
| | Tempestade Local/Convectiva - Vendaval | 13215 |
| Tempestade Local/Convectiva - Granizo | | 13213 |
| Estiagem/seca | Estiagem | 14110 |
| | Seca | 14120 |
| Tempestade Local/Convectiva - Tornados | | 13211 |
| Onda de Frio - Geadas | | 13322 |
| Incêndio Florestal | | 14131 |
| | | 14132 |

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Quadro 3: Transformação da CODAR em COBRADE

| | Tipos | CODAR | COBRADE |
|---|-------|-------|---------|
| Quedas, Tombamentos e rolamentos - Matacões | 13304 | 11313 | |
| Deslizamentos | 13301 | 11321 | |
| Corridas de Massa - Solo/Lama | 13302 | 11331 | |
| Subsidências e colapsos | 13307 | 11340 | |
| Erosão Costeira/Marinha | 13309 | 11410 | |
| Erosão de Margem Fluvial | 13308 | 11420 | |
| Erosão Continental - Laminar | 13305 | 11431 | |
| Erosão Continental - Ravinas | 13306 | 11432 | |
| Inundações | 12301 | 12100 | |
| Enxurradas | 12302 | 12200 | |
| Alagamentos | 12303 | 12300 | |
| Ciclones - Ventos Costeiros (Mobilidade de Dunas) | 13310 | 13111 | |
| Tempestade Local/Convectiva - Granizo | 12205 | 13213 | |
| Tempestade Local/Convectiva - Vendaval | 12101 | 13215 | |
| Seca | 12402 | 14120 | |
| Estiagem | 12401 | 14110 | |
| Tempestade Local/Convectiva - Tornados | 12104 | 13211 | |
| Onda de Frio - Geadas | 12206 | 13322 | |
| Incêndio Florestal | 13305 | 14131 | |
| | 13306 | 14132 | |

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

PRODUÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS

Com o objetivo de possibilitar a análise dos dados foram desenvolvidos mapas temáticos para espacializar e representar a ocorrência dos eventos. Utilizou-se a base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2005) para estados e municípios e a base hidrográfica da Agência Nacional de Águas (ANA, 2010). Dessa forma, os mapas que compõem a análise dos dados por estado, são:

- Mapas municípios e mesorregiões de cada estado;
- Mapas para cada tipo de desastres;
- Mapas de todos os desastres do estado.

ANÁLISE DOS DADOS

A partir dos dados coletados para cada estado foram desenvolvidos mapas, gráficos e tabelas que possibilitaram a construção de um panorama espaço-temporal sobre a ocorrência dos desastres. Quando foram encontradas fontes teóricas que permitiram caracterizar os aspectos geográficos do estado, como clima, vegetação e relevo, as análises puderam ser complementadas. Os aspectos demográficos do estado também compuseram uma fonte de informações sobre as características locais.

Assim, a análise dos desastres, associada a informações complementares, permitiu a descrição do contexto onde os eventos ocorreram e subsidiou os órgãos responsáveis para as ações de prevenção e de reconstrução.

Dessa forma, o *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais*, ao reunir informações sobre os eventos adversos registrados no território nacional, é um repositório para pesquisas e consultas, contribuindo para a construção de conhecimento.

LIMITAÇÕES DA PESQUISA

As principais dificuldades encontradas na pesquisa foram as condições de acesso aos documentos armazenados em meio físico, já que muitos deles se encontravam sem proteção adequada e sujeitos às intempéries, resultando em perda de informações valiosas para o resgate histórico dos registros.

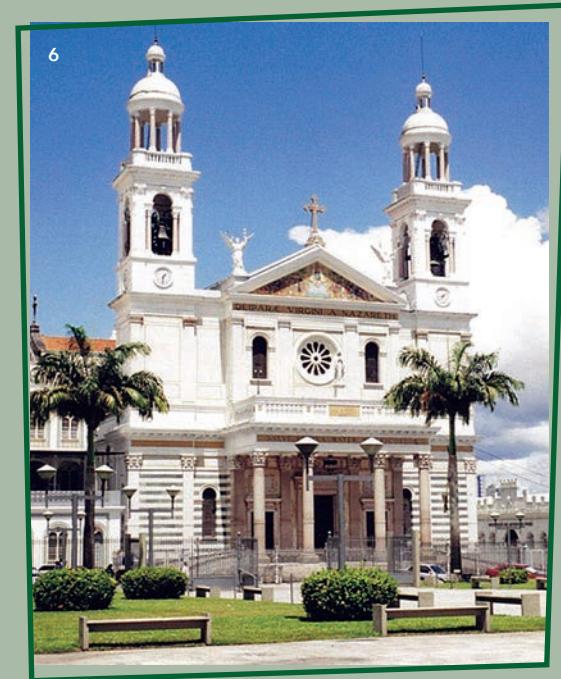
As lacunas de informações quanto aos registros de desastres, o banco de imagens sobre desastres e o referencial teórico para caracterização geográfica por estado também se configuram como as principais limitações para a profundidade das análises.

Por meio da realização da pesquisa, foram evidenciadas algumas fragilidades quanto ao processo de gerenciamento das informações sobre os desastres brasileiros, como:

- Ausência de unidades e campos padronizados para as informações declaradas nos documentos;
- Ausência de método de coleta sistemática e armazenamento dos dados;
- Falta de cuidado quanto ao registro e integridade histórica;
- Dificuldades na interpretação do tipo de desastre pelos responsáveis pela emissão dos documentos;
- Dificuldades de consolidação, transparência e acesso aos dados.

Cabe ressaltar que o aumento do número de registros a cada ano pode estar relacionado à constante evolução dos órgãos de Defesa Civil quanto ao registro de desastres pelos documentos oficiais. Assim, acredita-se que pode haver carência de informações sobre os desastres ocorridos no território nacional, principalmente entre 1991 e 2001, período anterior ao AVADAN.

Fontes: Fotos 1 a 8: PARÁ, 2011. Secretaria de Turismo do Pará. Foto 9: COMDEC de Aveiro - PA, 2013b.



O ESTADO DO PARÁ

Mapa 1: Municípios e Mesorregiões do Estado do Pará



CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Estado do Pará, localizado na Região Norte do Brasil, entre os paralelos 2°35'N, 9°50'S e os meridianos 46°3'W, 58°53'W (IBGE, 2005). Faz divisa com os Estados do Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Roraima e Tocantins; e fronteiras com Guiana, Guiana Francesa e Suriname (PARATUR, 2011).

Pará é o segundo maior estado brasileiro em extensão territorial, dividido em 143 municípios, com capital em Belém, ocupando aproximadamente 1.247.950,003 km², o que corresponde a 16,66% do território brasileiro e 26% da Região Amazônica (IBGE, 2010).

De acordo com as características locais, divide-se em seis mesorregiões: Baixo Amazonas, Marajó, Metropolitana de Belém, Nordeste, Sudeste e Sudoeste, conforme apresenta o Mapa 1.

A Região Norte, incluindo o Estado do Pará, abrange quase toda a Região Amazônica Brasileira, onde predomina o clima equatorial chuvoso, praticamente sem estação seca e com o maior total pluviométrico anual do Brasil (Quadro et al., 1996). O tempo é quente e úmido durante todo o ano e sua temperatura média anual é de 27°C (GOVERNO DO PARÁ, 2010; PARATUR, 2011).

O Pará comprehende parte da Bacia Amazônica, e tem como principais cursos d'água os rios Amazonas e seus afluentes Tapajós, Xingu, Tocantins, Jari e Trombetas (GOVERNO DO PARÁ, 2010). O Rio Amazonas percorre o estado de oeste a leste e deságua no Oceano Atlântico, no Arquipélago do Marajó.

Seu relevo é baixo e plano, no qual 58% do território encontram-se abaixo de 200 metros de altitude, enquanto as áreas superiores localizam-se na Cordilheira do Tumucumaque, no extremo norte do estado; na Serra do Cachimbo, a sudoeste; e na Serra dos Carajás, onde se localizam as maiores reservas de ferro do mundo, além de outros minérios como: ouro, cobre e níquel (GOVERNO DO PARÁ, 2010).

Quanto à vegetação do Estado do Pará, tem-se no litoral um conjunto vegetacional moldado pelo Rio Amazonas, que apresenta campos naturais e florestas de várzea. Os campos abertos, por sua vez, se caracterizam pelo predomínio de elementos herbáceos, havendo também aqueles que se localizam em locais com pequenas oscilações na topografia do terreno, permitindo, então, o estabelecimento de um estrato arbóreo-arbustivo. Existem ainda áreas



Figura 2: Peixes regionais do Estado do Pará

com concentração de ilhas, de mata, com tamanhos e formas que podem variar. Esta última costuma aparecer em áreas de relevos mais altos, onde não são observados efeitos de inundação. De modo geral, os predomínios das florestas neste estado são do tipo: pluviais ou ombrófilas e perenófilas, ou seja, padrões de florestas de terra firme que variam sem influência de inundações. Já as matas de várzea, que se encon-

tram sob influência das marés semidiurnas, estão associadas ao Rio Amazonas e seus tributários (IEPA, 2004).

DADOS DEMOGRÁFICOS

O Estado do Pará apresenta uma população de 7.588.078 habitantes, com densidade demográfica de 6,07 hab/km², enquanto a da Região Norte é considerada a mais baixa do Brasil, com 4,13 hab/km². A Região Norte, no entanto, se destaca das outras regiões do país com uma taxa de crescimento de 22,98%, no período de 2000 a 2010, acima inclusive da percentagem nacional de 12,33%. Já a taxa de crescimento do Estado do Pará atingiu 22,54%, no período de 2000 a 2010, praticamente a mesma que a taxa regional (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: População dos Censos Demográficos – Brasil, Região Norte e Pará 2000/2010

| Abrangência Geográfica | População | | Taxa de Crescimento (2000 a 2010) % | Densidade Demográfica (2010) hab/km ² | Taxa de Pop. Urbana (2010) % |
|------------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|--|------------------------------|
| | 2000 | 2010 | | | |
| BRASIL | 169.799.170 | 190.732.694 | 12,33 | 22,43 | 84,36 |
| Região Norte | 12.900.704 | 15.865.678 | 22,98 | 4,13 | 73,53 |
| Pará | 6.192.307 | 7.588.078 | 22,54 | 6,07 | 65,77 |

Fonte: Censo Demográfico de 2000 e 2010 (IBGE, 2010)

Tabela 2: População, taxa de crescimento, densidade demográfica e taxa de urbanização, segundo as Grandes Regiões do Brasil – 2000/2010

| Grandes Regiões do Brasil | População | | Taxa de Crescimento (2000 a 2010) % | Densidade Demográfica (2010) hab/km ² | Taxa de Pop. Urbana (2010)% |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------------------------------|--|-----------------------------|
| | 2000 | 2010 | | | |
| BRASIL | 169.799.170 | 190.732.694 | 12,33 | 22,43 | 84,36 |
| Região Norte | 12.900.704 | 15.865.678 | 22,98 | 4,13 | 73,53 |
| Região Nordeste | 47.741.711 | 53.078.137 | 11,18 | 34,15 | 73,13 |
| Região Sudeste | 72.412.411 | 80.353.724 | 10,97 | 86,92 | 92,95 |
| Região Sul | 25.107.616 | 27.384.815 | 9,07 | 48,58 | 84,93 |
| Região Centro-Oeste | 11.636.728 | 14.050.340 | 20,74 | 8,75 | 88,81 |

Fonte: Censo Demográfico de 2000 e 2010 (IBGE, 2010)

A população paraense é predominantemente urbana, representada por uma taxa de 65,77%, em contrapartida com a taxa de população rural, de 34,23%. Comparando as taxas do Pará com os demais estados da Região Norte e do Brasil, verifica-se que todos têm população predominantemente urbana (Tabela 3).

Tabela 3: População, taxa de crescimento e taxa de população urbana e rural, segundo a Região Norte e Unidades da Federação – 2000/2010

| Abrangência Geográfica | População | | Crescimento (2000-2010) % | Taxa de População Urbana (2010) % | Taxa de População Rural (2010) % |
|------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | 2000 | 2010 | | | |
| BRASIL | 169.799.170 | 190.732.694 | 12,33 | 84,3 | 15,7 |
| Região Norte | 12.900.704 | 15.865.678 | 22,98 | 77,9 | 22,1 |
| Rondônia | 1.379.787 | 1.560.501 | 13,1 | 73,22 | 26,78 |
| Acre | 557.526 | 732.793 | 31,44 | 72,61 | 27,39 |
| Amazonas | 2.812.557 | 3.480.937 | 23,76 | 79,17 | 20,83 |
| Roraima | 324.397 | 451.227 | 39,11 | 76,41 | 23,59 |
| Pará | 6.192.307 | 7.588.078 | 22,54 | 65,77 | 34,23 |
| Amapá | 477.032 | 668.689 | 40,18 | 89,81 | 10,19 |
| Tocantins | 1.157.098 | 1.383.453 | 19,56 | 78,81 | 21,19 |

Fonte: Censo Demográfico de 2000 e 2010 (IBGE, 2010)

PRODUTO INTERNO BRUTO

O PIB¹ per capita do Estado do Pará, segundo dados da Tabela 4, cresceu 53,96%, entre 2004 a 2008, muito mais que a Região Norte, em torno de 53%, e a média do Brasil, em torno de 50%.

Tabela 4: Produto Interno Bruto per capita, segundo a Região Norte e Unidades da Federação – 2004/2008

| Abrangência Geográfica | PIB Per capita EM R\$ | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Taxa de Variação 2004/2008 |
| BRASIL | 10.692,19 | 11.658,10 | 12.686,60 | 14.464,73 | 15.989,75 | 49,55% |
| Norte | 6.679,93 | 7.241,49 | 7.987,81 | 9.134,62 | 10.216,43 | 52,94% |
| Rondônia | 7.208,59 | 8.395,74 | 8.389,21 | 10.319,98 | 11.976,71 | 66,14% |
| Acre | 6.251,21 | 6.693,56 | 7.040,86 | 8.789,49 | 9.896,16 | 58,31% |
| Amazonas | 9.657,97 | 10.316,30 | 11.826,21 | 13.042,83 | 14.014,13 | 45,10% |
| Roraima | 7.360,85 | 8.124,58 | 9.074,35 | 10.534,08 | 11.844,73 | 60,92% |
| Pará | 5.191,52 | 5.612,32 | 6.240,05 | 7.006,81 | 7.992,71 | 53,96% |
| Amapá | 7.026,17 | 7.334,93 | 8.542,94 | 10.253,74 | 11.032,67 | 57,02% |
| Tocantins | 6.555,94 | 6.939,34 | 7.206,34 | 8.920,73 | 10.223,15 | 55,94% |

Fonte: IBGE (2008)

No ano de 2008, o PIB per capita era de R\$ 7.992,71, menor que a média regional - R\$10.216,43 - e muito distante da média nacional - R\$15.989,75 (Tabela 5).

¹ PIB - Produto Interno Bruto: É o total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtoras residentes destinadas ao consumo final sendo, portanto, equivalente à soma dos valores adicionados pelas diversas atividades econômicas, acrescido dos impostos sobre produtos. O PIB também é equivalente à soma dos consumos finais de bens e serviços valorados a preço de mercado sendo, também, equivalente à soma das rendas primárias. Pode, portanto, ser expresso por três óticas: a) da produção - o PIB é igual ao valor bruto da produção, a preços básicos, menos o consumo intermediário, a preços de consumidor, mais os impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos; b) da demanda - o PIB é igual à despesa de consumo das famílias, mais o consumo do governo, mais o consumo das instituições sem fins de lucro a serviço das famílias (consumo final), mais a formação bruta de capital fixo, mais a variação de estoques, mais as exportações de bens e serviços, menos as importações de bens e serviços; c) da renda - o PIB é igual à remuneração dos empregados, mais o total dos impostos, líquidos de subsídios, sobre a produção e a importação, mais o rendimento misto bruto, mais o excedente operacional bruto (IBGE, 2008).

O PIB per capita do Estado do Pará foi considerado o mais baixo da Região Norte, de 2004 a 2008. Neste mesmo espaço de tempo, apresentou uma taxa de variação de 53,96%, acima apenas do Estado do Amazonas, com 45,10% (Tabela 5).

Tabela 5: Déficit Habitacional Urbano em relação aos domicílios particulares permanentes, segundo Regiões Geográficas e Unidades da Federação - 2008

| Abrangência Geográfica | Déficit Habitacional - Valores Absolutos - 2008 | | | |
|------------------------|---|----------------|----------------|---|
| | Total | Urbano | Rural | Percentual em relação aos domicílios particulares permanentes % |
| Brasil | 5.546.310 | 4.629.832 | 916.478 | 9,6 |
| Norte | 555.130 | 448.072 | 107.058 | 13,8 |
| Rondônia | 31.229 | 29.609 | 1.620 | 6,90 |
| Acre | 19.584 | 17.370 | 2.214 | 10,5 |
| Amazonas | 132.224 | 120.363 | 11.861 | 17,1 |
| Roraima | 13.969 | 13.333 | 636 | 12,0 |
| Pará | 284.166 | 217.408 | 66.758 | 14,7 |
| Amapá | 14.277 | 13.223 | 1.054 | 8,70 |
| Tocantins | 59.681 | 36.766 | 22.915 | 15,8 |

Fonte: Déficit Habitacional no Brasil 2008 (BRASIL, 2008, p. 31)

INDICADORES SOCIAIS BÁSICOS DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL²

No Brasil, em 2008, o déficit habitacional estimado, que engloba aquelas moradias sem condições de serem habitadas em razão da pre-

² Déficit Habitacional: o conceito de déficit habitacional utilizado está ligado diretamente às deficiências do estoque de moradias. Inclui ainda a necessidade de incremento do estoque, em função da coabitacão familiar forçada (famílias que pretendem constituir um domicílio unifamiliar), dos moradores de baixa renda com dificuldade de pagar aluguel e dos que vivem em casas e apartamentos alugados com grande densidade. Inclui-se ainda nessa rubrica a moradia em imóveis e locais com fins não residenciais. O déficit habitacional pode ser entendido, portanto, como déficit por reposição de estoque e déficit por incremento de estoque. O conceito de domicílios improvisados engloba todos os locais e imóveis sem fins residenciais e lugares que servem como moradia alternativa (imóveis comerciais, embaixos de pontes e viadutos, carcaças de carros abandonados e barcos e cavernas, entre outros), o que indica claramente a carência de novas unidades domiciliares. Fonte: Brasil (2008).

riedade das construções ou do desgaste da estrutura física, correspondeu a 5.546.310 de domicílios, dos quais 4.629.832 estão localizados nas áreas urbanas. Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do país, o déficit corresponde a 9,6%. No Estado do Pará, o déficit habitacional é de 284.166 domicílios, dos quais 217.408 estão localizados nas áreas urbanas e 66.758 nas áreas rurais (Tabela 5).

Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do estado, o déficit corresponde a 14,7%. Se comparados aos percentuais de domicílios particulares dos demais estados da região, fica abaixo apenas do Amazonas (17,1%) e do Tocantins (15,8%), conforme a Tabela 5.

DÉFICIT HABITACIONAL URBANO EM 2008, SEGUNDO FAIXAS DE RENDA FAMILIAR EM SALÁRIOS MÍNIMOS

A análise dos dados refere-se à faixa de renda média familiar mensal em termos de salários mínimos sobre o déficit habitacional. O objetivo é destacar os domicílios urbanos precários e sua faixa de renda, alvo preferencial de políticas públicas que visem à melhoria das condições de vida da população mais vulnerável.

No Estado do Pará, as desigualdades sociais estão também expressas pelos indicadores do déficit habitacional, segundo a faixa de renda. Os dados mostram que a renda familiar mensal é muito baixa, onde 90,8% das famílias recebem uma renda mensal de até 3 salários mínimos. Na Região Norte representa 88,6%, enquanto a média no Brasil é de 89,6% das famílias (Tabela 6).

Tabela 6: Renda Média Familiar: segundo Brasil, Região Norte e Estado do Pará - 2008

| Abrangência Geográfica | Faixas de Renda Média Familiar Mensal (em salário mínimo) | | | | |
|------------------------|---|------------|------------|------------|-------------|
| | Até 3 | 3 à 5 | 5 à 10 | Mais de 10 | Total |
| Brasil | 89,6 | 7,0 | 2,8 | 0,6 | 100% |
| Norte | 88,6 | 7,8 | 3,0 | 0,6 | 100% |
| Pará | 90,8 | 6,1 | 2,3 | 0,3 | 100% |

Fonte: Déficit Habitacional no Brasil 2008 (BRASIL, 2008)

ESCOLARIDADE

A média de anos de estudo do segmento etário, que compreende as pessoas acima de 25 anos ou mais de idade, revela a escolaridade de uma sociedade, segundo IBGE 2010.

O precário indicador de escolaridade no Estado do Pará pode ser visto pelos altos percentuais de analfabetos (15,3%), de analfabetos funcionais (16,4%), ou seja, pessoas com até 3 anos de estudos, e os de baixa escolaridade (24,0%), compondo um indicador formado pelos sem escolaridade, com muito baixa e baixa escolaridade, que, na soma, corresponde a 55,7% da população acima de 25 anos. O indicador de escolaridade do Estado do Pará está próximo da média da Região Norte e da média do Brasil (Tabela 7).

Tabela 7: Pessoas de 25 anos ou mais de idade, total e respectiva distribuição percentual, por grupos de anos de estudo - Brasil, Região Norte e Pará

| Abrangência Geográfica | Pessoas de 25 anos ou mais de idade | | | |
|------------------------|-------------------------------------|---|-------------|-------------|
| | Total (1 000 pessoas) | Distribuição percentual, por grupos de anos de estudo (%) | | |
| | | Sem instrução e menos de 1 ano de estudo | 1 a 3 anos | 4 a 7 anos |
| Brasil | 111 952 | 12,9 | 11,8 | 24,8 |
| Norte | 7 745 | 14,9 | 13,9 | 23,5 |
| Pará | 3.681 | 15,3 | 16,4 | 24,0 |

Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2009a)

ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER³

No Estado do Pará, o indicador esperança de vida segue as médias regional e nacional. Tendência essa reproduzida nos demais estados do norte brasileiro, conforme Tabela 8. Apresenta taxa de natalidade de 18,8%, uma das menores taxas da região, mas supera a do país – 15,77%. O indicador mortalidade infantil apresenta uma taxa média de 23,0%, próxima aos outros estados da região.

Tabela 8: Taxas de fecundidade total, bruta de natalidade, bruta de mortalidade, de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer, por sexo – Brasil, Região Norte e Unidades da Federação – 2009

| Abrangência Geográfica | Taxa de fecundidade total | Taxa bruta de natalidade (%) | Taxa bruta de mortalidade (%) | Taxa de mortalidade infantil (%) | Esperança de vida ao nascer | | |
|------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Total | Homens | Mulheres |
| BRASIL | 1,94 | 15,77 | 6,27 | 22,50 | 73,1 | 69,4 | 77,0 |
| Norte | 2,51 | 20,01 | 4,86 | 23,50 | 72,2 | 69,3 | 75,1 |
| Rondônia | 2,32 | 18,40 | 5,15 | 22,40 | 71,8 | 69,1 | 74,7 |
| Acre | 2,96 | 23,94 | 4,98 | 28,90 | 72,0 | 69,4 | 74,7 |
| Amazonas | 2,38 | 20,16 | 4,45 | 24,30 | 72,1 | 69,2 | 75,3 |
| Roraima | 2,20 | 28,78 | 4,84 | 18,10 | 70,6 | 68,1 | 73,2 |
| Pará | 2,51 | 18,88 | 4,86 | 23,00 | 72,5 | 69,6 | 75,5 |
| Amapá | 2,87 | 27,96 | 4,77 | 22,50 | 71,0 | 67,2 | 75,0 |
| Tocantins | 2,60 | 18,45 | 5,49 | 25,60 | 71,9 | 69,6 | 74,2 |

Fonte: Síntese dos Indicadores Sociais (IBGE, 2009b)

De maneira geral, o Estado do Pará apresenta um quadro de indicadores sociais e econômicos muito baixos, comparado aos outros estados da Região Norte.

A combinação entre crescimento da economia e os programas sociais do governo, ainda não permite evidenciar a redução da pobreza e consequente redução dos indicadores de vulnerabilidade.

³ No Brasil, o aumento de esperança de vida ao nascer, em combinação com a queda do nível geral de fecundidade, resulta no aumento absoluto e relativo da população idosa. A taxa de fecundidade total corresponde ao número médio de filhos que uma mulher teria no final do seu período fértil. Essa taxa, no Brasil, vem diminuindo nas últimas décadas, e sua redução reflete a mudança que vem ocorrendo no processo de urbanização e na entrada da mulher no mercado de trabalho.

Referências

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Déficit habitacional no Brasil 2008.** Brasília: Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações. 2008. 129 p. (Projeto PNUD-BRA-00/019 – Habitar Brasil – BID). Disponível em: <http://www.fjp.gov.br/index.php/component/docman/doc_download/654-deficit-habitacional-no-brasil-2008>. Acesso em: 19 abr. 2013.

GOVERNO DO PARÁ. **O Estado do Pará.** 2010. Disponível em: <http://www.pa.gov.br/O_Para/opara.asp>. Acesso em: 29 set. 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas regionais do Brasil 2004 – 2008:** tabela 4 - Produto Interno Bruto a preços de mercado *per capita*, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação - 2003-2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003_2007/tabela04.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base cartográfica digital.** [Formato shapefile]. Florianópolis: IBGE, 2005.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios 2009.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do censo demográfico 2010.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. (Estudos e Pesquisas: Informação Demográfica e Socioeconômica, 26). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsociais2009/indic_sociais2009.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2013.

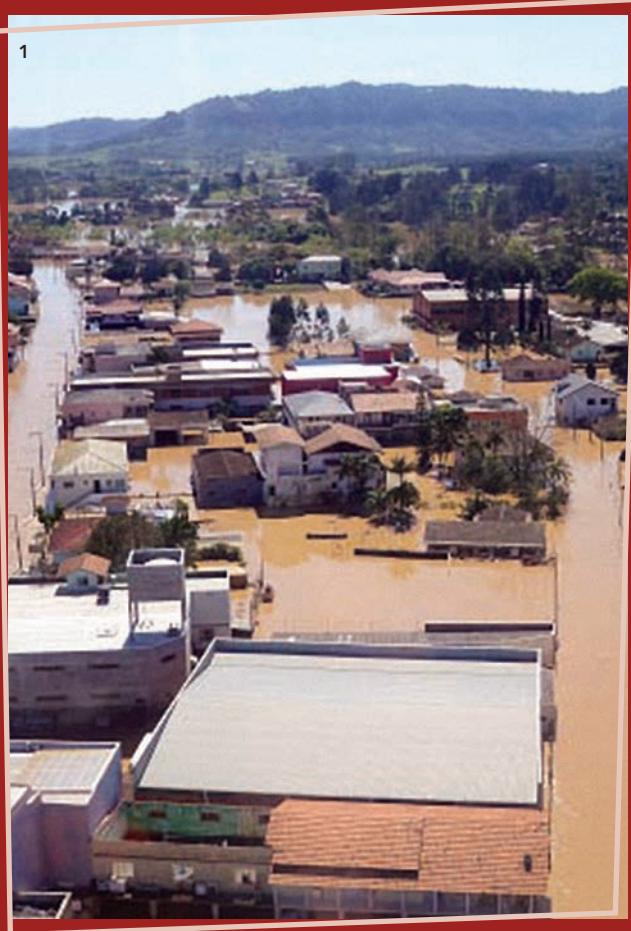
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Estados @:** Pará. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pa#>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

IEPA - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. **Resultados.** Amapá: IEPA, 2004. Disponível em: <http://www.iepa.ap.gov.br/estuario/arq_pdf/vol_1/cap_5_vegetacao_atual.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2013.

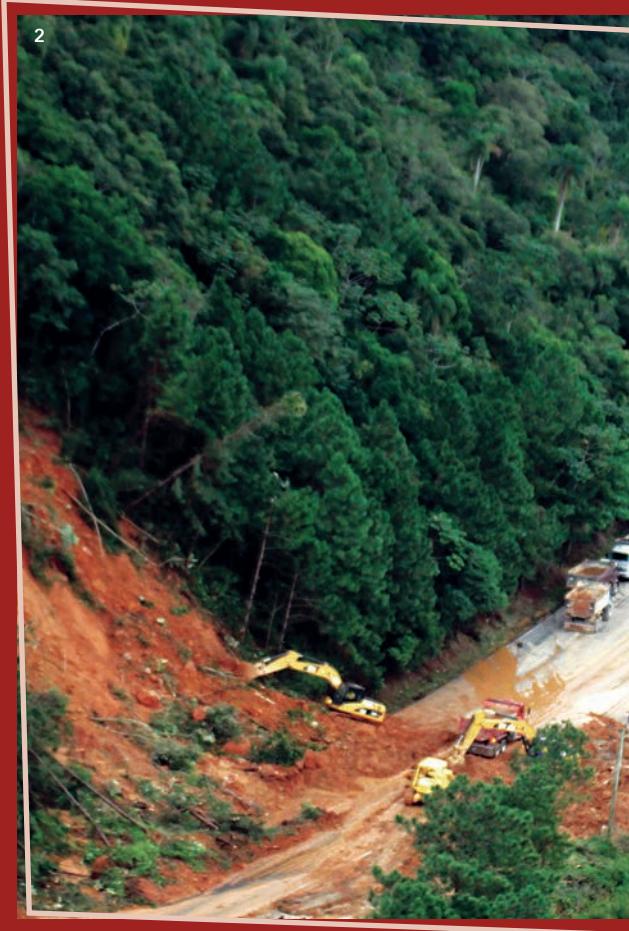
PARÁ TURISMO. **O estado do Pará.** Disponível em: <<http://www.paraturismo.pa.gov.br/paratur/index.asp>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

QUADRO, M. F. L. et al. Climatologia e precipitação e temperatura no período de 1986 a 1996. **Climanálise Boletim**, São Paulo, ed. com., 1996.





1



2

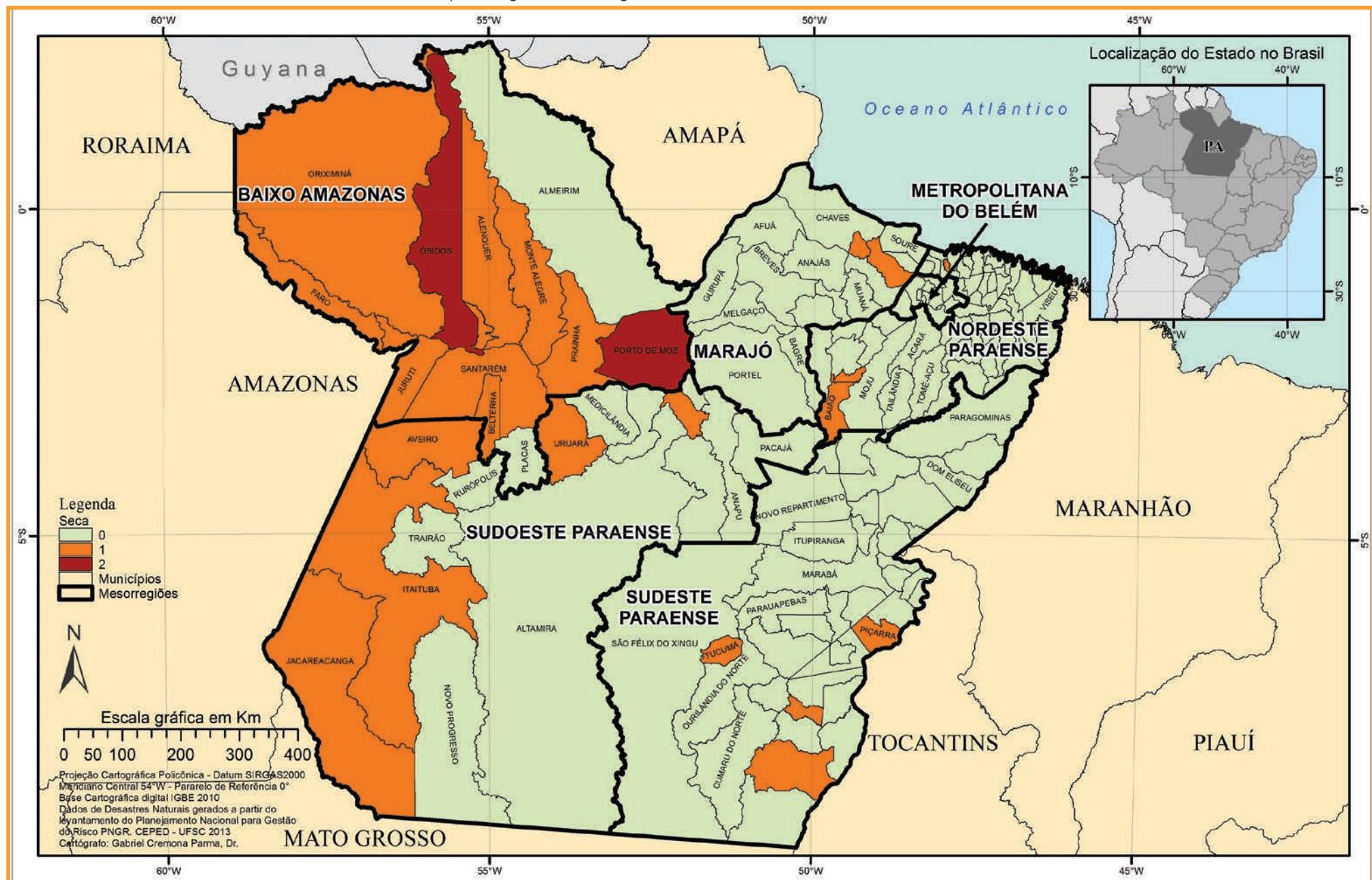


3

DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO PARÁ DE 1991 A 2012

ESTIAGEM E SECA

Mapa 2: Registros de Estiagem e Seca no Estado do Pará de 1991 a 2012



s desastres relativos aos fenômenos de estiagens e secas compõem o grupo de desastres naturais climatológicos, conforme a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

O conceito de estiagem está diretamente relacionado à redução das precipitações pluviométricas, ao atraso dos períodos chuvosos ou à ausência de chuvas previstas para uma determinada temporada, em que a perda de umidade do solo é superior a sua reposição (CASTRO, 2003). A redução das precipitações pluviométricas relaciona-se com a dinâmica atmosférica global, que comanda as variáveis climatológicas relativas aos índices desse tipo de precipitação.

O fenômeno estiagem é considerado existente quando há um atraso superior a quinze dias do início da temporada chuvosa e quando as médias de precipitação pluviométricas mensais dos meses chuvosos permanecem inferiores a 60% das médias mensais de longo período, da região considerada (CASTRO, 2003).

A estiagem é um dos desastres de maior ocorrência e impacto no mundo, devido, principalmente, ao longo período em que ocorre e a abrangência de grandes áreas atingidas (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2006). Assim, a estiagem, enquanto desastre, produz reflexos sobre as reservas hidrológicas locais, causando prejuízos à agricultura e à pecuária. Dependendo do tamanho da cultura realizada, da necessidade de irrigação e da importância desta na economia no município, os danos podem apresentar magnitudes economicamente catastróficas. Seus impactos na sociedade, portanto, resultam da relação entre eventos naturais e as atividades socioeconômicas desenvolvidas na região, por isso a intensidade dos danos gerados é proporcional à magnitude do evento adverso e ao grau de vulnerabilidade da economia local ao evento (CASTRO, 2003).

O fenômeno de seca, do ponto de vista meteorológico, é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes (CASTRO, 2003). Sendo assim, seca é a forma crônica do evento de estiagem (KOBAYAMA, et al., 2006).

De acordo com Campos (1997), podemos classificar o fenômeno da seca em três tipos:

- climatológica: que ocorre quando a pluviosidade é baixa em relação às normais da área;

- hidrológica: quando a deficiência ocorre no estoque de água dos rios e açudes;
- edáfica: quando o déficit de umidade é constatado no solo.

Nos períodos de seca, para que se configure o desastre, é necessária uma interrupção do sistema hidrológico de forma que o fenômeno adverso atue sobre um sistema ecológico, econômico, social e cultural, vulnerável à redução das precipitações pluviométricas. O desastre seca é considerado, também, um fenômeno social, pois caracteriza uma situação de pobreza e estagnação econômica, advinda do impacto desse fenômeno meteorológico adverso. Desta forma, a economia local, sem a menor capacidade de gerar reservas financeiras ou de armazenar alimentos e demais insumos, é completamente bloqueada (CASTRO, 2003).

Além de fatores climáticos de escala global, como *El Niño - La Niña*, as características geoambientais podem ser elementos condicionantes na frequência, duração e intensidade dos danos e prejuízos relacionados às secas. As formas de relevo e a altitude da área, por exemplo, podem condicionar o deslocamento de massas de ar, interferindo na formação de nuvens e, consequentemente, na precipitação (KOBAYAMA et al., 2006). O padrão estrutural da rede hidrográfica pode ser também um condicionante físico que interfere na propensão para a construção de reservatórios e captação de água. O porte da cobertura vegetal pode ser caracterizado, ainda, como outro condicionante, pois retém umidade, reduz a evapotranspiração do solo e bloqueia a insolação direta no solo, diminuindo também a atuação do processo erosivo (GONÇALVES et al., 2004).

Desta forma, situações de secas e estiagens não são necessariamente consequências somente de índices pluviais abaixo do normal ou de teores de umidade de solos e ar deficitários. Pode-se citar como outro condicionante o manejo inadequado de corpos hídricos e de toda uma bacia hidrográfica, resultados de uma ação antrópica desordenada no ambiente. As consequências, nestes casos, podem assumir características muito particulares, e a ocorrência de desastres, portanto, pode ser condicionada pelo efetivo manejo dos recursos naturais realizado na área (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2004).

O número de eventos de estiagem e seca no Estado do Pará atingiu um total de 28 registros oficiais durante o período analisado. No Mapa 2

é possível observar que a região mais afetada por este tipo de evento é a Mesorregião Baixo Amazonas. Do total de 26 municípios atingidos no estado, 12 pertencem a esta mesorregião, que apresentou um total de 14 registros. Os municípios de Óbidos e Porto de Moz, pertencentes ao Baixo Amazonas, foram os únicos que apresentaram 2 registros ao longo dos anos analisados. Com exceção dos municípios de Almeirim e Placas, todos os demais decretaram situação de emergência por estiagem e seca, com 1 registro cada.

Como o Pará é caracterizado por uma variação climática bastante diversificada, o Baixo Amazonas apresenta os menores valores anuais de umidade relativa e de médias de precipitação do estado, segundo as informações hidroclimatológicas do Núcleo de Hidrometeorologia da Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (OLIVEIRA et al., 2000). Por sua vez, as mesorregiões litorâneas de Marajó e Nordeste Paraense apresentam os maiores valores desses parâmetros climatológicos. Além disso, o alto índice pluviométrico é influenciado por sistemas de grande escala, como a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), localizada próxima ao litoral, e com forte convecção local e por aglomerados de cumulonimbus.

Conforme representado no Gráfico 1, o ano que apresentou o maior número de registros foi o de 2005, com 15 episódios do auento adverso.

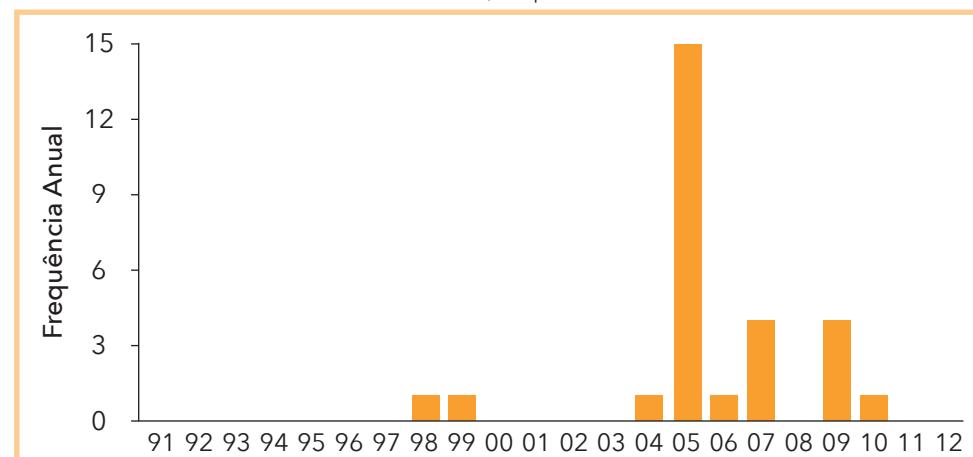
Nos anos de 2007 e 2009 foram registrados 4 ocorrências em cada ano, enquanto nos demais anos - 1998, 1999, 2004, 2006 e 2010 - registrou-se somente 1 registro por ano.

Com relação à frequência mensal (Gráfico 2), verifica-se maior recorrência de estiagem e seca nos meses de outubro e novembro, com 15 e 6 registros, respectivamente. Dos 15 registros relativos ao mês outubro, 13 referem-se aos episódios do ano de 2005.

Os meses de recorrência de estiagem e seca correspondem ao período menos chuvoso no Pará. De acordo com Oliveira et al. (2000), o regime pluviométrico do estado é bem definido em estação menos chuvosa, de junho a novembro, e estação chuvosa, de dezembro a maio. Dessa forma, os baixos acumulados de chuvas favorecem a ocorrência de eventos e desastres naturais relacionados à redução das precipitações pluviométricas.

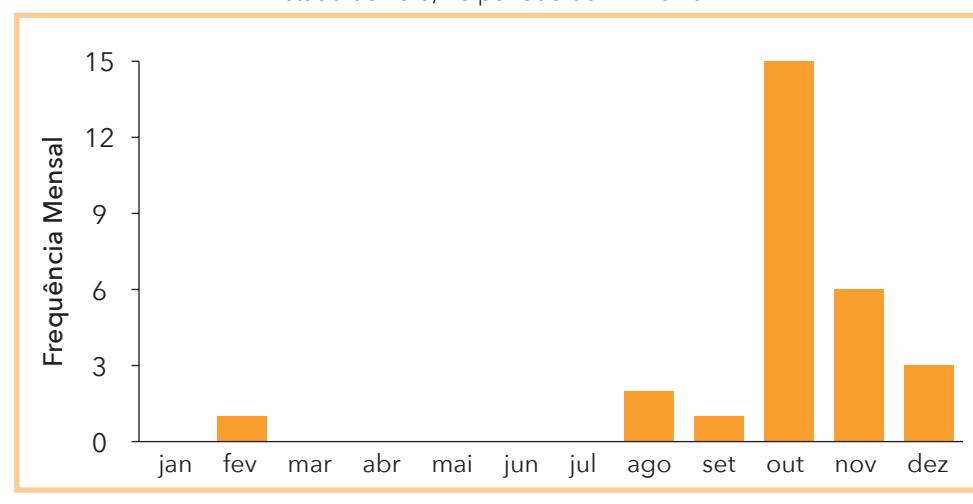
Quanto aos danos humanos, conforme ilustrado no Gráfico 3, foram 158.659 pessoas afetadas, 6.157 pessoas enfermas, 26 feridas e 2 desalojadas.

Gráfico 1: Frequência anual de desastres causados por Estiagem e Seca no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 2: Frequência mensal de Estiagem e Seca no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

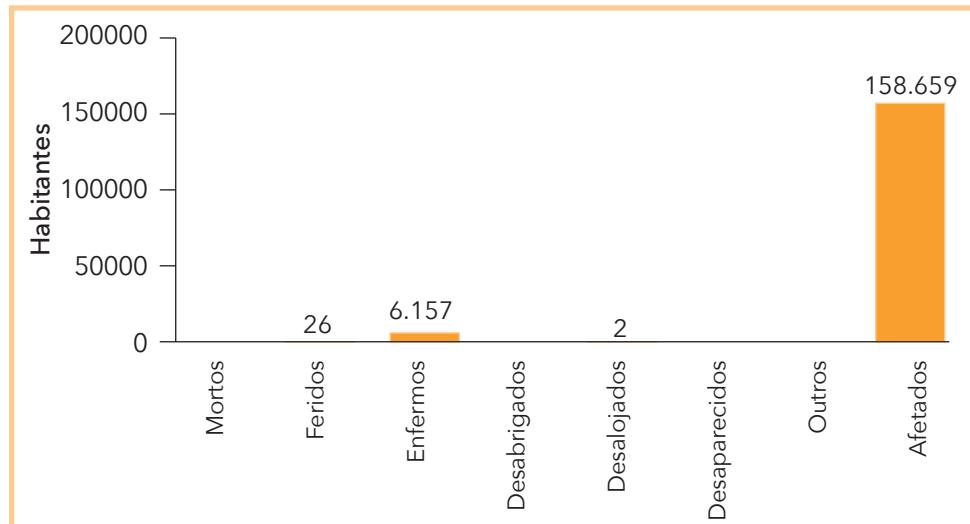
O grande número de habitantes afetados se deve, principalmente, ao impedimento da naveabilidade das embarcações, em virtude da baixa dos rios Amazonas, Tapajós e seus afluentes, deixando as comunidades ribeirinhas isoladas.

das. Essa redução do nível dos rios em períodos de estiagens prolongadas afeta também a atividade pesqueira, principal fonte de subsistência e comércio local.

De maneira geral, as estiagens prolongadas e as secas afetam as áreas produtivas, com perdas nas lavouras; comprometem os reservatórios de água, resultando em sede, fome, e na perda de rebanho; bem como em problemas de risco à vida humana. A população das áreas ribeirinhas também sofre com diarréias e vômitos devido à má qualidade da água. Por este motivo, há um considerável número de enfermos registrados no período.

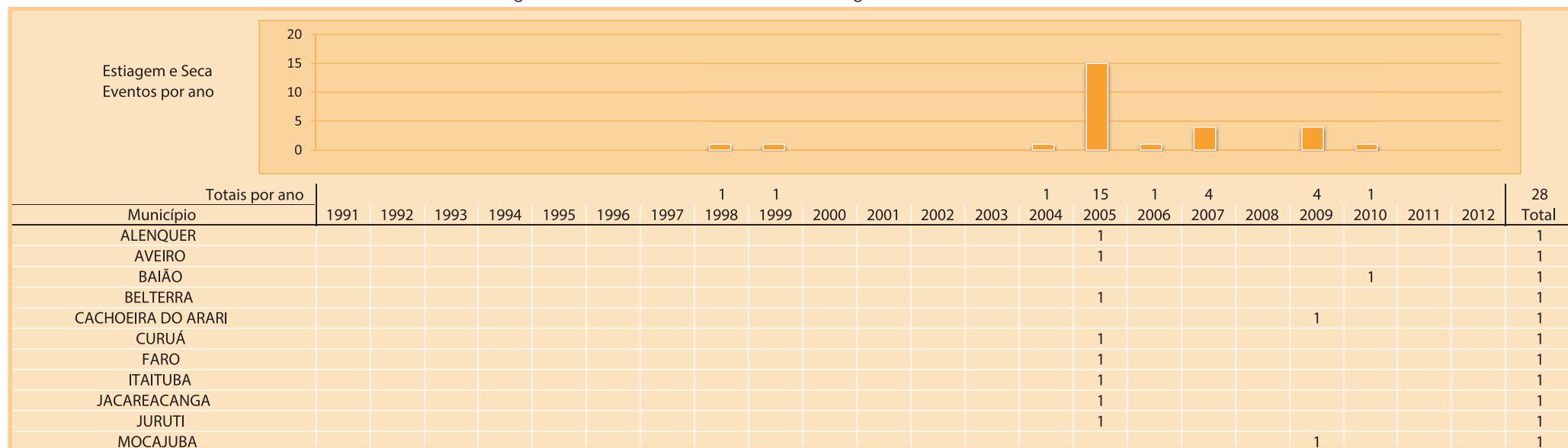
A frequência dos fenômenos de estiagem e seca no Estado do Pará, assim como em outras regiões do território nacional, é influenciada pela dinâmica climática e características físicas regionais. Suas causas, entretanto, não estão relacionadas exclusivamente a estes fatores, mas também à interferência antrópica no meio ambiente, que pode contribuir para o agravamento dos episódios de estiagem e seca. Um exemplo é a inadequada utilização e manejo dos recursos hídricos das bacias hidrográficas da região, que podem comprometer a qualidade e quantidade de água disponível.

Gráfico 3: Danos humanos causados por Estiagem e Seca no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de Estiagem e Seca no Estado do Pará



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de Estiagem e Seca no Estado do Pará

Fonte: Brasil (2013)

Referências

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres:** sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres:** desastres naturais. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional. 2003. 182 p.

CAMPOS, J. N. B. Vulnerabilidades hidrológicas do semiárido às secas. **Planejamento e políticas públicas**, Brasília, v. 2, n. 16, p. 261-297, 1997. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/120>>. Acesso em: 15 fev. 2013.

FILIZOLA, Naziano. et al. Cheias e secas na Amazônia: breve abordagem de um contraste na maior Bacia Hidrográfica do Globo. **T&C Amazônia**, Manaus, ano 4, n. 9, ago. 2006. Disponível em: <https://portal.fucapi.br/tec/imagens/revistas/ed09_completo.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2013.

GONÇALVES, E. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. Distribuição dos desastres naturais no estado de Santa Catarina: estiagem (1980-2003). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 773-786.

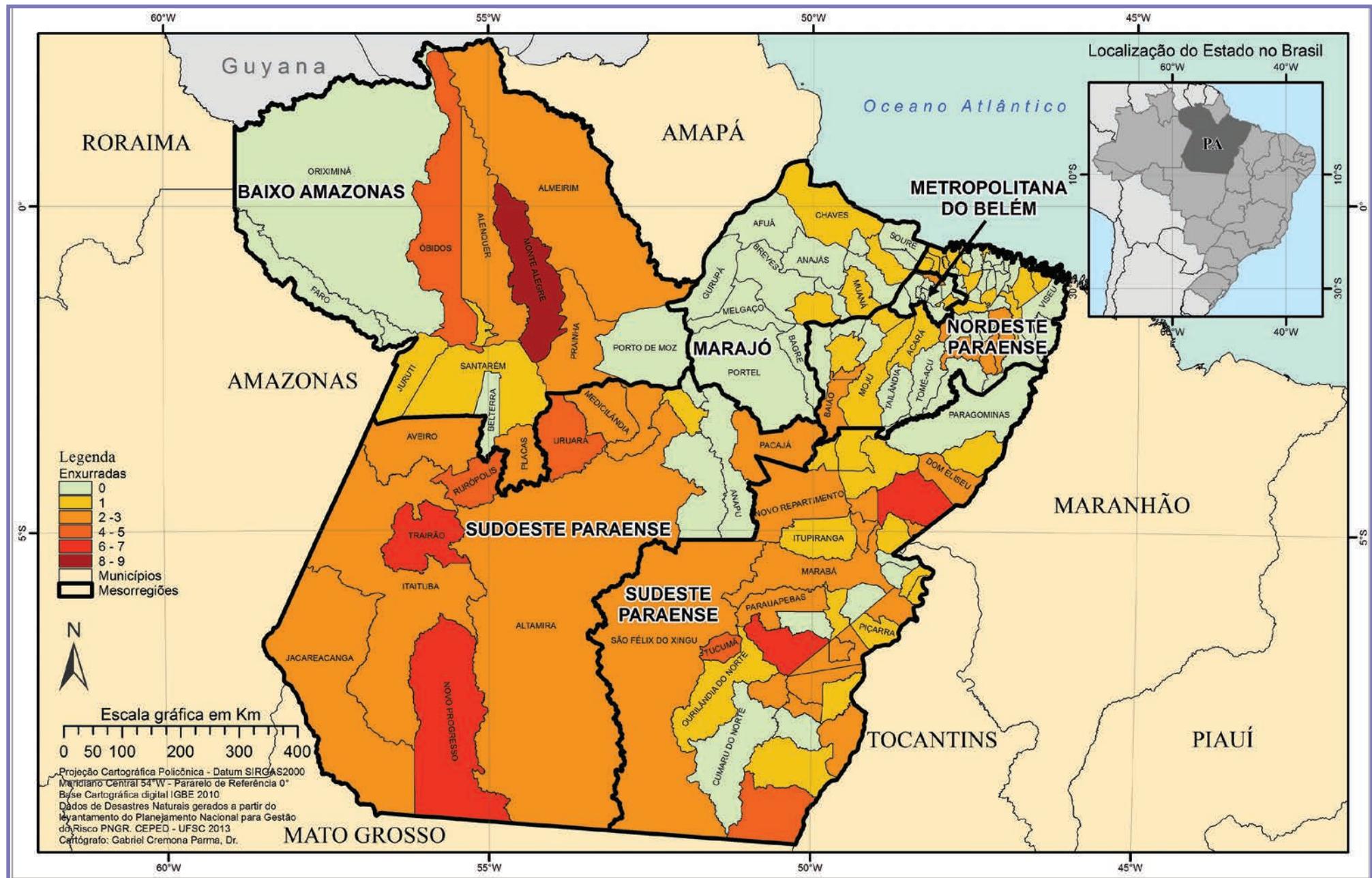
KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais:** conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p.

SUGUIO, K. **Mudanças ambientais da terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008.

VASCONCELOS, S. S. de. et al. Mapeamento das áreas afetadas por incêndios florestais no sul do Amazonas e estimativas das emissões potenciais de carbono. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15., Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 8059. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0447.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2011.

ENXURRADA

Mapa 3: Registros de Enxurradas no Estado do Pará de 1991 a 2012



Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRA-DE), proposta em 2012, as Inundações Bruscas passaram a ser denominadas Enxurradas e são definidas como “escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracteriza-se pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial”.

Diversos são os termos e definições utilizados para o termo enxurrada. Em inglês, o termo *flash flood* é amplamente empregado para nomear as enxurradas (KOBIYAMA; GOERL, 2007). Já em espanhol geralmente utiliza-se o termo *avenidas súbitas*, *avenidas repentinhas*, *avenidas, crecidas repentinhas*, *inundaciones súbitas* (MORALES et al., 2006; SALINAS; ESPINOSA, 2004; CORTES, 2004). No Brasil, observa-se na literatura termos como inundaçāo relâmpago, inundaçāo ou enchente repentina e inundaçāo brusca como sinônimos de enxurradas (TACHINI et al., 2009; TAVARES, 2008; GOERL; KOBIYAMA, 2005; MARCELINO et al., 2004).

Ressalta-se que a terminologia está associada à localidade (TACHINI et al., 2009), bem como à ciéncia que a aborda, pois nas ciéncias do solo/agronomia, o termo enxurrada está muitas vezes associado ao fluxo concentrado, processos erosivos e perda de solo (ALBUQUERQUE et al., 1998; CASTRO et al., 2006; BERTOL et al., 2010).

Além dos diversos termos, diversas definições também são propostas aumentando ainda mais a complexidade desse fenômeno (Quadro 4).

No Brasil, Pinheiro (2007) argumenta que as enchentes ocorridas em pequenas bacias são chamadas popularmente de enxurradas e, se ocorrem em áreas urbanas, são tratadas como enchentes urbanas. Para Amaral e Gutjahr (2011), as enxurradas são definidas como “o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais. Autores como Nakamura e Manfredini (2007) e Reis et al. (2012) utilizam os termos escoamento superficial concentrado e enxurradas como sinônimos.

Nota-se que as definições ainda precisam amadurecer até que se chegue a uma consonância. Contudo, em relação às características, há mais consenso entre os diversos autores/pesquisadores. Montz e Grunfest (2002) enumeram os seguintes atributos das enxurradas: ocorrem de

Quadro 4: Termos e definições propostos para as Enxurradas

| Termo | Autor | Definição |
|-------------------------------|--|---|
| <i>Flash flood</i> | NATIONAL DISASTER EDUCATION COALITION (2004) | Inundações bruscas que ocorrem dentro de 6 horas, após uma chuva, ou após a quebra de barreira ou reservatório, ou após uma súbita liberação de água armazenada pelo atolamento de restos ou gelo. |
| <i>Flash flood</i> | NWS/NOAA (2005) | Uma inundaçāo causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de 6 horas. Também uma quebra de barragem pode causar inundaçāo brusca, dependendo do tipo de barragem e o período de tempo decorrido. |
| <i>Flash flood</i> | FEMA (1981) | Inundações bruscas usualmente consistem de uma rápida elevação da superfície da água com uma anormal alta velocidade das águas, frequentemente criando uma parede de águas movendo-se canal abaixo ou pela planície de inundaçāo. As inundações bruscas geralmente resultam da combinação de intensa precipitação, numa área de inclinações íngremes, uma pequena bacia de drenagem, ou numa área com alta proporção de superfícies impermeáveis. |
| <i>Flash flood</i> | Choudhury et al. (2004) | Inundações bruscas são inundações de curta vida e que duram de algumas horas a poucos dias e originam-se de pesadas chuvas. |
| <i>Flash flood</i> | IAHS-UNESCO-WMO, (1974) | Súbitas inundações com picos de descarga elevados, produzidos por severas tempestades, geralmente em uma área de extensão limitada. |
| <i>Flash flood</i> | Georgakakos (1986) | Operacionalmente, inundações bruscas são de fusão curta e requerem a emissão de alertas pelos centros locais de previsão e aviso, preferencialmente aos de Centros Regionais de Previsão de Rios. |
| <i>Flash flood</i> | Kömürkü et al. (1998) | Inundações bruscas são normalmente produzidas por intensas tempestades convectivas, numa área muito limitada, que causam rápido escoamento e provocam danos enquanto durar a chuva. |
| Inundaçāo Brusca ou Enxurrada | Castro (2003) | São provocadas por chuvas intensas e concentradas em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por súbitas e violentas elevações dos caudais, que se escoam de forma rápida e intensa. |
| <i>Flash flood</i> | Kron (2002) | Inundações bruscas geralmente ocorrem em pequenas áreas, passado apenas algumas horas (às vezes, minutos) das chuvas, e elas tem um inacreditável potencial de destruição. Elas são produzidas por intensas chuvas sobre uma pequena área. |

Fonte: Goerl e Kobiyama (2005)

maneira súbita, com pouco tempo de alerta; seu deslocamento é rápido e violento, resultando em muitas perdas de vida bem como danos à infraestrutura e propriedades; sua área de ocorrência é pequena; e geralmente está associada a outros eventos como os fluxos de lama e de detritos.

Em relação ao seu local de ocorrência, Amaral e Ribeiro (2009) argumentam que os vales encaixados (em V) e vertentes com altas declividades predispõem as águas a atingirem grandes velocidades em curto tempo, causando inundações bruscas e mais destrutivas. Dessa maneira, as enxurradas tendem a ocorrem em áreas ou bacias hidrográficas pequenas e declivosas, com baixa capacidade de infiltração ou solos rasos que saturam rapidamente, ou ainda em locais urbanizados (TUCCI; COLLISCHOON, 2006; SUN et al., 2012). Atualmente, devido à redução da capacidade de infiltração, associada à urbanização irregular ou sem planejamento, as enxurradas têm se tornado frequentes em diversos centros urbanos, estando muitas vezes associadas a alagamentos. Por isso sua caracterização se torna cada vez mais complexa.

Para NOAA (2010), independente de qual definição seja adotada, o sistema de alerta para as enxurradas deve ser diferenciado em relação aos outros tipos de processos hidrometeorológicos. Dessa maneira, a sua previsão é um dos maiores desafios para os pesquisadores e órgãos governamentais ligados à temática dos desastres naturais. A maior parte dos sistemas alertas atuais está focada em eventos ou fenômenos com um considerável tempo de alerta, sendo que os fenômenos súbitos ainda carecem de sistemas de alerta efetivos (HAYDEN et al., 2007). Borga et al. (2008) e Georgakakos (1986) sugerem que o sistema de alerta para enxurradas deva ser em escala local, pois os fenômenos meteorológicos causadores das enxurradas geralmente possuem escalas inferiores a 100 km².



Figura 3: Enxurrada que danificou rede de drenagem e rodovia no Pará

Como no Brasil o monitoramento hidrológico e meteorológico em pequenas bacias ainda é insuficiente para que se tenha um sistema de alerta para enxurradas, a análise histórica pode indicar quais bacias ou cidades que este sistema de alerta local deva ser implementado, demonstrando a importância da correta identificação do fenômeno e consequentemente o seu correto registro.

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

As enxurradas, conforme já visto, estão associadas a pequenas bacias de relevo acidentado ou ainda a áreas impermeabilizadas caracterizadas pela rápida elevação da vazão. Estas características indicam os locais mais suscetíveis a sua ocorrência, podendo as mesmas ocorrer em qualquer local.

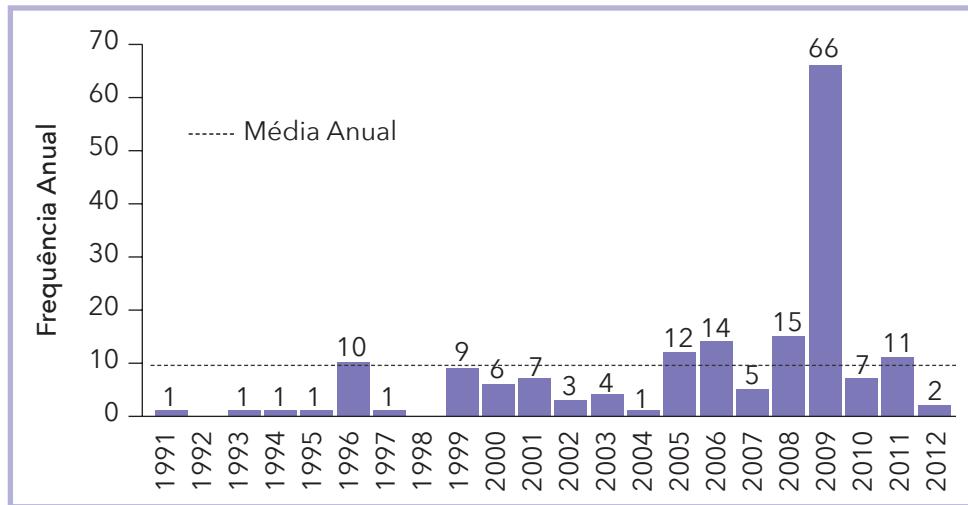
O relevo do Estado do Pará é baixo e plano, conforme se viu na caracterização geográfica do estado.

O Estado do Pará é o mais populoso da Região Norte, concentrando quase a metade da população (48%), embora apresente uma das menores taxas de população urbana do país.

O Estado do Pará possui 177 registros oficiais de enxurradas excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 3 mostra a distribuição espacial desses registros no território paraense. Observa-se que todas as mesorregiões foram afetadas, mas a que apresenta maior frequência de desastres é a Sudeste Paraense, com 39,55% das ocorrências registradas. É seguida pela Mesorregião Sudoeste Paraense, que concentra 25% dos desastres.

Observa-se que a cidade de Monte Alegre é a que possui maior recorrência de enxurradas excepcionais, com 9 desastres registrados. É seguida pelos municípios de Água Azul do Norte, Rondon do Pará e Trairão, com 7 ocorrências em cada um. O Município de Novo Progresso também figura entre os mais atingidos, com 6 registros oficiais. É interessante comentar que nenhuma dessas cidades figura

Gráfico 4: Frequência anual de desastres por Enxurradas no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

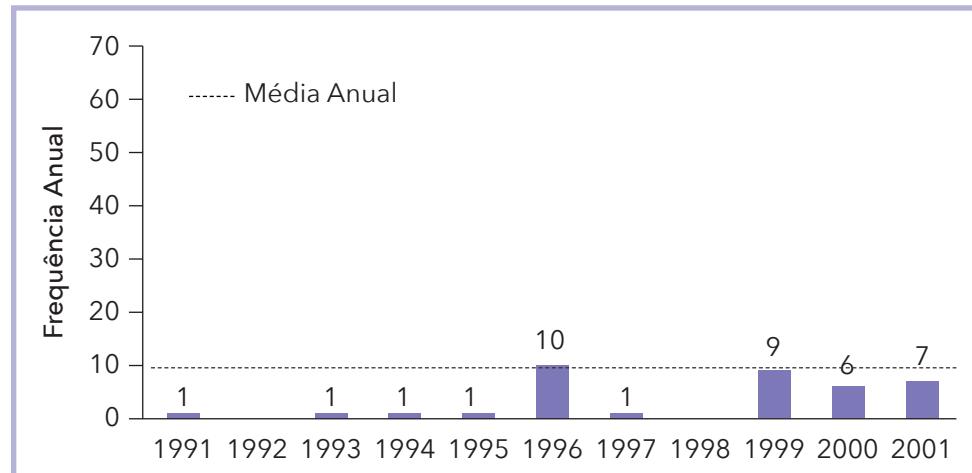
entre as mais populosas do estado. Monte Alegre ocupa a 29^a posição em população, com apenas 55.462 habitantes. Água Azul é a 85^a cidade mais populosa; Rondon do Pará e Trairão figuram entre as posições 44^a e 110^a.

Com relação aos anos de ocorrência das enxurradas, o Gráfico 4 apresenta a frequência anual dos registros no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012. Nota-se a existência de sete anos com desastres acima da média anual (8,05): 1996, 1999, 2005, 2008, 2009 e 2011.

Para uma análise mais detalhada, dividiu-se o período de 1991-2012 em duas décadas, a fim de verificar a tendência da ocorrência das enxurradas, enquanto desastre, no estado.

Na análise da primeira década da série histórica (Gráfico 5), verifica-se a existência de quatro anos com desastres acima da média (3,36): 1996, 1999, 2000 e 2001. Como causas desses desastres, a maioria dos municípios citou as intensas chuvas. Rondon do Pará, um dos municípios mais atingidos, citou uma chuva torrencial de 3 horas que destruiu pontes e galerias de drenagem pluvial, interrompendo o acesso à zona rural. Algumas cidades citaram as cheias dos rios e inundações ribeirinhas, o que pode indicar que os desastres ocorreram por

Gráfico 5: Frequência anual de desastres do Enxurradas no Estado do Pará, no período de 1991 a 2001



Fonte: Brasil (2013)

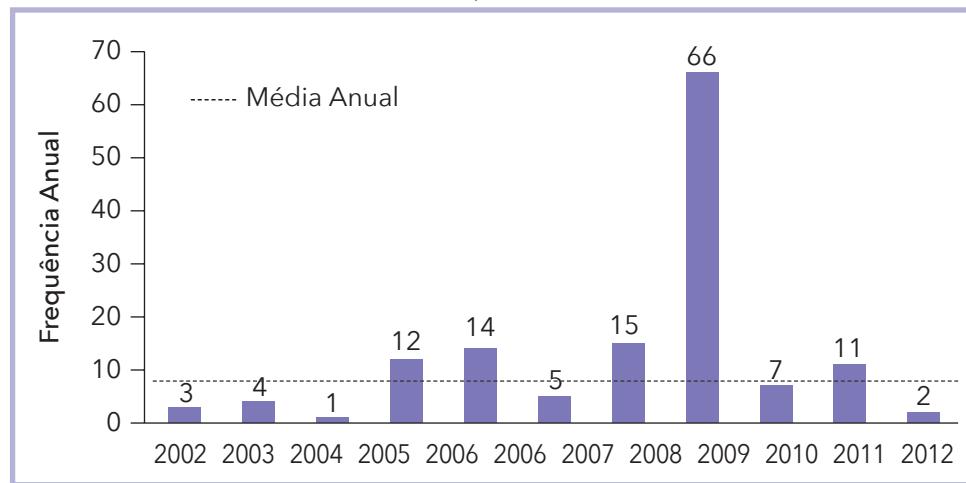
conta das enchentes, o que é comum na região, já que o estado comprehende parte da Bacia Amazônica. O Município de Salinópolis citou ainda a maré aliada às fortes chuvas, ocasionando desastres por enxurradas. Uma minoria dos municípios citou a ausência de drenagem e o tipo de solo como causas do desastre.

No ano de 1999, choveu mais intensamente no verão e outono em comparação aos outros anos. Dos 9 desastres registrados neste ano, 3 ocorreram no mês de março e 5 no mês de abril. Santos et al. (2006) analisaram 43 estações do Estado do Amazonas e verificaram a presença do fenômeno *La Niña* de forma intensa neste ano, o que pode estar associado aos eventos registrados, já que a precipitação é significativamente influenciada por fases extremas da Oscilação Sul.

Na análise da segunda década da série histórica (Gráfico 6), observa-se o alto número de desastres registrados, com a existência de três anos com desastres acima da média (12,73): 2006, 2008 e 2009.

É interessante citar os estudos de Zeng et al. (2008), que analisaram os níveis do Amazonas medido em Óbidos (que possui a estação mais a jusante do Rio Amazonas e abrange cerca de 90% da área total de drenagem da Amazônia). Os autores constataram um longo e lento decréscimo do nível do rio, desde o ano

Gráfico 6: Frequência anual de desastres por Enxurradas no Estado do Pará, no período de 2002 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

2000, com seu ápice no final em 2005, ou seja, uma tendência consistente com a anomalia da precipitação. Exatamente em 2005, registrou-se uma das maiores secas na Região Amazônica. Apesar disso, neste ano registrou-se 12 desastres por enxurradas no Estado do Pará, o que demonstra a vulnerabilidade de alguns municípios do estado a esse tipo de evento, tal como a inexistência de um sistema de drenagem em Óbidos, conforme foi citado no registro de desastre.

No ano de 2009 foram registradas 66 ocorrências de desastres causados por enxurradas no Pará. Especificamente, as inundações de 2009 foram resultados de intensas precipitações pluviométricas na Região Norte brasileira e estiveram, em geral, associadas às temperaturas mais altas que o normal na superfície do mar do Oceano Atlântico Sul Tropical. Dessa forma, as águas excepcionalmente quentes retiveram por um período maior uma banda de convecção e precipitação chamada Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Este fenômeno atmosférico é responsável por levar umidade para a Bacia Amazônica, o que causou precipitação quase 100% acima da normal climatológica, sobre a Amazônia Central e Ocidental (MARENGO et al., 2011). A Bacia Amazônica é drenada por uma densa rede de cursos d’água de dimensões variadas. Assim, essa precipitação excepcional elevou, extraordinariamente, o nível dos rios durante o outono.

Na comparação das duas décadas observa-se um aumento significativo das ocorrências de enxurradas no segundo período. Pelas observações dos registros oficiais, nota-se que alguns registros possuem características de enchentes, mas a grande maioria relata uma elevação subida do nível dos rios, chuvas fortes, intensas e concentradas, ausência de drenagem (o que está relacionado diretamente com as erosões citadas), destruição de muitas pontes e relevo acidentado. Nota-se uma percepção correta sobre o evento, acarretando em um registro coerente deste desastre.

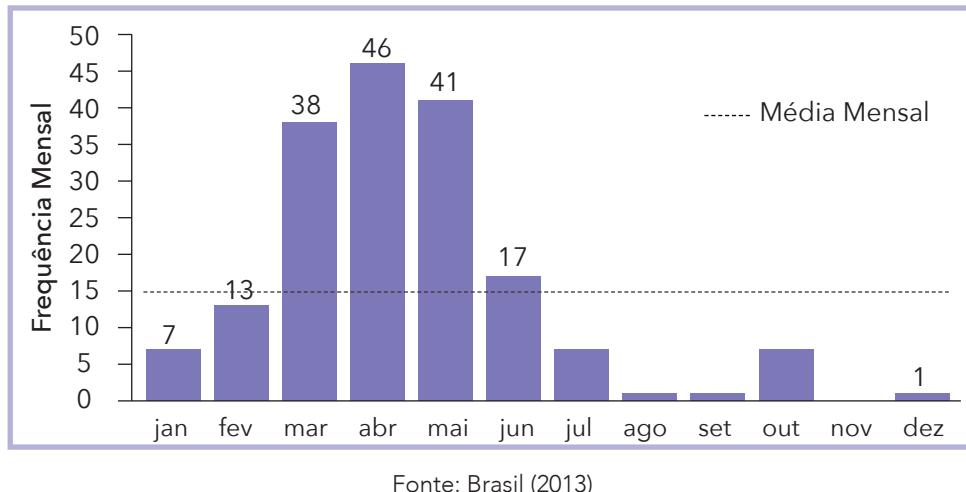
Pode ser que os desastres por enxurradas tenham aumentado na região ou que houve um aumento no registro desses eventos, ou seja, fenômenos que antes eram cadastrados como enchentes passaram a ser registradas como enxurradas. Esta confusão é comum, conforme foi apresentado anteriormente, pois há certa dificuldade de identificação do fenômeno em campo associada à ambiguidade das definições existentes. Assim, cabem estudos mais detalhados sobre esses desastres na região, a fim de verificar as características socioambientais que possam estar tornando esta área vulnerável aos desastres por enxurradas.

A partir do Gráfico 7 é possível observar a frequência mensal de todos os registros de enxurradas. O outono concentra 59% das ocorrências registradas. Os desastres tiveram seu ápice no mês de abril, que registrou 46 das ocorrências em diversos municípios. Curiosamente, em maio registrou-se o mesmo número de eventos adversos que o Estado do Amazonas. O outono e o verão na região são caracterizados por intensas e prolongadas chuvas, período conhecido como estação chuvosa, configurando uma época de alto regime fluvial na região. No verão, foram registrados 33% de todos os eventos. Na estação chuvosa, devido à falta de infraestrutura local e a ausência de planejamento urbano, conforme destaca Leal (2011), alguns municípios tornam-se áreas vulneráveis, sobretudo à elevação do nível dos rios.

As chuvas intensas podem originar consequências negativas para as comunidades paraenses. Verifica-se que mais de 610 mil pessoas foram afetadas por enxurradas no período analisado (Gráfico 8). Parte dos dados revelam quase 20.000 desalojados, 16.283 desabrigados, 11.308 enfermos, 538 feridos, 43 mortos, 3 desaparecidos e mais de 3 mil pessoas afetadas por outros tipos de danos.

O total de pessoas enfermas, certamente, é atribuído ao alto risco de contaminação, que expõe a população a inúmeras doenças de veiculação

Gráfico 7: Frequência mensal de desastres por Enxurradas no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

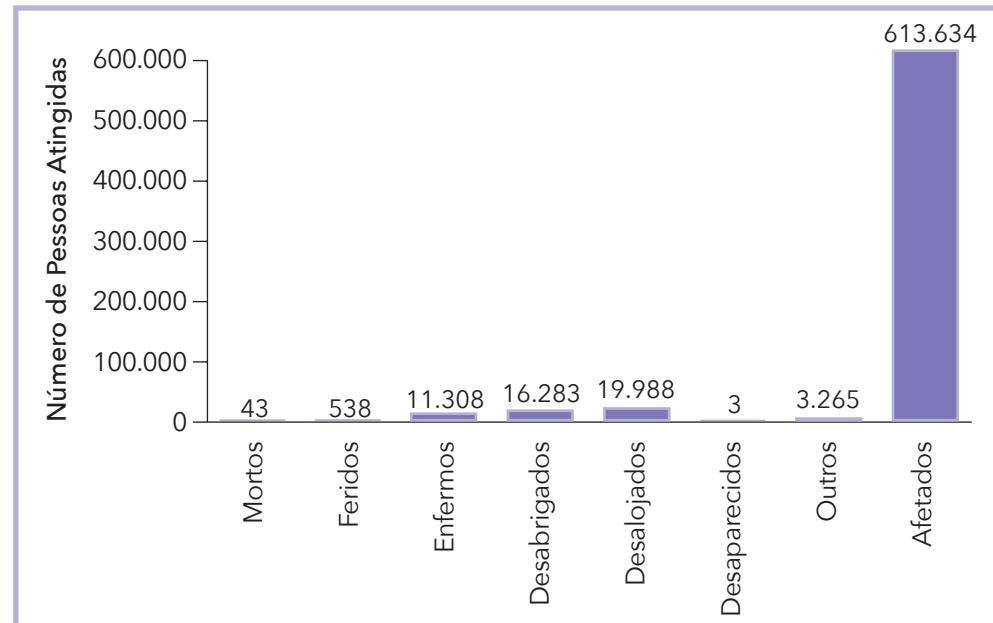
ídrica. Além disso, há também um aumento na proliferação dos vetores de doenças, como ratos e mosquitos, e de picadas de animais peçonhentos, como aranhas, escorpiões e cobras. Entre as principais doenças, tem-se: hepatite A e E, leptospirose, cólera, dengue e febre tifoide. A maioria dessas doenças surge pela ingestão de água contaminada ou pelo simples contato com a água.

Em relação ao total de afetados, a Tabela 9 apresenta as cinco cidades mais severamente atingidas. A cidade com o maior número de afetados, Santarém, possui somente este desastre como único registro, o que demonstra a intensidade do evento.

Destas 5 cidades, apenas Santarém e São Félix do Xingu estão entre as mais populosas, ocupando a 3^a e a 17^a colocação estadual, respectivamente. Observa-se também que a cidade de Trairão registrou um total de afetados (20.887) maior que a população registrada pelo último censo (16.875 habitantes). Porém, o município cadastrou no mesmo registro que a população é composta por 25.000 habitantes, diferente dos registros do IBGE (2011), o que demonstra que a quase totalidade da população foi atingida.

Em relação ao total de mortos, observa-se na Tabela 10 as cinco cidades mais severamente atingidas. Santana do Araguaia registra 20 mortos

Gráfico 8: Danos humanos causados por desastres de Enxurradas no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Tabela 9: Danos humanos relacionados ao cinco eventos mais severos (1991-2012)

| Ano | Município | Mesorregião | Desabrigados | Desalojados | Mortos | Total de Afetados |
|------|--------------------|-------------------|--------------|-------------|--------|-------------------|
| 2008 | Santarém | Baixo Amaz. | 42 | 3340 | 0 | 32.650 |
| 2008 | São Félix do Xingu | Sudeste Paraense | 0 | 175 | 0 | 31.387 |
| 2006 | São Félix do Xingu | Sudeste Paraense | 0 | 185 | 0 | 30.730 |
| 2009 | Urucará | Sudoeste Paraense | 53 | 112 | 0 | 25.254 |
| 2009 | Trairão | Sudoeste Paraense | 0 | 329 | 0 | 20.887 |

Fonte: Brasil (2013)

em um único evento de enxurradas. Já Rurópolis registra 12 mortos em dois eventos distintos (2005 e 2006). Apesar das mortes, nenhum desses eventos figura na Tabela 9 com um alto número de afetados. Os desastres do Município de Trairão referidos em ambas as tabelas, são desastres distintos, ainda que no mesmo mês e ano.

Tabela 10: Mortes relacionadas aos cinco eventos mais severos (1991-2012)

| Ano | Município | Mesorregião | Desabrigados | Desalojados | Mortos | Total de Afetados |
|------|---------------------|-------------------|--------------|-------------|--------|-------------------|
| 2009 | Santana do Araguaia | Sudeste Paraense | 200 | 300 | 20 | 2500 |
| 2005 | Rurópolis | Sudoeste Paraense | 0 | 0 | 9 | 6740 |
| 2009 | Trairão | Sudoeste Paraense | 0 | 0 | 4 | 4900 |
| 2006 | Rurópolis | Sudoeste Paraense | 0 | 0 | 3 | 8490 |
| 2005 | Jacareacanga | Sudoeste Paraense | 0 | 0 | 3 | 3500 |

Fonte: Brasil (2013)

Com relação aos danos materiais, no período de 1991-2012, o Estado do Pará registra 3.667 construções destruídas por enxurradas, e 11.343 unidades danificadas. É possível observar na Tabela 11 que a maioria dos danos refere-se aos sistemas de infraestrutura, seguido pelas habitações. O alto número de sistemas de infraestrutura atingidos refere-se, em sua grande maioria, às estradas e pontes danificadas ou destruídas.

As 5 cidades que mais tiveram danos materiais são apresentadas na Tabela 12. Observa-se que as cidades que mais registraram danos materiais em um único evento não correspondem às cidades com maiores danos humanos registrados. Comenta-se que, apesar de os municípios de Óbidos e Rondon do Pará se igualarem nos danos materiais, as unidades destruídas ou danificadas (saúde, ensino, comunitários, habitações ou infraestrutura) são diferentes, referindo-se a eventos distintos.

Conforme analisado neste capítulo, o número de afetados no Estado do Pará por enxurradas é de grande expressão, pois muitas pessoas habitam as margens dos rios e são economicamente dependentes deles. Cabe ressaltar que as inundações graduais são previsíveis e um planejamento, principalmente na época das cheias, permite que os danos causados sejam reduzidos. Já

Tabela 11: Quantificação dos danos materiais (1991-2012)

| Descrição Dano Material | Unidades Destruídas | Unidades Danificadas |
|-------------------------|---------------------|----------------------|
| Saúde | 0 | 14 |
| Ensino | 0 | 33 |
| Comunitários | 0 | 19 |
| Habitações | 381 | 3.505 |
| Infraestrutura | 3.286 | 7.772 |
| Total | 3.667 | 11.343 |

Fonte: Brasil (2013)

Tabela 12: Total de danos materiais – cinco piores eventos (1991-2012)

| Ano | Município | Mesorregião | Total Destruídas | Total Danificadas | Total |
|------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------|
| 2005 | Água Azul do Norte | Sudeste Paraense | 82 | 2.310 | 2.392 |
| 2005 | Óbidos | Baixo Amaz. | 0 | 1.410 | 1.410 |
| 2006 | Rondon do Pará | Sudeste Paraense | 0 | 1.410 | 1.410 |
| 2009 | Altamira | Sudoeste Paraense | 77 | 1.324 | 1.401 |
| 2009 | Placas | Baixo Amaz | 650 | 204 | 854 |

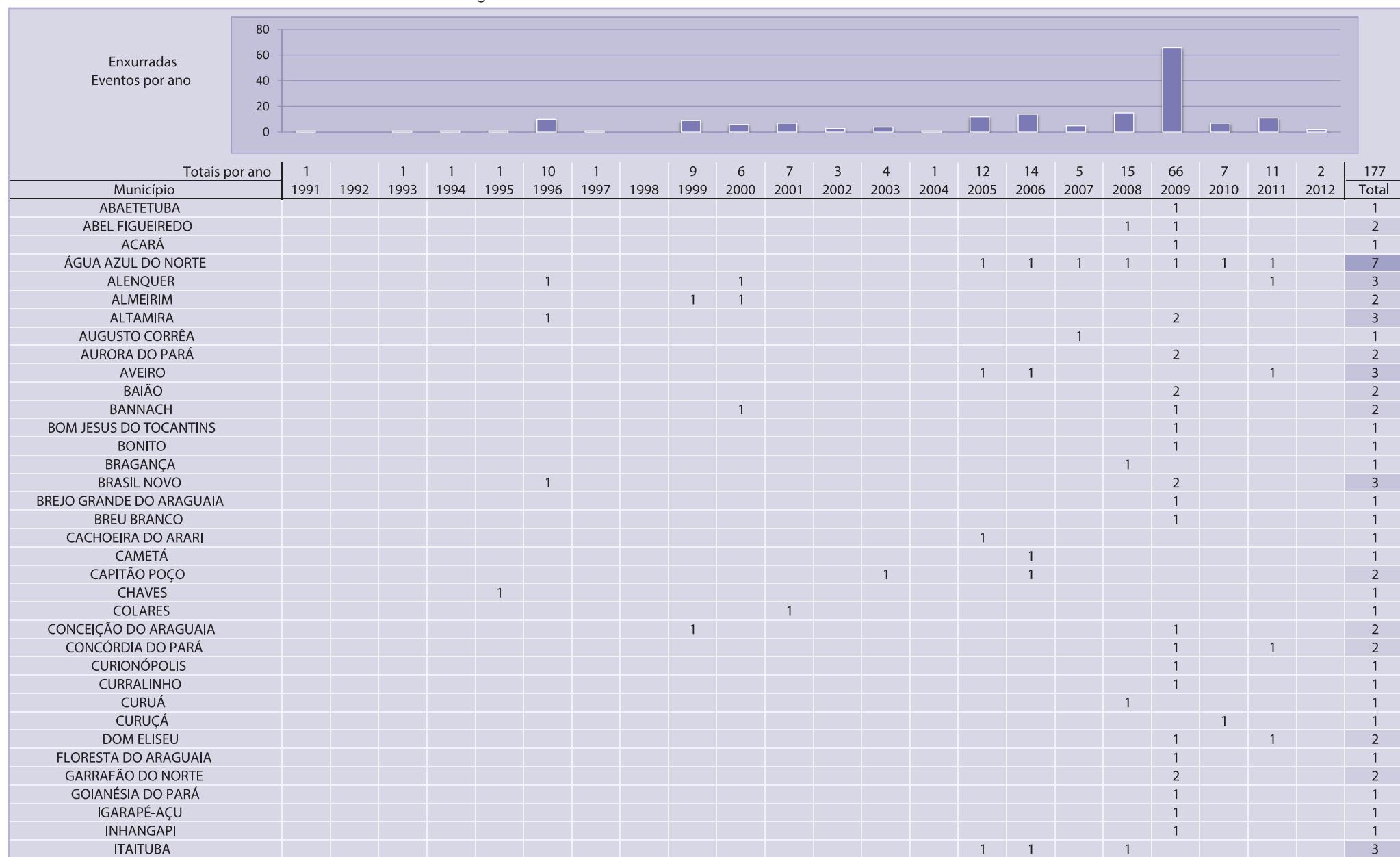
Fonte: Brasil (2013)

o brusco transbordamento das calhas dos rios associado às enxurradas ocorre repentinamente e traz muitos transtornos e danos à população, especialmente à ribeirinha. Ainda, a deficiência ou inexistência dos sistemas de drenagem colabora para que a ocorrência de fenômenos naturais, como as enxurradas, transformem-se em desastres.

Um planejamento adequado do uso do solo, bem como o conhecimento hidrometeorológico das características da bacia e comportamento dos fluxos dos rios, aliados a medidas não estruturais, pode contribuir para a redução dos desastres por enxurradas e, consequentemente, dos prejuízos ao Estado do Pará.

O Infográfico 2 apresenta uma síntese dos registros oficiais das enxurradas ocorridas no Estado do Pará.

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de Enxurradas no Estado do Pará



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de Enxurradas no Estado do Pará

Fonte: Brasil (2013)

Referências

ALBUQUERQUE, A. W. et al. Parâmetros erosividade da chuva e da enxurrada correlacionados com as perdas de solo de um solo bruno não-cálcico várzea em Sumé (Pb). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 22, p. 743-749, 1998.

AMARAL, R.; GUTJAHR, M. R. **Desastres naturais**. São Paulo: IG / SMA, 2011.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 39-52.

BERTOL, I. et al. Sedimentos transportados pela enxurrada em eventos de erosão hídrica em um Nitossolo Háplico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 34, p. 245-252, 2010.

BORGES, M. et al. Realtime guidance for flash flood risk management. **FLOODSite**, T16-08-02, 93 p. 2008.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

CASTRO, L. G.; COGO, N. P.; VOLK, L. B. S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 30, p. 339-352, 2006.

CORTES, N. G. H. Geomorfología e hidrología, combinación estratégica para el estudio de las inundaciones en Florencia (Caquetá). **Cuadernos de Geografía**: Revista Colombiana de Geografía, Colombia, n. 13., p. 81-101, 2004.

GEORGAKAKOS, K. P. On the design of natural, real-time warning systems with capability for site-specific, flash-flood forecast. **Bulletin American Meteorological Society**, Boston, v. 67, n. 10, p. 1233-1239, out. 1986.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005.10 p. CD-ROM.

HAYDEN, M. et al. Information sources for flash flood warnings in Denver, CO and Austin, TX. **Environmental Hazards**, n. 7, n. 3, p. 211-219. 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747789107000208>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

KOBIYAMA, M.; GOERL, R. F. Quantitative method to distinguish flood and flash flood as disasters. **SUISUI Hydrological Research Letters**, Japão, v.1, p.11-14, 2007.

LEAL, S. V.; SOUZA, E. B. Desastres naturais sobre a Amazônia e Nordeste Brasileiro associados às enchentes e inundações: o caso de 2009. In: ENCONTRO SUL-BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 4., 2011, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2011. 9 p. CD-ROM.

MARCELINO, E. V.; GOERL, R. F.; RUDORFF, F. M. Distribuição espaço-temporal de inundações bruscas em Santa Catarina (Período 1980-2003). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1 2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2004. p. 554-564.

MARENGO, J. et al. **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 – INPE, 2011. 56 p.

MONTZ, B.; GRUNTFEST, E. Flash Flood Mitigation: Recommendations for Research and Applications. **Environmental Hazards**, [S.I.], v. 4, n.1, p.15-22, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1464286702000116>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

MORALES, H. E. et al. **Elaboración de mapas de riesgo por inundaciones y avenidas súbitas en zonas rurales, con arrastre de sedimentos**. Cidade do México: CENAPRED, 2006. 139 p.

NAKAMURA, E. T.; MANFREDINI, S. Mapeamento das áreas suscetíveis às enxurradas na Bacia do Córrego Taboão, município de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 5411-5418.

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Flash Flood Early Warning System Reference Guide**. Washington: NOAA/COMET, 2010. 204 p. Disponível em: <http://www.meted.ucar.edu/communities/hazwarnsys/haz_fflood.php> . Acesso em: 20 abr. 2013.

PINHEIRO, A. Enchente e inundação. In: SANTOS, R. F. (Org.). **Vulnerabilidade ambiental**: desastres naturais ou fenômenos induzidos. Brasília: MMA, 2007. p. 95-106.

REIS, P. E. O escoamento superficial como condicionante de inundações em Belo Horizonte, MG: estudo de caso da sub-bacia córrego do leitão, Bacia do Ribeirão Arrudas. **Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 31-46, 2012.

SALINAS, M. A. S.; ESPINOSA, M. J. **Inundaciones**. Cidade do México: CENAPRED, 2004. 54 p.

SANTOS, D. M. et al. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña na precipitação do estado do Amazonas. In: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO TÉCNICA E CIENTÍFICA DA REDE CTPETRO AMAZÔNIA, 2., 2006, Manaus. **Anais...** Manaus: [s.n.], 2006, 4 p. CD-ROM.

SUN, D.; ZHANG, D.; CHENG, X. Framework of National Non-Structural Measures for Flash Flood Disaster Prevention in China. **Water**, Switzerland, n. 4, p. 272-282, 2012. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2073-4441/4/1/272>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

TACHINI, M.; KOBIYAMA, M.; FRANK, B. Descrição do desastres: as enxurradas. In: FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (Org.). **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí**: água, gente e política. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009, p. 93-101.

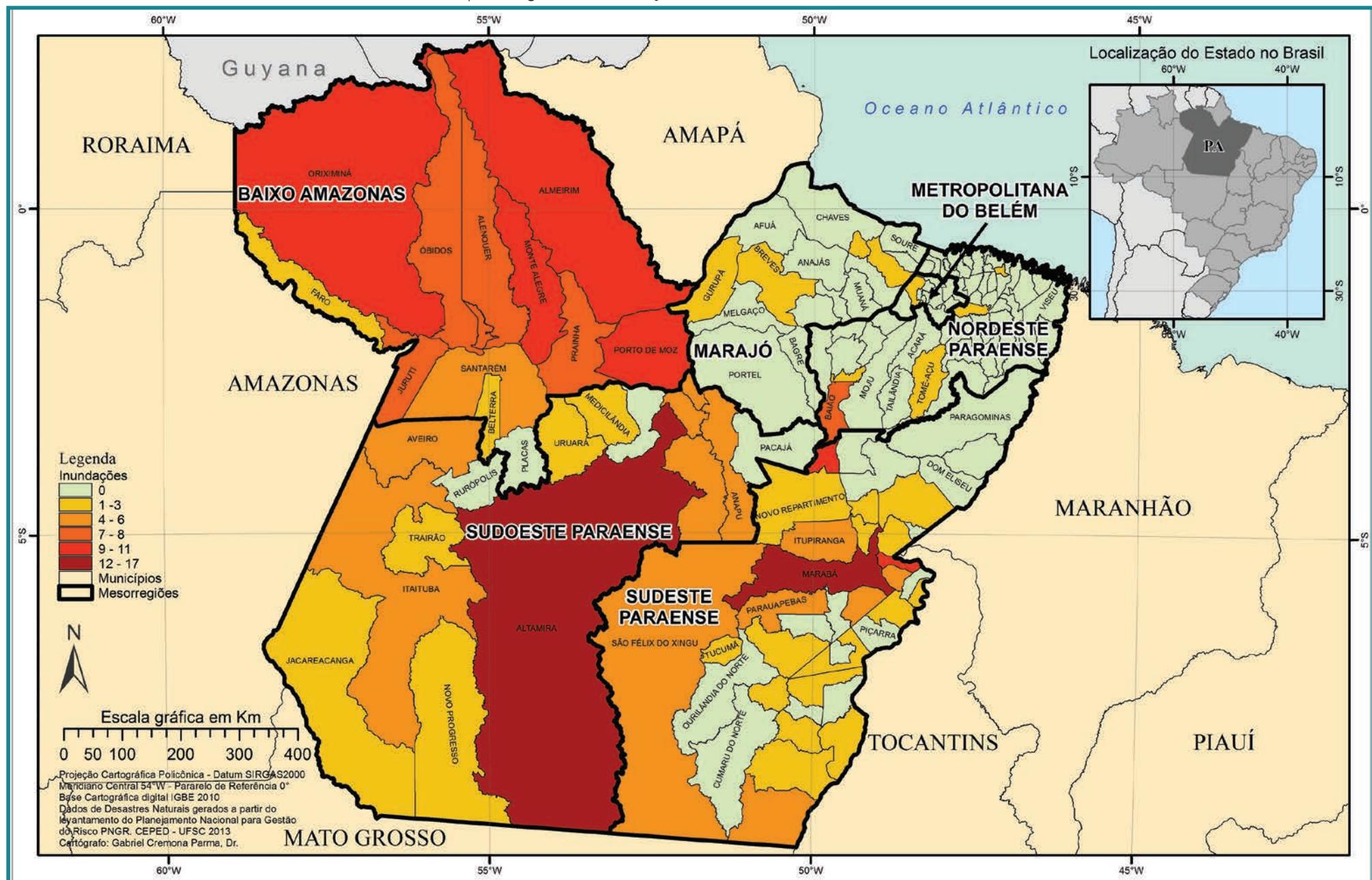
TAVARES, J. P. N. Enchentes repentinas na cidade de Belém-PA: condições climáticas associadas e impactos sociais no ano de 1987. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 28, p. 1-6, 2008.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. Flood forecasting. **WMO Bulletin**, [S.I.], v. 55, n. 3, 2006, p. 179-184.

ZENG, N. et al. Causes and impacts of the 2005 Amazon Drought. **Environmental Research Letters**, [s.l.], v. 3, n.1, p. 1-9, 2008. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/1748-9326/3/1/014002>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

INUNDAÇÃO

Mapa 4: Registros de Inundações no Estado do Pará de 1991 a 2012



As inundações, anteriormente denominadas como “enchentes ou inundações graduais” compõem o grupo dos desastres naturais hidrológicos, segundo a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Referem-se “à submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície”.

Gontijo (2007) define as enchentes como fenômenos temporários que correspondem à ocorrência de vazões elevadas num curso de água, com eventual inundação dos seus terrenos marginais. Assim, elas ocorrem quando o fluxo de água em um trecho do rio é superior à capacidade de drenagem de sua calha normal, e então ocorre o transbordamento do corpo hídrico e a água passa a ocupar a área do seu leito maior (TUCCI, 1993; LEOPOLD, 1994).

Para Castro (2003), as inundações graduais são caracterizadas pela elevação das águas de forma paulatina e previsível, mantendo-se em situação de cheia durante algum tempo, para após, escoarem-se gradualmente. São eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d’água, sendo características das grandes bacias hidrográficas e dos rios de planície, como o Amazonas. O fenômeno evolui de forma facilmente previsível e a onda de cheia desenvolve-se de montante para jusante, guardando intervalos regulares.

Na língua inglesa o evento inundaçao é denominado *flood* ou *flooding*. O Quadro 5 apresenta algumas definições utilizadas para as inundações graduais.

É possível perceber algumas características em comum nas diversas definições. Elas ocorrem nas áreas adjacentes às margens dos rios que por determinados períodos permanece seca, ou seja, na planície de inundaçao. Geralmente são provocadas por intensas e persistentes chuvas e a elevação das águas ocorre gradualmente. Devido a esta elevação gradual das águas, a ocorrência de mortes é menor que durante uma inundaçao brusca. Contudo, devido a sua área de abrangência, a quantidade total de danos acaba sendo elevada.

Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as Inundações Graduais

| Termo | Autor | Definição |
|----------------------------------|--|--|
| Flood | NFIP (2005) | Uma condição geral ou temporária de parcial ou completa inundaçao de dois ou mais acres de uma terra normalmente ou de duas ou mais propriedades (uma das quais é a sua propriedade), proveniente da inundaçao de águas continentais ou oceânicas. |
| Flood | NATIONAL DISASTER EDUCATION COALITION (2004) | Inundações ocorrem nas chamadas planícies de inundaçao, quando prolongada precipitaçao por vários dias, intensa chuva em um curto período de tempo ou um entulhamento de gelo ou de restos, faz com que um rio ou um córrego transbordem e inundem a área circunvizinha. |
| Flood | NWS/NOAA (2005) | A inundaçao de uma área normalmente seca causada pelo aumento do nível das águas em um curso d’água estabelecido como um rio, um córrego, ou um canal de drenagem ou um dique, perto ou no local onde as chuvas precipitaram. |
| Flood | FEMA (1981) | Inundaçao resulta quando um fluxo de água é maior do que a capacidade normal de escoamento do canal ou quando as águas costeiras excedem a altura normal da maré alta. Inundações de rios ocorrem devido ao excessivo escoamento superficial ou devido ao bloqueio do canal. |
| Inundações Graduais ou Enchentes | Castro (1996) | As águas elevam-se de forma paulatina e previsível, mantém em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente. Normalmente, as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonais. |
| River Flood | Choudhury et al. (2004) | Inundações de rios ocorrem devido às pesadas chuvas das monções e ao derretimento de gelo nas áreas a montante dos maiores rios de Bangladesh. O escoamento superficial resultante causa a elevação do rio sobre as suas margens propagando água sobre a planície de inundaçao. |
| Inundações Ribeirinhas | Tucci e Bertoni (2003) | Quando a precipitaçao é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoa para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso de volume que não consegue ser drenado ocupa a várzea inundando-a de acordo com a topografia das áreas próximas aos rios. |
| Flood | OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (1980) | Uma inundaçao de terra normalmente não coberta pela água e que são usadas ou utilizáveis pelo homem. |
| River Flood | Kron (2002) | É o resultado de intensas e/ou persistentes chuvas por alguns dias ou semanas sobre grandes áreas, algumas vezes combinadas com neve derretida. Inundações de rios que se elevam gradualmente, algumas vezes em um curto período de tempo. |

Fonte: Goerl e Kobiyama (2005)

Tucci (1993) explica que a ocorrência de inundações depende das características físicas e climatológicas da bacia hidrográfica – especialmente a distribuição espacial e temporal da chuva.

A magnitude das inundações geralmente é intensificada por variáveis climatológicas de médio e longo prazo e pouco influenciáveis por variações diárias de tempo. Relacionam-se muito mais com períodos demorados de chuvas contínuas do que com chuvas intensas e concentradas. Em condições naturais, as planícies e fundos de vales estreitos apresentam lento escoamento superficial das águas das chuvas, e nas áreas urbanas estes fenômenos são intensificados por alterações antrópicas, como a impermeabilização do solo, retificação e assoreamento de cursos d'água (TAVARES; SILVA, 2008). Essas alterações tornam-se um fator agravante, uma vez que a água é impedida de se infiltrar, aumentando ainda mais a magnitude da vazão de escoamento superficial. Outro fator importante é a frequência das inundações que, quando pequena, a população despreza a sua ocorrência, aumentando significativamente a ocupação das áreas inundáveis (TUCCI, 1997), podendo desencadear situações graves de calamidade pública.

A *International Strategy for Disaster Reduction* considera as inundações como desastres hidrológicos, ou seja, relacionados a desvios no ciclo hidrológico (BELOW et al., 2009). No entanto, antes de serem desastres,

Figura 4: Casa atingida pela elevação do nível de rio, no Estado do Pará



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Pará (2011)

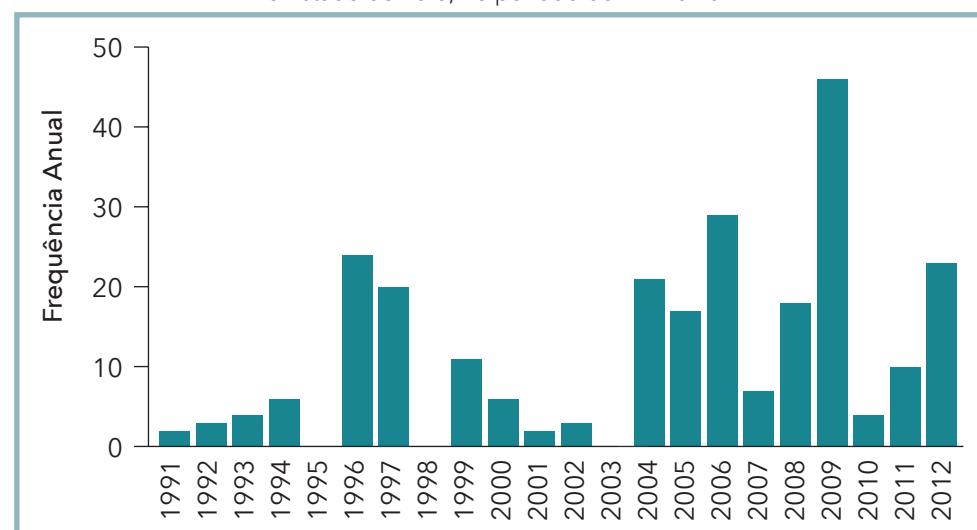
as inundações são fenômenos naturais, intrínsecas ao regime dos rios. Quando esse fenômeno entra em contato com a sociedade, causando danos, passa a ser um desastre.

A frequência das inundações é alterada devido às alterações na bacia hidrográfica, que modificam a resposta hidrológica e aumentam a ocorrência e magnitude do fenômeno (CENAPRED, 2007). Flemming (2002) relembra que as inundações, por serem fenômenos naturais, não podem ser evitadas, porém seus danos podem ser mitigados.

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

No Estado do Pará foram registrados 256 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 4 mostra a distribuição espacial desses registros no território paraense. As mesorregiões que concentram a maior parte das ocorrências são: Baixo Amazonas e Sudeste Paraense, com 37,5% e 35,2% do total de registros, respectivamente.

Gráfico 9: Frequência anual de desastres por Inundações no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Do total de 143 municípios do Pará, 58 registraram oficialmente situação anormal por inundação gradual, ao menos uma vez, durante os anos em análise.

De acordo com o Mapa 4, os municípios mais atingidos por inundações extremas recorrentes foram: Marabá e Altamira. O município de Marabá registrou 17 ocorrências, referentes às inundações dos rios Tocantins e Itacaiunas, que cortam o seu território. Altamira registrou 13 ocorrências de inundações em áreas situadas nas proximidades do rio Xingu e dos igarapés Ambé e Altamira.

Com relação à frequência anual dos desastres, as inundações foram recorrentes na maior parte dos anos no período analisado, conforme demonstra o Gráfico 9. Os episódios de inundação sobressaem nos anos de 2009 e 2006, com totais de 46 e 29 registros, respectivamente.

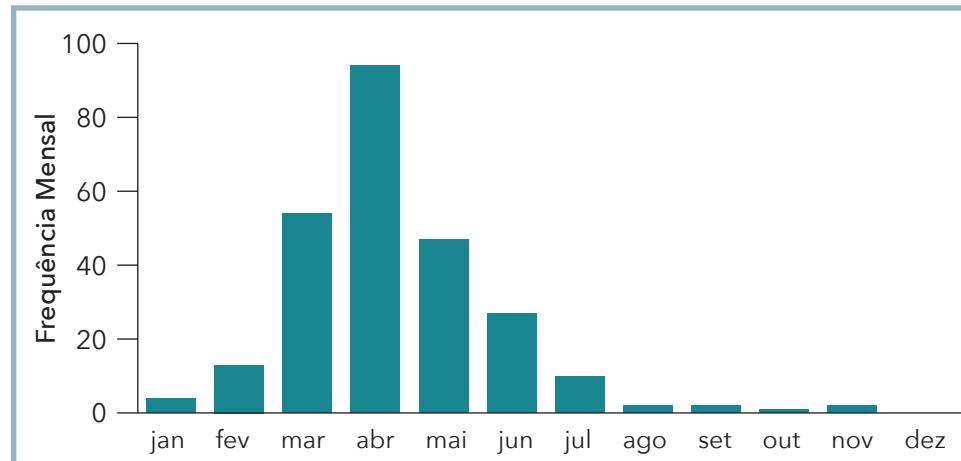
Em 2009, o fenômeno *La Niña*, concomitante com a permanência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre águas mais quentes que o normal no Atlântico Tropical Sul, causou precipitações extremas no Estado do Pará (LEAL; SOUZA, 2011).

Especificamente, as inundações de 2009 resultaram de intensas precipitações pluviométricas na Região Norte brasileira e estiveram, em geral, associadas às temperaturas mais altas que o normal na superfície do mar do Oceano Atlântico Sul tropical. Dessa forma, as águas excepcionalmente quentes retiveram por um período maior uma banda de convecção e precipitação chamada Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Este fenômeno atmosférico é responsável por levar umidade para a Bacia Amazônica, o que causou precipitação quase 100% acima da normal climatológica, sobre a Amazônia Central e Ocidental (MARENGO et. al, 2011). A Bacia Amazônica é drenada por uma densa rede de cursos d'água de dimensões variadas. Assim, essa precipitação excepcional elevou extraordinariamente o nível dos rios durante o outono.

O elevado número de registros no ano de 2009 se deve ao fato de alguns municípios atingidos decretarem situação de emergência ou de calamidade pública por inundação mais de uma vez no intervalo de doze meses. Segundo os documentos oficiais levantados, houve 11 municípios com recorrência do evento.

A partir do Gráfico 10 é possível observar a frequência mensal de todos os registros de inundações. O trimestre dos meses de março, abril e

Gráfico 10: Frequência mensal de desastres por Inundações no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

maio apresentaram maior recorrência. Os meses do outono representam 65,63% do número de ocorrências, sendo o mês de abril o mais afetado ao longo do período em análise, com 94 registros.

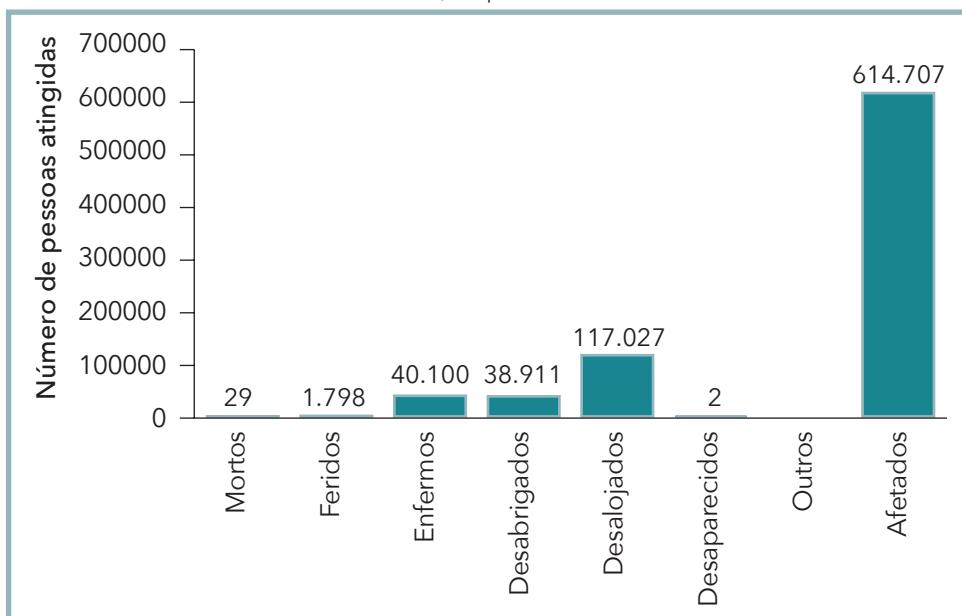
Sabe-se que o acumulado de chuvas de um mês reflete nas intensas cheias dos rios nos meses seguintes. O trimestre com maior número de registros corresponde à estação chuvosa, e as máximas precipitações pluviométricas acontecem no outono, quando ocorrem as enchentes e posteriores inundações.

Na Região Norte, as maiores precipitações ocorrem em três áreas específicas, entre as quais o Estado do Pará se inclui em duas delas. Uma, está localizada no noroeste do Amazonas, com chuvas acima de 3.000 mm/ano, causadas pela presença de ar úmido trazido por ventos de leste da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e pelo efeito orográfico dos Andes. Outra área de intensa precipitação está zonalmente distribuída no centro-sul da Região Norte, entre os Estados do Amazonas e do Pará, em torno dos 5°S. A terceira área está localizada na parte leste da Bacia Amazônica, entre o Pará e o Amapá. Próximo a Belém, capital do estado, as precipitações anuais superam os 4.000 mm, influenciadas pelas linhas de instabilidade que se formam ao longo da costa, forçadas pela circulação de brisa marítima (MARENGO; NOBRE, 2009).

As precipitações prolongadas durante o período chuvoso podem originar consequências negativas para as comunidades de alguns municípios, por conta da elevação dos níveis dos rios no estado. Nesse sentido, os danos humanos relacionados aos desastres por inundações são apresentados no Gráfico 11. Verificam-se mais de 600 mil pessoas afetadas ao longo dos anos analisados. No período de 1991 a 2012, foram registrados, oficialmente, 29 mortos, 1.798 feridos, 40.100 enfermos, 38.911 desabrigados, 117.027 desalojados e 2 desaparecidos. Os casos de óbito relacionam-se a afogamentos no período das cheias, enquanto os casos de enfermidade estão associados à doenças de veiculação hídrica, pelo elevado grau de contaminação das águas.

Com relação aos danos relacionados a desabrigados, mortos e afetados, a Tabela 13 mostra os municípios mais atingidos, com os respectivos anos das inundações e os totais de danos em número de pessoas.

Gráfico 11: Danos humanos causados por desastres de Inundações no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

O Município de Santarém, localizado no Baixo Amazonas, registrou, na inundações de junho de 2009, o total de 584 desabrigados e 78.827 afetados, segundo o registro oficial. Esse evento extremo atingiu alguns bairros da área urbana com a elevação dos níveis dos rios Tapajós e Amazonas, que superaram as cotas do ano anterior, registradas no mesmo período. Inundações nesse mesmo ano também acarretaram danos humanos a outros municípios do Baixo Amazonas, com números significativos de pessoas afetadas, conforme demonstra a Tabela 13. Dentre os municípios apresentados, Porto de Moz registrou perdas de vidas, com um total de 8 óbitos, na inundações de abril de 2009, assim como 42 desabrigados e 11.478 afetados. No documento oficial consta que bairros da área urbana e comunidades ribeirinhas da área rural, situados nas adjacências dos rios Jaurucu, Majarí, Aquíqui, Quaty, Guajará e seus afluentes, e na margem esquerda do Rio Amazonas, foram atingidos.

Com relação aos danos materiais, o Estado do Pará apresenta 29.963 registros de construções e sistemas de infraestrutura atingidos pelas inunda-

Tabela 13: Os municípios mais severamente atingidos por Inundações no Estado do Pará (1991-2012)

| Ano | Município | Mesorregião | Desabrigados | Mortos | Afetados |
|------|----------------------|---------------------|--------------|--------|----------|
| 2009 | Santarém | Baixo Amazonas | 584 | - | 78.827 |
| 2009 | Oriximiná | Baixo Amazonas | - | - | 19.545 |
| 2011 | Oriximiná | Baixo Amazonas | - | - | 19.545 |
| 2008 | Altamira | Sudoeste Paraense | 738 | - | 18.470 |
| 2008 | Altamira | Sudoeste Paraense | 738 | - | 18.470 |
| 2006 | Santarém | Baixo Amazonas | - | - | 17.559 |
| 2008 | Ururá | Sudoeste Paraense | 53 | - | 17.261 |
| 2009 | Alenquer | Baixo Amazonas | 342 | - | 14.892 |
| 2010 | Eldorado Dos Carajás | Sudeste do Paraense | 76 | - | 13.600 |
| 2008 | Jacareacanga | Sudoeste Paraense | - | - | 12.646 |
| 2009 | Almeirim | Baixo Amazonas | 248 | - | 11.667 |
| 2009 | Porto De Moz | Baixo Amazonas | 42 | 8 | 11.478 |

Fonte: Brasil (2013)

ções, entre os anos de 1991 e 2012. Observa-se no Gráfico 12 que os danos relativos às habitações prevalecem sobre os demais, com o total de 24.649 danificadas e 1.304 destruídas. Na sequência, os sistemas de infraestrutura registraram um total de 1.831 destruídos e 1.816 danificados.

A Tabela 14 apresenta os municípios afetados, com os danos materiais mais expressivos. Santarém apresenta-se como o município mais afetado do Pará com o total de 3.347 estabelecimentos e estruturas destruídos ou danificados, referente à inundação de julho de 2006.

Figura 5: Inundação Gradual em comunidades ribeirinhas no Estado do Pará



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Pará (2011)

As cheias que ocorrem no Estado do Pará apresentam um longo tempo de percurso, sendo possível obter previsibilidade com vários dias de antecedência (CPRM, 2009). O acompanhamento da evolução diária das condições meteorológicas, assim como o monitoramento do nível dos rios permitem antecipar a possibilidade das ocorrências de inundação e, consequentemente, a minimização dos danos, tanto humanos, quanto materiais.

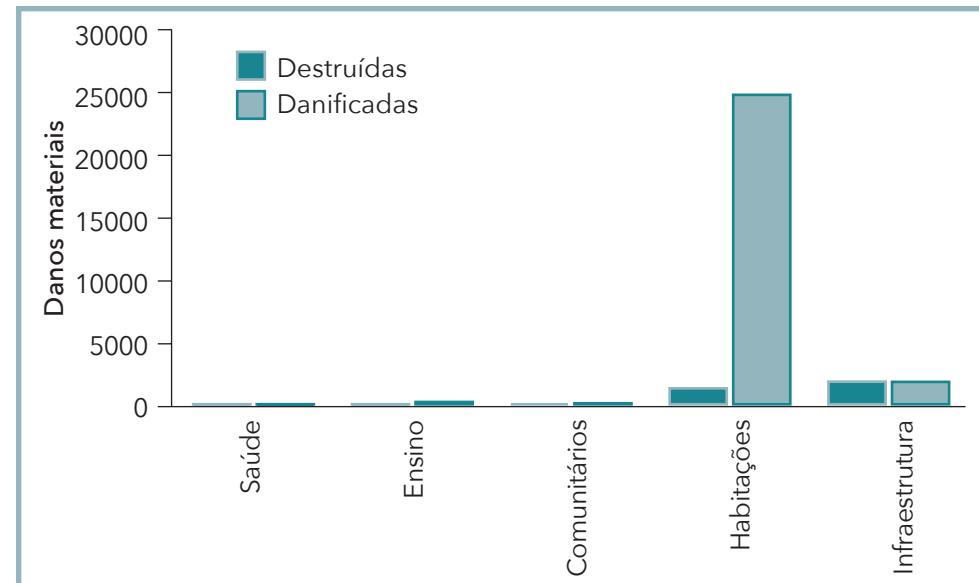
O fenômeno de enchente e vazante dos rios regula grande parte do cotidiano dos ribeirinhos. Na época de enchentes, boa parcela da agricultura de subsistência, da pesca e da caça é comprometida (SCHERER, 2004). Todavia, não é somente a população em áreas ribeirinhas que é afetada; áreas urbanas e agrícolas sofrem com as inundações, ocasionando perda de culturas e de vidas por afogamento (FILIZOLA et al., 2006). O elevado número da população atingida pelas ocorrências se deve ao fato de grande parte da população do estado viver em terras de várzea, inundadas apenas na época das cheias dos rios.

Tabela 14: Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012)

| Ano | Município | Mesorregião | Total Destruídas | Total Danificadas | Total |
|------|----------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------|
| 2006 | Santarém | Baixo Amazonas | 3.347 | - | 3.347 |
| 2005 | Altamira | Sudoeste Paraense | 2.600 | - | 2.600 |
| 2009 | Almeirim | Baixo Amazonas | 1.824 | 56 | 1.880 |
| 2006 | Altamira | Sudoeste Paraense | 1.695 | 51 | 1.746 |
| 2009 | Santarém | Baixo Amazonas | 1.151 | 178 | 1.329 |
| 2006 | Eldorado Dos Carajás | Sudeste Paraense | 60 | 1.035 | 1.095 |
| 2009 | Óbidos | Baixo Amazonas | 978 | 63 | 1.041 |

Fonte: Brasil (2013)

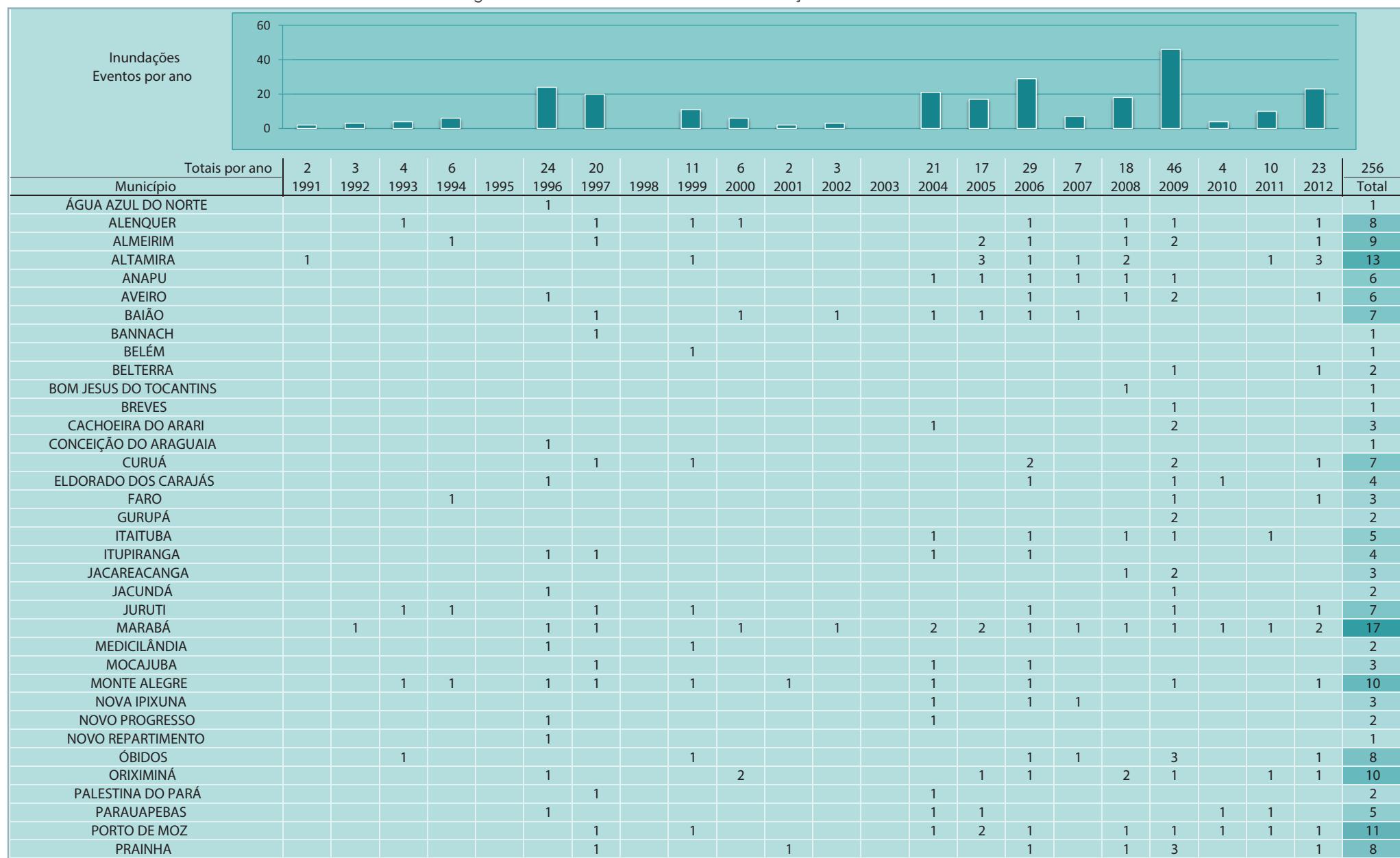
Gráfico 12: Danos materiais causados por desastres de Inundações no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

No entanto, esta previsibilidade não faz parte de um processo de gestão do risco, aumentando consequentemente a vulnerabilidade das comunidades ribeirinhas, bem como do perímetro urbano, aos desastres ocasionados por enchentes e inundações.

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de Inundações no Estado do Pará



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de Inundações no Estado do Pará

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRIMAVERA | | | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| REDENÇÃO | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| RIO MARIA | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| RONDON DO PARÁ | | | | 1 | | | | | 1 | | | | 2 |
| SANTA CRUZ DO ARARI | | | | | | | | | | | | 1 | |
| SANTA MARIA DAS BARREIRAS | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | 3 |
| SANTANA DO ARAGUAIA | | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | 4 |
| SANTARÉM | | | | | | | | | | 2 | 2 | 1 | 1 |
| SÃO DOMINGOS DO ARAGUAIA | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | 2 | 2 | 5 |
| SÃO FÉLIX DO XINGU | | 1 | | | | | | | 1 | 2 | 1 | 1 | |
| SÃO GERALDO DO ARAGUAIA | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | 3 |
| SÃO JOÃO DO ARAGUAIA | | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | | 3 | |
| SÃO MIGUEL DO GUAMÁ | | | | | | | | | | | | 1 | |
| SENADOR JOSÉ PORFÍRIO | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| TERRA SANTA | | 2 | | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | 7 |
| TOMÉ-AÇU | | | | | | | | | | | | 1 | |
| TRAIRÃO | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| TUCUMÃ | 1 | | | 1 | | | | | | | | | 2 |
| TUCURUÍ | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 9 |
| URUARÁ | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| VITÓRIA DO XINGU | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 5 |
| XINGUARA | | | | 1 | | | | | | 1 | | | 2 |

Fonte: Brasil (2013)

Referências

BELOW, R.; WIRTZ, A.; GUHA-SAPIR, D. **Disaster category classification and peril terminology for operational purposes.**

Bélgica: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters; Munich Reinsurance Company, 2009.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres:** sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

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

CENAPRED – Centro Nacional de Prevención de Desastres. Secretaría de Gobernación. **Inundaciones.** Serie Fascículos. México: CENAPRED, 2007, 56p. Disponible em: <http://www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasciculos/Fasc._Inundaciones_2007_a.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Relatório da cheia 2009.** Manaus: CPRM, 2009. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/manaus/pdf/rel_final_2009.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2013.

FILIZOLA, N. et al. Cheias e secas na Amazônia: breve abordagem de um contraste na maior Bacia Hidrográfica do Globo. **T&C Amazônia,** Manaus, ano 4, n. 9, ago. 2006. Disponível em: <https://portal.fucapi.br/tec/imagens/revistas/ed09_completo.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.

FLEMMING, G. How can we learn to live with rivers? The Findings of the Institution of Civil Engineers Presidential Commission on Flood-risk management. **Phil. Trans. R. Soc. Lond.**, London, v. 360, n. 1796, p. 1527-1530, 2002.

GOERL, R. F. **Estudo de inundações em Rio Negrinho**: SC sob a ótica dos desastres naturais. 2010. 102 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2010.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Consideração sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005_inunda%E7%F5es.pdf>. Acesso em: 10 set. 2011.

GONTIJO, N. T. **Avaliação das relações de freqüência entre precipitações e enchentes raras por meio de séries sintéticas e simulação hidrológica**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p. Disponível em: <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/publicacoes/publicacoes_portugues/prevenciaodedesastresnaturaisconceitosbasicos.pdf>. Acesso em: 28 set. 2011.

LEAL, S. V.; SOUZA, E. B. Desastres naturais sobre a Amazônia e Nordeste Brasileiro associados às enchentes e inundações: o caso de 2009. In: ENCONTRO SUL-BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 4, 2011, Pelotas, **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2011. 9 p. CD-ROM.

LEOPOLD, L.B. **A view of the river**. Cambridge: Harvard University Press, 1994. p. 110-125.

MARENKO, J. et al. **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 – INPE, 2011. 56 p.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias**: conceitos básicos. Santa Maria: INPE/CRS, 2007. Disponível em: <<http://www.inpe.br/crs/geodesastres/publicacoes.php>>. Acesso em: 16 abr. 2013.

SCHERER, E. Mosaico Terra-Água: a vulnerabilidade social ribeirinha na Amazônia – Brasil. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, 8., 2004, Coimbra. **Anais...** Coimbra: CES, 2004. Disponível em: <<http://www.ces.uc.pt/lab2004/pdfs/EliseScherer.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2011.

TAVARES, A.C; SILVA, A.C.F. Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 3, n.1, p. 4-15, jan.-jun. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/viewArticle/1223>>. Acesso em: 28 set. 2011.

TUCCI, C.M. Controle de enchentes. In: TUCCI, C.M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade/Edusp; ABRH, 1993. 944 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da URGs, 1997. 943 p.

ALAGAMENTO

Mapa 5: Registros de Alagamentos no Estado do Pará de 1991 a 2012



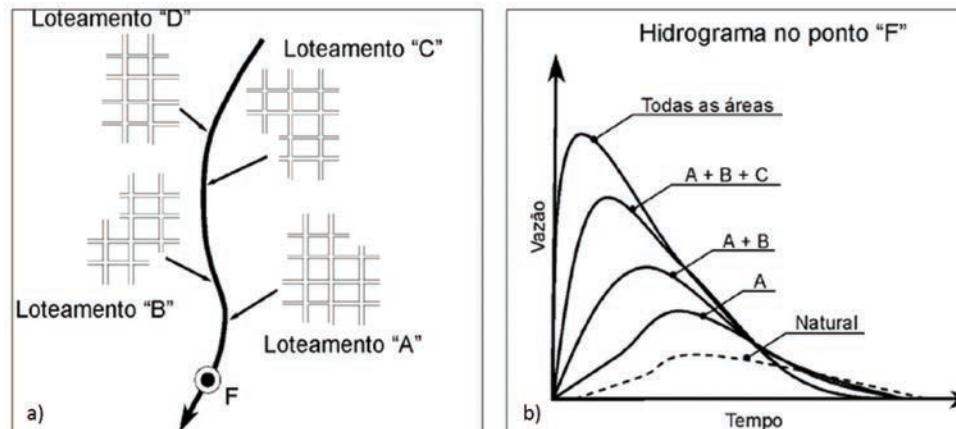
Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proposta em 2012, os alagamentos caracterizam-se pela “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas” e da topografia suave (CERRI, 1999). Sua ocorrência está diretamente relacionada com os sistemas de drenagem urbana, que são entendidos como o conjunto de medidas que objetivam a redução dos riscos relacionados às enchentes, bem como à redução dos prejuízos causados por elas (TUCCI et al. 2007a).

De modo geral, a urbanização promove a canalização dos rios urbanos e as galerias acabam por receber toda a água do escoamento superficial. Esses conceitos já ultrapassados dos projetos de drenagem urbana, que têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante, aumentam em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação e alagamentos a jusante (CHOW; MAYS, 1988). Desta forma, o rápido afastamento das águas propicia a combinação dos fenômenos de enxurradas e alagamentos, principalmente em áreas urbanas acidentadas, como ocorre no Rio de Janeiro, Belo Horizonte e em cidades serranas, o que torna os danos ainda mais severos (CASTRO, 2003).

Os alagamentos são frequentes nas cidades mal planejadas ou que crescem explosivamente, já que a realização de obras de drenagem e de esgotamento de águas pluviais é deixada em segundo plano. Assim, os sistemas de drenagem são altamente impactados e sobressaem-se como um dos problemas mais sensíveis causados pela urbanização sem planejamento, ou seja, o que mais facilmente comprova a sua ineficiência imediatamente após as precipitações significativas, com transtornos à população quando causa inundações e alagamentos (FUNASA, 2006).

A Figura 6 apresenta como cada novo empreendimento que é aprovado aumenta a vazão e, consequentemente, a frequência da sua ocorrência. O aumento da impermeabilização gera um maior volume escoado superficialmente.

Figura 6: a) Construção de novos loteamentos. b) Aumento no hidrograma



Fonte: Tucci (2007b)

Como resposta, o município constrói um canal nos trechos que a drenagem inunda a cidade, o que apenas transfere para a jusante a nova inundação. Desta forma, a população perde duas vezes: pelo aumento da inundação e pelo desperdício de recursos públicos (BRASIL, 2009).

Outro grande problema dos sistemas de drenagem está relacionado à própria gestão do saneamento.

O carreamento de lixo e sedimentos para as sarjetas, bocas de lobo e galerias acaba por obstruir as entradas e as tubulações de drenagem, colaborando na ocorrência de alagamentos localizados. Ademais, interligações clandestinas de esgoto contribuem para a insuficiência das redes de drenagem, com possibilidade de rompimento das tubulações. Nessas condições, mesmo pequenos volumes pluviométricos são capazes de gerar alagamentos intensos em cidades urbanizadas, com diversos transtornos e possibilidade de desastres.

Nesse sentido é oportuno citar os estudos de Mattedi e Butzke (2001), que mostraram que as pessoas que vivem em áreas de risco percebem os eventos como uma ameaça, mas não atribuem seus impactos a fatores sociais. Esta percepção é comum quando em alagamentos, pois as pessoas costumam atribuir à força da natureza a inundação de suas moradias e não a forma como ocupam e utilizam os espaços urbanos.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2010) indica que a eficiência dos sistemas de drenagem de águas pluviais – e a consequente prevenção de desastres com enchentes e alagamentos – está diretamente relacionada à existência dos dispositivos de controle de vazão, pois estes atenuam a energia das águas e o carreamento de sedimentos para os corpos receptores, onde há a disposição final dos efluentes da drenagem pluvial. A

ausência destes dispositivos é facilmente perceptível nos dados divulgados pelo IBGE (2010), que mostram que um em cada três municípios tem áreas urbanas de risco que demandam drenagem especial. Dentre os municípios que relataram a existência de áreas de risco, somente 14,6% utilizam informações meteorológicas e/ou hidrológicas, o que limita ainda mais as condições de manejo das águas pluviais e drenagem urbana.

Para suportar as modificações do uso do solo na bacia, são necessárias obras de ampliação do sistema de drenagem (medidas estruturais), cujos valores são tão altos que se tornam inviáveis. Tucci *et al.* (2001), por exemplo, citam valores de US\$ 50 milhões/km para aprofundamento de canais da macrodrenagem. Nesse quesito, as medidas não estruturais (planejamento, controle na fonte, zoneamento, etc.) tornam-se medidas menos onerosas e mais práticas.

Nessa temática, Pompêo (2000) afirma que se deve relacionar a sustentabilidade com a drenagem urbana, por meio do reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade. Esta postura exige que a drenagem e controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceitualizadas em termos técnicos e gerenciais. Esta definição eleva o conceito de drenagem a **drenagem urbana sustentável**. A drenagem urbana sustentável visa imitar o ciclo hidrológico natural controlando o escoamento superficial o mais próximo da fonte, através de técnicas estruturais e não estruturais, com o objetivo de reduzir a exposição da população aos alagamentos e inundações, e a consequente minimização dos impactos ambientais.

Os danos causados pelos alagamentos são, de modo geral, de pequena magnitude; pois a elevação das águas é relativamente baixa. Por outro lado, os transtornos causados à população são de

ordem elevada, principalmente no que se refere à circulação de automóveis e pessoas, bem como a limpeza das residências e comércio após o escoamento das águas. De fato, o escoamento das águas superficiais sempre ocorrerá, existindo ou não um sistema adequado de drenagem. Por isso, a qualidade do sistema é que determina a existência de benefícios ou prejuízos à população.

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

O Estado do Pará possui apenas **04 registros oficiais** de alagamentos excepcionais caracterizados como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 5 demonstra a distribuição espacial desses registros no território paraense. Observa-se que a cidade mais afetada é a de Bragança, com 02 ocorrências de desastres, enquanto as cidades de Altamira e Santa Maria das Barreiras possuem 01 registro oficial.

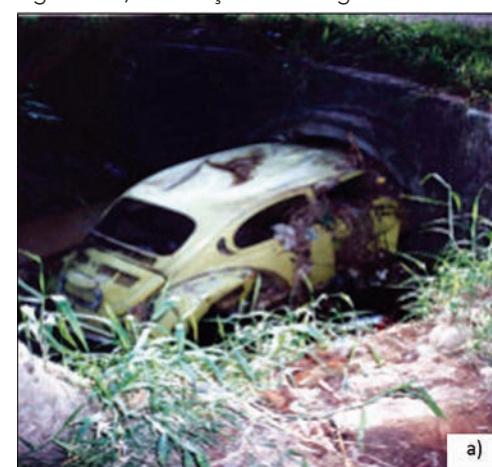
Os alagamentos, conforme já visto, são problemas causados pela urbanização e impactam diretamente os sistemas de drenagem. Nesse sentido, os municípios de Bragança e Altamira estão entre os mais populosos do estado, ocupando as posições de 9º e 12º, respectivamente, em um universo de 143 municípios. A impermeabilização, causada pela urbanização, torna os municípios populosos mais suscetíveis aos alagamentos. Contudo, o

município de Santa Maria das Barreiras, que ocupa a 106º posição com relação à população, também possui registros por alagamento. Estes eventos serão analisados na sequência.

Com relação aos anos de ocorrência dos alagamentos, o Gráfico 13 apresenta a frequência anual dos registros no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012. Observa-se que os registros apareceram somente a partir do ano 2000. Como a ocorrência de alagamentos excepcionais é incomum no estado, a média anual desses desastres é muito baixa, próxima de zero.

No Gráfico 14 é possível observar a frequência mensal de todos os registros de alagamentos, que estão concentrados no verão e outono.

Figura 7: a) Obstrução à drenagem.

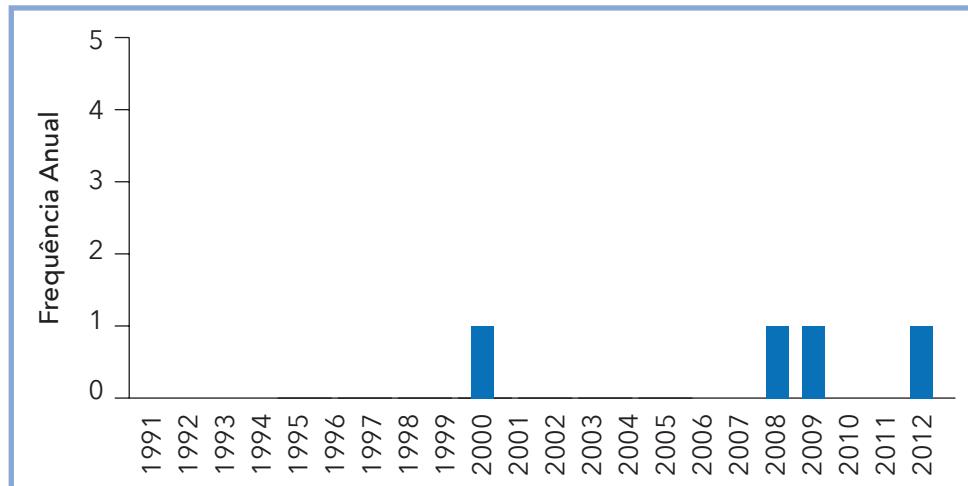


b) Lixo retido na drenagem.



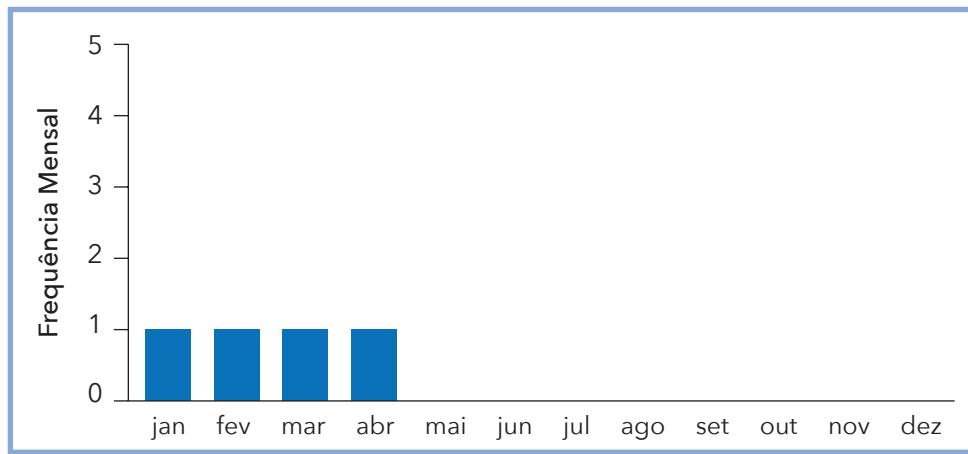
Fonte: Tucci (2005)

Gráfico 13: Frequência anual de desastres por Alagamentos no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 14: Frequência mensal de desastres por Alagamentos no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Essas duas estações na região são caracterizadas por intensas e prolongadas chuvas, período conhecido como estação chuvosa, configurando

uma época de alto regime fluvial na região. Apesar dos alagamentos não estarem relacionados diretamente com os rios, transcreve-se a causa do desastre registrado nos municípios de Santa Maria das Barreiras e Altamira, respectivamente

[...] as chuvas ocorridas recentemente no Município de Santa Maria das Barreiras e mais precisamente no dia 01 de abril de 2012 elevaram o nível dos rios Manelão e Boca Rica; Fortes chuvas com aumento gradativo do nível do Rio Xingu e Igapó Alta-mira. (BRASIL, 2013).

Observa-se que a descrição dos eventos caracteriza enchentes, o que pode sugerir que o desastre foi registrado de forma incorreta. O registro errôneo é bem comum entre os eventos de enchentes e enxurradas; enxurradas e alagamentos, pois eles possuem características afins e podem, ainda, ocorrer simultaneamente. Alguns municípios citaram deficiências na rede de drenagem como causas do desastre no capítulo de enxurradas, o que sugere que os desastres podem ter iniciado com os alagamentos.

O Município de Bragança, cidade com maior frequência de desastres, cita que a ocupação desordenada tem contribuído para o surgimento dos

Figura 8: Município de Santana do Araguaia



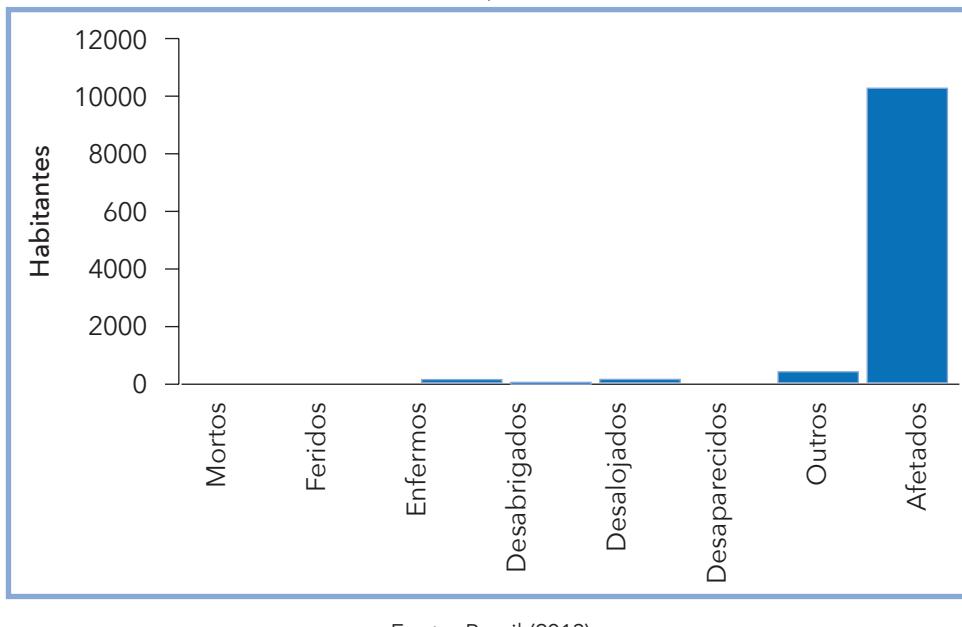
Fonte: Prefeitura Municipal de Santana do Araguaia – PA. Coordenação Municipal de Defesa Civil. 2013. Foto: Jose Alves (Deco)

alagamentos. Este reconhecimento, por parte do município, é importante para o planejamento e tomada de decisões a longo prazo.

Os alagamentos podem originar consequências negativas para as comunidades paraenses. Reitera-se que estes eventos originam, de modo geral, poucos danos, já que a elevação do nível da água é relativamente baixa. Apesar disso, verifica-se que mais de 10 mil pessoas foram afetadas por alagamentos no período analisado (Gráfico 15). Parte dos dados revela 126 desalojados, 76 desabrigados, 119 enfermos e 389 pessoas afetadas por outros tipos de danos.

O total de pessoas enfermas, certamente é atribuído ao alto risco de contaminação, que expõe a população a inúmeras doenças de veiculação hídrica. Além disso, há também um aumento na proliferação dos vetores de doenças, como ratos e mosquitos, e de picadas de animais peçonhentos, como aranhas, escorpiões e cobras. Entre as principais doenças, tem-se: hepatite A e E, lepro-

Gráfico 15: Danos humanos causados por desastres de Alagamentos no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



tospirose, cólera, dengue, febre tifoide. A maioria dessas doenças surge pela ingestão de água contaminada ou pelo simples contato com a água.

Assim, mostra-se a quantificação individual dos desastres em cada município (Tabela 15). Observa-se a grande quantidade de desabrigados e desalojados, bem como o alto número de afetados, o que não é característico de alagamentos.

Com relação aos danos materiais, apenas dois eventos de alagamentos registraram prejuízos (Tabela 16):

O alagamento excepcional em Bragança, no ano de 2008, afetou 92 unidades de habitação ou infraestrutura (bueiros e comércio, nesse caso) danificadas ou destruídas. Estes dois eventos registrados são coincidentes com os maiores danos humanos mencionados anteriormente.

Ressalta-se que no estado há muitos alagamentos, embora a maioria não se configure como desastres. Só a cidade de Belém, capital do esta-

Tabela 15: Danos humanos relacionados aos desastres de Alagamentos no Pará (1991-2012)

| Ano | Município | Mesorregião | Desabrigados | Desalojados | Enfermos | Total de Afetados |
|------|---------------------------|-------------------|--------------|-------------|----------|-------------------|
| 2008 | Bragança | Nordeste Paraense | 0 | 77 | 119 | 7.110 |
| 2009 | Bragança | Nordeste Paraense | 0 | 0 | 0 | 2.984 |
| 2000 | Altamira | Sudoeste Paraense | 76 | 49 | 0 | 131 |
| 2012 | Santa Maria das Barreiras | Sudeste Paraense | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fonte: Brasil (2013)

Tabela 16: Total de danos materiais – eventos registrados (1991-2012)

| Ano | Município | Mesorregião | Destruídas | | Danificadas | |
|------|-----------|-------------------|------------|----------------|-------------|----------------|
| | | | Habitações | Infraestrutura | Habitações | Infraestrutura |
| 2008 | Bragança | Nordeste Paraense | 3 | 11 | 50 | 28 |
| 2009 | Bragança | Nordeste Paraense | 3 | 0 | 15 | 0 |

Fonte: Brasil (2013)

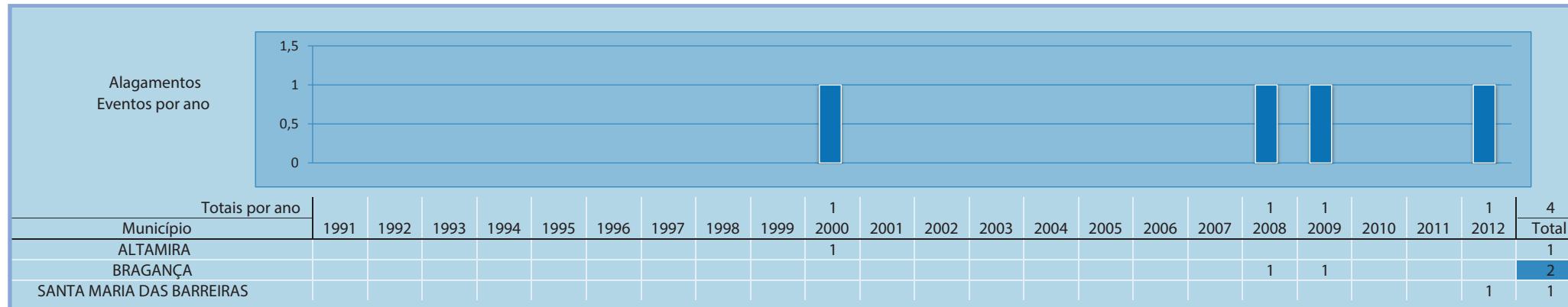
do e município mais populoso, possui 650 pontos de alagamentos (DOL, 2013), que não trazem prejuízos vultosos, mas originam transtornos diversos à população.

As causas deste cenário insustentável estão relacionadas à ocupação do espaço urbano pela população e à atual gestão da drenagem no nível

local. Assim, a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, aliada a medidas não estruturas, pode colaborar para a redução dos alagamentos e, consequentemente, dos transtornos e desastres.

O Infográfico 4 apresenta uma síntese dos registros oficiais de alagamentos ocorridos no Estado do Pará.

Infográfico 4: Síntese das ocorrências de Alagamento no Estado do Pará



Fonte: Brasil (2013)

Referências

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS). **Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico**. Brasília: MI, 2009. 193 p. (Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos; v. 2).

CERRI, L. E. S. Riscos geológicos urbanos. In: CHASSOT, A; CAMPOS, H (Org.). **Ciência da terra e meio ambiente**: diálogos para (inter)ações no planeta. São Leopoldo: Unisinos, 1999.

CHOW, V.T.D.R.; MAYS, L.W. **Applied hydrology**. New York: McGraw-Hill, 1988. 52p.

DOL – DIÁRIO ON LINE. Notícias Pará. **Belém tem 650 pontos de alagamentos**. Disponível em: <<http://www.diarioonline.com.br/noticia-233741-.html>>. Acesso em: 25 abr. 2013.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de saneamento. orientações técnicas**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.

G1- GLOBO.COM. Notícias. **Chuva provoca alagamentos em Belém.**

Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2011/05/chuva-provoca-alagamentos-em-belem.html>>. Acesso em: 25 abr. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Pesquisa nacional de saneamento básico 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 219 p.

MATTEDI, M.A.; BUTZKE, I.C. A relação entre o social e o natural nas abordagens de Hazards e de Desastres. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, n. 9, p. 2-2, 2001.

POMPÊO, C. A. Development of a state policy for sustainable urban drainage. **Urban Water**, [s.l.], n. 1, p. 155-160, 1999.

SEIBT, A.C.; DA SILVA, T.M.F; FORMIGA, K.T.M. Avaliação do impacto da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Córrego Serrinha, em Goiânia (GO) empregando o Storm Water Management Model – SWMM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., 2011. Maceió. **Anais...** Maceió: ABRH, 2011. 18 p. 1 CD-ROM.

TUCCI, C.E.M.; HESPAÑOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. de M. **Gestão da água no Brasil.** Brasília: UNESCO, 2001.

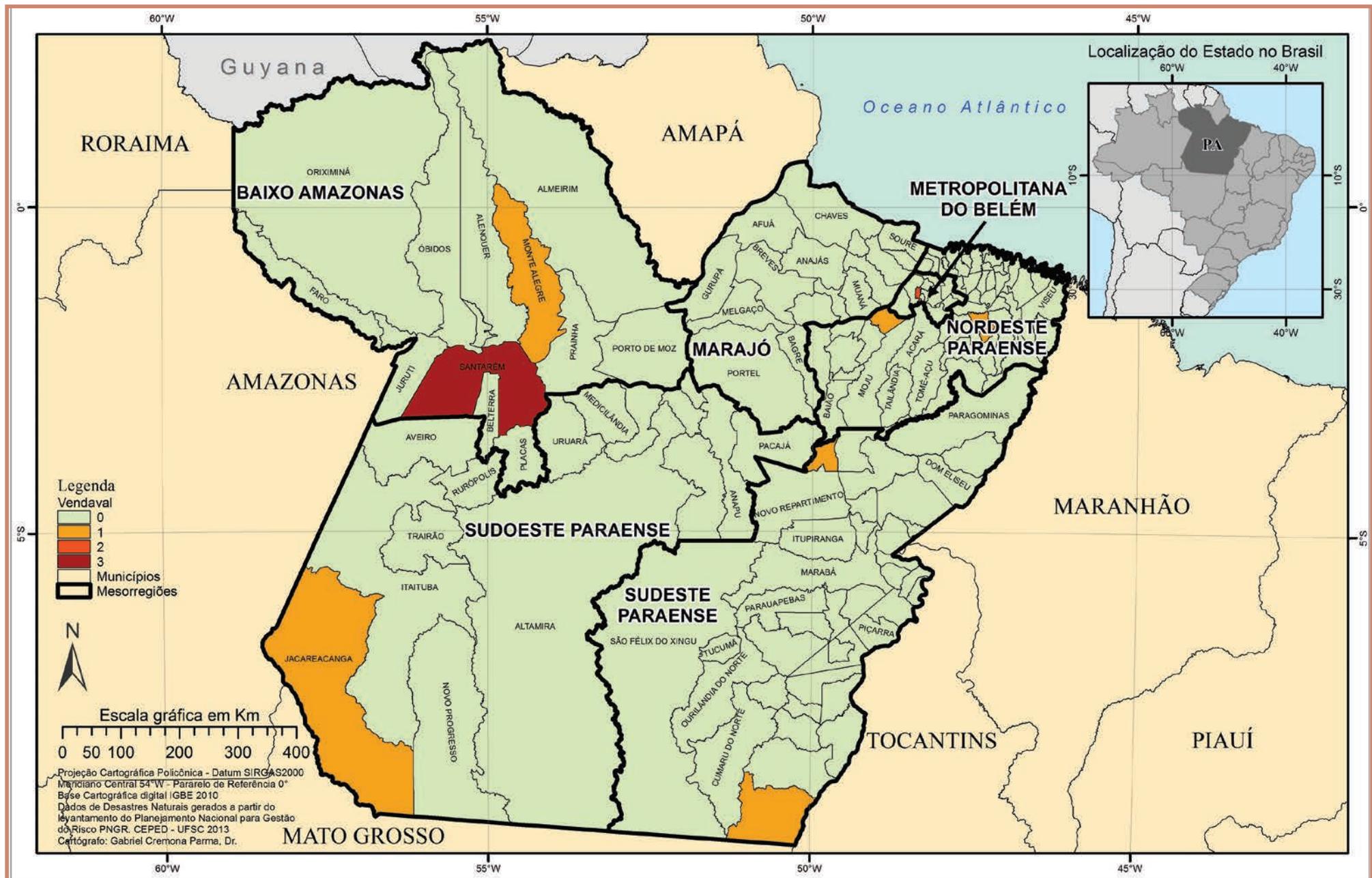
TUCCI, C.E.M. **Gestão de águas pluviais urbanas.** Brasília: Ministério da Cidades; Global Water Partnership; Wolrd Bank; Unesco, 2005. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs_resid_solidos/GestaoAguasPluviaisUrbanas.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2013.

TUCCI, C. E. M. et al. **Hidrologia:** ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; ABRH, 2007a.

TUCCI, C.E.M. **Inundações urbanas.** Porto alegre: ABRH; Rhama, 2007b. 358 p.

VENDAVAL

Mapa 6: Registros de Vendavais no Estado do Pará de 1991 a 2012



Quanto à sua origem, segundo o COBRADE, vendaval é enquadrado como desastre natural de causa meteorológica relacionado às tempestades, por meio da intensificação do regime dos ventos.

Neste sentido, o vendaval pode ser definido como um deslocamento intenso de ar na superfície terrestre devido, principalmente, às diferenças no gradiente de pressão atmosférica, ao incremento do efeito de atrito e das forças centrífuga, gravitacional e de Coriolis, aos movimentos descendentes e ascendentes do ar e à rugosidade do terreno (CASTRO, 2003; VIANELLO; ALVES, 1991).

As diferenças no gradiente de pressão correspondem às variações nos valores entre um sistema de baixa (ciclone) e alta pressão atmosférica (anticiclone). Assim, quanto maior for o gradiente, mais intenso será o deslocamento de ar.

Os movimentos ascendentes e descendentes de ar estão associados ao deslocamento de ar dentro de nuvens cumulonimbus, que são acompanhadas normalmente por raios e trovões e podem produzir intensas rajadas de ventos (VIANELLO; ALVES, 1991; VAREJÃO SILVA, 2001; CASTRO, 2003).

Assim, os vendavais normalmente são acompanhados por precipitações hídricas intensas e concentradas, que caracterizam as tempestades. Além das chuvas intensas, podem ser acompanhados ainda por queda de granizo ou de neve, quando são chamados de nevascas.

As variações bruscas na velocidade do vento denominam-se rajadas, as quais, normalmente, são acompanhadas também por mudanças bruscas na direção (VAREJÃO SILVA, 2001). Nas proximidades da interface superfície-atmosfera a intensidade dos ventos é altamente influenciada pelas características geométricas (rugosidade no terreno), sejam elas natural (colinas, morros, vales, etc.) ou construída (casas, prédios, etc.), e pelo estado de aquecimento da própria superfície (KOBAYAMA et al., 2006). Assim, o vento à superfície normalmente apresenta rajadas.

A ocorrência de sistemas frontais (frontes frias), sistemas convectivos isolados (tempestades de ve-

rão), ciclones extratropicais, entre outros, podem ocasionar vendavais intensos. No entanto, para o Estado do Pará os registros referem-se somente aos desastres causados por vendavais em tempestades convectivas locais.

Esse tipo de desastre natural está mais associado a danos materiais que humanos, e causam danos diretos, ou seja, as áreas que ocorrem ventos fortes, sempre estão associadas às áreas que apresentam os danos mais intensos.

Segundo Tominaga et al. (2009), danos humanos começam a ser causados por ventos acima dos 75 km/hora, como destelhamento de casas mais frágeis, quedas de placas e quebra de galhos das árvores. No entanto, as consequências mais sérias correspondem ao tombamento de árvores, postes e torres de alta tensão, causando danos à transmissão de energia elétrica e telefonia; às plantações; destelhamentos e/ou destruição das edificações; lançamento de objetos como projéteis, etc. Estes projéteis podem causar lesões e ferimentos em pessoas e animais podendo ser fatais, como também causar danos nas edificações, como o rompimento de janelas e portas (LIU et al., 1990; FEMA, 2000).

Com base nos danos causados, foi construída a Escala Beaufort que varia de 0 a 12. O grau 12 classifica os ventos acima de 120 km/h. Ventos com maior velocidade são considerados com intensidade de furacão,

e passam a se enquadrar em outra escala, chamada de Escala Saffir-Simpson, que utiliza os mesmos princípios da de Beaufort (KOBAYAMA et al., 2006).

Deste modo, na Escala de Beaufort, os vendavais correspondem a vendaval ou tempestade referentes ao grau 10, com ventos de velocidades que variam entre 88 a 102 km/h. Produzem destelhamento e danos consideráveis em habitações mal construídas e derrubam árvores.

Em situações extremas, os vendavais podem ainda se caracterizar como muito intensos ou ciclones extratropicais, e como extremamente intensos, furacões, tufões

Figura 9: Destelhamento de casas em função de fortes vendavais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Pará (2011)

ou ciclones tropicais. Os vendavais muito intensos correspondem ao grau 11 da Escala de Beaufort, compreendendo ventos cujas velocidades variam entre 102,0 a 120,0 km/h. Além das chuvas concentradas, costumam serem acompanhados por inundações, ondas gigantescas, raios, naufrágios e incêndios provocados por curtos-circuitos. Os vendavais muito intensos surgem quando há uma exacerbação das condições climáticas, responsáveis pela gênese do fenômeno, incrementando a magnitude do mesmo. Apresentam ventos de velocidades superiores a 120,0 km/h, correspondendo ao grau 12 da Escala de Beaufort. Causam severos danos à infraestrutura e danos humanos (CASTRO, 2003).

A magnitude dos danos causados por vendavais pode ser mitigada por meio de monitoramento e medidas de prevenção que se dividem em emergenciais e as de longo prazo. Com relação ao monitoramento, os serviços meteorológicos acompanham diariamente a evolução do tempo e têm condições de alertar a Defesa Civil com horas, ou mesmo dias de antecedência, sobre a passagem de uma frente fria intensa, a caracterização de linhas de instabilidade e de formações convectivas. Normalmente, nessas condições, a queda acentuada da pressão barométrica em uma determinada área e o estabelecimento de um forte gradiente de pressão, com uma frente em deslocamento, são prenúncio de vendaval (CASTRO, 2003).

Esses fenômenos ocorrem em todos os continentes. No Brasil, os vendavais são mais frequentes nos estados da Região Sul: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. A maior variação dá-se em função das estações do ano, quando alguns sistemas atmosféricos são mais frequentes e intensos.

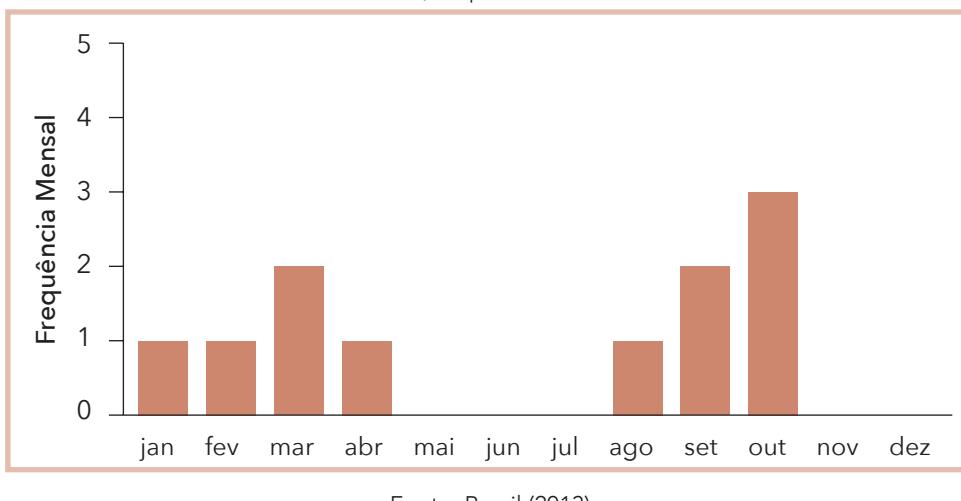
As ocorrências de vendavais no Estado do Pará, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram **11 registros oficiais**. Para melhor visualização, esses registros foram espacializados no Mapa 6, onde podem ser vistos os municípios afetados e seus respectivos números de registros.

Os municípios que registraram o maior número de desastres devido à ocorrência de vendavais foram Santarém, localizado na Mesorregião do Baixo Amazonas, e Ananindeua, localizado na Mesorregião Metropolitana de Belém, com 3 e 2 registros, respectivamente. Os demais episódios foram registrados em Abaetetuba, Irituia, Jacareacanga, Monte Alegre, Santana do Araguaia, Tucuruí.

A mesorregião mais afetada foi a Baixo Amazonas, que concentra 4 ocorrências. Esse fato pode estar relacionado às características geográficas, pois os vendavais podem ocorrer pela atuação dos sistemas convectivos que são comuns na Região Amazônica, especialmente os aglomerados de cumulonimbus, responsáveis por intensas precipitações, trovoadas e ventos fortes (SOUZA; NECHET, 2004).

Com relação à frequência mensal dos registros, observa-se no Gráfico 16, que a estação chuvosa (janeiro a abril) e o trimestre de agosto, setembro e outubro apresentaram todas as ocorrências de vendavais do período analisado.

Gráfico 16: Frequência mensal de registros de Vendavais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012

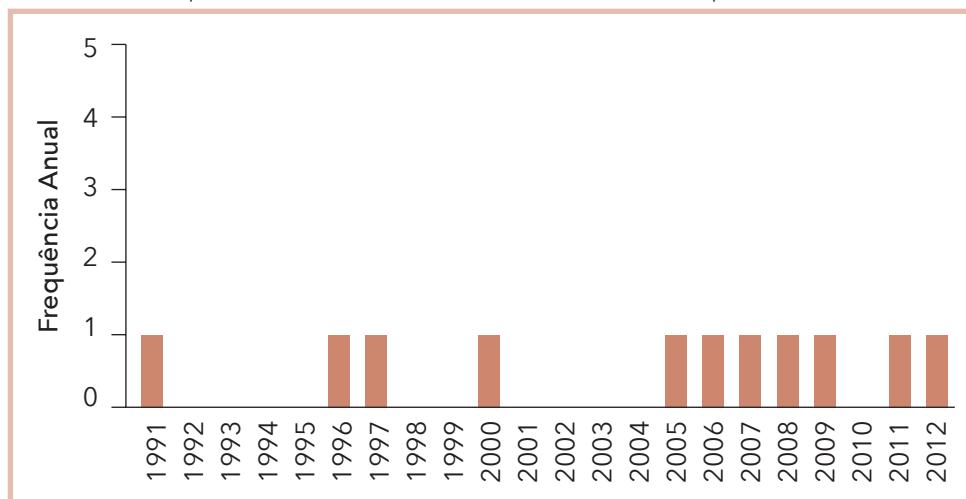


Fonte: Brasil (2013)

De acordo com Sousa *et al.* (2011), os eventos extremos relacionados a vendavais na grande Belém podem ou não serem modulados na estação chuvosa pelos sistemas de meso e grande escala, e na estação seca pelas convecções locais. Ainda segundo os autores, alguns estudos apontam que eventos extremos são mais perigosos na estação seca do que na estação chuvosa, pois eles podem variar de uma supercélula a um evento tornártico.

As ocorrências de vendavais apresentam-se distribuídas ao longo do período de análise, aumentando sua recorrência por ano a partir de 2005, conforme mostra o Gráfico 17.

Gráfico 17: Frequência anual de Vendaval no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

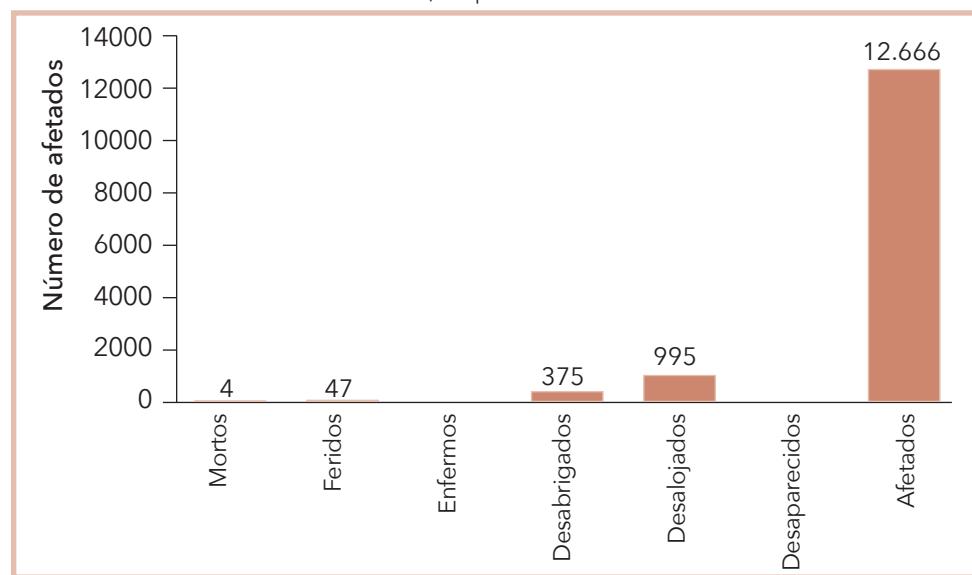
Os danos humanos causados por desastres naturais associados a eventos adversos de causa eólica deixaram mais de 12 mil pessoas afetadas nos municípios do Estado do Pará.

Conforme se pode observar no Gráfico 18 durante as ocorrências de vendavais registradas, 12.666 pessoas foram afetadas, 995 desalojadas, 375 desabrigados, 0 enfermas, 47 feridas e 4 mortas ao longo dos anos analisados.

Em relação ao total de desabrigados, mortos e afetados, podem-se observar na Tabela 17 os 11 registros oficiais de desastres naturais por vendavais nos municípios do Pará. Entre os atingidos, Tucuruí, localizado na Mesorregião Sudeste Paraense, foi o que apresentou o maior número de afetados - 11.716 tucuruenses, no evento registrado em outubro de 2005, sem apresentar, no entanto, ocorrência de vítimas fatais. De acordo com o documento oficial, a estação meteorológica operada pela INFRAERO registrou ventos que variaram de 83 a 105 km/h, causando danos na área urbana do município.

As vítimas fatais relacionadas à ocorrência de vendavais foram registradas no Município de Irituia, localizado na Mesorregião Nordeste Paraense. O vendaval que foi registrado no dia 25 de março de 2012 estava associado a descargas elétricas, segundo o documento oficial.

Gráfico 18: Danos humanos causados por Vendavais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Tabela 17: Total de danos dos eventos de Vendavais entre os anos de 1991 a 2012

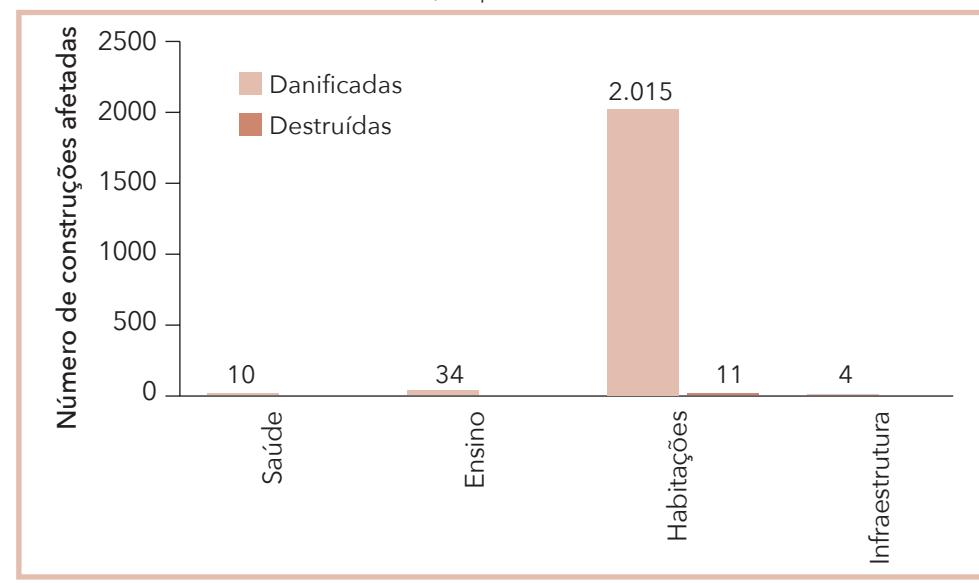
| Ano | Município | Mesorregião | Desabrigados | Mortos | Total de Afetados |
|-----------|---------------------|------------------------|--------------|--------|-------------------|
| 2005 | Tucuruí | Sudeste Paraense | 0 | 0 | 11.716 |
| 2008 | Santarém | Baixo Amaz. | 0 | 0 | 785 |
| 2000 | Santarém | Baixo Amaz. | 0 | 0 | 160 |
| 2012 | Irituia | Nordeste Paraense | 0 | 4 | 5 |
| 2009 | Jacareacanga | Sudoeste Paraense | 375 | 0 | 0 |
| 1991 | Santana do Araguaia | Sudeste Paraense | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | Monte Alegre | Baixo Amazonas | 0 | 0 | 0 |
| 1997 | Ananindeua | Metropolitana de Belém | 0 | 0 | 0 |
| 2006 | Ananindeua | Metropolitana de Belém | 0 | 0 | 0 |
| 2007 | Santarém | Baixo Amaz. | 0 | 0 | 0 |
| 2011 | Abaetetuba | Nordeste Paraense | 0 | 0 | 0 |
| 1991-2012 | Estado do Pará | | 375 | 4 | 12.666 |

Fonte: Brasil (2013)

De modo geral, dos outros municípios que registraram danos por vendavais, alguns observaram que a velocidade do vento variou entre 60 km/h, registrada em Santarém, e mais de 100 km/h, registrada em Tucuruí e Jacareacanga. Em grande parte dos registros, os vendavais foram acompanhados por chuvas intensas e, em um caso, por descargas elétricas, provocando alagamentos, quedas de árvores, destelhamento e danos às construções (Figura 9).

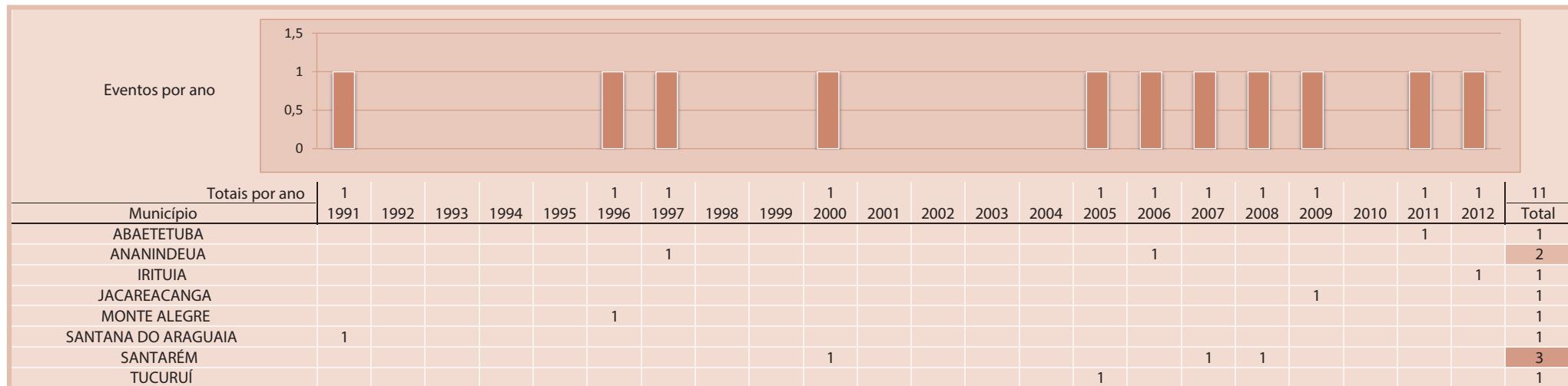
Com relação aos danos materiais, o Estado do Pará apresentou um total de 2.063 construções danificadas e 11 destruídas por vendavais, no período de 1991 a 2012. De acordo com o Gráfico 19, a grande parte dos danos materiais atingiu as habitações, destacando-se o município de Tucuruí, que apresentou o maior número de residências danificadas, 1.940, e destruídas, 8, respectivamente, no desastre ocorrido em 2005.

Gráfico 19: Danos materiais causados por Vendavais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 5: Síntese das ocorrências de Vendavais no Estado do Pará



Fonte: Brasil (2013)

Referências

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres**: desastres naturais. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

FEMA - FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. **Design and construction guidance for community shelters**. Washington: FEMA, 2000.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading. 109 p. 2006. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 8 abr. 2013.

LIU, H.; GOPALARATNAM, V. S.; NATEGHI, F. Improving Wind Resistance of Wood-Frame Houses. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, [S.l.], v. 36, n. 2, p. 699-707, 1990.

NECHET, D.; SOUZA, A. S. de. Influência de sistema frontal na Amazônia Oriental: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2004. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/22-3135d7939675e938d3e9f514c8f1e634.doc>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

SOUZA, Frank B. B. et al. Vendaval intenso na periferia de Belém-PA: estudo de caso. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 4., João Pessoa/PB. **Anais...** João Pessoa: SBMET, 2011. Disponível em: <<http://sic2011.com/sic/arq/79258064135277925806413.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2013.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Brasília: INMET, 2001. 515 p.

VIANELLO, R. L; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 1991. 449 p.

GRANIZO

Mapa 7: Registros de Granizos no Estado do Pará de 1991 a 2012



s granizos, também conhecidos por saraivada, de acordo com o COBRADE, compõem o grupo de desastres naturais meteorológicos relacionados às tempestades. São caracterizados por precipitação sólida de pedras de gelo, transparentes ou translúcidas, de forma esférica ou irregular, de diâmetro igual ou superior a 5 mm (VAREJÃO SILVA, 2006).

As condições que propiciam a formação de granizo acontecem na parte superior de nuvens convectivas do tipo cumulonimbus. Estas nuvens apresentam temperaturas extremamente baixas no seu topo e elevado desenvolvimento vertical, podendo alcançar alturas de até 1600 m, condições propícias para a transformação das gotículas de água em gelo.

A precipitação de granizos ocorre, em geral, durante os temporais. Uma grande gota de chuva na parte inferior da nuvem, numa forte corrente de ascensão, é levada para cima e, ao alcançar temperaturas menores na linha isotérmica de 0°C, transforma-se em gelo. As gotas congeladas, ao crescerem pelo processo de coalescência (agrupamento com outras gotas menores), movimentam-se com as correntes subsidentes. Nessa movimentação, ao se chocarem com gotas mais frias, crescem rapidamente até alcançarem um peso máximo, ao ponto de não serem mais suportadas pelas correntes ascendentes, quando ocorre a precipitação, conforme apresenta a Figura 10 (KULICOV; RUDNEV, 1980; KNIGHT; KNGHT, 2001).

O tempo de duração de uma precipitação de granizo está relacionado à extensão vertical da zona de água no interior da nuvem e à dimensão das gotas. Neste sentido, quanto maior for o desenvolvimento vertical da zona de água e mais assimétricas forem as gotas, maior será a duração da precipitação (KULICOV; RUDNEV, 1980).

De acordo com Mota (1983), durante a precipitação muitas vezes os granizos degelam, chegando ao chão em forma de gotas líquidas muito frias, ou ainda, o granizo pode se fundir com elementos gasosos e, com isso, adquirir a forma de flocos de neve, e não mais de pedra de gelo.

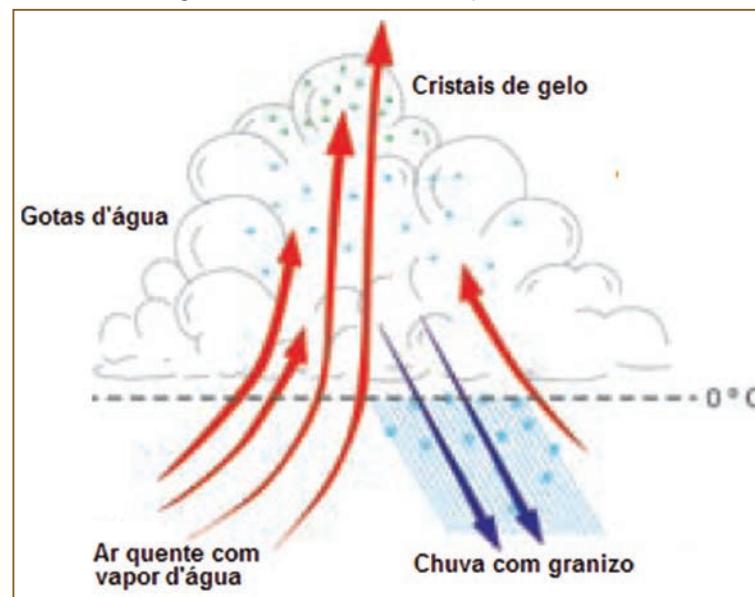
O grau de dano causado por ocorrência de granizos depende basicamente do tamanho das pedras, da densidade da área, da duração do temporal, da velocidade de queda e das características dos elementos atingidos. No entanto, chuvas intensas e ventos fortes quando acompanham o granizo aumentam os danos.

A agricultura é um dos setores econômicos que mais sofre com este fenômeno, pois plantações inteiras podem ser destruídas dependendo da quantidade e dos tamanhos das pedras de gelo. De acordo com Tavares (2009), no Brasil, as culturas de frutas de clima temperado, como maçã, pera, pêssego e kiwi e a fumicultura são as mais vulneráveis ao granizo. Dentro os danos materiais provocados, os mais importantes correspondem à destruição de telhados, especialmente quando construídos com telhas de amianto ou de barro.

O monitoramento e alerta sobre a ocorrência de granizos é uma medida preventiva importante na mitigação dos danos causados por esses eventos naturais. Neste sentido, os serviços de meteorologia acompanham diariamente as condições do tempo e têm condições de prevenir sobre sua provável ocorrência.

O fenômeno ocorre em todos os continentes, especialmente nas regiões continentais de clima quente das médias latitudes (20° a 55°), diminuindo em regiões marítimas e equatoriais. Entretanto, apresenta também grande frequência nas altas altitudes (regiões montanhosas) das regiões tropicais. No Brasil, as regiões mais atingidas por granizo são a Sul, Sudeste e parte meridional da Centro-Oeste, especialmente nas áreas de planalto, de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (TAVARES, 2009).

Figura 10: Processo de formação de Granizo



Fonte: Tavares (2009)

Apesar de o Estado do Pará se encontrar em uma área de clima quente e úmido, menos propício à formação de granizos com relação ao clima temperado, o estado apresentou 1 registro oficial do fenômeno, espacializado no Mapa 7.

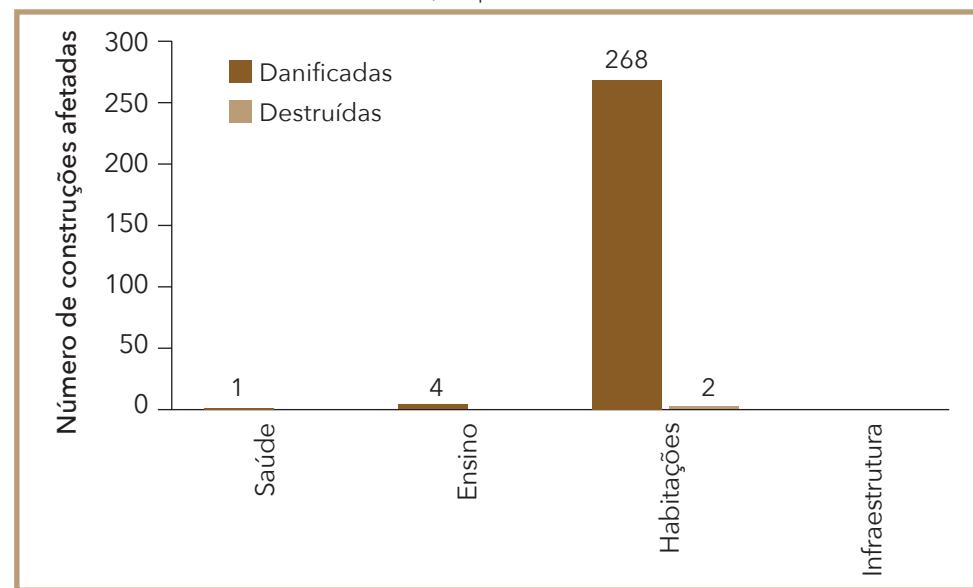
O Município de São Félix do Xingu, localizado na Mesorregião do Sudeste Paraense, registrou o desastre no dia 3 de outubro de 2005. De acordo com o documento oficial, o fenômeno ocorreu devido ao forte aquecimento das camadas superiores, causando forte tempestade com granizo e ventos de aproximadamente 90 km/h.

A possível explicação para o caso isolado de precipitação de granizos pode estar relacionada com as frentes frias (FFs) ou sistemas frontais, caracterizados por uma banda de nuvens que se deslocam de sudoeste para nordeste sobre o continente e Oceano Atlântico. As nuvens se formam na confluência da massa de ar frio mais densa que penetra sob uma massa de ar quente, quando avançam em direção ao norte. Durante os meses mais quentes, podem interagir com o ar tropical quente e úmido, gerando convecção profunda com precipitação intensa, algumas vezes com ventos fortes e granizo (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009).

Outra relevância, é que estes episódios geralmente são acompanhados por vendavais e tempestades, o que dificulta definir isoladamente as consequências para se decretar uma situação de emergência (CASTRO, 2003).

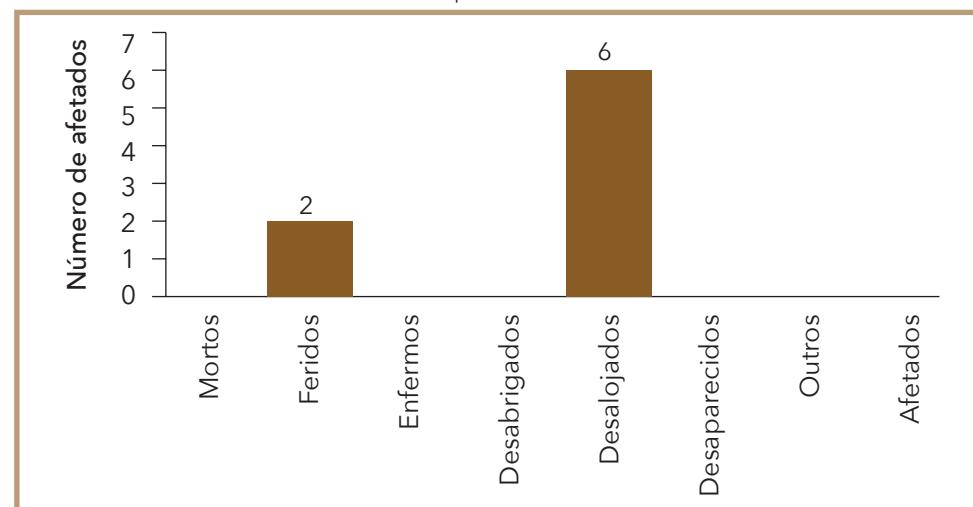
Segundo o registro oficial, os danos materiais ocasionados pela queda de granizos na área urbana totalizou 273 construções danificadas e 2 destruídas, bem como o comprometimento da rede elétrica de alta tensão. Na zona denominada suburbana, também houve prejuízos materiais e econômicos com telhados danificados e a morte de bovinos. De acordo com o Gráfico 20, a maior parte dos danos materiais foi nas habitações. São Félix do Xingu apresentou 258 residências danificadas e 2 destruídas, no desastre ocorrido em 2005. Entretanto, apesar do número de edificações atingidas, registrou-se apenas 6 pessoas desalojadas e 2 feridas, conforme apresenta o Gráfico 21.

Gráfico 20: Danos materiais causados por Granizo no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



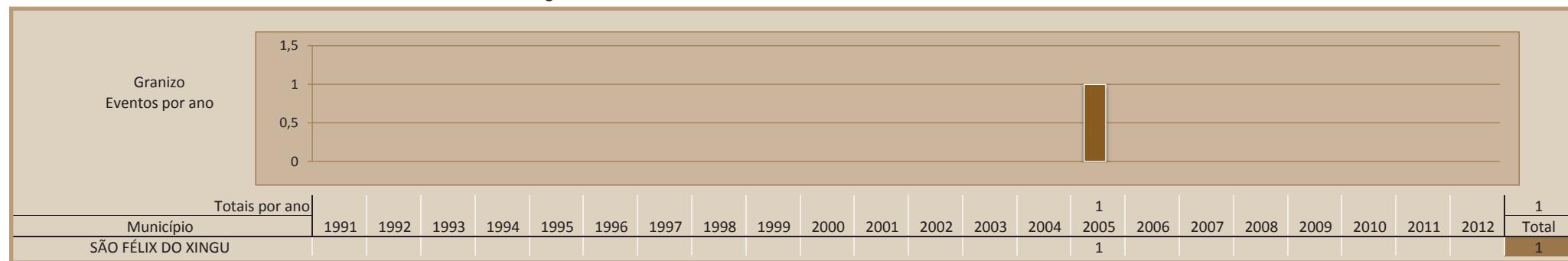
Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 21: Danos materiais causados por Granizo no Estado do Pará de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 6: Síntese das ocorrências de Granizos no Estado do Pará



Fonte: Brasil (2013)

Referências

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres**: desastres naturais. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 463 p.

MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1983. 376p.

KULICOV, V. A.; RUDNEV, G. V. **Agrometeorologia tropical**. Havana: Científico-Técnica, 1980.

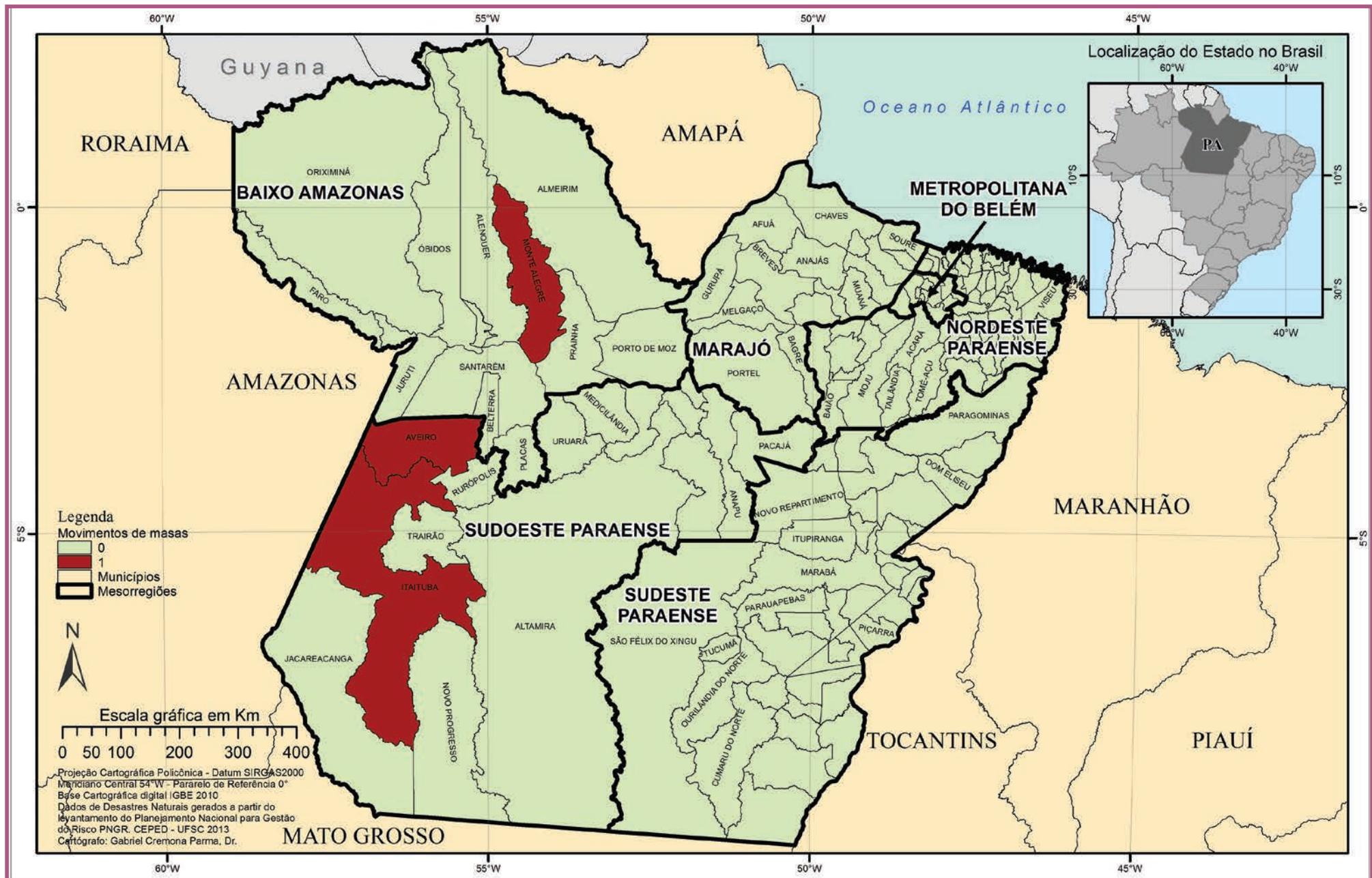
KNIGHT, C. A.; KNIGHT, N. C. Hailstorms. In: DOSWELL III, C. A. Severe convective storms. **Meteorological Monographs**, Boston, v. 28, n. 50, 2001. p. 223-249, 2001.

TAVARES, R. Clima, tempo e desastres. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 111-146.

VAREJÃO SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Brasília: INMET, 2001.

MOVIMENTO DE MASSA

Mapa 8: Registros de Movimentos de Massa no Estado do Pará de 1991 a 2012



Na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) os movimentos de massa estão na categoria de desastres naturais do tipo geológico. Estes movimentos estão associados a deslocamentos rápidos de solo e rocha de uma encosta onde o centro de gravidade deste material se desloca para fora e para baixo desta feição e quando ocorrem de forma imperceptível, ao longo do tempo, são denominados rastejo (TERZAGHI, 1952).

Os movimentos de massa estão relacionados a condicionantes geológicos e geomorfológicos, aspectos climáticos e hidrológicos, vegetação e a ação do homem relativa às formas de uso e ocupação do solo (TOMINAGA, 2007). Este tipo de desastre assume grande importância em função de sua interferência na evolução das encostas e pelas implicações socioeconômicas associadas aos seus impactos sobre a sociedade.

CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE MASSA

Os movimentos de massa são classificados levando-se em consideração diferentes critérios como a velocidade, o tipo de material e a geometria da massa mobilizada. Dentre estes sistemas de classificação destaca-se a proposta de Varnes (1978) sendo a mesma a mais utilizada e adotada pela IAEG (*International Association for Engineering Geology and the Environment*). Nesta classificação os movimentos de massa são divididos em quedas, tombamento, escorregamentos e corridas, expansões laterais, corridas/escoamentos e movimentos combinados.

Augusto Filho (1992) ajustou a classificação dos movimentos de massa proposta por Varnes (1978) à dinâmica ambiental brasileira, relacionando os diferentes tipos destes movimentos com suas características, material envolvido e geometria, conforme apresentado no Quadro 6. Os diferentes tipos de movimentos de massa, indicados no Quadro 6, estão esquematicamente representados na Figura 11.

CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

Os movimentos de massa estão diretamente relacionados aos aspectos geológicos e geomorfológicos que são indicadores dos locais mais prováveis

Quadro 6: Características dos principais tipos de Escorregamento

| Processos | Características do movimento, material e geometria |
|----------------------|--|
| Rastejo ou fluências | Vários planos de deslocamento (internos) Velocidade de muito baixas (cm/ano) a baixas e descendentes com a profundidade Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada Geometria indefinida |
| Escorregamentos | Poucos planos de deslocamento (externos) Velocidade de médias (km/h) a altas (m/s) Pequenos a grandes volumes de material Geometria e materiais variáveis Planares ou translacionais em solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza Circulares em solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas Em cunha quando em solo e rochas com dois planos de fraqueza |
| Quedas | Sem planos de deslocamento Movimentos do tipo queda livre ou em plano inclinado Velocidades muito altas (vários m/s) Material rochoso Pequenos a médios volumes Geometria variável: lascas, placas, blocos Rolamento de matacões Tombamento |
| Corridas | Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação) Movimento semelhante ao de líquido viscoso Desenvolvimento ao longo de drenagens Velocidades de média a altas Mobilização de solo, rocha, detritos e água Grandes volumes de material Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas |

Fonte: Augusto Filho (1992)

para a deflagração deste tipo de dinâmica de superfície. Fernandes e Amaral (1996) destacam, entre os diversos aspectos geológicos e geomorfológicos, as fraturas, falhas, foliação e bandeamento composicional, descontinuidades no solo, morfologia da encosta e depósitos de encosta. As principais associações destes aspectos em relação aos movimentos de massa são os seguintes:

- As fraturas e as falhas representam um aspecto de destaque na medida em que afetam a dinâmica hidrológica, favorecem o

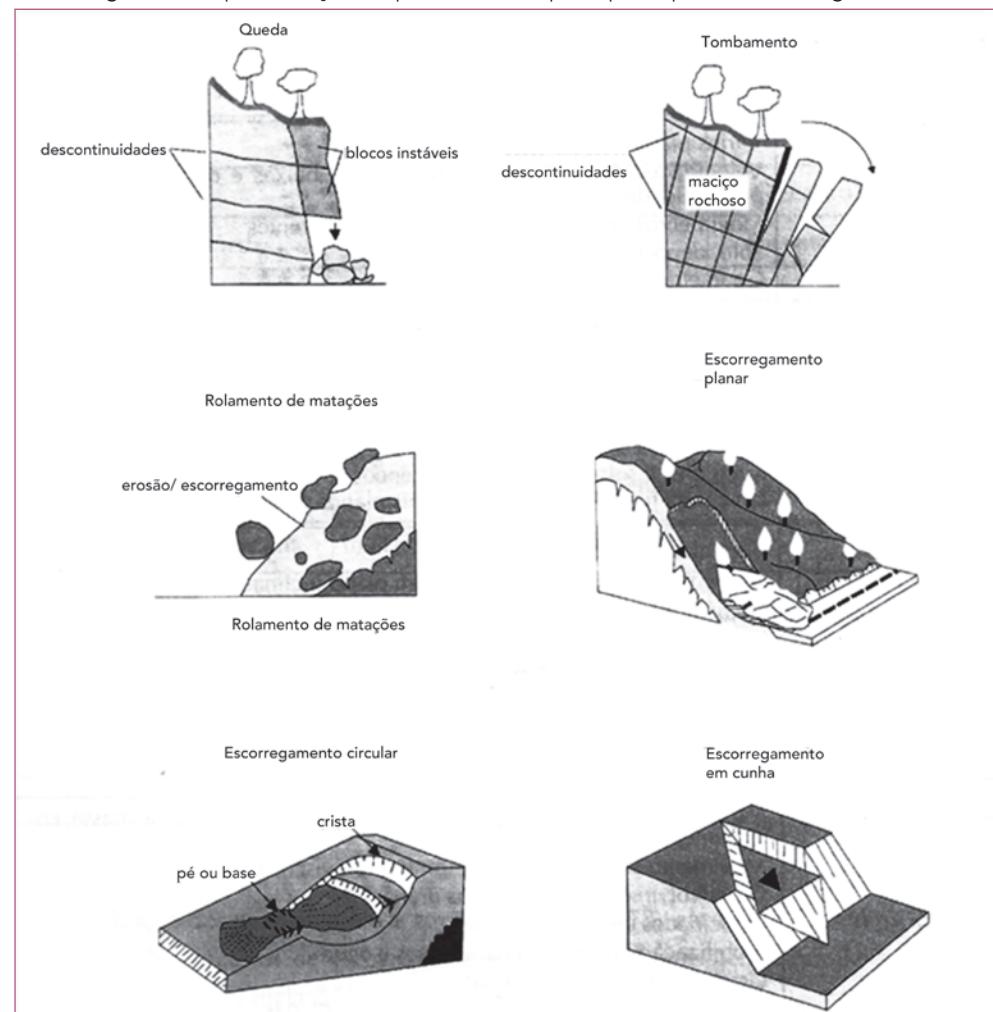
intemperismo e podem também gerar uma barreira ao fluxo de água quando estes planos de fraqueza forem silicificados ou colmatados.

- As foliações e bandeamento são importantes em locais onde afloram rochas metamórficas e estas descontinuidades interceptam a superfície da encosta com uma atitude desfavorável.
- As descontinuidades do solo estão presentes nos solos residuais no horizonte saprolítico também conhecido como horizonte residual jovem. Este horizonte tem como principal característica o fato de apresentar estrutura reliquiar herdada da rocha de origem e geralmente apresentam uma condutividade hidráulica maior atuando muitas vezes como um dreno para os horizontes mais superficiais (FERNANDES; AMARAL, 1996). Estas estruturas reliquias são planos de fraqueza que podem condicionar os movimentos de massa.
- A morfologia da encosta pode condicionar de forma direta ou indireta os movimentos de massa. Existe uma correlação direta entre a declividade e os locais de movimentos de massa. Os escorregamentos translacionais observados na Serra do Mar estão associados às encostas retilíneas com inclinações superiores a 30° (Santos, 2004). No entanto, os escorregamentos não ocorrem necessariamente nas encostas mais íngremes. A atuação indireta da morfologia da encosta está relacionada ao seu formato que determina a convergência ou a divergência dos fluxos de água subterrânea e de superfície.
- Os depósitos de talus e de colúvio são heterogêneos e geralmente apresentam um lençol d'água suspenso. A instabilização destes depósitos só ocorre por intervenção humana através de desmatamento ou algum corte para execução de obras civis. As instabilizações assim geradas são problemáticas devido à grande massa de material posta em movimento (SANTOS, 2004).

PRINCIPAIS CAUSAS DOS MOVIMENTOS DE MASSA

As causas dos movimentos de massa podem ser divididas em externas e internas. As externas são solicitações que provocam um aumento das tensões

Figura 11: Representação esquemática dos principais tipos de Escorregamento



Fonte: MASS... (1968)

cisalhantes sem que haja um aumento da resistência ao cisalhamento do material da encosta. Estas solicitações estão relacionadas ao aumento da declividade da encosta por processos de erosão ou escavações feitas pelo homem ou por deposição de material na parte superior da encosta (TERZAGHI, 1952).

Entre as causas externas mais comuns estão os movimentos de massa induzidos por cortes excessivos no pé das encostas durante a construção de rodovias e à forma de ocupação desordenada das encostas pelo homem. Neste tipo de ocupação os principais problemas estão associados aos cortes e aterros, efetuados para se criar uma região plana para a construção de moradias, problemas de drenagem das águas servidas e águas pluviais e ao lançamento inadequado de lixo. As causas externas provocam um aumento das tensões de cisalhamento ao longo da superfície potencial de ruptura. Se estas tensões induzidas se igualarem à resistência ao cisalhamento disponível do material da encosta, ocorrerão os movimentos de massa.

A foto da Figura 12 ilustra vários escorregamentos translacionais ocorridos na Serra do Mar/SP, no Vale do Rio Mogi, em 1985. Este evento deflagrado pelas chuvas está também relacionado à ação indireta do homem. Foi constatado que a floresta desta região do vale apresentava um acelerado processo de deterioração devido à poluição atmosférica gerada pelo polo industrial de Cubatão. Vários estudos revelaram que a cobertura vegetal impede o acesso ao solo de até 20% do total pluviométrico precipitado (SANTOS, 2004).

As causas internas são aquelas que provocam um movimento de massa sem que haja modificações das condições superficiais, ou seja, sem que ocorra aumento das tensões cisalhantes e sim uma redução da resistência ao cisalhamento do material da encosta. As causas internas mais comuns estão associadas a um aumento da poropressão, decréscimo da coesão do material do talude e variações do lençol freático (TERZAGHI, 1952).

As causas internas estão relacionadas principalmente à presença de água que pode afetar a estabilidade da encosta de diferentes maneiras. No interior da massa do solo a água pode estar presente na zona de aeração, acima

Figura 12: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi/SP



Fonte: Arquivo IPT (1985 apud SANTOS, 1998)

do lençol freático, ou na zona de saturação, abaixo do lençol freático. Na zona de aeração o solo está parcialmente saturado e a água forma meniscos, entre as partículas de solo, que atrai uma de encontro a outra. Esta força adicional entre as partículas do solo, denominada de sucção, faz com que ocorra um aumento da resistência ao cisalhamento do solo.

A água da chuva que se infiltra na encosta reduz estas forças de contato entre as partículas de solo e consequentemente provoca uma redução da resistência disponível. A água que se infiltrou no solo e atingiu a zona de saturação pode provocar também um aumento do nível do lençol freático. Na zona de saturação a pressão da água reduz as forças de contato entre as partículas do solo reduzindo assim a tensão efetiva e consequentemente a resistência ao cisalhamento disponível.

Portanto, a infiltração da água pela superfície do solo e o aumento do nível do lenço freático reduzem a resistência ao cisalhamento de forma que pode ocorrer a ruptura da encosta sem haver a necessidade de que a mesma esteja saturada.

Os movimentos de massa também podem ser deflagrados por um rebaixamento rápido do lençol freático. Este tipo de movimento é comum nas encostas localizadas ao longo das margens dos rios. A variação do nível de água do rio interfere no nível de água subterrânea (lençol freático) de suas margens. Nos momentos em que o nível de água do rio aumenta o nível da água subterrânea tende a acompanhar este movimento. Quando há um rebaixamento rápido do nível do rio o nível de água subterrânea pode não acompanhar este rebaixamento deixando uma região da encosta, acima da superfície crítica de escorregamento, saturada, o que aumenta o peso do solo, diminui as tensões efetivas com consequente redução da resistência ao cisalhamento disponível.

Portanto, os fatores deflagradores dos movimentos de massa estão associados às causas externas que fazem com que ocorra um aumento das tensões solicitantes e às causas internas que promovem uma redução da resistência ao cisalhamento disponível. O Quadro 7 apresenta a ação destes fatores associado aos fenômenos deflagradores do movimento de massa.

Quadro 7: Principais fatores deflagradores de Movimentos de Massa

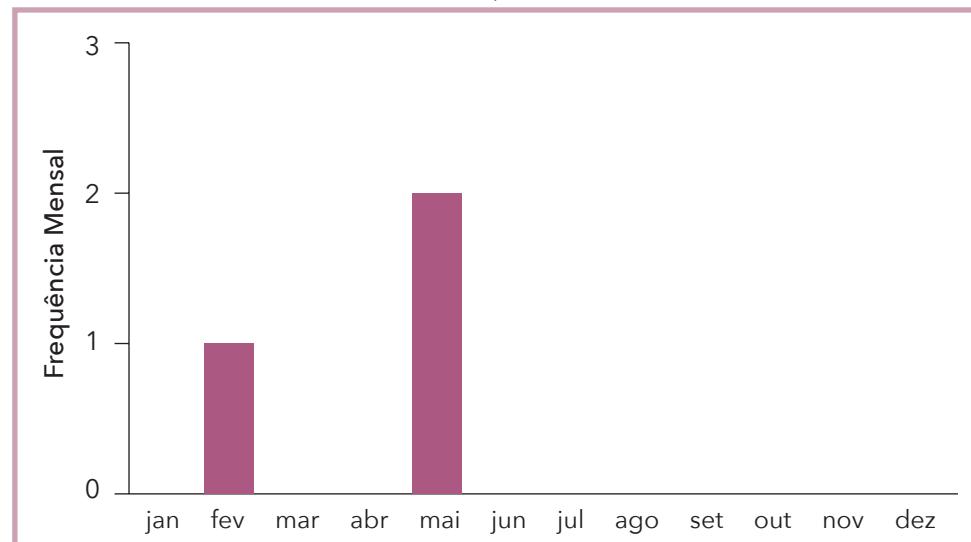
| Ação | Fatores | Fenômenos geológicos/antrópicos |
|------------------------|---|--|
| Aumento da solicitação | Remoção de massa (lateral ou da base) | Erosão, escorregamentos, cortes |
| | Sobrecarga | Peso da água da chuva, neve, granizo etc. Acúmulo natural de material (depósitos) Peso da vegetação Construção de estruturas, aterros etc. |
| | Solicitações dinâmicas | Terremotos, ondas, vulcões etc. Explosões, tráfego, sismos induzidos. |
| | Pressões laterais | Água em trincas, congelamento, material expansivo |
| Redução da resistência | Características inerentes ao material (geometria, estruturas) | Características geomecânicas do material, tensões |
| | Mudanças ou fatores variáveis | Intemperismo - redução da coesão e atrito Elevação do nível d'água. |

Fonte: Varnes (1978)

O Estado do Pará apresenta apenas 3 registros oficiais de desastre relacionado a movimentos de massa, que atingiram os municípios de Aveiro, Monte Alegre e Itaituba. Os municípios de Aveiro e Itaituba fazem parte da Mesorregião do Sudoeste Paraense e o Município de Itaituba pertence à Mesorregião do Baixo Amazonas. Os registros de movimento de massa por município ocorridos no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012, estão apresentados no Mapa 8. A frequência mensal destes desastres está apresentada no Gráfico 22 onde observa-se que os mesmos ocorreram nos primeiros meses do ano, que corresponde ao período mais chuvoso. No Estado do Pará, as chuvas iniciam no verão, aumentando gradativamente até atingir o pico nos meses de outono, com redução das médias de precipitação a partir do mês de junho (ANA/SGH, 2010).

Os danos humanos associados aos 3 desastres relacionados a movimentos de massa ocorridos nos municípios de Monte Alegre, Aveiro e Itaituba estão apresentados no Gráfico 23. O desastre ocorrido no Município de Monte Alegre, em abril de 2005, afetou 4.256 pessoas, sendo, portanto, o maior dos três eventos que teve como principal agente deflagrador as fortes chuvas e enchente do Rio Amazonas e seus afluentes. As

Gráfico 22: Frequência mensal de Movimentos de Massa no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

chuvas são de pequena duração, mas intensas, diárias e acompanhadas de fortes ventanias, que provocam enxurradas e erosão.

A região da Planície Amazônica, onde se localiza a cidade de Monte Alegre, é composta pelas planícies de inundação formadas junto à calha do Rio Amazonas e apresenta dezenas de quilômetros de largura, sendo composta por sedimentos fluviais de idade holocênica (CPRM, 2013). A cidade de Monte Alegre teve início como um antigo núcleo colonial que se desenvolveu a partir da navegação fluvial, da agricultura de várzea nas planícies fluviais e da ocupação de barrancas mais elevadas em terraços e tabuleiros, por onde foram implantados os sítios urbanos. Tais aglomerados, comuns na Região Amazônica, estão expostos a riscos geológicos devido a sua forma de ocupação, e sujeitos a severos fenômenos de erosão fluvial (desbarrancamentos) denominados "terrás caídas" (CPRM, 2013).

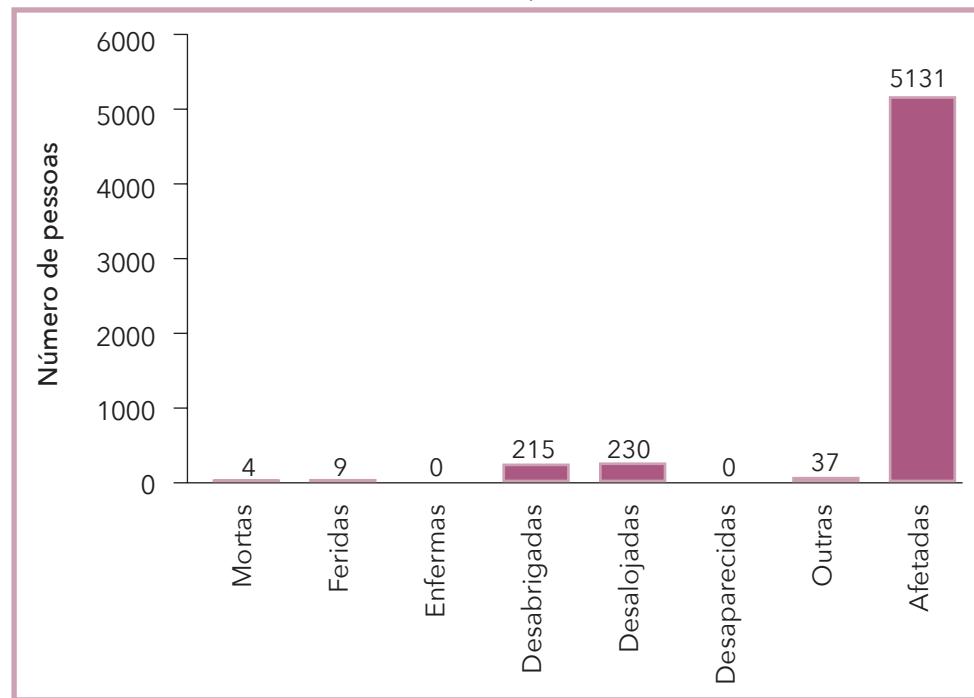
As quatro mortes indicadas no Gráfico 23 estão associadas ao movimento de massa ocorrido no Município de Itaituba, no mês de maio de 2011. Este desastre ocorreu no Distrito de Miritituba em uma encosta densamente ocupada, à margem do Rio Tapajós, após um período de

chuvas intensas e duradouras. Segundo informações divulgadas em vários noticiários locais a maioria dos moradores admite que sabia do risco de morar naquele local. No início daquele ano a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros chegaram a fazer uma vistoria constatando que a área não era adequada para moradia.

Muitos movimentos de massa que ocorrem nos terrenos de várzea na Amazônia estão associados às complexas interações entre os tipos de margem dos rios (convexa/côncava), tipo de material transportado pela água e depositado nas margens dos terraços fluviais (barrancos), propriedades físicas e hidrológicas do solo, cobertura vegetal, fatores climáticos e ação antrópica. A interação entre todos estes fatores associadas à dinâmica fluvial dos terrenos de várzea da Amazônia dificultam o entendimento e classificação dos processos de erosão e movimentos de massa neste ambiente (MAGALHÃES et al., 2011). Portanto, em função desta complexidade e dificuldade muitos dos movimentos de massa ocorridos nas margens dos rios estão associados aos processos de erosão fluvial.

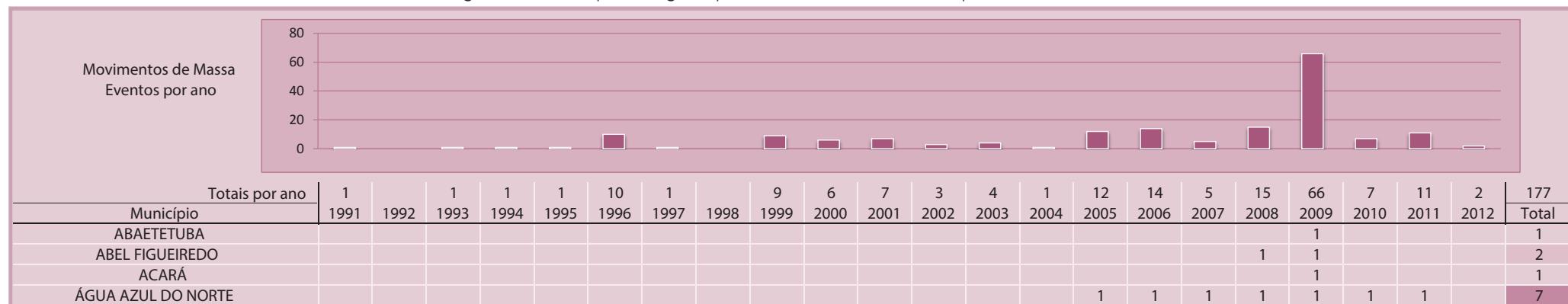
Os registros dos municípios atingidos pelos desastres associados a movimentos de massa estão apresentados no Infográfico 7.

Gráfico 23: Danos humanos ocasionados por Movimentos de Massa no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Municípios atingidos por Movimentos de Massa no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Municípios atingidos por Movimentos de Massa no período de 1991 a 2012

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|--|---|---|--|---|---|---|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|
| ALENQUER | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | 3 |
| ALMEIRIM | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | 2 | |
| ALTAMIRA | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 3 |
| AUGUSTO CORRÉA | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| AURORA DO PARÁ | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| AVEIRO | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 3 |
| BAIÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| BANNACH | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 |
| BOM JESUS DO TOCANTINS | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| BONITO | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| BRAGANÇA | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | |
| BRASIL NOVO | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 3 |
| BREJO GRANDE DO ARAGUAIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| BREU BRANCO | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| CACHOEIRA DO ARARI | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 |
| CAMETÁ | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| CAPITÃO POÇO | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 2 | |
| CHAVES | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| COLARES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 |
| CONCÓRDIA DO PARÁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 |
| CURIÓNÓPOLIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| CURRALINHO | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| CURUÁ | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| CURUÇÁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| DOM ELISEU | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 |
| FLORESTA DO ARAGUAIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| GARRAFÃO DO NORTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 |
| GOIANÉSIA DO PARÁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| IGARAPÉ-AÇU | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| INHANGAPI | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| ITAITUBA | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 3 |
| ITUPIRANGA | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| JACAREACANGA | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 2 |
| JACUNDÁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 |
| JURUTI | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| MARABÁ | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| MARAPANIM | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| MEDICILÂNDIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 3 |
| MOCAJUBA | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 2 | |
| MOJU | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| MONTE ALEGRE | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 2 | 1 | 1 |
| MUANÁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| NOVA IPIXUNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 |
| NOVO PROGRESSO | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 |

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Municípios atingidos por Movimentos de Massa no período de 1991 a 2012

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOVO REPARTIMENTO | | | | | 1 | | | | 1 | | | | 2 |
| ÓBIDOS | | | | | 1 | | | | 1 | | | | 5 |
| OURILÂNDIA DO NORTE | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| PACAJÁ | | 1 | | | | | | | 1 | | | | 3 |
| PALESTINA DO PARÁ | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| PARAUAPEBAS | | | | | | 1 | | | 1 | | | | 3 |
| PAU D'ARCO | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 2 |
| PIÇARRA | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| PLACAS | | | | | | | | | | | 2 | | 2 |
| PRAINHA | | | | | 1 | | | | | | | 1 | 2 |
| RIO MARIA | | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | 3 |
| RONDON DO PARÁ | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 7 |
| RURÓPOLIS | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | 5 |
| SALINÓPOLIS | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| SANTA LUZIA DO PARÁ | | | | | | | | | | | | 1 | |
| SANTA MARIA DAS BARREIRAS | | | | | | | | | | | | 1 | |
| SANTANA DO ARAGUAIA | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 |
| SANTARÉM | | | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| SANTO ANTÔNIO DO TAUÁ | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 3 |
| SÃO CAETANO DE ODIVELAS | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| SÃO FÉLIX DO XINGU | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 2 |
| SÃO GERALDO DO ARAGUAIA | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | 3 |
| SÃO JOÃO DA PONTA | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| SÃO MIGUEL DO GUAMÁ | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| SAPUCAIA | | | | | | | | | | 2 | 1 | | 3 |
| TRAIRÃO | | 1 | | | | | | | 1 | 3 | | 1 | 7 |
| TUCUMÃ | | | | | | | | 1 | 2 | 1 | | | 4 |
| TUCURUÍ | | | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| ULIANÓPOLIS | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| URUARÁ | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 2 | | 5 |
| VIGIA | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| VITÓRIA DO XINGU | | | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| XINGUARA | | | | | | | | 1 | | | 1 | | 2 |

Fonte: Brasil (2013)

Referências

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. SGH - Superintendência de Gestão da Rede hidrometeorológica. **Dados pluviométricos de 1991 a 2010**. Brasília: ANA, 2010.

AUGUSTO FILHO, O. **Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas**: análise e controle. São Paulo: IPT, 1992. p. 96-115.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

FERNANDES, C.P.; AMARAL, C.P. Movimento de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1996.

MAGALHÃES, R. C. et al. Análise geográfica sobre erosão de margens e movimentos de massa na comunidade do Divino E. Santo – AM (BRASIL). **Revista Geográfica da América Central**, Costa Rica, v. 2, p. 1-17, 2011.

MASS MOVIMENT. In: ENCYCLOPEDIA of Geomorfology. New York: Fairbridge Reinhold Book, 1968.

SANTOS,A.R.dos. **O incrível e insubstituível papel das florestas naturais na estabilidade das encostas serranas tropicais**. [S. l.] : [S. n.], 1998. Disponível em: <<http://www.geologiadobrasil.com.br/>> Acesso em: 17 abr. 2013.

_____. **A grande barreira da Serra do Mar**: da trilha dos tupiniquins à Rodovia dos Imigrantes. 122 p. São Paulo: O Nome da Rosa Editora Ltda, 2004.

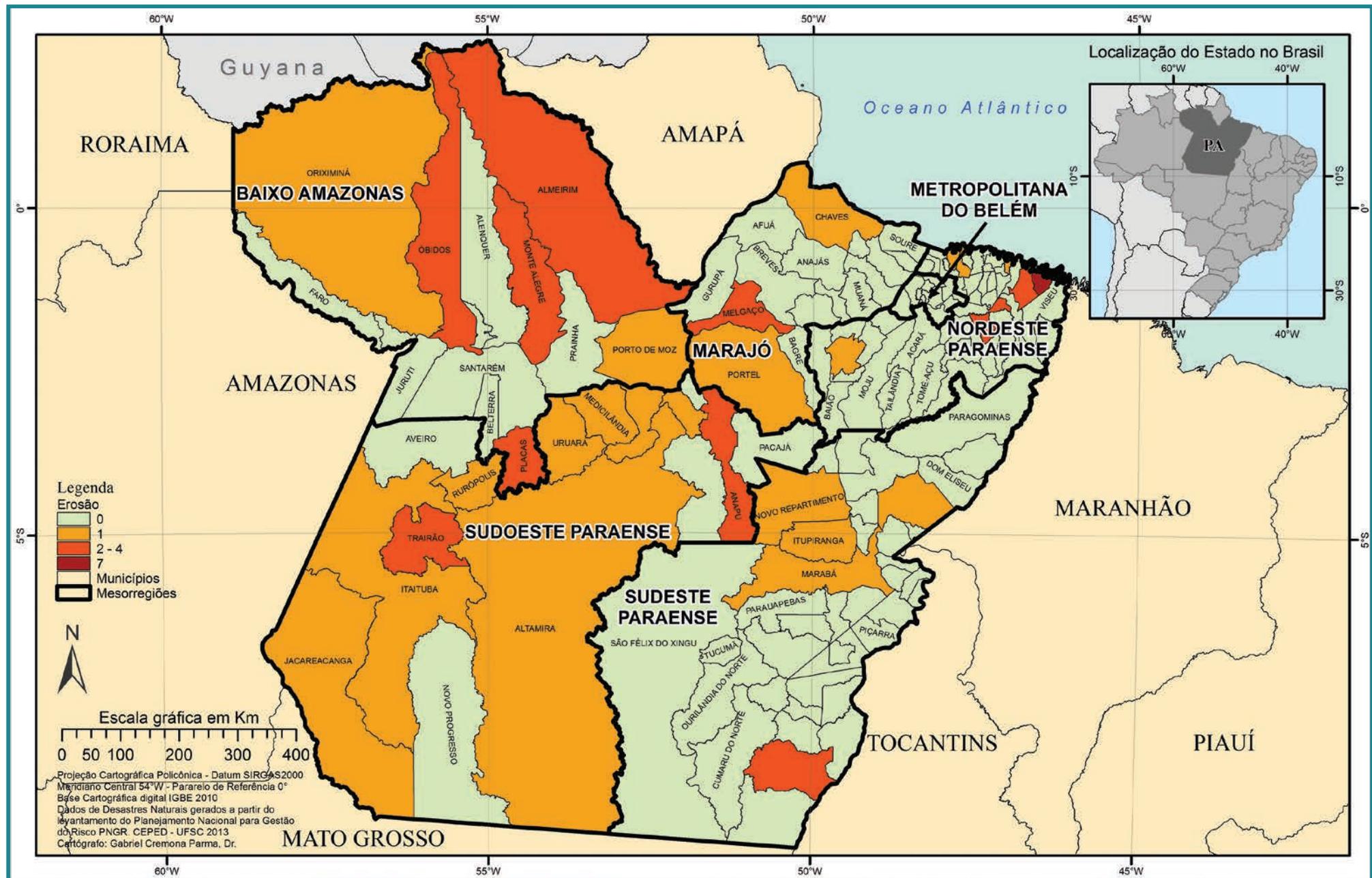
TERZAGHI, K. **Mecanismos de escorregamentos de terra**. Tradução de Ernesto Pichler. São Paulo: Grêmio Politécnico, 1952. 41 p.

TOMINAGA L.K. **Avaliação de metodologia de análise de risco a escorregamento**: aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP. 2007. 220 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo/SP, 2007.

VARNES, D.J. Slope movement types and processes. In: SCHUSTER; KRIZEK (eds.). **Landslides**: analysis and control. Transportation Research Board Special report, Washington, n. 176, p. 11-33, 1978.

EROSÃO

Mapa 9: Registros de Erosões no Estado do Pará de 1991 a 2012



Integrante da dinâmica superficial da terra, a **erosão** constitui-se como o principal modelador fisiográfico do planeta. Agrupado por processos móveis e imóveis que destroem as rochas (OLIVEIRA et al., 1998), converte energia em trabalho mecânico, seguindo um complexo processo de desagregação e transporte de matéria, atuando de modo conjugado com processos pedogenéticos.

Dentre os conceitos de erosão dados pela literatura, pode-se relacionar estes:

Processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos (plantas e animais) (IPT, 1986).

Conjunto de fenômenos naturais envolvendo a formação de materiais detriticos provenientes da decomposição e desagregação das rochas e solos das camadas mais superficiais da crosta terrestre (CARVALHO et al., 2006).

Destrução das reentrâncias ou saliências do relevo, tendendo a um nivelamento (GUERRA, 1993).

Desagregação, o transporte e a deposição do solo, subsolo e rochas em decomposição, pelas águas, ventos ou geleiras (GALETI, 1982).

Processo de desagregação, transporte e deposição de partículas componentes do solo, causados pela ação da água ou pelo vento, que tem início na remoção da cobertura vegetal pelo homem para cultivar o solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

Consiste no desgaste, afrouxamento do material rochoso e na remoção dos detritos através dos processos atuantes na superfície da Terra (BIGARELLA, 2003).

Segundo Oliveira et al. (1998), de forma geral, os processos erosivos são abordados por erosão natural ou geológica (desenvolvimento equilibrado com a formação do solo) e erosão acelerada ou antrópica (intensidade superior à formação do solo, não permitindo recuperação natural).

Tratando-se da classificação das erosões, Zachar (1982) relaciona os principais tipos e seus fatores ativos conforme o Quadro 8.

Em síntese, relacionados à forma como surgem, o mais comum é classificar a erosão em quatro grandes grupos: erosão hídrica, erosão eólica, erosão glacial e erosão organogênica. (CARVALHO et al., 2006).

Quadro 8: Classificação da Erosão pelos fatores ativos

| Fator | Termo |
|-------------------------|---|
| 1. Água | Erosão hídrica |
| 1.1. chuva | Erosão pluvial |
| 1.2. fluxo superficial | Erosão laminar |
| 1.3. fluxo concentrado | Erosão linear (sulco, ravina, voçoroca) |
| 1.4. rio | Erosão fluvial |
| 1.5. lago, reservatório | Erosão lacustrina ou límica |
| 1.6. mar | Erosão marinha |
| 2. geleira | Erosão glacial |
| 3. neve | Erosão nival |
| 4. vento | Erosão eólica |
| 5. terra, detritos | Erosão soligênica |
| 6. organismos | Erosão organogênica |
| 6.1. plantas | Erosão fitogênica |
| 6.2. animais | Erosão zoogênica |
| 6.3. homem | Erosão antropogênica |

Fonte: Zachar (1982 apud CARVALHO et al., 2006).

Dentre as tipologias, a erosão hídrica, ou derivada do fator água, é a mais atuante no território brasileiro. Associados à precipitação de chuvas, canais de drenagem dos rios e nas regiões costeiras sob a ação do mar, os processos erosivos modelam a paisagem e ocasionam desastres pela proximidade humana.

Enquanto a dinâmica da erosão segue uma evolução natural, o sistema ambiental mantém-se em equilíbrio dinâmico. Porém, a partir das intervenções antrópicas, o processo de erosão tende a se acelerar (TOMINAGA et al., 2009). Exemplo disso é a ocupação do solo de forma desordenada pelo homem, podendo ocasionar a perda de solos férteis, assoreamento, poluição, e redução dos corpos d'água, do volume de água de abastecimento, diminuição da agropecuária e ocorrências de desastres urbanos com perda de vidas humanas. Ocorrendo de modo direto e previsível, os processos

erosivos são capazes de destruir habitações e obras de infraestrutura, dos quais são apontados como um dos principais problemas nas áreas urbanas, destacando-se pela rapidez como ocorrem, pelas dimensões que atingem e pelos problemas que geram. (CARVALHO et al., 2006)

Segundo Kobiyama et al. (2006), erosão do solo é tratada como desastre crônico que gera sérios prejuízos ambientais, especialmente em longo prazo, podendo causar desertificação, degradação, assoreamento dos rios, entre outros, e resultar na incidência de mais eventos catastróficos, como escorregamentos e inundações.

Conforme Carvalho et al. (2006), dois são os elementos centrais para o desencadeamento de um processo erosivo, a erosividade da água (elemento ativo) e a erodibilidade do solo (elemento passivo) que, associados aos fatores moduladores (clima, precipitação, grau de intervenção, tipo de cobertura de solo, geologia, tipo de solo, etc.) potencializam a sua ocorrência.

EROSÕES ASSOCIADAS À PRECIPITAÇÃO DE CHUVAS

Em relação à classificação dos processos erosivos, quando estes são gerados pela chuva provoca desagregação das partículas, remoção e transporte pelo escoamento superficial e deposição de sedimentos. Podem ocorrer de forma laminar e linear, ou por influência de fluxos de água subsuperficiais (lençol freático), formando processos conhecidos por voçoroca ou boçoroca, podendo desenvolver ainda erosão interna ou entubamento (*piping*). (OLIVEIRA et al., 1998).

Para Carvalho et al. (2006), a classificação da erosão depende do seu estado evolutivo, podendo ser classificadas em três tipos: superficial (laminar), erosão interna e erosão linear (sulco, ravina, voçoroca).

O Quadro 9 estabelece alguns parâmetros mensuráveis em relação à terminologia e a forma de ocorrência dos tipos de erosões.

No que diz respeito a ocorrências do fenômeno, o Brasil, por estar sujeito ao clima tropical, caracterizado por elevada pluviosidade e taxa de intemperismo químico, torna-se mais suscetível à erosão. Segundo (BOTELHO; GUERRA, 2003), regiões como o Noroeste do Paraná, Planalto Central, Oeste Paulista, Campanha Gaúcha, Triângulo Mineiro e médio Vale do Paraíba do Sul, são as mais críticas quanto à incidência de processos erosivos.

Quadro 9: Terminologia de processos erosivos em relação à sua forma de ocorrência

| Terminologia | Forma de ocorrência |
|----------------|---|
| Erosão Laminar | Sem formação de canais |
| Erosão Linear | Formação de filetes de fluxo de água |
| Sulco | Incisões na superfície de até 0,5 m de profundidade. |
| Ravinas | Escavações superiores a 0,5 m de forma retilínea, alongada e estreita. |
| Boçorocas | A erosão atinge lençol freático, evoluindo lateral e longitudinalmente. |

Fonte: PROIN/CAPES; UNESP/IGCE (1999 apud TOMINAGA et al., 2009)

EROSÕES ASSOCIADAS A CANAIS DE DRENAGEM DOS RIOS

A erosão fluvial, que corresponde ao processo erosivo que ocorre nas calhas dos rios, é dependente da interação de quatro mecanismos gerais: ação hidráulica da água (transporte pela força das águas); ação corrosiva (materiais do fluxo atritam sobre camadas rochosas das margens e dos fundos dos rios); ação abrasiva (processo onde o material em trânsito nos rios é erodido); e por último, a ação por corrosão ou diluição química (água como solvente dilui os sais solúveis liberados das rochas em consequência da ação mecânica). Pode ocorrer de duas formas genéricas: lateral (desgaste nas margens, contribuindo para alargamento dos vales), ou vertical (aprofundamento do leito dos rios) (CASTRO, 2003).

Outros termos conhecidos na bibliografia associados a este tipo de processo são: erosão marginal (responsável pelo transporte de solo dos taludes marginais dos rios provocados pela ação erosiva das águas no canal de drenagem), e solapamento (ruptura de taludes marginais dos rios por erosão e ação instabilizadora da água durante ou logo após enchentes e inundações) (BRASIL, 2007).

EROSÕES ASSOCIADAS À REGIÕES COSTEIRAS SOBRE AÇÃO DO MAR

Na zona costeira, região de depósito de sedimentos dos rios onde a energia potencial da água doce chega a zero, são atribuídos novos agentes de erosão, transporte e deposição: ondas, correntes e marés (OLIVEIRA et al., 1998).

Esta nova ação é chamada de erosão costeira e/ou marinha, que através da atuação dos movimentos das águas oceânicas sobre as bordas

litorâneas, provoca um modelamento destrutivo do relevo, bem como construtivo, resultando em acumulação marinha e, como consequência, originando praias, recifes, restingas e tómbolos (CASTRO, 2003).

Pertencentes a processos costeiros, a energia das ondas juntamente com a intensidade e recorrências das tempestades, acaba por comandar a dinâmica dos processos de erosão e acumulação na interface continente (GUERRA; CUNHA, 2009).

Na condição de agente de erosão, o mar atua com os mecanismos de ação hídrica sobre o relevo litorâneo, com a desagregação das rochas; de ação corrosiva (erosão mecânica), com o desgaste do relevo pelo atrito de fragmentos de rocha e areia em suspensão; de ação abrasiva, com o desgaste dos fragmentos de rochas em suspensão; e de ação corrosiva, diluindo os sais solúveis provenientes da desagregação das rochas e de restos de animais marinhos (CASTRO, 2003).

Os processos erosivos atuantes na costa estão relacionados: às características geológicas do relevo litorâneo e topográficas da faixa de contato entre o mar e o litoral; à intensidade, duração e sentido dos ventos dominantes na região; intensidade e sentido das correntes marinhas locais; intensidade e altura das marés; intensidade das ondas; maior ou menor proximidade da foz de rios; e atividades antrópicas que contribuem para alterar o equilíbrio dinâmico local (CASTRO, 2003).

CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE)

Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proposta em 2012, os processos erosivos foram divididos em:

- Erosão Costeira/Marinha - Processo de desgaste (mecânico ou químico) que ocorre ao longo da linha da costa (rochosa ou praia) e se deve à ação das ondas, correntes marinhas e marés;

Figura 13: Erosão linear



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (2011)

- Erosão de Margem Fluvial - Desgaste das encostas dos rios que provoca desmoronamento de barrancos que ocorre por meio dos processos de corrosão (químico), atrito (mecânico) e cavitação (fragmentação das rochas devido à grande velocidade da água); e
- Erosão Continental – O processo erosivo causado pela água das chuvas, subdividido nesta classificação como: laminar, ravinas e boçorocas.

Integrante da categoria de desastre classificado como Natural, no Grupo Geológico, os processos erosivos estão alocados no Subgrupo Erosão, codificados conforme Quadro 10.

As condições que levam a um processo erosivo, assim como a deflagração de um escorregamento e quedas de blocos, devem ser corretamente entendidas e diferenciadas, pois será fundamental avaliar o perigo, ou seja, o que pode ocorrer, em que condições e com que probabilidade (CARVALHO et al., 2006). Espera-se, assim, que o conhecimento e a qualidade sobre os registros possam avançar ainda mais, ganhando-se em confiabilidade e uso na gestão de riscos e ações mitigadoras.

Quadro 10: Codificação processos erosivos segundo COBRADE.

| Código/Descrição |
|------------------------------------|
| 1.1.4 Erosão |
| 1.1.4.1.0 Erosão costeira/marinha |
| 1.1.4.2.0 Erosão de margem fluvial |
| 1.1.4.3 Erosão continental |
| 1.1.4.3.1 laminar |
| 1.1.4.3.2 ravinas |
| 1.1.4.3.3 boçorocas |

Fonte: COBRADE [2013].

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

Para análise estatística dos desastres provocados por erosão entre 1991 à 2012, no Estado do Pará, foram enquadrados os registros em conformidade com a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Dentre

as tipologias atuantes no estado (Quadro 11), foram identificadas as erosões de margem fluvial e erosão continental (Laminar e Ravinas).

Quadro 11: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado do Pará

| Terminologia | Quantidade de Ocorrências/Registros |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Erosão de Margem Fluvial | 22 |
| Erosão Continental | 32 |

Fonte: Brasil (2013)

Na Região Nordeste paraense concentra-se a maior parte dos eventos de margem fluvial, cujos padrões dos canais da Bacia Amazônica e sua ligação com o Oceano Atlântico, proporcionam a modelação do relevo e influência direta no modo de vida da população ribeirinha.

O fenômeno erosivo de margem fluvial é conhecido regionalmente como terras caídas. Ocorre quando a água atua sobre uma das margens e provoca um processo de erosão subterrânea e minagem. Esta ação erosiva abre extensas cavernas subterrâneas até que uma súbita ruptura provoca a queda do solo da margem, que é tragado pelas águas. Acontece, normalmente, em terrenos sedimentares, de natureza arenosa (CASTRO, 2003).

Por sua dinâmica e característica geomorfológica, os rios do domínio amazônico são importantes agentes de sedimentação e erosão (acrúscimo e perda de terras). A intensidade desse balanço de ganho e perda de terras pode ser sentida pelos processos graduais de cheias sazonais ou durante eventos adversos de longos períodos de chuvas que, dependendo de sua localização, produz extensos efeitos a jusante do rio.

Já na Região Sudoeste e Baixo Amazonas, concentram-se a maior parte dos eventos de erosão continental, geralmente associados à ocorrência de precipitações intensas, promovendo o aprofundamento de canais de escoamento superficial do solo arenoso, característico da Região Amazônica no Pará. Quando este tipo de solo não apresenta cobertura vegetal, o fenômeno é agravado e o processo erosivo se intensifica, causando muitos transtor-

nos à população e à economia do município afetado. No caso do Pará, os documentos oficiais informam muitos prejuízos relacionados ao comprometimento de estradas, que dificulta o tráfego de veículos e o escoamento de cargas.

A distribuição de eventos relatados nos bancos de dados compilados pelo CEPED/UFSC e CENAD/SEDEC/MI no Estado do Pará, estão relacionados no Mapa 9.

Os 54 registros de processos erosivos estão distribuídos nas mesorregiões Sudoeste Paraense, Sudeste Paraense, Nordeste Paraense, Marajó e Baixo Amazonas.

Com um total de 7 registros, o mais atingido foi o município litorâneo de Augusto Corrêa, localizado no Nordeste Paraense. Na Vila de Peri Mirim, localizada em área de manguezal, na Baía do Caeté, os episódios são recorrentes, pois o local apresenta um solo predominantemente arenoso, propício à erosão, e combinado aos efeitos de grandes marés.

Em relação à erosão de margem fluvial, o ano com maior recorrência foi 2010, com 6 registros. Para erosão continental, a maior parte dos eventos ocorreu em 2003, com 15 registros.

O Gráfico 24 apresenta a frequência anual dos desastres vinculados aos processos erosivos ocorridos no Estado do Pará, entre 1991 a 2012.

O Gráfico 25 demonstra a frequência mensal de desastres por erosão no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012.

Quanto à frequência mensal dos processos erosivos, o fenômeno ocorre praticamente em todos os meses, com exceção do mês de setembro. De maneira geral, os meses de junho a outubro apresentam um menor número de registros, acompanhando a tendência do regime pluviométrico paraense, que segundo Oliveira et al (2000), caracteriza a estação chuvosa entre os meses de dezembro e maio. Durante estes meses, portanto, as precipitações são mais intensas e promovem o aprofundamento de canais de escoamento superficial do solo arenoso, característico da Região Amazônica no Pará.

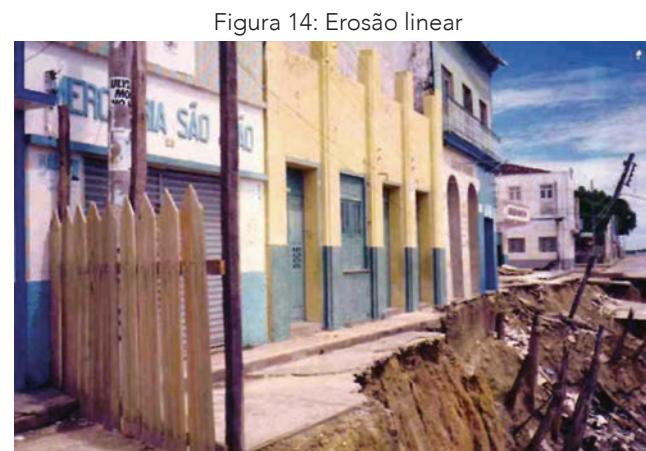
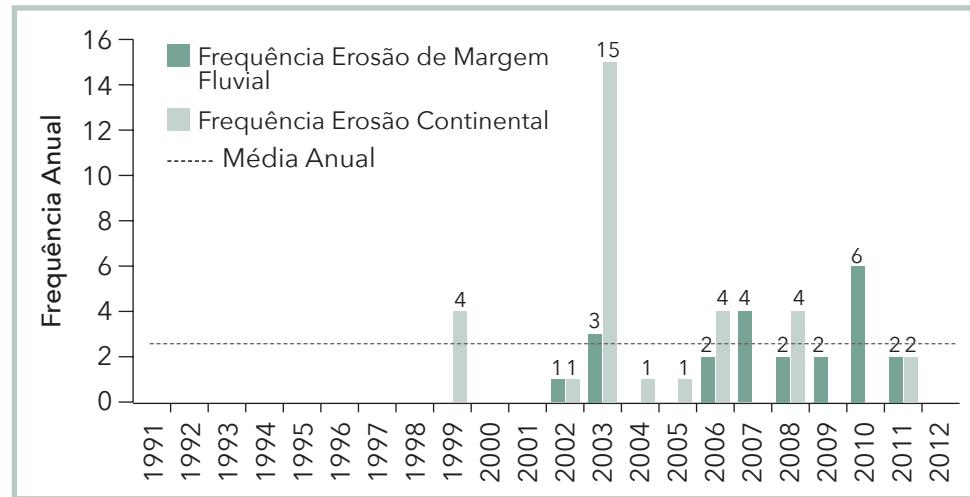


Figura 14: Erosão linear

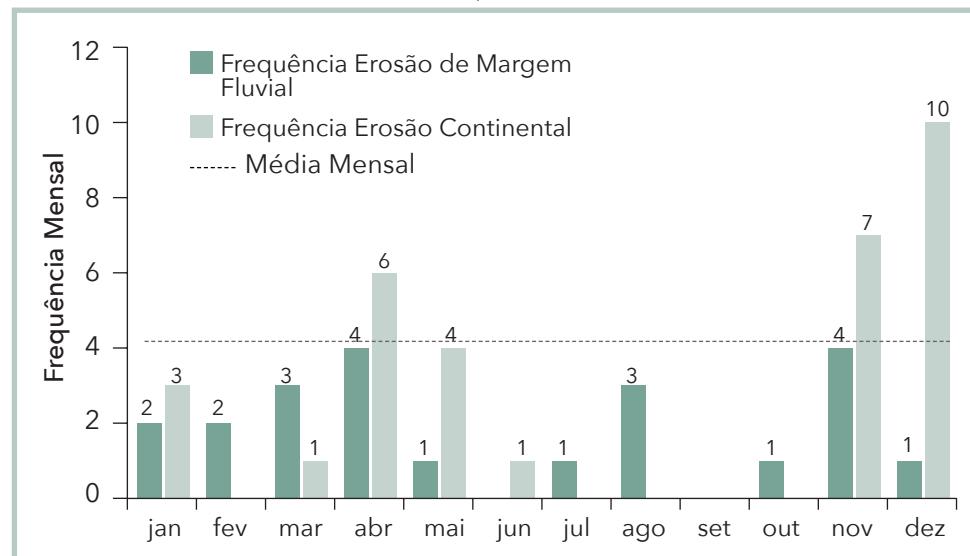
Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (2011)

Gráfico 24: Frequência anual de desastres por Erosão no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 25: Frequência mensal de desastres por Erosão no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



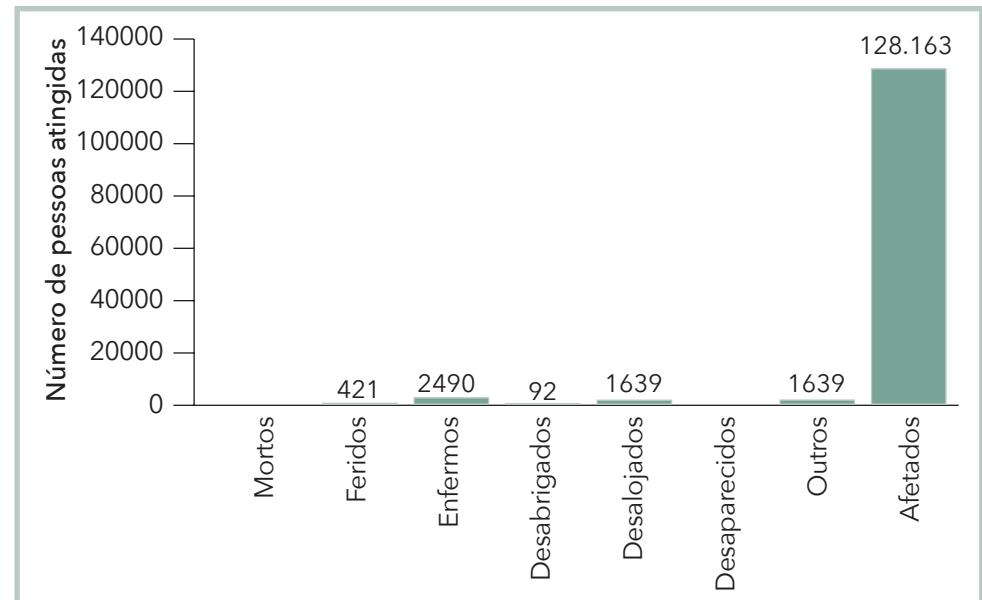
Fonte: Brasil (2013)

Associado ao aumento das precipitações, Teixeira (2009 *apud* MAGALHÃES; ALBUQUERQUE, 2010), em estudos de erosão de margem do tipo terras caídas, no médio Amazonas, identificou, por meio de análise de imagens de satélite, que a erosão fluvial é maior quando em período de cheia dos rios, devido ao aumento da pressão hidráulica. Assim, nesse período, os processos de desabamento e desmoronamento são predominantes, enquanto que na vazante predomina o processo de escorregamento (CARVALHO, 2013).

Este processo erosivo, enquanto desastre, afeta principalmente as habitações e as estruturas edificadas às margens dos rios. Inclusive, o processo pode ser acelerado pela intervenção humana, devido à ocupação desordenada.

No que diz respeito aos danos humanos registrados entre 1991 e 2012, o Gráfico 26 apresenta um total de 128.163 habitantes afetados pelos processos erosivos no Estado do Pará. Tal resultado decorre da intervenção humana pela ocupação das áreas adjacentes aos rios e nas cercanias de estradas de acesso.

Gráfico 26: Danos humanos causados por Erosão no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Figura 15: Erosão linear



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (2011)

Conforme Tabela 18, Cametá é o município que detém o maior número de afetados em um único evento, no período de 1991 a 2012.

Com relação aos danos materiais por processos erosivos, o Estado do Pará apresenta sua maior perda relacionada à infraestrutura, registrando 3.008 propriedades afetadas e 1.185 destruídas, no período de 1991-2012, conforme Gráfico 27.

Dentre os cinco eventos erosivos que mais causaram danos materiais registrados no Estado do Pará, entre 1991-2012, o Município de Marapanim foi o recordista, conforme Tabela 19.

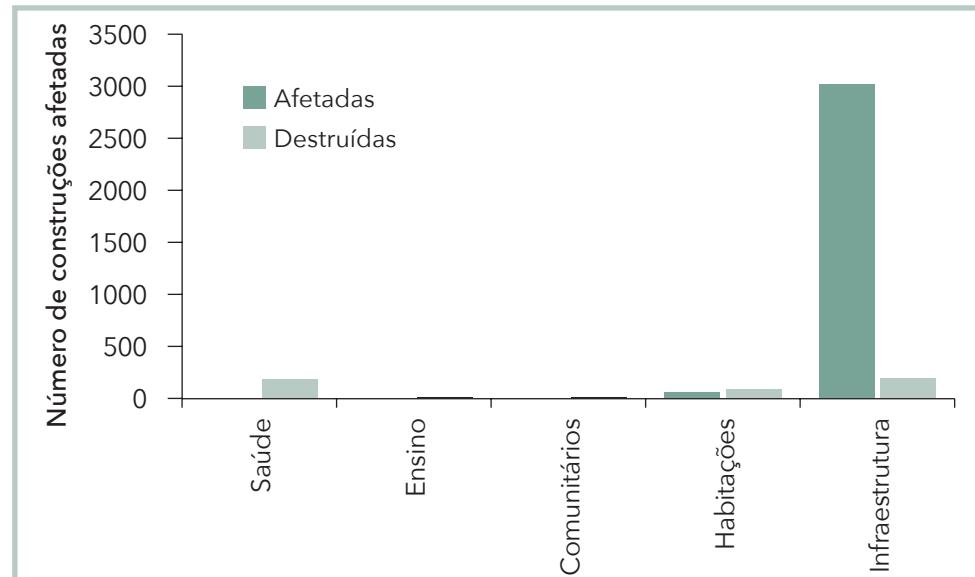
O Infográfico 8 apresenta um resumo de todos os registros oficiais do Estado do Pará.

Tabela 18: Danos humanos relacionados aos cinco eventos mais severos (1991-2012)

| Ano | Município | Mesorregião | Desabrigados | Mortos | Total de Afetados |
|------|------------------|-----------------|--------------|--------|-------------------|
| 2012 | Cametá | Nordeste Paraen | 0 | 0 | 21323 |
| 2009 | Bragança | Nordeste Paraen | 0 | 0 | 20000 |
| 2010 | Rondon do Pará | Sudeste Paraen | 0 | 0 | 15000 |
| 2009 | Vitória do Xingu | Sudoeste Paraen | 0 | 0 | 15000 |
| 2010 | Trairão | Sudoeste Paraen | 0 | 0 | 10748 |

Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 27: Danos materiais causados por desastres por Erosão no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



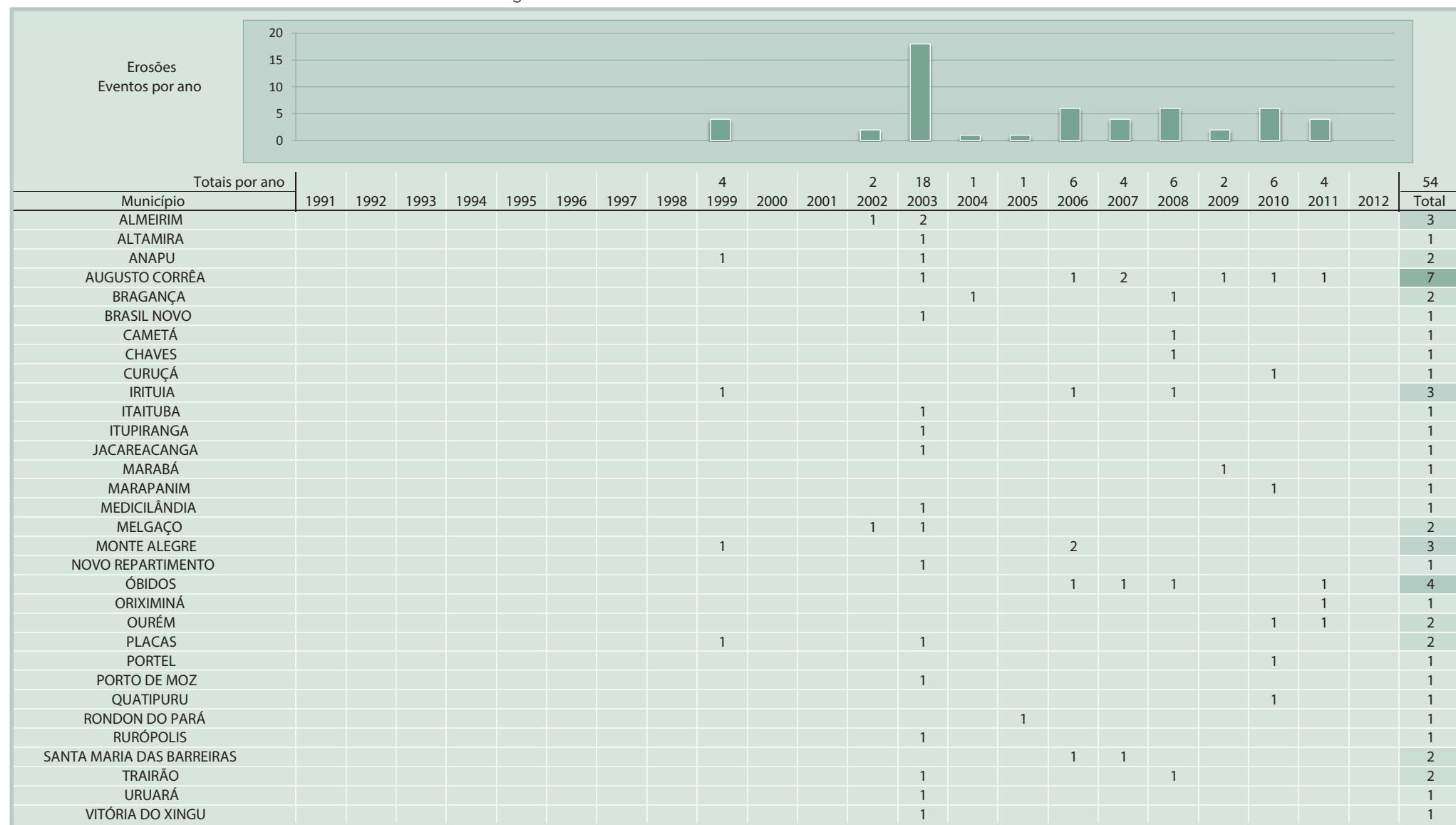
Fonte: Brasil (2013)

Tabela 19: Danos materiais relacionados aos cinco eventos mais severos (1991-2012)

| Ano | Município | Mesorregião | Total Destruídos | Total Danificados | Total |
|------|--------------|-----------------|------------------|-------------------|-------|
| 2010 | Marapanim | Nordeste Paraen | 0 | 2705 | 2705 |
| 2012 | Melgaço | Marajó | 250 | 100 | 350 |
| 2010 | Ourém | Nordeste Paraen | 300 | 0 | 300 |
| 2010 | Ourém | Nordeste Paraen | 300 | 0 | 300 |
| 2002 | Monte Alegre | Baixo Amazonas | 161 | 100 | 261 |

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 8: Síntese das ocorrências de Erosão no Estado do Pará



Fonte: Brasil (2013)

Referências

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. Campinas: Ícone, 1999. 355 p.

BIGARELLA, J.J. **Estruturas e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: EdUFSC, 2003.

BOTELHO, R. G. M.; GUERRA, A. J. T. 2003. Erosão dos solos. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 181-220.

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

CARVALHO, Alberto L. de. **Terras caídas e consequências sociais**: Costa do Miracauera – Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara – AM, Brasil. Manaus, 2006. Dissertação (Pós-Graduação em Sociedade e Cultura na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2949>>. Acesso em: 2 jun. 2013.

CARVALHO, José Camapum de. et al. (Org.). **Processos erosivos no Centro Oeste Brasileiro**. Brasília: Editora FINATEC, 2006. 464 p.

CARVALHO, C. S. ; GALVÃO, T. (Org.). Ministério das Cidades. **Cities alliance prevenção de riscos de deslizamentos em encostas**: guia para elaboração de políticas municipais. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006. 111 p.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres**: desastres naturais. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

COBRADE. **Classificação e codificação brasileira de desastres**. [2012]. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=2a09db34-e59a-4138-b568-e1f00df81ead&groupId=185960>. Acesso em: 4 maio 2013.

CUNHA et al. **Geomorfologia do Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 390 p.

GALETI, P. A. **Conservação do solo**: reflorestamento e clima. Campinas: Instituto Campineiro de ensino agrícola, 1982. 257 p.

GUERRA, Antônio T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 30 abr. 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo, Bacia do Peixe – Paranapanema**. São Paulo: IPT, 1986. 6 V. (IPT. Relatório, 24 739). (CP; ME).

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109 p. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 13 maio 2013.

MAGALHÃES, R. C.; ALBUQUERQUE, A. R. da C. Análise do risco nas terras caídas: consequências socioambientais na comunidade do Divino Espírito Santo município de Iranduba (AM). In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, 17., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AGB, 2010. Disponível em: <www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=4417>. Acesso em: 2 jun. 2013.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: CNPQ; FAPESP, 1998. 573 p.

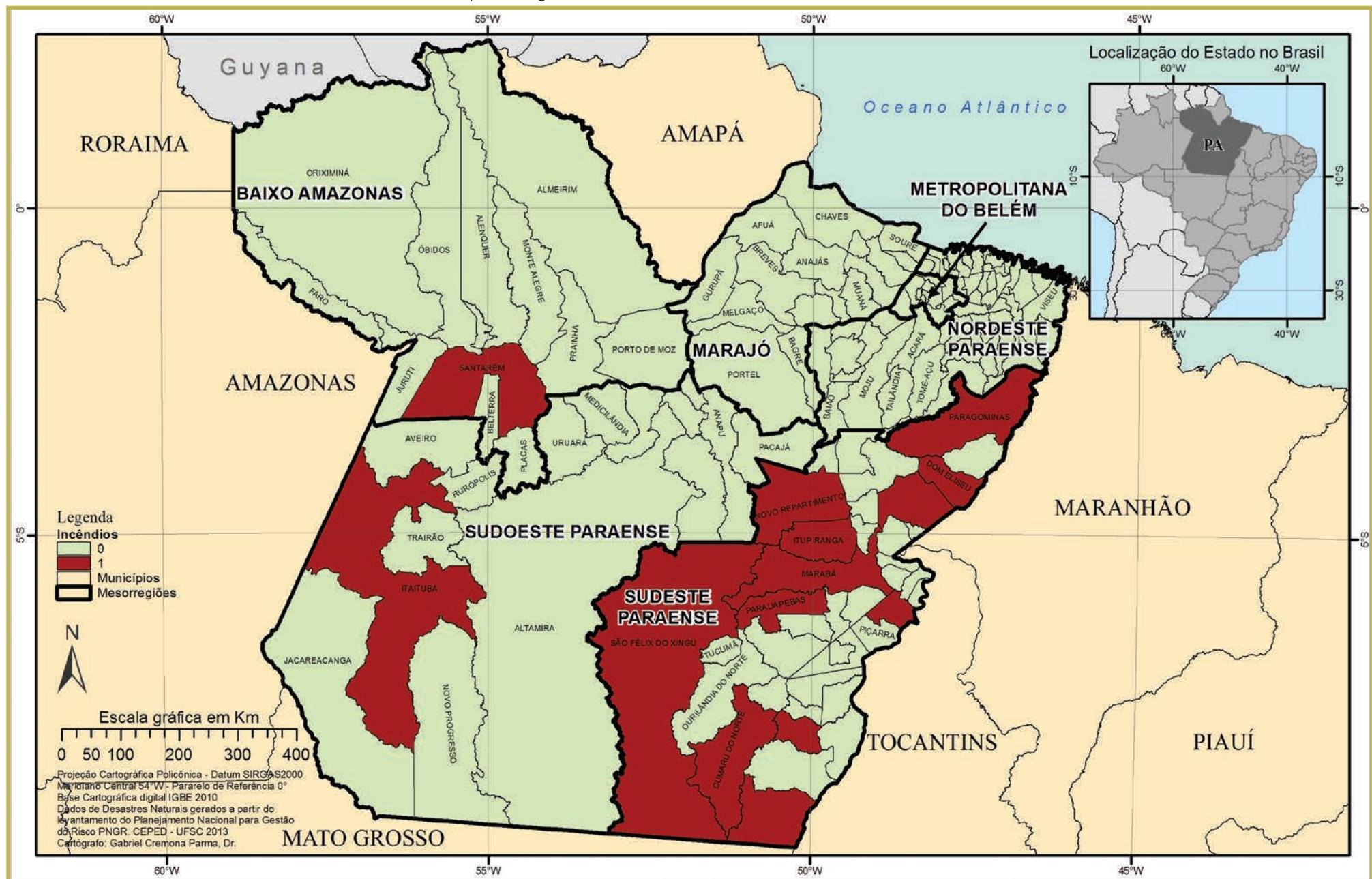
OLIVEIRA, L. L. et al. Mapas dos parâmetros climatológicos do estado do Pará: umidade, temperatura e insolação, médias anuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Cbmet, 2000. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/busca.php>>. Acesso em: 2 jun. 2013.

PROIN/CAPES; UNESP/IGCE. **Material didático**: arquivos de transparências Rio Claro: Departamento de Geologia Aplicada, 1999. 1 CD-ROM.

TOMINAGA, Lídia K; SANTORO, Jair; AMARAL, R. (Org.) **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p.

INCÊNDIO FLORESTAL

Mapa 10: Registros de Incêndios no Estado do Pará de 1991 a 2012

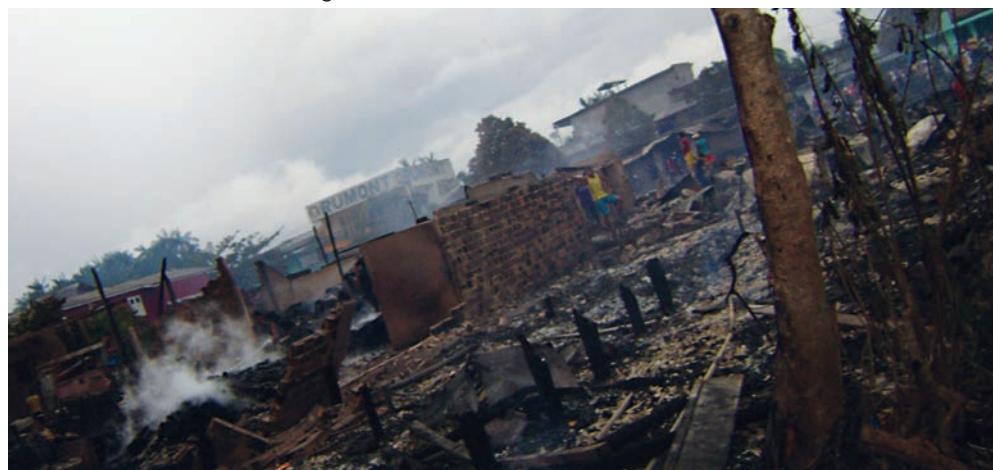


Cos incêndios florestais correspondem à classificação dos desastres naturais relacionados com a intensa redução das precipitações hídricas. É um fenômeno que compõe esse grupo, pois a propagação do fogo está intrinsecamente relacionada com a redução da umidade ambiental, e ocorre com maior frequência e intensidade nos períodos de estiagem e seca.

A classificação dos incêndios florestais está relacionada: ao estrato florestal, que contribui dominante para a manutenção da combustão; ao regime de combustão e ao substrato combustível (CASTRO, 2003).

Este fenômeno pode ser provocado por: causas naturais, como raios, reações fermentativas exotérmicas, concentração de raios solares por pedaços de quartzo ou cacos de vidro em forma de lente e outras causas; imprudência e descuido de caçadores, mateiros ou pescadores, através da propagação de pequenas fogueiras, feitas em seus acampamentos; faíbulhas provenientes de locomotivas ou de outras máquinas automotoras, consumidoras de carvão ou lenha; perda de controle de queimadas, realizadas para limpeza de campos ou de sub-bosques; além de incendiários e/ou piromaníacos. Podem iniciar-se de forma espontânea ou em consequência de ações e/ou omissões humanas. Mesmo neste último caso, os

Figura 16: Incêndio no Estado do Pará



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Pará (2011)

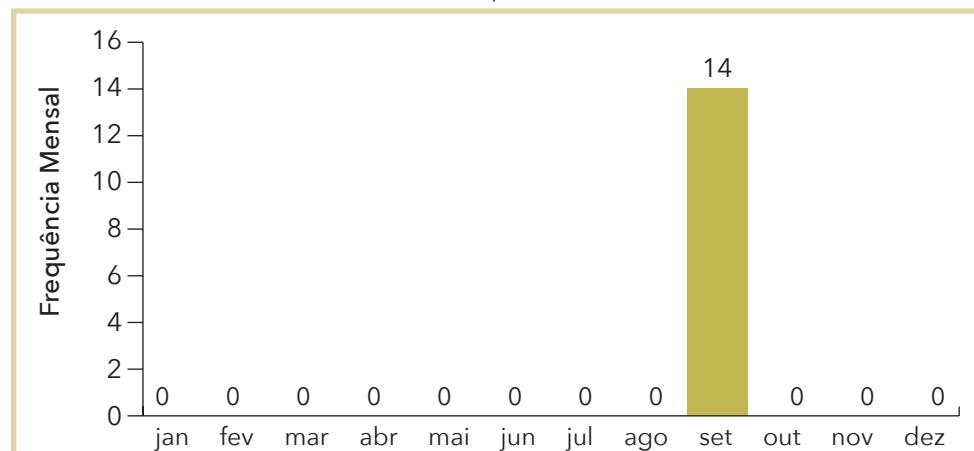
fatores climatológicos e ambientais são decisivos para incrementá-los, pois facilitam a sua propagação e dificultam o seu controle (CASTRO, 2003).

Para que um incêndio se inicie e se propague, é necessária a conjunção dos seguintes elementos condicionantes: combustíveis, comburente, calor e reação exotérmica em cadeia. A propagação é influenciada por fatores como: quantidade e qualidade do material combustível; condições climáticas, como umidade relativa do ar, temperatura e regime dos ventos; tipo de vegetação e maior ou menor umidade da carga combustível e a topografia da área (CASTRO, 2003).

Os incêndios atingem áreas florestadas e de savanas, como os cerrados e caatingas. De uma maneira geral, queimam mais facilmente: os restos vegetais; as gramíneas, os liquens e os pequenos ramos e arbustos ressecados. A combustão de galhos grossos, troncos caídos, húmus e de raízes é mais lenta (CASTRO, 2003).

As ocorrências de incêndios florestais no Estado do Pará, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram **14 registros oficiais**. Para melhor visualização, os registros foram espacializados no Mapa 10, onde pode ser vista a localização dos municípios afetados e seus respectivos números de registros.

Gráfico 28: Frequência mensal de registros de Incêndios Florestais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

De acordo com o Mapa 10, verifica-se que, dos 144 municípios do estado, somente 14 deles (10%) foram atingidos por incêndios florestais. Ainda pode-se observar que os eventos indicam maior incidência de incêndios no Sudeste paraense. Do total, 1 registro ocorreu no Município de Santarém, na Mesorregião do Baixo Amazonas e 1 em Itaituba, no Sudoeste paraense. As outras 12 ocorrências foram registradas em municípios da Mesorregião Sudeste Paraense, como, por exemplo: Marabá, Redenção, Itupiranga, entre outros.

Ao analisar o aspecto climático como predominante na deflagração desse tipo de evento adverso, verifica-se no Gráfico 28 que o único mês que apresentou ocorrência foi setembro. Este mês está incluído na estação seca do estado, que vai de maio a outubro. Logo, os períodos de seca e estiagem são mais suscetíveis à ocorrência e ao aumento da frequência de incêndios, com destaque para o mês de setembro, último da estação seca, que registrou um grande número de desastres.

Em setembro, as chuvas ficaram abaixo da média histórica no estado. De acordo com o boletim de outubro, os setores sul e oeste do Amazonas e do Acre enfrentaram uma estiagem intensa nos meses precedentes, sendo observados desvios negativos de precipitação, ou seja, déficit de chuva de até 100 mm, no mês de setembro.

Em relação à frequência anual de incêndios, conforme se pode ob-

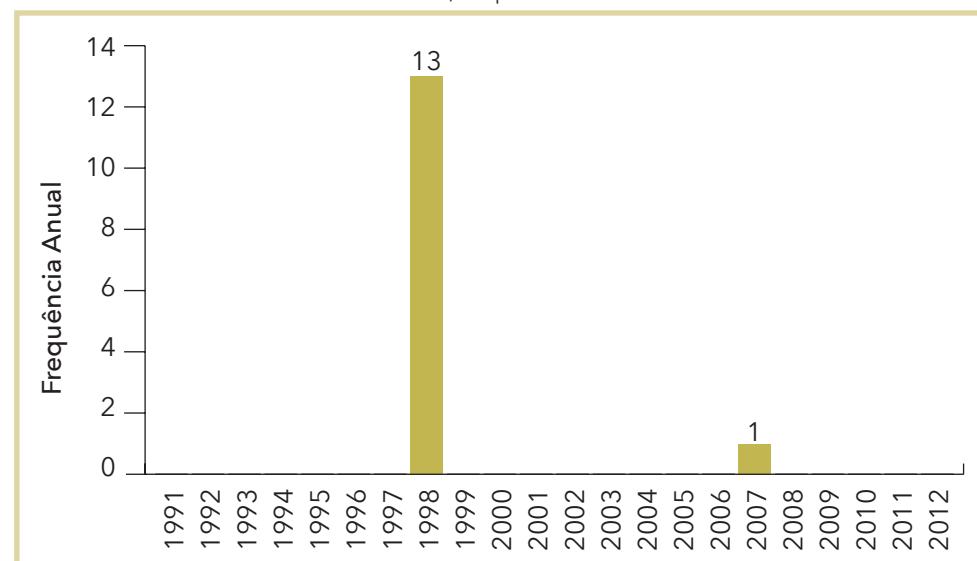
servar no Gráfico 29, nos sete primeiros anos da pesquisa, não foram registrados desastres causados por incêndios florestais em documentos oficiais da Defesa Civil. Todos os eventos ocorridos no ano de 1998 foram registrados no mês de setembro. Destacam-se os anos de 1998 e 2007 por serem os únicos a apresentarem registros

Figura 17: Incêndio no Estado do Pará

Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Pará (2011)



Gráfico 29: Frequência anual de registros de Incêndios Florestais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

de desastre natural por incêndio florestal, sendo, no total, 13 registros em 1998, e 1 em 2007.

Os incêndios, em condições naturais, podem ser iniciados localmente como consequência direta de condições meteorológicas propícias, tais como a falta de chuva, altas temperaturas, baixa umidade do ar, déficit hídrico e ventos fortes (JUSTINO; ANDRADE, 2000).

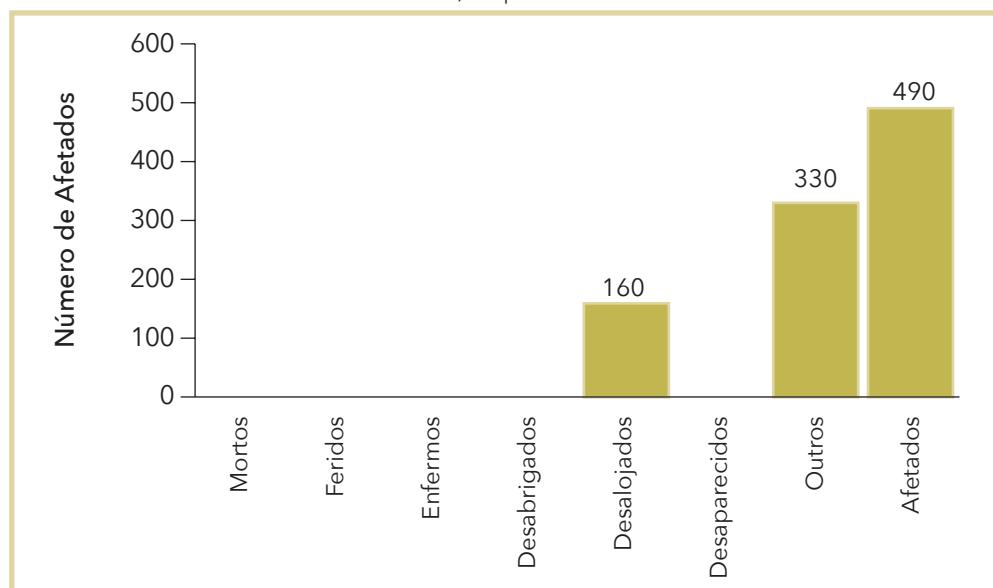
Assim como em muitos outros lugares do planeta, o fenômeno *El Niño* influencia as precipitações na Região Amazônica, podendo intensificar os períodos de seca na região e aumentar potencialmente o risco de queimadas e incêndios florestais. Os anos de 1997-1998 foram marcados por déficit hídrico decorrente do fenômeno *El Niño* de forte intensidade, provocando seca na Região Amazônica. O fenômeno influenciou, em várias regiões da Amazônia, a redução nos valores normais de precipitação, o que pode ter efeitos negativos importantes sobre estes ecossistemas. Um destes efeitos é a diminuição da umidade e consequente aumento da flamabilidade da vegetação (CARDOSO; OLIVEIRA; NOBRE, 2007).

Outras questões, como o avanço da fronteira agropecuária, também podem favorecer o aumento dos incêndios. Na Amazônia, alguns agricultores usam a queimada para limpar o terreno, a fim de preparar a terra para o plantio, e combater as plantas invasoras das pastagens. Este método rudimentar de cultivo leva os agricultores a devastar novas áreas, pois as terras queimadas em poucos anos perdem a fertilidade, não sendo mais útil para a agricultura.

De acordo com os documentos oficiais levantados, não foram registrados dados humanos referentes aos desastres causados por incêndio. Conforme o Gráfico 30, os incêndios deixaram 160 pessoas desalojadas e 490 afetadas, ao longo dos anos analisados.

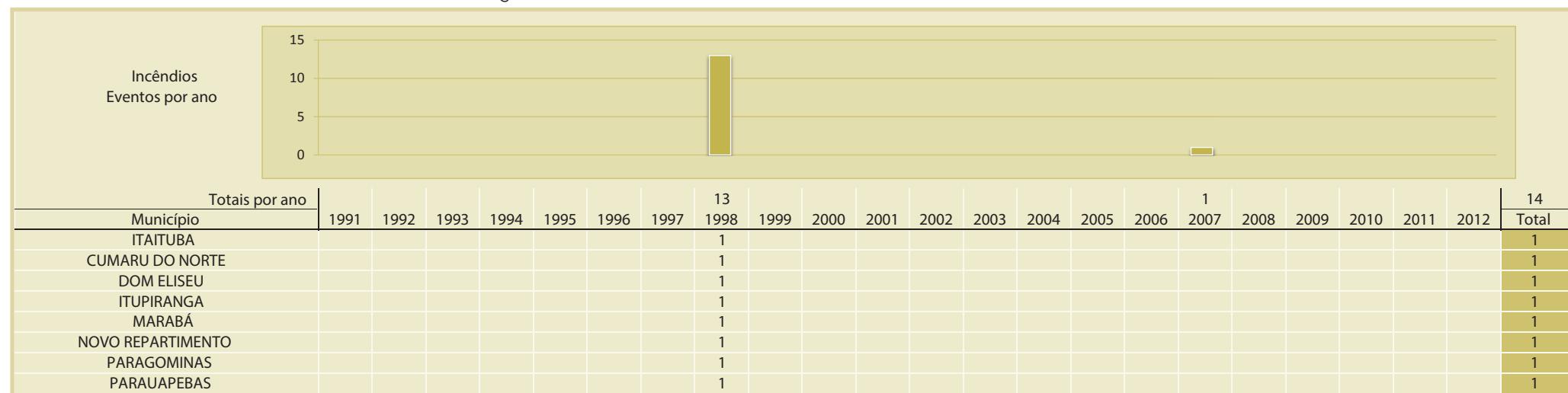
Ainda que não se saiba de que forma estes incêndios foram provocados, espontaneamente ou por intervenções humanas, sabe-se que a intensa redução das precipitações hídricas reduz a umidade ambiental, favorecendo a propagação do fogo.

Gráfico 30: Frequência anual de registros de Incêndios Florestais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 9: Síntese das ocorrências de Incêndios Florestais no Estado do Pará



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 9: Síntese das ocorrências de Incêndios Florestais no Estado do Pará

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
| PARAUAPEBAS | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| REDENÇÃO | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| RONDON DO PARÁ | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| SANTANA DO ARAGUAIA | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| SÃO FÉLIX DO XINGU | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| SÃO GERALDO DO ARAGUAIA | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| SANTARÉM | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

Fonte: Brasil (2013)

Referências

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 7 jul. 2013.

BARBOSA, R. I.; FEARNSIDE, P. M. Incêndios na Amazônia Brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento "El Niño" (1997/98). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 29, n. 4, p. 513-534, 1999. Disponível em: <http://agroeco.inpa.gov.br/reinaldo/RIBarbosa_ProdCient_Usu_Visitantes/1999IncAmazBras_AA.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – PREVFOGO**. 2011. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/prevfogo>>. Acesso em: 7 jul. 2013.

CARDOSO, M. F.; OLIVEIRA, G. S.; NOBRE, C. A. Comparação entre a ocorrência de fogo durante a seca de 2005 e o El Niño em 1998 na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007, p. 4.425-4.429.

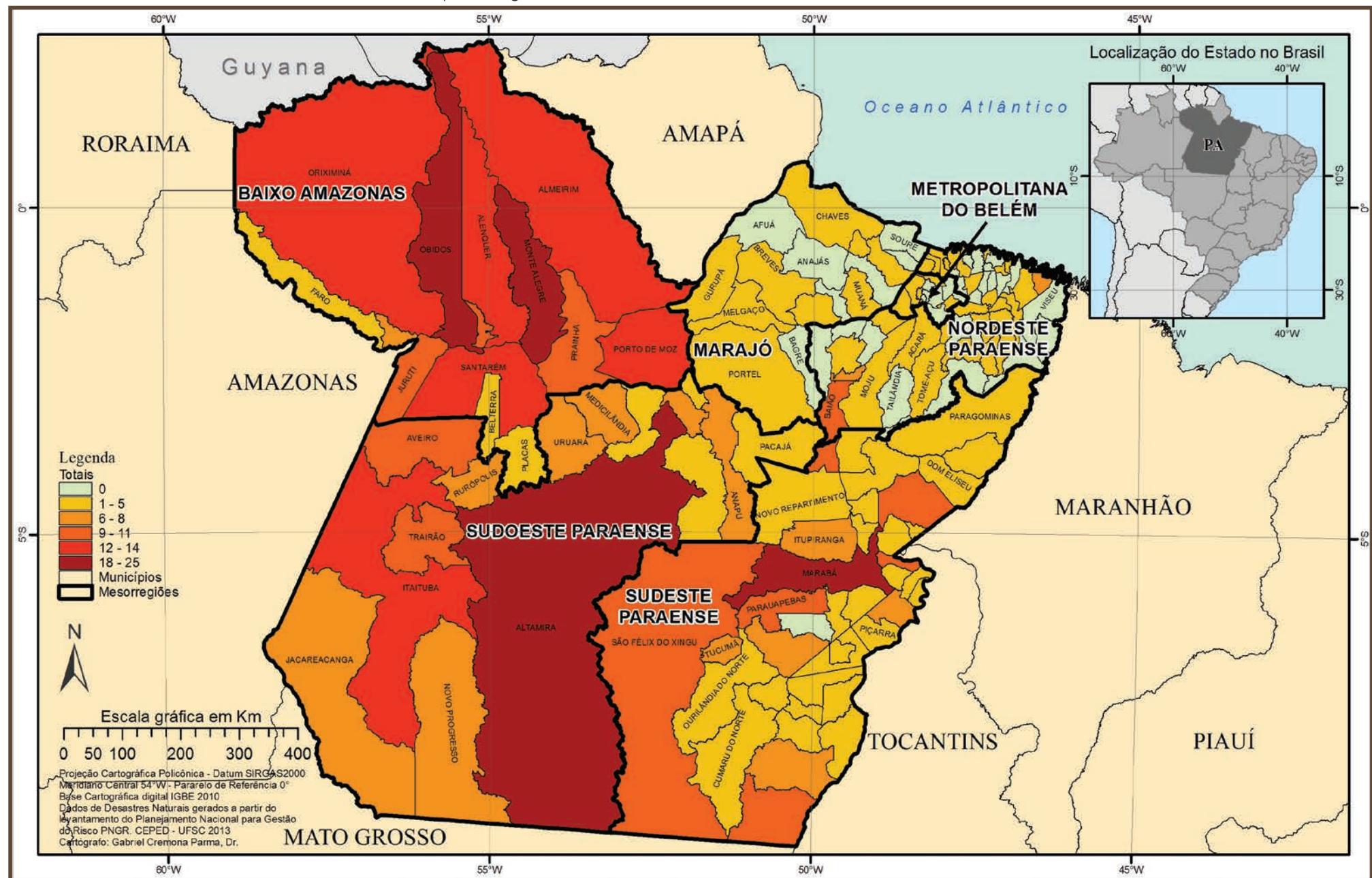
CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres**: desastres naturais. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

PORTAL DO GOVERNO DO PARÁ. **Sobre o Pará**. 2013. Disponível em: <<http://pa.gov.br/>>. Acesso em: 7 jul. 2013.

VARGAS FILHO, Rubens. **Controle de incêndios na Amazônia**: experiência do ProArco. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergencias_ambientais/experiencias_proarco.pdf>. Acesso em: 26 set. 2011.

DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO PARÁ

Mapa 11: Registros do total dos Eventos no Estado do Pará de 1991 a 2012



Ao analisar os desastres naturais que afetaram o Estado do Pará, no período 1991 a 2012, destacam-se os seguintes eventos adversos: estiagem e seca, erosão, granizos, incêndios florestais, enxurradas, alagamentos, movimentos de massa e vendavais. Os registros computados foram apurados em **548 documentos oficiais**.

As inundações estão diretamente relacionadas às cheias dos rios, é a tipologia de desastre natural mais frequente e tida como um dos maiores problemas do Estado do Pará. São intensificadas por variáveis climatológicas de médio e longo prazo, e relacionam-se muito mais com períodos demorados de chuvas contínuas do que com chuvas intensas e concentradas. Esse fenômeno corresponde a 256 registros, equivalentes a 47% dos desastres naturais do Estado, conforme ilustra o Gráfico 31. Afeta diretamente as populações ribeirinhas que vivem nas margens dos rios da Região Amazônica.

Os demais desastres naturais ocorridos: erosões, 10%; estiagem/seca, 5%; incêndio florestal, 3%; ciclone/vendaval, 2%, totalizam 20% dos registros de desastres no Pará (Gráfico 31).

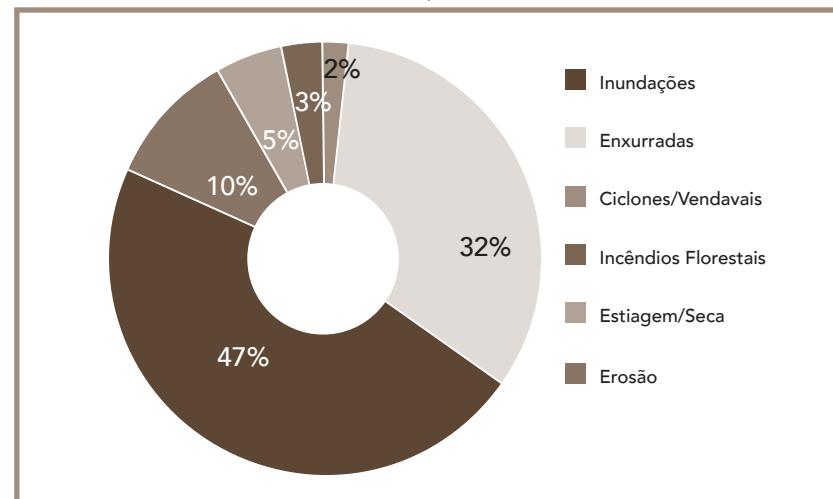
O estado sofre anualmente com o excesso de chuvas, em virtude do período de precipitações mais intensas. O regime pluviométrico é bem definido em estação menos chuvosa, de junho a novembro, e estação chuvosa, de dezembro a maio. Esta situação é percebida ao analisar o Gráfico 32, em que os registros de eventos associados às inundações apresentam maior recorrência entre os meses de fevereiro a julho. Os maiores picos de registros compreendem os meses de março, abril e maio, quando os índices pluviométricos no estado são maiores.

Em geral, as médias de precipitação diminuem consideravelmente nos meses de agosto a novembro e, por consequência, os registros de desastres por inundações também.

A espacialização no Mapa 1 de todas as ocorrências de desastres naturais para cada município mostra que dos 143 municípios do estado, 108 foram atingidos por algum tipo de evento no decorrer da escala temporal analisada. Destes, os mais afetados foram: Monte Alegre, Marabá e Óbidos, com o total de registros incluído na categoria de 19-25 registros do mapa. A maior parte dos episódios desses três municípios relaciona-se à tipologia de desastres por inundações. O Infográfico 10 apresenta todos os municípios do estado atingidos e especifica o número de ocorrências oficiais existentes para cada tipologia.

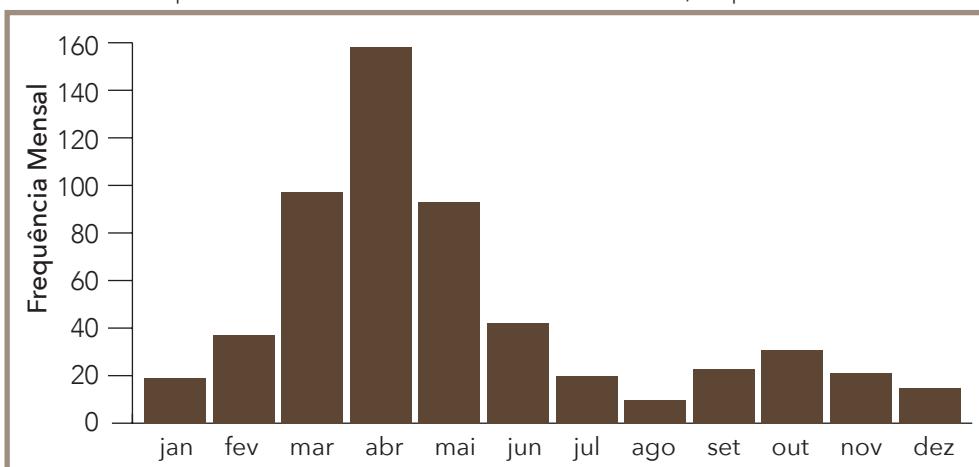
Ao considerar o total de 548 registros oficiais de desastres naturais ocorridos, foram selecionados os onze municípios mais atingidos do estado entre os anos de 1991 e 2012 (Gráfico 33).

Gráfico 31: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

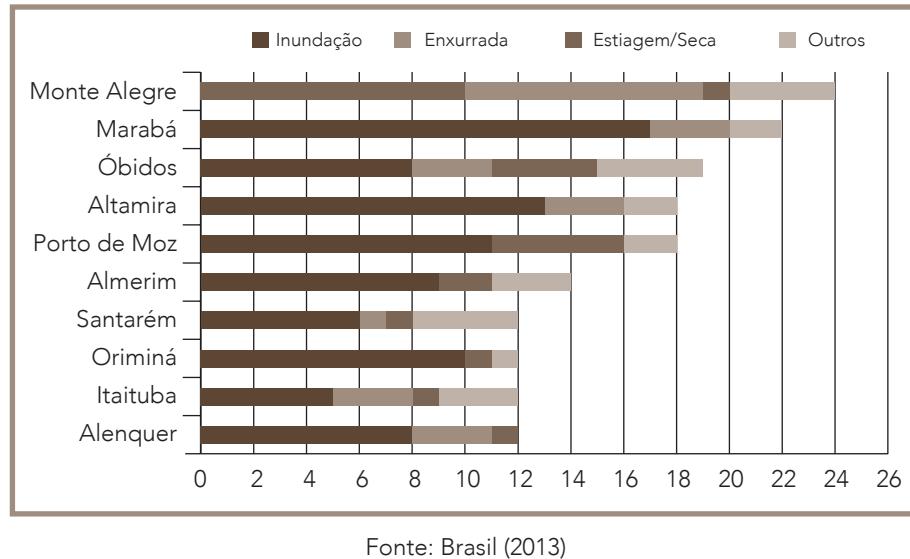
Gráfico 32: Frequência mensal dos desastres no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

O Município de Monte Alegre lidera o ranking dos municípios com o maior número de registros, totalizando 25 ocorrências, das quais 10 correspondem a desastres causados por inundações e 9 por enxurradas. Os municípios que se apresentam em segundo e terceiro lugar são, respectivamente, Marabá, com 22 ocorrências, e o Município de Óbidos, com 19 ocorrências. Altamira vem em quarto lugar, com 18 ocorrências, sendo 13 de inundações e 3 de enxurrada. Na quinta posição, os municípios de Almeirim e Porto de Moz, com 14 registros de desastres cada. De maneira geral, em todos os dez municípios predominam os desastres por inundações.

Gráfico 33: Municípios mais atingidos por desastres naturais no Estado do Pará, no período de 1991 a 2012

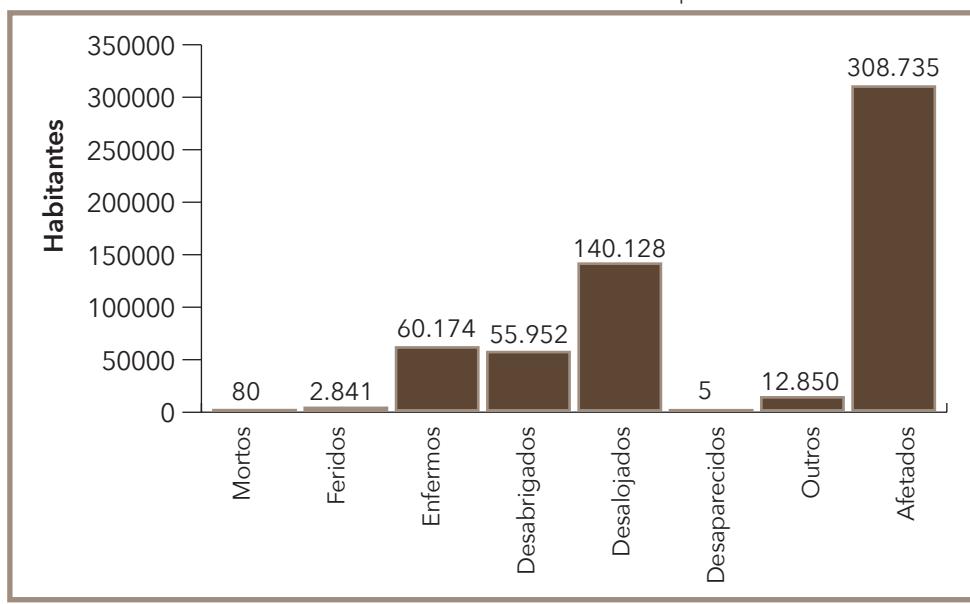


Na análise dos tipos de desastres naturais ocorridos no Pará ao longo dos vinte e dois anos, pode-se observar a recorrência de eventos relacionados a inundações. Esse fato evidencia as características típicas do clima da Região Amazônica, de processo cíclico e sazonal, marcado por um período de maiores índices de precipitações, época das cheias dos rios, e por período de menores índices de precipitações, culminando nos meses de vazante dos rios.

Todos os desastres naturais que ocorreram no Estado do Pará afetaram a população diretamente, conforme apresenta o Gráfico 34. Ao todo, de 1991 a

2012, 1.445.862 paraenses foram atingidos por algum tipo de desastre. Desses, foram registrados 5 desaparecidos, 80 mortos, 2.841 feridos, 55.952 desabrigados, 60.174 enfermos, 140.128 desalojados e 308.735 afetados.

Gráfico 34: Total de danos humanos no Estado do Pará no período de 1991 a 2012

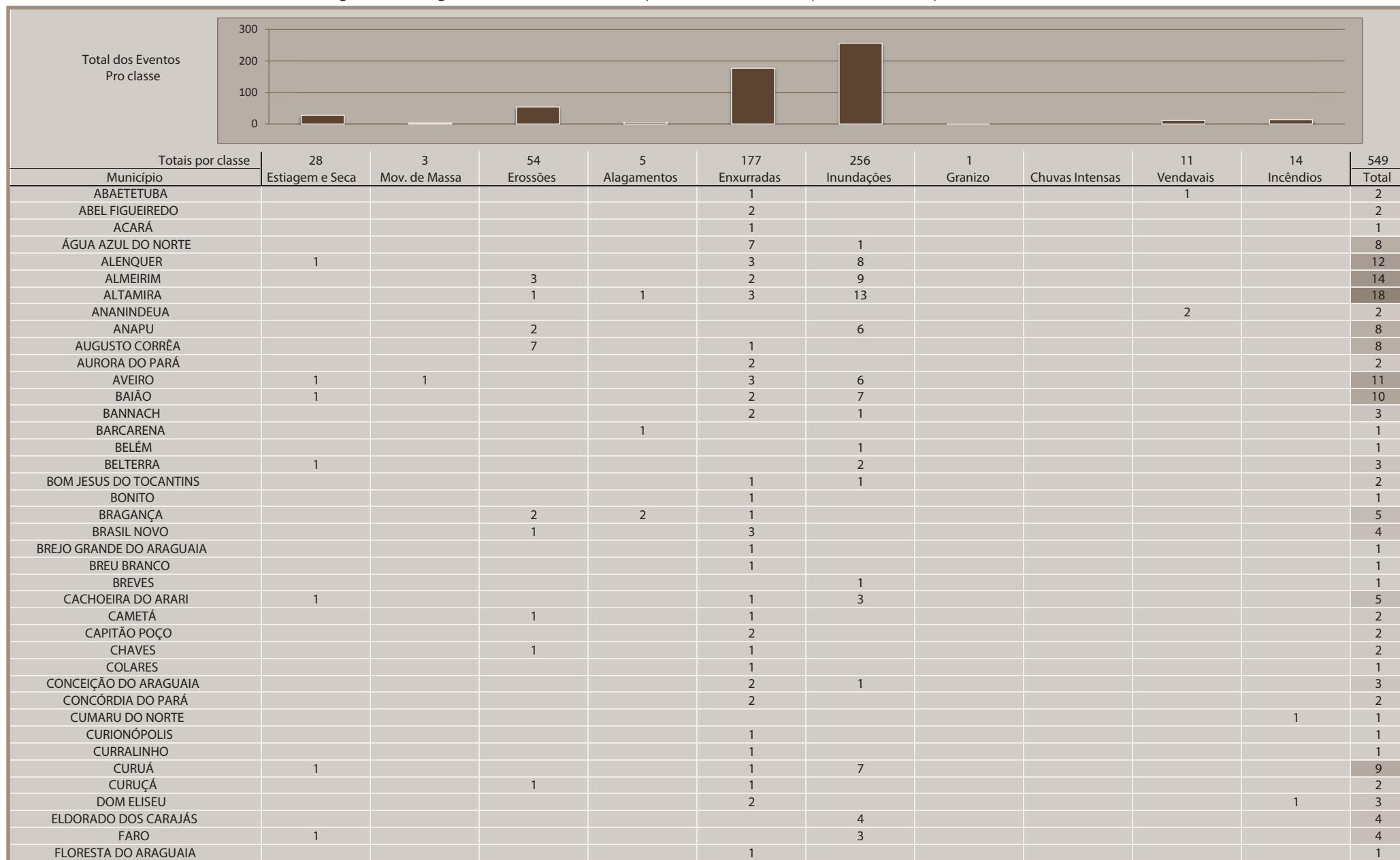


Fonte: Brasil (2013)

Esses fenômenos naturais, comuns no Pará, costumeiramente causam danos à população, dado o número de registros confirmados e caracterizados como desastre ao longo dos anos. Qualquer desequilíbrio mais acentuado no regime hídrico local gera impactos significativos na dinâmica econômica e social do estado.

O modelo de planejamento da ocupação nas áreas urbanas e às margens de rios, bem como a estruturação da rede de drenagem das águas precipitadas, podem agravar o impacto gerado pelo aumento e acúmulo de chuvas no município ou região atingida. Assim como o modelo utilizado nas zonas rurais com a prática agrícola nas áreas de várzea e a retirada da cobertura vegetal. É necessário compreender que a recorrência das inundações não é proveniente apenas de fatores climáticos e meteorológicos, mas também o resultado de um conjunto de elementos naturais e antrópicos.

Infográfico 10: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Pará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 10: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Pará, no período de 1991 a 2012

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|---|---|---|----|--|--|---|---|----|
| GARRAFÃO DO NORTE | | | | 2 | | | | | | 2 |
| GOIANÉSIA DO PARÁ | | | | 1 | | | | | | 1 |
| GURUPÁ | | | | | 2 | | | | | 2 |
| IGARAPÉ-AÇU | | | | 1 | | | | | | 1 |
| INHANGAPI | | | | 1 | | | | | | 1 |
| IRITUIA | | 3 | | | | | | 1 | | 4 |
| ITAITUBA | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | | | | 1 | 12 |
| ITUPIRANGA | | | 1 | 1 | 4 | | | | 1 | 7 |
| JACAREACANGA | 1 | | 1 | 2 | 3 | | | 1 | | 8 |
| JACUNDÁ | | | | 2 | 2 | | | | | 4 |
| JURUTI | 1 | | | 1 | 7 | | | | | 9 |
| MARABÁ | | | 1 | 3 | 17 | | | | 1 | 22 |
| MARAPANIM | | | 1 | 1 | | | | | | 2 |
| MEDICILÂNDIA | | | 1 | 3 | 2 | | | | | 6 |
| MELGAÇO | | 2 | | | | | | | | 2 |
| MOCAJUBA | 1 | | | 2 | 3 | | | | | 6 |
| MOJU | | | | 1 | | | | | | 1 |
| MONTE ALEGRE | 1 | 1 | 3 | 9 | 10 | | | 1 | | 25 |
| MUANÁ | | | | 1 | | | | | | 1 |
| NOVA IPIXUNA | | | | 2 | 3 | | | | | 5 |
| NOVO PROGRESSO | | | | 6 | 2 | | | | | 8 |
| NOVO REPARTIMENTO | | | 1 | 2 | 1 | | | | 1 | 5 |
| ÓBIDOS | 2 | | 4 | 5 | 8 | | | | | 19 |
| ORIXIMINÁ | 1 | | 1 | | 10 | | | | | 12 |
| OURÉM | | | 2 | | | | | | | 2 |
| OURILÂNDIA DO NORTE | | | | 1 | | | | | | 1 |
| PACAJÁ | | | | 3 | | | | | | 3 |
| PALESTINA DO PARÁ | | | | 1 | 2 | | | | | 3 |
| PARAGOMINAS | | | | | | | | | 1 | 1 |
| PARAUAPEBAS | | | | 3 | 5 | | | | 1 | 9 |
| PAU D'ARCO | 1 | | | 2 | | | | | | 3 |
| PIÇARRA | 1 | | | 1 | | | | | | 2 |
| PLACAS | | 2 | | 2 | | | | | | 4 |
| PORTEL | | | 1 | | | | | | | 1 |
| PORTO DE MOZ | 2 | | 1 | | 11 | | | | | 14 |
| PRAINHA | 1 | | | 2 | 8 | | | | | 11 |
| PRIMAVERA | | | | | 1 | | | | | 1 |
| QUATIPURU | | | 1 | | | | | | | 1 |
| REDENÇÃO | | | | | 1 | | | | 1 | 2 |
| RIO MARIA | | | | 3 | 1 | | | | | 4 |
| RONDON DO PARÁ | | | 1 | 7 | 2 | | | | 1 | 11 |
| RURÓPOLIS | | | 1 | 5 | | | | | | 6 |
| SALINÓPOLIS | | | | 1 | | | | | | 1 |
| SANTA CRUZ DO ARARI | 1 | | | | 1 | | | | | 2 |
| SANTA LUZIA DO PARÁ | | | | 1 | | | | | | 1 |
| SANTA MARIA DAS BARREIRAS | 1 | | 2 | 1 | 3 | | | | | 8 |
| SANTANA DO ARAGUAIA | | | | 4 | 4 | | | | 1 | 10 |
| SANTARÉM | 1 | | | 1 | 6 | | | 3 | 1 | 12 |
| SANTO ANTÔNIO DO TAUÁ | | | | 3 | | | | | | 3 |
| SÃO CAETANO DE ODIVELAS | | | | 1 | | | | | | 1 |
| SÃO DOMINGOS DO ARAGUAIA | | | | | 5 | | | | | 5 |

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 10: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Pará, no período de 1991 a 2012

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|----|---|--|---|---|----|
| SÃO FÉLIX DO XINGU | | | | 2 | 6 | 1 | | | 1 | 10 |
| SÃO GERALDO DO ARAGUAIA | | | | 3 | 3 | | | | 1 | 7 |
| SÃO JOÃO DA PONTA | 1 | | | 1 | | | | | | 2 |
| SÃO JOÃO DO ARAGUAIA | | | | | 10 | | | | | 10 |
| SÃO MIGUEL DO GUAMÁ | | | | 1 | 1 | | | | | 2 |
| SAPUCAIA | | | | 3 | | | | | | 3 |
| SENADOR JOSÉ PORFÍRIO | | | | | 5 | | | | | 5 |
| TERRA SANTA | 1 | | | | 7 | | | | | 8 |
| TOMÉ-AÇU | | | | | 1 | | | | | 1 |
| TRAIRÃO | | 2 | | 7 | 1 | | | | | 10 |
| TUCUMÁ | 1 | | | 4 | 2 | | | | | 7 |
| TUCURUÍ | | | | 1 | 9 | | | 1 | | 11 |
| ULIANÓPOLIS | | | | | 1 | | | | | 1 |
| URUARÁ | 1 | | 1 | 5 | 1 | | | | | 8 |
| VIGIA | | | | 1 | | | | | | 1 |
| VITÓRIA DO XINGU | 1 | | 1 | 1 | 5 | | | | | 8 |
| XINGUARA | | | | 2 | 2 | | | | | 4 |

Fonte: Brasil (2013)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acordo de cooperação entre a Secretaria Nacional de Defesa Civil e o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina destaca-se pela sua capacidade de produzir conhecimento referente aos desastres naturais dos últimos vinte anos, e marca o momento histórico que vivemos diante da recorrência de desastres e de iminentes esforços para minimizar perdas em todo território nacional.

Neste contexto, o *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* torna-se capaz de suprir a necessidade latente dos gestores públicos de olhar com mais clareza para o passado, compreender as ocorrências atuais, e então pensar em estratégias de redução de risco de desastres adequadas a sua realidade local. Além disso, deve fundamentar análises e direcionar as decisões políticas e técnicas da gestão de risco.

O Atlas é também matéria-prima para estudos e pesquisas científicos mais aprofundados, e fonte para a compreensão das séries históricas de desastres naturais no Brasil, e análise criteriosa de causas e consequências.

Há que se registrar, contudo, que, durante a análise dos dados coletados, foram identificadas algumas limitações da pesquisa. Limitações que me-

nos comprometem o trabalho, mas muito contribuem para ampliar o olhar dos gestores públicos às lacunas presentes no registro e cuidado da informação sobre desastres.

As inconsistências retratam certa fragilidade histórica do sistema nacional de defesa civil, principalmente pela ausência de profissionais especializados em âmbito municipal, e consequente ausência de unidade e padronização das informações declaradas pelos documentos de registros de desastres.

É, portanto, por meio da capacitação e profissionalização dos agentes de defesa civil que se busca sanar as principais limitações no registro e produção das informações de desastres. É a valorização da história e seus registros que irá contribuir para que o país consolide sua política nacional de defesa civil e suas ações de redução de riscos de desastres.

Apesar de não poder assegurar a relação direta entre registros e ocorrências, o presente documento permite uma série de importantes análises ao oferecer informações – nunca antes sistematizadas – que ampliam as discussões sobre as causas das ocorrências e intensidade dos desastres. Com este levantamento, podem-se fundamentar novos estudos, tanto de âmbito nacional, quanto local, com análises de informações da área afetada, danos humanos, materiais e ambientais, bem como prejuízos sociais e econômicos. Também é possível estabelecer relações entre as informa-

ções sobre desastres e sua contextualização com as variáveis geográficas regionais e locais.

No Estado do Pará, por exemplo, percebe-se a incidência de duas tipologias fundamentais de desastres - inundações e enxurradas - que possibilitam verificar a sazonalidade e recorrência, e assim subsidiar os processos decisórios para direcionar recursos e reduzir danos e prejuízos, assim como perdas humanas.

A partir das análises que derivam deste Atlas, se pode afirmar que este estudo é mais um passo na produção do conhecimento necessário para a gestão dos desastres naturais no País e a construção de comunidades resilientes e sustentáveis.

O *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* marca o início do processo de avaliação e análise das séries históricas de desastres naturais no Brasil. Espera-se que o presente trabalho possa embasar projetos e estudos de instituições de pesquisa, órgãos governamentais e centros universitários.

Referências

BRASIL. Governo do Estado do Pará. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. **Acervo fotográfico**. 2013.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

COMDEC – COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE PARAUPEBAS – PA. **Acervo fotográfico**. 2013a. (Foto: Pedro Jaques).

COMDEC – COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE AVEIRO – PA. **Acervo fotográfico**. 2013b.

PARÁ (Estado). Secretaria de Turismo do Pará. **Acervo fotográfico**. 2011.