



# ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS

2<sup>a</sup> 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 Maranhão

2<sup>a</sup> 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.  
107 p.: il. color.; 22 cm.

Volume Maranhão.

I. Desastres naturais. 2. Estado do Maranhão - 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 (812.1).

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 Maranhão. 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 Maranhão, espacializados 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**

**Rita de Cássia Dutra**

**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**

**Patrícia Regina da Costa**

**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**

**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: Ponte Imperatriz.....	21
Figura 3: Município de Pedreiras .....	56
Figura 4: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma.....	67
Figura 5: a) Obstrução à drenagem b) Lixo retido na drenagem.....	67
Figura 6: Imagem do Satélite Meteosat 7- canal infravermelho do dia 21/01/96 às 21h00 local, recepcionada pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME.....	76
Figura 7: Processo de formação de granizo .....	81
Figura 8: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento.....	86
Figura 9: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP.....	87
Figura 10: Município de Grajaú .....	88
Figura 11: Município de Grajaú .....	93
Figura 12: Município de Grajaú .....	94

## **Lista de Gráficos**

Gráfico 1: Frequência anual de desastres causados por estiagem e seca no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012 .....	34
Gráfico 2: Frequência mensal de estiagem e seca no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012 .....	35
Gráfico 3: Danos humanos ocasionados por estiagem e seca no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	35
Gráfico 4: Frequência anual de desastres por enxurrada no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	45
Gráfico 5: Frequência mensal de desastres por enxurrada no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	45
Gráfico 6: Danos humanos causados por desastres de enxurrada no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	46
Gráfico 7: Estruturas destruídas e danificadas pelas enxurradas no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	47
Gráfico 8: Frequência anual de desastres por inundações no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	57
Gráfico 9: Frequência mensal de desastres por inundações no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	57
Gráfico 10: Danos humanos causados por desastres de inundações no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	58

Gráfico 11: Danos materiais causados por desastres de inundações no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	59
Gráfico 12: Frequência anual de desastres por alagamentos no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	69
Gráfico 13: Frequência mensal de desastres por alagamentos no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	69
Gráfico 14: Danos humanos causados por desastres de alagamentos no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	69
Gráfico 15: Quantificação dos danos materiais de alagamentos no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	70
Gráfico 16: Frequência mensal de movimento de massa no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	88
Gráfico 17: Danos humanos associados a movimento de massa no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	89
Gráfico 18: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	94
Gráfico 19: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	95
Gráfico 20: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	99
Gráfico 21: Frequência mensal dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2010.....	100
Gráfico 22: Municípios mais atingidos, classificados pelo maior número de registros por desastres naturais no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	100
Gráfico 23: Total de registros de desastres coletados no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012 .....	106

## ***Lista de Infográficos***

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de estiagem e seca no Estado do Maranhão .....	36
Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Maranhão .....	47
Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado do Maranhão .....	60
Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado do Maranhão.....	71
Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado do Maranhão .....	76
Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado do Maranhão .....	82
Infográfico 7: Municípios atingidos por movimentos de massa no período de 1991 a 2012.....	89
Infográfico 8: Síntese das ocorrências de incêndios florestais no Estado do Maranhão .....	95
Infográfico 9: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012.....	101

## **Lista de Mapas**

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado do Maranhão .....	20
Mapa 2: Registros de estiagem e seca no Estado do Maranhão de 1991 a 2012 .....	32
Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado do Maranhão de 1991 a 2012 .....	42
Mapa 4: Registros de inundações no Estado do Maranhão de 1991 a 2012 .....	54
Mapa 5: Registros de alagamento no Estado do Maranhão de 1991 a 2012 .....	66
Mapa 6: Registros de vendavais no Estado do Maranhão de 1991 a 2012 .....	74
Mapa 7: Registros de granizos no Estado do Maranhão de 1991 a 2012 .....	80
Mapa 8: Registros de movimentos de massa no Estado do Maranhão de 1991 a 2012 .....	84
Mapa 9: Registros de incêndios no Estado do Maranhão de 1991 a 2012 .....	92
Mapa 10: Registros do total dos eventos no Estado do Maranhão de 1991 a 2012 .....	98

## **Lista de Quadros**

Quadro 1: Hierarquização de documentos.....	14
Quadro 2: Principais eventos incidentes no País .....	16
Quadro 3: Transformação da CODAR em COBRADE.....	16
Quadro 4: Termos e definições propostos para as enxurradas.....	43
Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais.....	55
Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento.....	85
Quadro 7 : Principais fatores deflagradores de movimentos de massa.....	88

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1: População, taxa de crescimento, densidade demográfica e taxa de urbanização, segundo Brasil, Estado do Maranhão e as Grandes Regiões do Brasil – 2000/2010.....	23
Tabela 2: População, taxa de crescimento e taxa de população urbana e rural, segundo a Região Nordeste e Unidades da Federação – 2000/2010 .....	23
Tabela 3: Produto Interno Bruto <i>per capita</i> , segundo a Região Nordeste e Unidades da Federação – 2004/2008 .....	23

Tabela 4: Déficit Habitacional Urbano em Relação aos Domicílios Particulares Permanentes, Segundo Brasil, Região Nordeste e Unidades da Federação – 2008 .....	24
Tabela 5: Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano por Faixas de Renda Média Familiar Mensal, Segundo Região Nordeste e Unidades da Federação – FJP/2008 ....	25
Tabela 6: Pessoas de 25 anos ou mais de idade, total e respectiva distribuição percentual, por grupos de anos de estudo – Brasil, Região Nordeste e Estado do Maranhão – 2009 .....	25
Tabela 7: Taxas de fecundidade total, bruta de natalidade, bruta de mortalidade, de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer, por sexo – Brasil, Região Nordeste e Unidades.....	26
Tabela 8: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012).....	46
Tabela 9: Mortes relacionadas aos eventos mais severos (1991-2012).....	46
Tabela 10: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012).....	47
Tabela 11: Os municípios mais severamente atingidos no Estado do Maranhão (1991-2012) .....	58
Tabela 12: Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012) .....	59
Tabela 13: Danos humanos relacionados aos eventos de alagamento (1991-2012) .....	70
Tabela 14: Descrição danos materiais nos municípios afetados por alagamento no Estado do Maranhão (1991-2012).....	70



Foto: Cláudinez Lacerda. Palácio dos Leões, São Luís.

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

13

O ESTADO DO  
MARANHÃO

19

DESASTRES NATURAIS NO  
ESTADO DO MARANHÃO  
DE 1991 A 2012

29

ESTIAGEM E SECA

31

ENXURRADA

41

INUNDAÇÃO

53

ALAGAMENTO

65

MOVIMENTO DE MASSA

83

VENDAVAL

73

INCÊNDIO FLORESTAL

91

GRANIZO

79

DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES  
NATURAIS NO ESTADO DO MARANHÃO

97



# INTRODUÇÃO

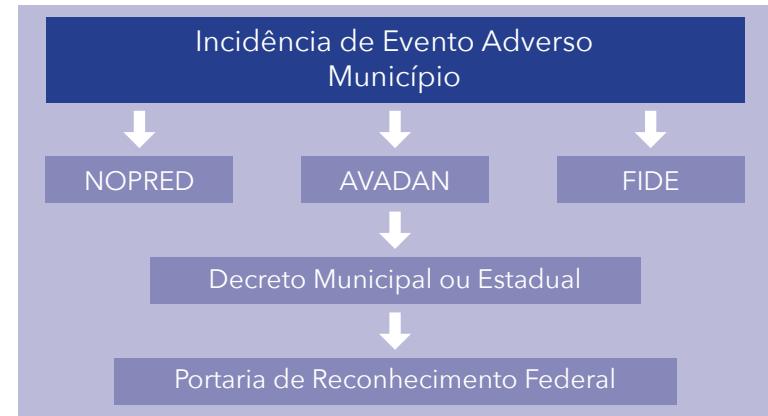
 *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* é um produto de pesquisa realizada por meio de um acordo de cooperação celebrado entre o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria Nacional de Defesa Civil.

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; e
- 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;
- inexistência 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;
- problemas 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.

Foto 1: Sara Wengberg Kullan84. Wikimedia Commons, 2013. Foto 2: Vitor1234. Wikimedia Commons, 2013. Foto 3: Eunico Zimbres Fonte: Wikimedia Commons, 2013. Foto 4: Gerly Sanchez. CEPED UFSC, 2011. Foto 5: Iain and Sarah. Wikimedia Commons, 2013.



1



2



3



4



5

O ESTADO DO MARANHÃO

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado do Maranhão



## CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Estado do Maranhão localiza-se no nordeste brasileiro, entre os paralelos 1°01' e 10°21' de latitude sul e os meridianos 41°48' e 48°50' de longitude oeste. Com uma área territorial de 331.983,293 km<sup>2</sup>, é o segundo maior estado do nordeste em dimensões territoriais, correspondente aproximadamente a 4% do tamanho do Brasil, e 18% da Região Nordeste. É um dos estados que compõe a Amazônia Legal, possui 217 municípios, com capital em São Luis.

De acordo com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Maranhão (MARANHÃO, 2011), o estado se divide em cinco mesorregiões: Norte Maranhense, Oeste Maranhense, Centro Maranhense, Leste Maranhense e Sul Maranhense, conforme mostra o Mapa 1.

O clima no Estado do Maranhão, de acordo com a classificação climática de Köppen, possui dois tipos climáticos. A parte oeste do estado possui um clima tropical quente e úmido (As), pois está mais próximo da Região Amazônica e, por isso, os índices pluviométricos nessa região chegam a 2.800 mm ao ano (VIEGAS, 2010). No restante do território maranhense tem-se um clima tropical quente e semiúmido (Aw), cujos índices pluviométricos chegam a 1.250 mm ao ano, sendo o período chuvoso no verão, e seco no inverno. Denota-se ainda que, quanto mais próximo da região semiárida nordestina (a sudeste do estado), menores são os índices pluviométricos, podendo chegar a 1.000 mm anuais (SEMA, 2011).

De acordo com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA, 2011), o período chuvoso se concentra entre os meses de dezembro a maio e o mês de março tem o maior índice pluviométrico, da ordem de 290,4 mm. O período seco ocorre entre os meses de junho a novembro, alcançando os menores índices pluviométricos no mês de agosto, com registros de 17,1 mm. Assim, as chuvas ocorrem com maior frequência nas planícies a noroeste do estado e com menor frequência nos tabuleiros e planaltos a sudeste do estado.

As temperaturas médias anuais no estado variam entre 25°C a 27°C. No entanto, de um modo geral, pode-se notar no Estado do Maranhão condições hidrológicas favoráveis e diferenciadas, comparativamente a outros estados do nordeste. Isso se deve a sua localização geográfica, próximo à Amazônia e voltado para o Oceano Atlântico. De acordo com Viegas (2010), o Maranhão é o estado que menos sofre com problemas de escassez de água na Região Nordeste.

Essas características climáticas se configuram no Estado do Maranhão pela atuação de diversos mecanismos atmosféricos que influenciam no clima regional. Tais sistemas são: Eventos El Niño-Oscilação Sul (ENOS), Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na bacia do Oceano Atlântico, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Linhas de Instabilidade (FERREIRA; MELO, 2005).

O litoral do Estado do Maranhão possui extensão aproximada de 640 km, estendendo-se no sentido oeste-leste da foz do rio Gurupi, divisa com o Estado do Pará, até o delta do Rio Parnaíba, no limite com o Estado

Figura 2: Ponte Imperatriz



Fonte: Wikimedia Commons (2013) /Foto: Etore. Santos

do Piauí, sendo o segundo mais extenso do Brasil e da Região Nordeste, superado apenas pelo litoral da Bahia (FEITOSA, 2006). É dividido em Litoral Ocidental, Golfão Maranhense e Litoral Oriental.

O Estado do Maranhão apresenta um relevo de planícies com terrenos de altimetria suave, inferior a 200 m, que seguem rumo ao interior do estado acompanhando os vales dos rios. A planície litorânea é modelada por agentes e processos marinhos e fluviomarinhos que dão origem às praias: mangues, vasas, pântanos, apicuns, lagunas e falésias, enquanto na área de fluxo indireto, marés dinâmicas, ocorrem os pântanos e campos inundáveis (FEITOSA, 2006).

Vale um destaque para a feição morfológica litorânea do Golfão Maranhense, o qual abrange, ao centro, a Ilha Upaon-Açu, mais conhecida como Ilha do Maranhão ou Ilha de São Luís (onde está inserida a capital do estado São Luís), além das ilhas do Medo, Pequena, Livramento, Caranguejos, Duas Irmãs, Tauá-Redonda, Tauá-Mirim e Ponta Grossa, e compreendendo as baías de Cumã, São Marcos, São José e Tubarão (FEITOSA, 2006).

O relevo segue com os tabuleiros do noroeste maranhense que são delimitados pelos rios Gurupi e Turiaçu e correspondem a estruturas sedimentares dissecadas em relevos tabulares. Posteriormente se evidencia a planície fluvial que corresponde às morfoesculturas modeladas pelos rios, nos seus baixos cursos. Apresenta largura variável de oeste para leste e maior penetração para o interior acompanhando os vales dos rios, notadamente os que desembocam no Golfão Maranhense (FEITOSA, 2006).

Ainda sobre o relevo maranhense, Feitosa (2006) descreve a apresentação do planalto, o qual abrange as áreas mais elevadas do centro-sul do estado, com altitudes entre 200 e 800 metros. Subdivide-se nas seguintes unidades geomorfológicas: Pediplano Central, Planalto Oriental, Planalto Ocidental, Depressão do Balsas e do Planalto Meridional.

Por fim, se evidencia a Depressão do Balsas que, de acordo com Feitosa (2006), comprehende o conjunto de morfoesculturas rebaixadas, modeladas pela drenagem do Rio Balsas e seus afluentes com alongamento no sentido leste-oeste. É dominada por formas amplas e baixas, com maiores altitudes a oeste, nas cabeceiras dos rios, com cotas máximas alcançando os 350 m.

Devido à extensão territorial, como evidenciado anteriormente, nota-se diferentes tipos climáticos no Estado do Maranhão, pois o estado se localiza entre faixas de transições de distintos sistemas atmosféricos, recebendo influências da umidade amazônica, além da seca do semiárido nordestino. Do mesmo modo, tal influência determinou as características da cobertura vegetal maranhense. De acordo com a SEMA (2011), o estado apresenta três principais biomas que o caracterizam, representados pelos biomas Amazônico, Cerrado e Caatinga. A floresta amazônica maranhense é caracterizada por ser ombrófila, latifoliada, e situada entre áreas úmidas e de terra firme. Compreende parte da região norte e região noroeste do Maranhão, que possui áreas transicionais entre vegetações adaptadas a ambientes com regime pluviométrico, com períodos de estiagem e tendência notadamente para formações do bioma Cerrado. Nestes locais encontram-se extensas áreas de florestas estacionais deciduais, além de vegetação típica de área de transição. Além disso, é caracterizado também pelo intenso processo de modificação antrópica de seu ecossistema natural, onde extensas áreas de floresta foram convertidas em pastagens (SEMA, 2011).

Apesar da notável importância do bioma amazônico no Estado do Maranhão, é o cerrado que cobre a maior porção territorial no estado e, de acordo com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente maranhense, se expressa sob as diversas fisionomias vegetais, desde campos (vegetação rasteira e poucas árvores de pequeno porte) até matas mais densas (ceradão ou florestas semideciduais), incluindo ainda outras formações peculiares de ambientes específicos, como veredas e vegetações adaptadas a solos rochosos.

Por fim, a vegetação que ocupa a menor extensão no território maranhense é a caatinga, que ficou restrita em áreas isoladas de pequena abrangência e associadas às regiões com maiores índices de aridez. Localizam-se na parte leste do estado, próximas à divisa com o Estado do Piauí, na Bacia Hidrográfica do Parnaíba (SEMA, 2011).

O Maranhão é, dentre os estados nordestinos, o que menos se identifica com a característica maior dessa região: a escassez de recursos hídricos. Com efeito, o Estado do Maranhão é detentor de uma invejável rede hidrográfica composta por, pelo menos, dez bacias perenes, poden-

do ser individualizadas as seguintes bacias hidrográficas: Gurupi, Turiaçu, Maracaçumé-Tromaí, Uru-Pericumã-Aurá, Mearim, Itapecuru, Tocantins, Parnaíba, Munim e pequenas bacias do norte. Cinco são as vertentes hidrográficas principais do Estado do Maranhão: a Chapada das Mangabeiras, a Chapada do Azeitão, Serra das Crueiras, Serra do Gurupi e Serra do Tiracambu (SEMA, 2011).

Os principais rios do estado são: Tocantins, Pindaré, Grajaú, Itapecuru e Munin.

## DADOS DEMOGRÁFICOS

A Região Nordeste do Brasil possui uma densidade demográfica de 34,15 hab/km<sup>2</sup>, a terceira menor do Brasil. E também possui a terceira menor taxa de crescimento do País, com 11,18%, no período de 2000 a 2010. Já o Estado do Maranhão apresenta uma população de 6.569.683 habitantes e densidade demográfica de 19,28 hab/km<sup>2</sup> (Tabelas 1).

Tabela 1: População, taxa de crescimento, densidade demográfica e taxa de urbanização, segundo Brasil, Estado do Maranhão e as Grandes Regiões do Brasil – 2000/2010

Grandes Regiões	População em 2000	População em 2010	Taxa de Crescimento 2000 a 2010	Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> ) 2010	Taxa de População Urbana - 2010
<b>Brasil</b>	<b>169.799.170</b>	<b>190.732.694</b>	<b>12,33%</b>	<b>22,43</b>	<b>84,36%</b>
Região Norte	12.900.704	15.865.678	22,98%	4,13	73,53%
<b>Região Nordeste</b>	<b>47.741.711</b>	<b>53.078.137</b>	<b>11,18%</b>	<b>34,15</b>	<b>73,13%</b>
<b>Maranhão</b>	<b>5.651.475</b>	<b>6.569.683</b>	<b>16,25%</b>	<b>19,28</b>	<b>63,07%</b>
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: IBGE (2010)

A população maranhense é, em sua maioria, urbana, com uma taxa de 63,07%, a menor entre os estados da região. A característica de maior população urbana é encontrada também na Região Nordeste, com 73,13%, a menor do País, com 84,3% (Tabela 2 e 3).

Tabela 2: População, taxa de crescimento e taxa de população urbana e rural, segundo a Região Nordeste e Unidades da Federação – 2000/2010

Abrangência Geográfica	População		Taxa de Crescimento (2000-2010)	Taxa de População Urbana (2010)	Taxa de População Rural (2010)
	2000	2010			
<b>Brasil</b>	<b>169.799.170</b>	<b>190.732.694</b>	<b>12,33%</b>	<b>84,36%</b>	<b>15,70%</b>
<b>Região Nordeste</b>	<b>47.741.711</b>	<b>53.078.137</b>	<b>11,18%</b>	<b>73,13%</b>	<b>26,87%</b>
<b>Maranhão</b>	<b>5.651.475</b>	<b>6.569.683</b>	<b>16,25%</b>	<b>63,07%</b>	<b>36,93%</b>
Piauí	2.843.278	3.119.015	9,7%	65,77%	34,23%
Ceará	7.430.661	8.448.055	13,69%	75,09%	24,91%
Rio Grande do Norte	2.776.782	3.168.133	14,09%	77,82%	22,18%
Paraíba	3.443.825	3.766.834	9,38%	75,37%	24,63,%
Pernambuco	7.918.344	8.796.032	11,08%	80,15%	19,85%
Alagoas	2.822.621	3.120.922	10,57%	73,64%	26,36%
Sergipe	1.784.475	2.068.031	15,89%	73,51%	26,49%
Bahia	13.070.250	14.021.432	7,28%	72,07%	27,93%

Fonte: IBGE (2010)

Tabela 3: Produto Interno Bruto per capita, segundo a Região Nordeste e Unidades da Federação – 2004/2008

Abrangência Geográfica	PIB per capita em R\$					
	2004	2005	2006	2007	2008	Taxa de Variação 2004/2008
<b>Brasil</b>	<b>10.692,19</b>	<b>11.658,12</b>	<b>12.686,60</b>	<b>14.464,73</b>	<b>15.989,75</b>	<b>50,00%</b>
<b>Região Nordeste</b>	<b>4.889,99</b>	<b>5.498,83</b>	<b>6.028,09</b>	<b>6.748,81</b>	<b>7.487,55</b>	<b>53,00%</b>
<b>Maranhão</b>	<b>3.587,90</b>	<b>4.509,51</b>	<b>4.627,71</b>	<b>5.165,23</b>	<b>6.103,66</b>	<b>70,00%</b>
Piauí	3.297,24	3.701,24	4.211,87	4.661,56	5.372,56	63,00%
Ceará	4.621,82	5.055,43	5.634,97	6.149,03	7.111,85	54,00%
Rio Grande do Norte	5.259,92	5.950,38	6.753,04	7.607,01	8.202,81	56,00%
Paraíba	4.209,90	4.691,09	5.506,52	6.097,04	6.865,98	63,00%
Pernambuco	5.287,29	5.933,46	6.526,63	7.336,78	8.064,95	49,00%
Alagoas	4.324,35	4.688,25	5.162,19	5.858,37	6.227,50	44,00%
Sergipe	6.289,39	6.823,61	7.559,35	8.711,70	9.778,96	55,00%
Bahia	5.780,06	6.581,04	6.918,97	7.787,40	8.378,41	45,00%

Fonte: IBGE (2008)

## PRODUTO INTERNO BRUTO

O PIB<sup>1</sup> per capita do Estado do Maranhão, segundo dados da Tabela 4, cresceu em média 70%, entre 2004 a 2008, acima da média da Região Nordeste, em torno de 53%, e da média do Brasil, em torno de 50%.

No ano de 2008, o PIB per capita era de R\$ 6.103,66, menor que a média regional – R\$ 7.487,55 – e que a média nacional – R\$15.989,75. O PIB per capita do Estado do Maranhão é o segundo mais baixo entre todos os estados da Região Nordeste, perdendo somente para o Piauí – 5.372,56. No mesmo período, a taxa de variação foi de 70% (Tabela 4).

## INDICADORES SOCIAIS BÁSICOS DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL<sup>2</sup>

No Brasil, em 2008, o déficit habitacional urbano, que engloba as moradias sem condições de serem habitadas, em razão da precariedade-

<sup>1</sup> 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 acrescida 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).

<sup>2</sup> 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 coabitação 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, embaixo de pontes e viadutos, carcaças de carros abandonados e barcos e cavernas, entre outros), o que indica claramente a carência de novas unidades domiciliares. (BRASIL,2008).

de das construções ou do desgaste da estrutura física, correspondeu a 434.750 domicílios, dos quais 204.632 estão localizados nas áreas urbanas. Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do País, o déficit corresponde a 26,90%. No Estado do Maranhão, o déficit habitacional, em 2008, foi de 204.632 domicílios, dos quais 204.632 localizados nas áreas urbanas e 230.118 nas áreas rurais (Tabela 4).

Em relação ao estoque de domicílios particulares permanente do Estado do Maranhão, o déficit corresponde a 11,50%. Se comparados aos percentuais de domicílios particulares está entre os mais altos entre os estados da região, acima do percentual regional, 13%, mas abaixo do nacional, 9,6%, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Déficit Habitacional Urbano em Relação aos Domicílios Particulares Permanentes, Segundo Brasil, Região Nordeste e Unidades da Federação – 2008

Abrangência Geográfica	Déficit Habitacional - Valores Absolutos - 2008			
	Total	Urbano	Rural	Percentual em Relação aos Domicílios Particulares Permanentes
<b>Brasil</b>	<b>5.546.310</b>	<b>4.629.832</b>	<b>916.478</b>	<b>9,60%</b>
<b>Nordeste</b>	<b>1.946.735</b>	<b>1.305.628</b>	<b>641.107</b>	<b>13,00%</b>
<b>Maranhão</b>	<b>434.750</b>	<b>204.632</b>	<b>230.118</b>	<b>26,90%</b>
Piauí	124.047	71.358	52.689	14,20%
Ceará	276.915	186.670	90.245	11,70%
Rio Grande do Norte	104.190	78.261	25.929	11,70%
Paraíba	104.699	87.746	16.953	9,60%
Pernambuco	263.958	214.182	49.776	10,60%
Alagoas	85.780	63.353	22.427	9,70%
Sergipe	66.492	57.606	8.886	11,70%
Bahia	485.904	34.820	144.084	11,50%

Fonte: Brasil (2008, p. 31)

## 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 Maranhão, as desigualdades sociais estão expressas pelos indicadores do déficit habitacional, segundo faixa de renda. Os dados mostram que a renda familiar mensal das famílias é extremamente baixa, onde 95,30% recebem renda mensal de até três salários mínimos. Na Região Nordeste, representa 95,6%, enquanto a média no Brasil é de 89,6% das famílias (Tabela 5).

Tabela 5: Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano por Faixas de Renda Média Familiar Mensal, Segundo Região Nordeste e Unidades da Federação – FJP/2008

Abrangência Geográfica	Faixas de Renda Média Familiar Mensal (Em Salário Mínimo)				
	Até 3	3 a 5	5 a 10	Mais de 10	Total
<b>Brasil</b>	<b>89,60%</b>	<b>7,00%</b>	<b>2,80%</b>	<b>0,60%</b>	<b>100%</b>
<b>Nordeste</b>	<b>95,60%</b>	<b>2,80%</b>	<b>1,20%</b>	<b>0,40%</b>	<b>100%</b>
<b>Maranhão</b>	<b>95,30%</b>	<b>3,40%</b>	<b>1,30%</b>	-	<b>100%</b>
Piauí	91,50%	5,40%	3,10%	-	100%
Ceará	95,60%	2,60%	1,40%	0,40%	100%
Rio Grande do Norte	91,00%	3,60%	4,20%	1,20%	100%
Paraíba	97,70%	1,10%	0,60%	0,60%	100%
Pernambuco	97,50%	2,00%	0,40%	0,10%	100%
Alagoas	98,20%	0,90%	-	0,90%	100%
Sergipe	98,30%	0,60%	1,20%	-	100%
Bahia	94,90%	3,50%	1,00%	0,60%	100%

Fonte: 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 indicador de escolaridade no Estado do Maranhão pode ser visto pelo percentual de analfabetos (23,90%), que indica ser o maior com relação aos outros estados da região; de analfabetos funcionais (15,90%), ou

seja, pessoas com até três anos de estudos, e os de baixa escolaridade (21,60%), compondo um indicador formado pelos sem escolaridade, com muito baixa e baixa escolaridade, que, na soma, corresponde a 61,40% da população acima de 25 anos (Tabela 6).

Tabela 6: Pessoas de 25 anos ou mais de idade, total e respectiva distribuição percentual, por grupos de anos de estudo – Brasil, Região Nordeste e Estado do Maranhão – 2009

Abrangência geográfica	Pessoas de 25 anos ou mais de idade			
	Total (1000 pessoas)	Distribuição percentual, por grupos de anos de estudo	1 a 3 anos	4 a 7 anos
<b>Brasil</b>	<b>111.952</b>	<b>12,90%</b>	<b>11,80%</b>	<b>24,80%</b>
<b>Nordeste</b>	<b>29.205</b>	<b>23,20%</b>	<b>14,90%</b>	<b>22,20%</b>
<b>Maranhão</b>	<b>3.236</b>	<b>23,90%</b>	<b>15,90%</b>	<b>21,60%</b>
Piauí	1.745	29,10%	16,80%	20,40%
Ceará	4.590	23,20%	14,40%	21,20%
Rio Grande do Norte	1.745	19,20%	15,30%	24,70%
Paraíba	2.108	26,30%	14,50%	21,60%
Pernambuco	4.894	20,80%	13,20%	23,30%
Alagoas	1.646	27,20%	18,70%	23,20%
Sergipe	1.096	19,30%	15,50%	21,40%
Bahia	8.115	22,90%	14,80%	22,10%

Fonte: IBGE (2009a)

## ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER<sup>3</sup>

No Estado do Maranhão, o indicador de esperança de vida – 68,44 anos – está abaixo da média nacional – 73,1 anos – e da regional – 70,4 anos – e é o mais baixo entre os estados da região. O indicador taxa de fecundidade – 2,31% – está acima do regional – 2,04% - e do nacional – 1,94 – e é o segundo maior entre os estados da região. O indicador taxa

<sup>3</sup> 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 nas últimas décadas vem diminuindo, e sua redução reflete a mudança que vem ocorrendo no Brasil em especial com o processo de urbanização e com a entrada da mulher no mercado de trabalho.

bruta de natalidade – 20,56% – está acima do regional – 18,91% – e do nacional – 15,77% – é o segundo mais alto entre os estados da região, perdendo somente para Alagoas – 23,18. O indicador taxa bruta de mortalidade – 6,45% - está próximo do regional – 6,56% – e do nacional – 6,27%. O indicador taxa de mortalidade infantil – 36,50% – está acima da média regional – 33,20% – e da média nacional – 22,5% – e é a segunda mais alta entre os estados da região, ficando abaixo apenas de Alagoas – 46,40% (Tabela 7).

Tabela 7: Taxas de fecundidade total, bruta de natalidade, bruta de mortalidade, de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer, por sexo – Brasil, Região Nordeste e Unidades

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
<b>Brasil</b>	<b>1,94%</b>	<b>15,77%</b>	<b>6,27%</b>	<b>22,50%</b>	<b>73,10</b>	<b>69,40</b>	<b>77,00</b>
<b>Região Nordeste</b>	<b>2,04%</b>	<b>18,91%</b>	<b>6,56%</b>	<b>33,20%</b>	<b>70,40</b>	<b>66,90</b>	<b>74,10</b>
<b>Maranhão</b>	<b>2,31%</b>	<b>20,56%</b>	<b>6,45%</b>	<b>36,50%</b>	<b>68,44</b>	<b>64,59</b>	<b>72,48</b>
Piauí	2,05%	19,92%	6,26%	26,20%	69,68	66,67	72,84
Ceará	2,14%	17,96%	6,41%	27,60%	70,95	66,75	75,37
Rio Grande do Norte	2,10%	17,98%	6,48%	32,20%	71,12	67,34	75,08
Paraíba	2,24%	14,76%	7,29%	35,20%	69,75	66,33	73,34
Pernambuco	2,05%	17,42%	7,33%	35,70%	69,06	65,65	72,65
Alagoas	2,29%	23,18%	7,00%	46,40%	67,59	63,69	71,69
Sergipe	1,83%	20,42%	5,90%	31,40%	71,59	68,27	75,07
Bahia	1,87%	18,81%	6,11%	31,40%	72,55	69,35	75,91

Fonte: IBGE (2009b)

De maneira geral, o Estado do Maranhão apresenta um quadro de indicadores demográfico, econômico e social muito precário, se comparado aos da Região Nordeste e do Brasil.

No Censo Demográfico de 2010, o Maranhão foi ranqueado como o estado com piores condições de vida do País. O estado ultrapassou o Piauí que, até então, era o que ocupava essa colocação (IBGE, 2010).

## Referências

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Déficit habitacional no Brasil 2008**. Brasília, DF: 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/servicos/81-servicos-cei/70-deficit-habitacional-no-brasil>>. Acesso em: 19 maio 2013.

CARVALHO, Márcia Eliane Silva; FONTES, Aracy Losano. Estudo ambiental da zona costeira sergipana como subsídio ao ordenamento territorial.

**Revista Geonorte**, São Cristóvão, ano 15, n. 2, p. 10-39, 2006. Disponível em: <<http://www.campusitabaiba.ufs.br/ngeo/geonordest/2006/REVISTA%20GEONORTE,%202006,%20N%C2%BA02.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

FEITOSA, Antonio Cordeiro. Relevo do Estado do Maranhão: uma nova proposta de classificação topomorfológica. SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2006. Disponível em: <[www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/articles/476.pdf](http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/articles/476.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2013.

FERREIRA, A. C.; MELO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.I.], v. 1, n. 1, p. 15-28, 2005.

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. 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003\\_2007/tabela04.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003_2007/tabela04.pdf)>. Acesso em: 19 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios 2009.** Brasília, DF: IBGE, 2009a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/>>. Acesso em: 5 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **Sinopse do Censo Demográfico 2010.** Brasília, DF: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **Síntese de indicadores sociais:** uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2009b. (Estudos e Pesquisas: Informação Demográfica e Socioeconômica, 26). Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsociais2009/indic\\_sociais2009.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsociais2009/indic_sociais2009.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2013.

MARANHÃO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 2011.

SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Plano estadual**

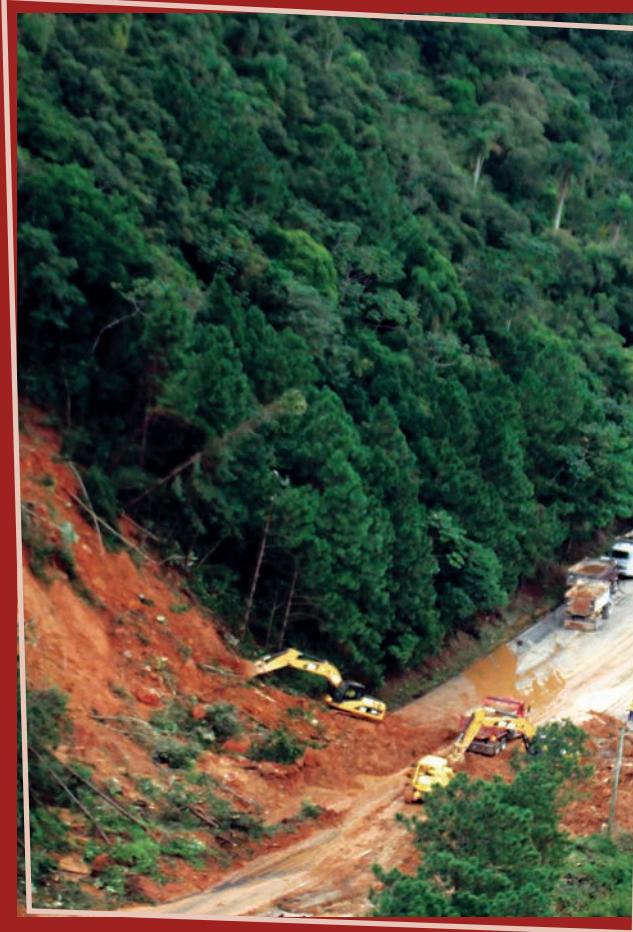
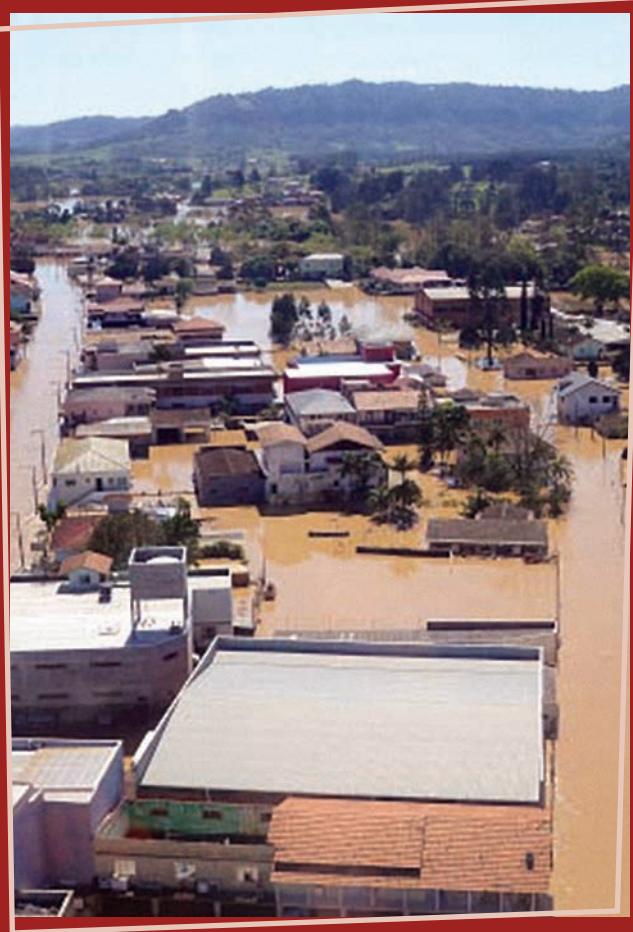
**de prevenção e controle do desmatamento e queimadas no Maranhão**

– PPCD-MA. Maranhão: Governo do Estado do Maranhão, 2011. Disponível em <<http://www.sema.ma.gov.br/pdf/Plano%20Estadual%20de%20Combate%20ao%20Desmatamento.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2013.

VIEGAS, Josué Carvalho. A sustentabilidade das formas de uso e ocupação do medio curso do rio Pericumã, Pinheiro – Maranhão. In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, CRISE, PRÁXIS E AUTONOMIA: ESPAÇOS DE RESISTÊNCIAS E DE ESPERANÇAS, 16., 2010, Porto Alegre. **Anais...**

Porto Alegre: agb, 2010. Disponível em: <[www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=856](http://www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=856)>. Acesso em: 20 maio 2013.



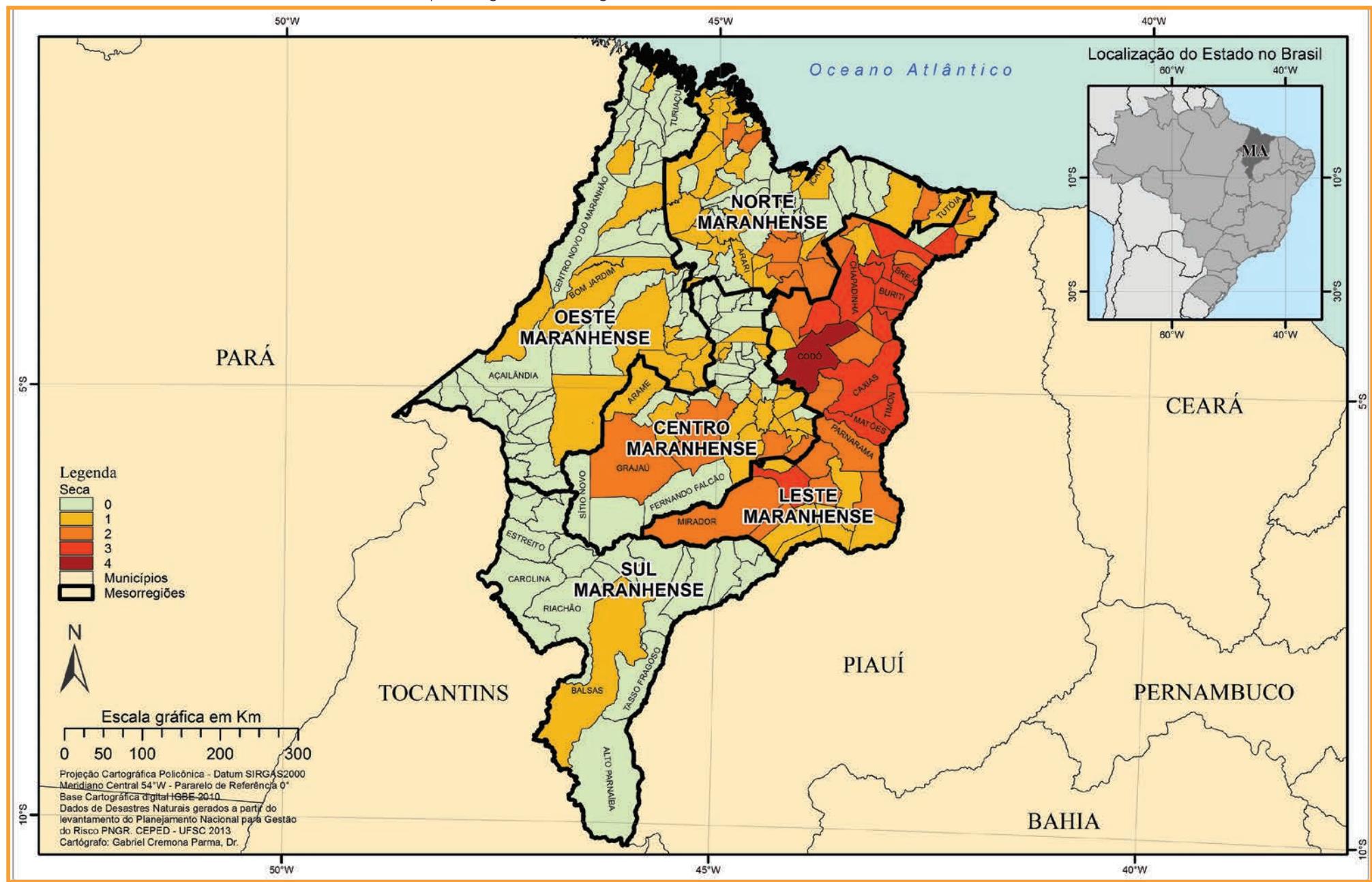


# DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO MARANHÃO DE 1991 A 2012



# ESTIAGEM E SECA

Mapa 2: Registros de estiagem e seca no Estado do Maranhão de 1991 a 2012



s desastres relativos aos fenômenos de estiagens e de 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.

Considera-se fenômeno de estiagem 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 à abrangência de grandes áreas atingidas (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2004). Assim, a estiagem, como 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 sua importância 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), o fenômeno da seca pode ser classificado em três tipos:

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

- hidrológico: quando a deficiência ocorre no estoque de água dos rios e dos açudes; e
- edáfico: 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 de estagnação econômica, advinda do impacto desse fenômeno meteorológico adverso. Dessa 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 dos fatores climáticos de escala global, como *El Niño* e *La Niña*, as características geoambientais podem ser elementos condicionantes na frequência, na duração e na intensidade dos danos e dos 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 na 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; MOLLERI; RUDORFF, 2004).

Dessa forma, situações de secas e de 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, o que se torna resultado de uma ação antrópica desordenada no ambiente. As consequências, nesses 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).

As secas que se instalaram periodicamente na região Nordeste do Brasil se relacionam com múltiplos fatores condicionados pela geodinâmica terrestre global em seus aspectos climáticos e meteorológicos. Um dos grandes fatores das fortes secas é o fenômeno climático El Niño – Oscilação Sul (ENOS) que provoca grandes enchentes na região Sul, e torna mais severa a seca na região semiárida do Nordeste (CIRILO, 2008; SANTOS; CÂMARA, 2002). Assim, pode-se observar que os desastres naturais vinculados à estiagem e à seca, no Estado do Maranhão, ocorrem com frequência e causam diversos transtornos à população.

No decorrer do período entre 1991 a 2012, ocorreram **167 registros oficiais** de estiagem e seca no Estado do Maranhão. Conforme pode ser observado no Mapa 2, ao longo dos 22 anos analisados, 64 municípios foram afetados. Esses registros estão distribuídos nas cinco mesorregiões do estado. Entretanto, o número de ocorrências é evidentemente maior no leste do território, na Mesorregião Leste Maranhense.

O Sul Maranhense, que compreende as chapadas, dentre elas a Chapada das Mangabeiras, apresentou somente um registro de evento de estiagem e seca, no Município de Balsas.

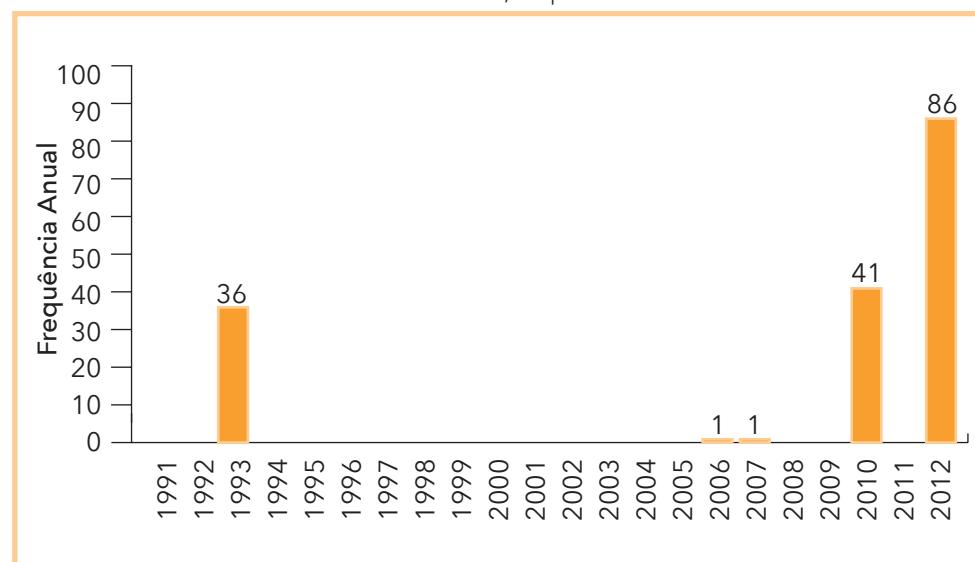
A Mesorregião Central Maranhense, que possui características climáticas quentes e secas (tropical seco), apresentou 24 registros oficiais de estiagens e secas. Nesta mesorregião, de acordo com o Mapa 2, é possível observar a recorrência desse fenômeno nos municípios de Grajaú, Barra do Corda, Fortuna e São Domingos do Maranhão, todos com dois registros desta tipologia. A Mesorregião do Oeste Maranhense apresentou 13 dos seus municípios atingidos, uma vez cada, por estiagem e seca.

Por fim, a Mesorregião do Leste Maranhense foi a mais afetada. Isso porque suas características climáticas e sua localização territorial se encontram mais próximas ao semiárido nordestino, polígono das secas. De acordo com SEMA (2011), essa região possui médias pluviométricas anuais em torno de 800 mm o que justifica os maiores casos de estiagens e secas. São, no total, 87 registros do fenômeno climático. O município desta região que apresentou mais ocorrências foi Codó, com quatro registros. Os municípios de Brejo, Buriti, Caxias, Chapadinha, Colinas, Coroatá, Coelho Neto, Duque Bacelar, Mata Roma, São Bernardo, Santa Quitéria do Maranhão, Matões, Timbiras e Timon foram afetados três vezes, cada um.

Outros 28 municípios foram afetados duas vezes e 65 municípios foram atingidos ao menos uma vez por esse tipo de evento.

Conforme o Gráfico 1, os dois primeiros anos da pesquisa não registraram desastres causados por estiagens e secas. O ano de 1993 apresentou 38 registros. Do ano de 1993 a 2005 não foram registradas ocorrências de estiagem e seca em nenhum município do Estado do Maranhão. Em 2006, o desastre foi registrado apenas no Município de Balsas, da Mesorregião do Sul Maranhense. No ano seguinte, 2007, ocorreu o mesmo, sendo o único registro no município de Godofredo Viana, na Mesorregião Oeste Maranhense. Em 2010, ocorreu um grande acréscimo, com 41 registros, com três ocorrências a mais que o ano de 1993. O ano de 2012 foi o mais crítico para o Estado do Maranhão, com o registro de 86 ocorrências de eventos de estiagem e seca.

Gráfico 1: Frequência anual de desastres causados por estiagem e seca no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012

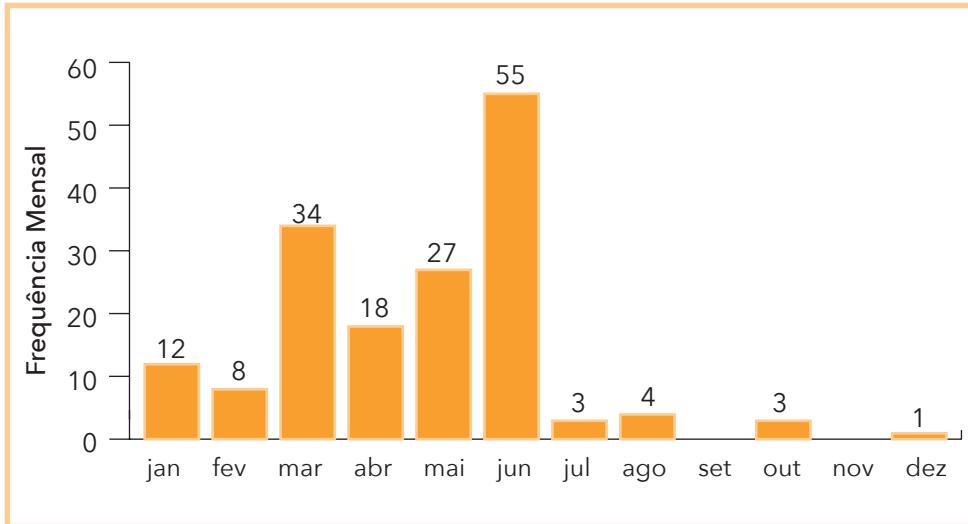


Fonte: Brasil (2013)

Com relação à frequência mensal desses eventos adversos no Estado do Maranhão entre 1991 e 2012, é possível observar no Gráfico 2 que as

ocorrências de estiagem e seca são frequentes no estado durante praticamente todos os meses do ano. No entanto, há um número maior de ocorrência entre os meses de março a junho.

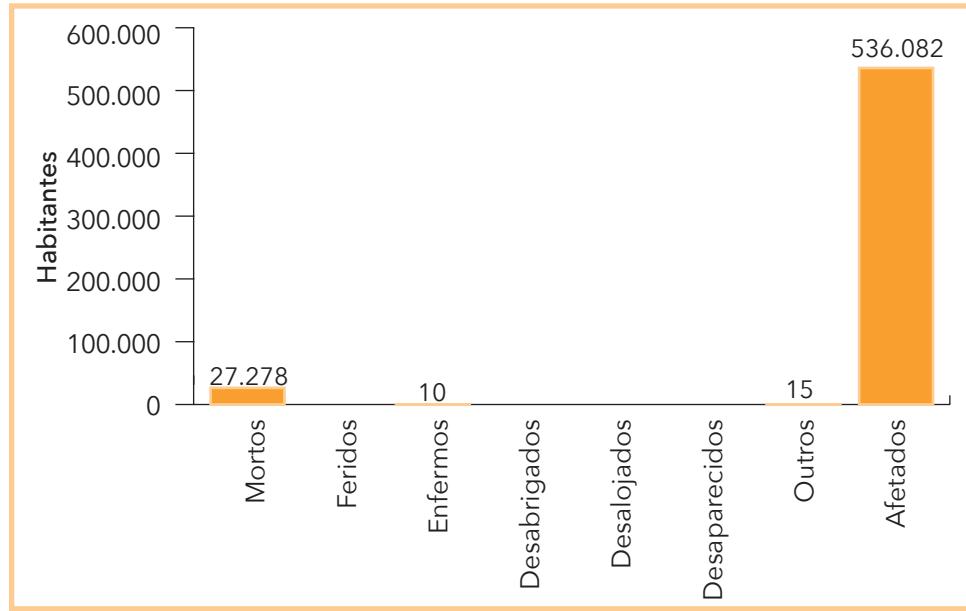
Gráfico 2: Frequência mensal de estiagem e seca no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Com base em estudos pluviométricos e análise dos principais sistemas meteorológicos do Estado do Maranhão citados por SEMA (2011), o estado pode apresentar índices pluviométricos de até 2.800 mm ao ano, enquanto a maior parte apresenta áreas que não ultrapassam 1.000 mm ao ano, chegando alguns lugares ao índice mínimo de 700 mm ao ano. Em função dos baixos índices pluviométricos, tendo em vista a irregularidade das chuvas em alguns locais, ocasionados pelas características climáticas, o Estado do Maranhão é suscetível aos eventos adversos de estiagem e seca. Portanto, a recorrência desses eventos afeta, sobretudo, a parte leste do estado, pela proximidade com o polígono das secas, área afetada por clima semiárido no Nordeste Brasileiro.

Gráfico 3: Danos humanos ocasionados por estiagem e seca no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



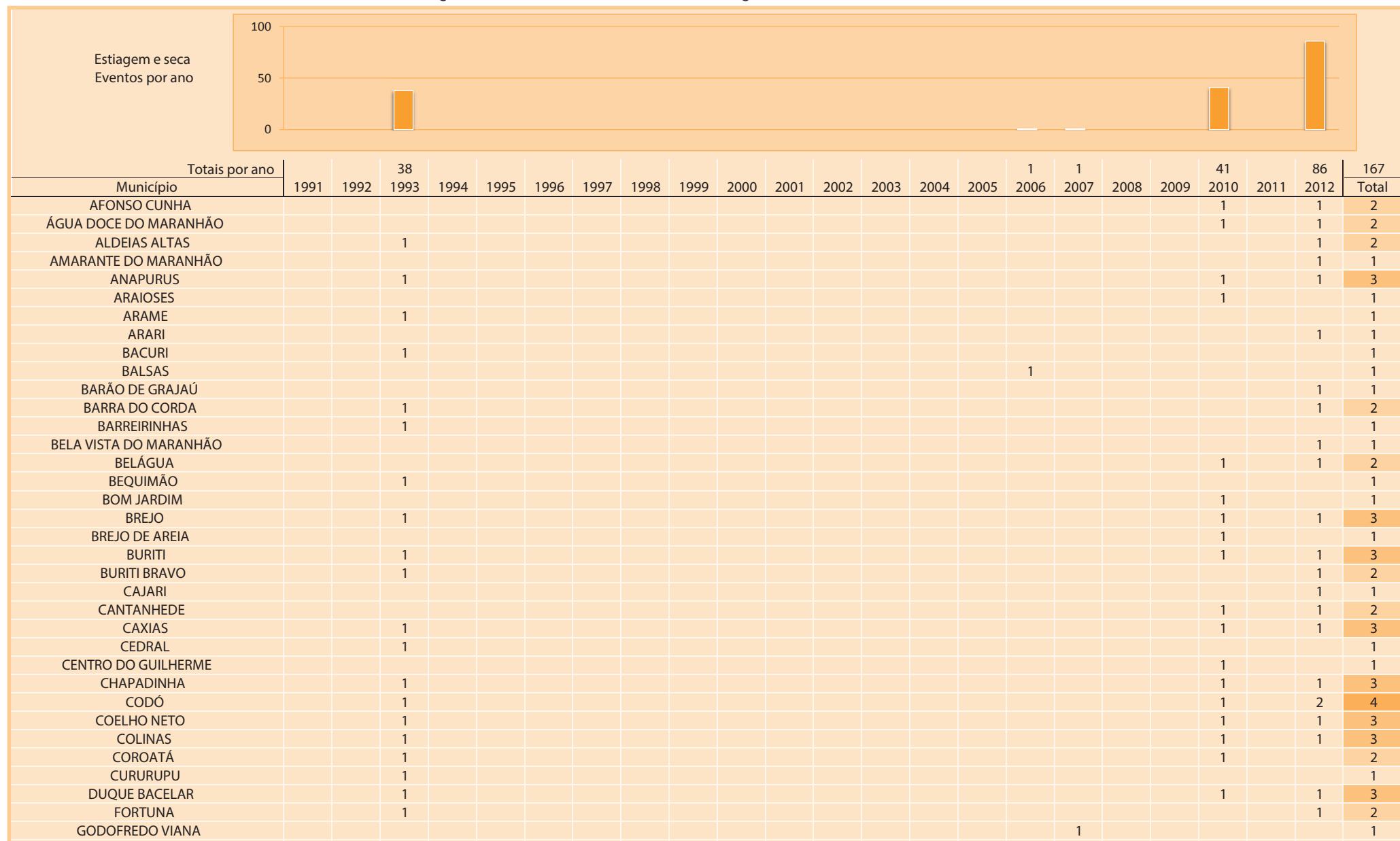
Fonte: Brasil (2013)

De acordo com o Gráfico 3, durante os anos de análise, constatou-se um total de 536.082 pessoas afetadas, das quais dez pessoas ficaram enfermas, em decorrência da estiagem e seca no Estado do Maranhão.

O uso inadequado dos recursos hídricos e do solo, a destruição da vegetação nativa e as queimadas são fatores da ação antrópica que podem intensificar a ocorrência de estiagem e seca, além de favorecer os processos de desertificação em muitas áreas do semiárido nordestino (LEITE et al., 1993).

Grande parte do nordeste brasileiro está inserida no polígono das secas, onde são identificados manejos insustentáveis dos recursos naturais. Esse fato, aliado à fragilidade natural do ecossistema da região, acarreta graves problemas socioambientais, que culminam na geração e aumento da pobreza da população local (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2009).

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de estiagem e seca no Estado do Maranhão



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de estiagem e seca no Estado do Maranhão

GONÇALVES DIAS		1	1
GOVERNADOR ARCHER		1	1
GOVERNADOR EUGÉNIO BARROS		1	1
GOVERNADOR LUIZ ROCHA		1	1
GRAÇA ARANHA		1	1
GRAJAU	1		2
GUIMARÃES	1		2
ICATU			1
ITAPECURU MIRIM		1	2
ITINGA DO MARANHÃO		1	1
JATOBÁ			1
JENIPAPO DOS VIEIRAS			1
LAGO DA PEDRA			1
LAGO DO JUNCO			1
LAGO DOS RODRIGUES			1
LAGOA DO MATO			1
LAGOA GRANDE DO MARANHÃO			1
LIMA CAMPOS			1
MAGALHÃES DE ALMEIDA	1		2
MARAJÁ DO SENA			1
MATA ROMA	1	1	3
MATÕES	1	1	3
MATÕES DO NORTE			1
MILAGRES DO MARANHÃO		1	2
MIRADOR	1		1
MIRANDA DO NORTE		1	1
MIRINZAL	1		1
NINA RODRIGUES		1	2
NOVA IORQUE			1
NOVA OLINDA DO MARANHÃO			1
PAÇO DO LUMIAR			1
PALMEIRÂNDIA			1
PARAIBANO			1
PARNARAMA	1		2
PASSAGEM FRANCA	1		2
PASTOS BONS			1
PAULINO NEVES		1	2
PAULO RAMOS			1
PEDRO DO ROSÁRIO			1
PENALVA			1
PERITORÓ		1	1
PINHEIRO			1
PIRAPEMAS		1	2
PRESIDENTE DUTRA			1
PRESIDENTE VARGAS		1	1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de estiagem e seca no Estado do Maranhão

RAPOSA		1	1
SANTA FILOMENA DO MARANHÃO		1	1
SANTA HELENA		1	1
SANTA LUZIA		1	1
SANTA QUITÉRIA DO MARANHÃO	1	1	3
SANTA RITA		1	2
SÃO BENEDITO DO RIO PRETO	1	1	2
SÃO BERNARDO	1	1	3
SÃO DOMINGOS DO MARANHÃO	1	1	2
SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO	1	1	2
SÃO JOÃO BATISTA		1	1
SÃO JOÃO DO CARÚ		1	1
SÃO JOÃO DO SOTER		1	2
SÃO JOÃO DOS PATOS		1	1
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR		1	1
SÃO JOSÉ DOS BASÍLIOS		1	1
SÃO LUÍS GONZAGA DO MARANHÃO		1	1
SÃO ROBERTO		1	1
SERRANO DO MARANHÃO		1	1
SUCUPIRA DO NORTE	1	1	2
SUCUPIRA DO RIACHÃO		1	1
TIMBIRAS	1	1	3
TIMON	1	1	3
TUNTUM		1	1
TUTÓIA		1	1
URBANO SANTOS	1	1	1
VARGEM GRANDE		1	2
VIANA		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: 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 semi-árido às secas. **Planejamento e políticas públicas**, Brasília, DF, 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.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido brasileiro. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 63, p. 61-82, 2008.

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.

LEITE, Francisco Roberto Bezerra. et al. Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará – 2<sup>a</sup> aproximação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1993. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi/inpe.br/marte%4080/2008/05.19.18.22/doc/156-161.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

OLIVEIRA JÚNIOR, Israel de. et al. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para mapeamento Geomorfológico do polo de guanambi: subsídios para o estudo da Degradação ambiental e desertificação. **Revista Geonorte**, Amazonas, ed. esp., v. 2, n. 4, p. 173–186, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/iRMK29>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

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

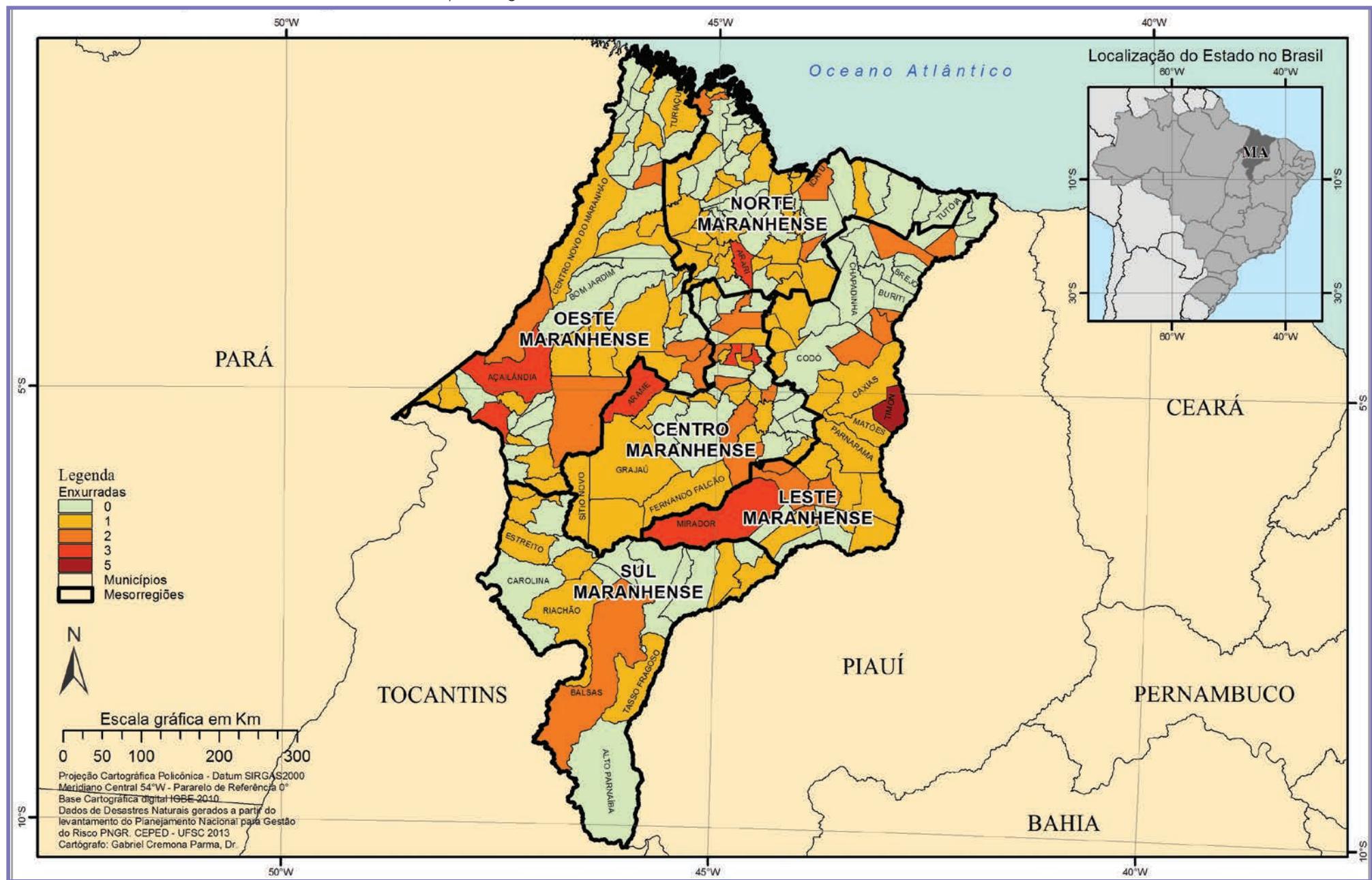
SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. (Org.). **GEO Brasil 2002**: perspectivas do meio ambiente no Brasil. Brasília: Edições IBAMA, 2002. Disponível em: <<http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/geobrasil/desastres.pdf>>. Acesso em: 2 maio 2013.

SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Plano estadual de prevenção e controle do desmatamento e queimadas no Maranhão – PPCD-MA**. Maranhão: Governo do Estado do Maranhão, 2011. Disponível em: <<http://www.sema.ma.gov.br/pdf/Plano%20Estadual%20de%20Combate%20ao%20Desmatamento.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2013.



ENXURRADA

Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado do Maranhão de 1991 a 2012



**S**egundo 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. (BRASIL, 2012, p. 73).

São diversas as definições utilizadas para o termo enxurrada. Em inglês, o termo *flash flood* é amplamente empregado para nomear as enxurradas (KOBINYAMA; GOERL, 2007). Já em espanhol, geralmente, utiliza-se o termo *avenidas súbitas*, *avenidas repentinhas*, *avenidas*, *crecidas repentinhas*, *inundaciones súbitas* (MORALES et al., 2006; SALINAS; ESPIONOSA, 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; KOBINYAMA; FRANK, 2009; TAVARES, 2008; GOERL; KOBINYAMA, 2005; MARCELINO; GOERL; RUDORFF, 2004).

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

Além dos diversos termos, várias 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, quando ocorrem em áreas urbanas, elas 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

Quadro 4: Termos e definições propostos para as enxurradas

Termo	Autor	Definição
<i>Flash flood</i>	National Disaster Education Coalititon (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 têm um inacreditável potencial de destruição. Elas são produzidas por intensas chuvas sobre uma pequena área.

Fonte: Goerl e Kobiyama (2005)

mais consenso entre os diversos autores/pesquisadores. Montz e Grunfest (2002) enumeram os seguintes atributos das enxurradas: ocorrem de maneira súbita, com pouco tempo de alerta; seu deslocamento é rápido e violento, resultando em muitas perdas de vida e em danos à infraestrutura e às propriedades; sua área de ocorrência é pequena; 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 ocorrer 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; COLLIS-CHOON, 2006; SUN; ZHANG; CHENG, 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, sendo que sua distinção 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 os órgãos governamentais ligados à temática dos desastres naturais. A maior parte dos sistemas alertas atuais está focado 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 km<sup>2</sup>.

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 deve 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 do nível dos rios. Contudo, essas características indicam os locais mais susceptíveis a sua ocorrência, podendo ocorrer em qualquer local.

O Estado do Maranhão possui **154 registros oficiais** de enxurradas severas caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 3 apresenta a distribuição espacial destas ocorrências no território maranhense.

Observa-se no Mapa 3 que todas as mesorregiões registraram pelo menos um evento de enxurrada severa. A mesorregião menos afetada foi a Sul Maranhense, com apenas 6% dos registros. As demais mesorregiões foram afetadas de maneira semelhante, registrando cada região, aproximadamente 22% dos desastres de enxurrada, com destaque para ao Leste Maranhense, com 26%. Além disso, é possível notar no Mapa 3 que os municípios mais afetados estão dispersos no estado, estando os mesmos situados em regiões de diferentes regimes climáticos e hidrometeorológicos.

Timon, situado na Mesorregião Leste Maranhense, apresentou a maior quantidade de registros: cinco enxurradas. Os municípios de Arame, Igapé Grande, Pedreiras, Mirador, Arari, Açaílândia, e Imperatriz registraram três eventos cada. Os demais municípios atingidos registraram um e dois enxurradas.

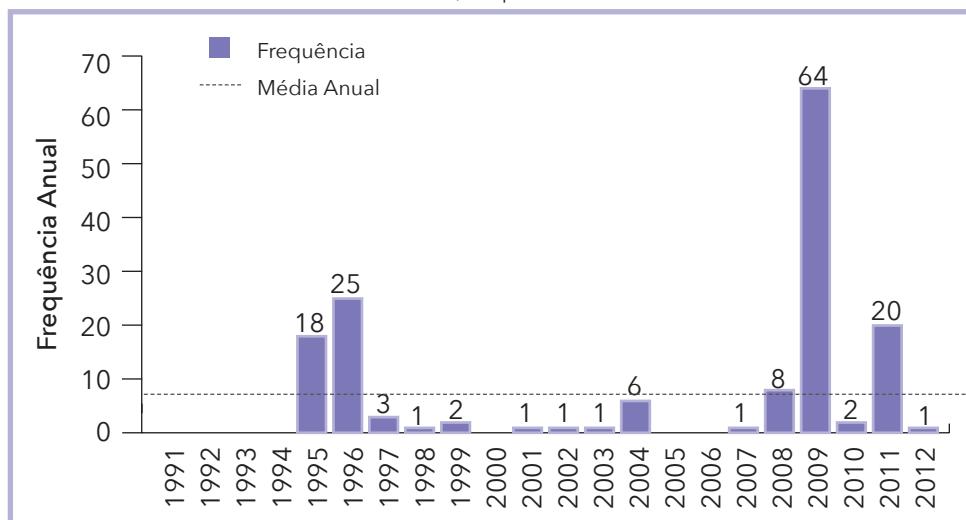
O Município de Timon ocupa a quarta posição em termos de população no Estado do Maranhão, com aproximadamente 155 mil habitantes. Dentre os outros municípios com maior frequência (três enxurradas), apenas Imperatriz e Açaílândia possuem mais de 100 mil habitantes, enquanto os demais possuem menos de 40 mil (IBGE, 2011). Isso evidencia que não apenas os condicionantes antrópicos (população) estão associados a ocorrências de desastres, mas também condicionantes físicos, pois nem sempre os municípios mais populosos apresentam maior frequência de eventos registrados.

O Gráfico 4 apresenta a frequência anual de enxurradas registradas entre 1991 e 2012. Nos primeiros anos (1991-2001) observam-se dois com

mais frequência, 1995 e 1996. Após os eventos de 1996, há uma drástica redução das enxurradas, até 2009, quando foram registrados 64 eventos. Além desses, destaca-se também o ano de 2011, com 20 registros. Observa-se que os anos com maior frequência são excepcionais, pois a maior parte dos anos ficou abaixo da média anual.

No ano de 2009, os elevados índices pluviométricos estão relacionados com posicionamento favorável da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e, no setor Centro-Sul do estado, estão ligados ao posicionamento favorável de Vórtices Ciclônicos de ar superior nas faixas entre o Oceano Atlântico e a Costa Leste da Região Nordeste do Brasil. As duas conjunturas atmosféricas estiveram associadas também com a combinação de muito calor e muita umidade sobre o Estado do Maranhão, aliadas, ainda, com a atuação do fenômeno *La Niña*. No ano de 2009, o total pluviométrico médio acumulado no Estado do Maranhão foi de 2.249,08 mm, distribuídos em 141 dias com chuva. Essa característica também pode observada no ano de 1996, que foi o segundo ano com o maior número de ocorrências de desastres.

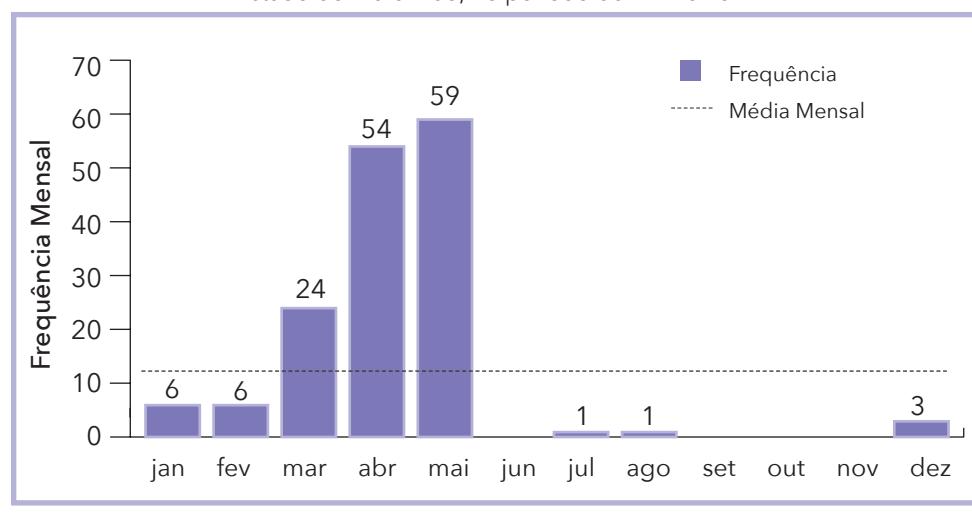
Gráfico 4: Frequência anual de desastres por enxurrada no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Em relação à frequência mensal, os meses de março, abril e maio se destacam, concentrando aproximadamente 89% de todos os registros (Gráfico 5). Nota-se uma reduzida frequência de eventos nos meses de inverno e primavera. O elevado número de eventos em abril e maio está associado principalmente aos anos de 1996 e 2009.

O clima do Estado do Maranhão é influenciado principalmente pelos sistemas meteorológicos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Linhas de Instabilidade, que caracteriza uma região de grande variabilidade nos índices pluviométricos. A porção oeste do nordeste brasileiro, onde se insere o Estado do Maranhão, tem sua estação chuvosa ocorrente nos meses de dezembro a maio (SEMA, 2011).

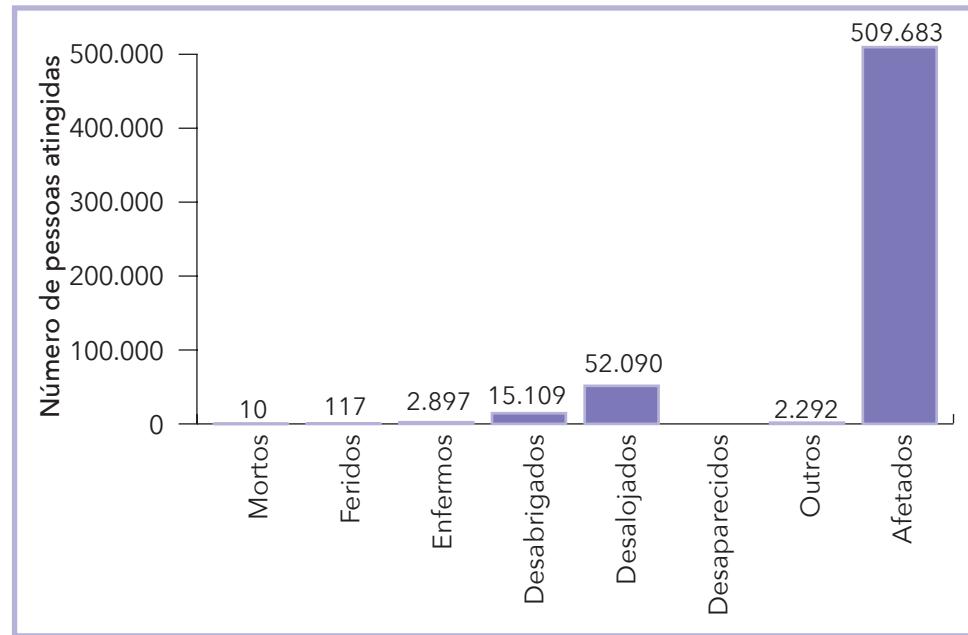
Gráfico 5: Frequência mensal de desastres por enxurrada no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Os 154 eventos de enxurradas afetaram mais de 500 mil pessoas, deixando 52 mil desabrigados, 15 mil desalojados e ocasionando 13 falecimentos. 39% dos afetados estão associados a apenas um evento, ocorrido no ano de 2012, em Imperatriz. Em relação aos desabrigados e desalojados nenhum município apresentou valores representativos. Dos 13 falecimentos registrados, sete ocorreram no Município de Santa Luzia, no evento de 2009.

Gráfico 6: Danos humanos causados por desastres de enxurrada no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

A Tabela 8 apresenta os dez municípios que apresentaram o maior número de afetados por evento. O evento de 2012, em Imperatriz, afetou 80% da população, indicando a severidade do evento. Os demais municípios, exceto Divinópolis, foram afetados pelo evento de 2009. Vargem Grande teve 25% de sua população afetada e Grajaú 19%. Já Mirador, o quinto mais atingido, teve 57% de seus habitantes afetados.

Em relação ao número de mortos, a Tabela 9 apresenta os falecimentos registrados pelos municípios do estado. Santa Luzia descreve no relatório de danos uma chuva de 101 mm, em 15 horas, resultando numa severa enxurrada que ocasionou o óbito de sete habitantes. Imperatriz, que foi o município com mais afetados ao longo dos 22 anos, também registrou uma morte, e consta no relatório de danos: "Enchentes repentinas, com a subida do Rio Tocantins, represando a desembocadura das microbacias do município, devido às fortes chuvas que caem na região." (BRASIL, 2013).

Tabela 8: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Desalojados	Enfermos	Afetados
2012	Imperatriz	Oeste Maranhense	-	8	-	200.000
2009	Vargem Grande	Norte Maranhense	953	1.656	-	12.610
2009	Grajaú	Centro Maranhense	139	435	-	12.207
2009	Balsas	Sul Maranhense	-	1.326	-	11.856
2009	Mirador	Leste Maranhense	54	121	-	11.605
2009	Buriticupu	Oeste Maranhense	415	661	-	10.156
2009	Arame	Centro Maranhense	-	1.248	-	9.571
2009	Icatu	Norte Maranhense	-	2.404	-	9.071
2009	Zé Doca	Oeste Maranhense	-	216	-	8.900
2010	Divinópolis	Oeste Maranhense	-	-	-	8.350

Fonte: Brasil (2013)

Tabela 9: Mortes relacionadas aos eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Desabrigados	Desalojados	Mortos	Afetados
2009	Santa Luzia	918	1.242	7	1.147
2012	Imperatriz	-	8	1	200.000
2009	Aldeias Altas	32	12	1	5.993
2009	Coelho Neto	750	3.040	1	788

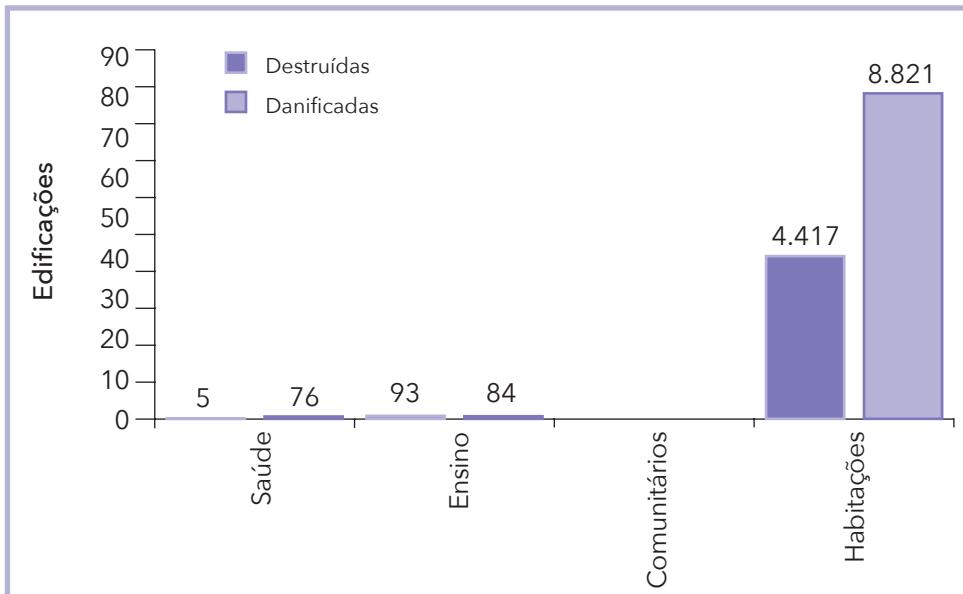
Fonte: Brasil (2013)

Nota-se que uma conjuntura de fatores contribui para a severidade de uma enxurrada. Não se pode, assim, analisar a precipitação, relevo e fatores antrópicos de maneira isolada.

Como a sociedade, ao longo da sua história, procurou se estabelecer preferencialmente próximo aos rios e cursos de água, os eventos de enxurrada ocasionam um elevado número de habitações destruídas e danificadas (Gráfico 7). Contudo, diferente dos afetados, onde a maioria esteve associada a apenas um município, os danos materiais representam principalmente o somatório dos eventos ocorridos em 2009 nos diversos municípios. Os principais municípios em relação aos danos materiais foram justamente atingidos pelas enxurradas de 2009 (Tabela 10). Destaca-se Coelho Neto, com 752 edificações destruídas, das quais 750 são habitações.

As enxurradas estão associadas a chuvas intensas em bacias hidrográficas declivosas. Contudo, elas podem ocorrer em qualquer lugar.

Gráfico 7: Estruturas destruídas e danificadas pelas enxurradas no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Tabela 10: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012)

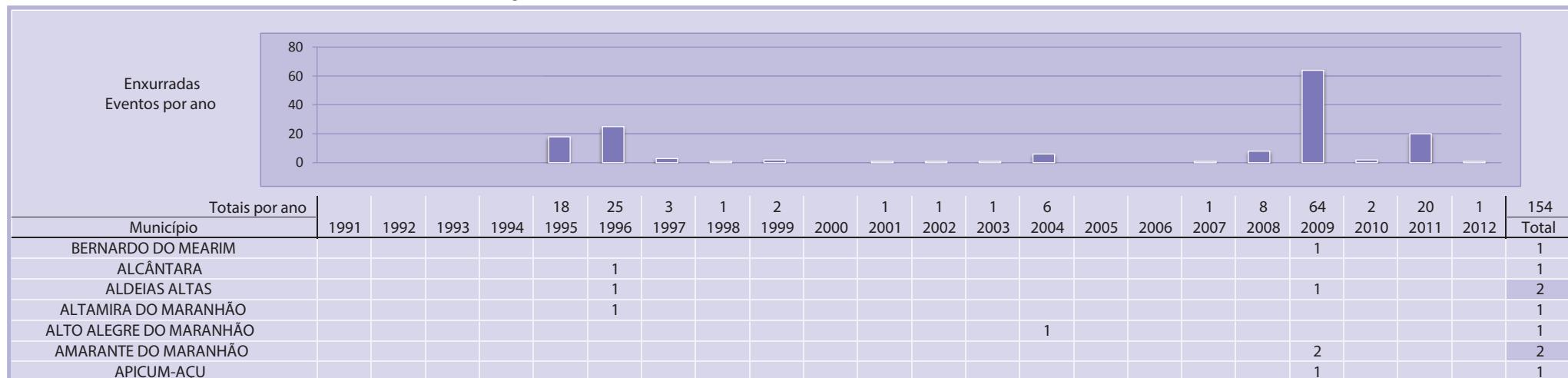
Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2009	Coelho Neto	Leste Maranhense	752	4	756
2009	Apicum-Açu	Norte Maranhense	67	552	619
2009	Vargem Grande	Norte Maranhense	181	322	503
2009	Icatu	Norte Maranhense	183	289	472
2009	Marajá do Sena	Oeste Maranhense	112	353	465

Fonte: Brasil (2013)

No território maranhense sua ocorrência foi registrada em todas as mesorregiões, mesmo naquelas que se caracterizam por possuírem déficit hídrico ou chuvas irregulares. Assim, independente da região, todos os municípios devem estar preparados para esses desastres súbitos que vêm causando cada vez mais danos à sociedade.

O Infográfico 2 apresenta uma síntese dos registros de enxurrada no Estado do Maranhão ao longo desses 22 anos.

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Maranhão



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Maranhão

ARAGUANÃ				1							1
ARAME		1							2		3
BACABAL		1	1								2
BACURI			1							1	2
BALSAS						1				1	2
BARÃO DE GRAJAÚ									1		1
BELA VISTA DO MARANHÃO										1	1
BENEDITO LEITE								1			1
BOM JESUS DAS SELVAS								1			1
BURITI BRAVO							1				1
BURITICUPU								1			1
CAJARI			1								1
CAMPESTRE DO MARANHÃO								1			1
CANTANHEDE										1	1
CAPINZAL DO NORTE								1			1
CAXIAS		1									1
CENTRO NOVO DO MARANHÃO										1	1
COELHO NETO			1						1		2
COLINAS									1		2
COROATÁ		1									1
DAVINÓPOLIS										1	1
DOM PEDRO									1		2
DUQUE BACELAR		1	1								2
ESPERANTINÓPOLIS		1							1		2
ESTREITO									1		1
FEIRA NOVA DO MARANHÃO						1					1
FERNANDO FALCÃO									1		1
FORMOSA DA SERRA NEGRA							1				1
FORTUNA									1		1
GODOFREDO VIANA			1								1
GOVERNADOR NUNES FREIRE										1	1
GRAJAÚ									1		1
GUIMARÃES									1		1
ICATU								1	1		2
ITAIPAVA DO GRAJAÚ									1		1
ITAPECURU MIRIM										1	1
ITINGA DO MARANHÃO										2	2
JATOBÁ								1	1		2
JOSELÂNDIA		1									1
LAGO DA PEDRA									2		2
LAGO DO JUNCO									1		2
LAGO DOS RODRIGUES									1		1
LAGOA DO MATO									1		1
LAJEADO NOVO									1		1
MARAJÁ DO SENA									1		1
MATÔES									1		1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Maranhão

MIRANDA DO NORTE									1	1
MONÇÃO			1							1
MONTES ALTOS								1		1
PAÇO DO LUMIAR								1		1
PALMEIRÂNDIA		1								1
PARAIBANO		1						1		2
PARNARAMA							1			1
PASSAGEM FRANCA								1	1	2
PASTOS BONS		1								1
PAULO RAMOS	1							1		2
PEDRO DO ROSÁRIO								1		1
PENALVA		1								1
PERI MIRIM							1			1
PERITORÓ								1		1
PINDARÉ-MIRIM		1								1
PIO XII								1		1
PIRAPemas									1	1
PORTO FRANCO							1			1
PRESIDENTE DUTRA	1									1
PRESIDENTE JUSCELINO								1		1
PRESIDENTE VARGAS							1	1		2
PRIMEIRA CRUZ		1								1
RAPOSA							1			1
RIACHÃO								1		1
ROSÁRIO	1									1
SANTA FILOMENA DO MARANHÃO								1		1
SANTA HELENA		1								1
SANTA LUZIA								1		1
SANTA LUZIA DO PARUÁ		1				1				2
SANTA QUITÉRIA DO MARANHÃO	1						1			2
SÃO BERNARDO	1	1								2
SÃO FÉLIX DE BALSAS								1		1
SÃO FRANCISCO DO BREJÃO								1		1
SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO		1								1
SÃO JOÃO DO SOTER								1		1
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR								1		1
SÃO JOSÉ DOS BÁSILIOS									1	1
SÃO LUÍS								1		1
SÃO LUÍS GONZAGA DO MARANHÃO		1								1
SÃO PEDRO DA ÁGUA BRANCA							1			1
SÃO RAIMUNDO DO DOCA BEZERRA								1		1
SÍTIO NOVO								1		1
SUCUPIRA DO RIACHÃO								1		1
TASSO FRAGOSO		1								1
TRIZIDELA DO VALE			1	1						2
TUNTUM		1						1		2

Fonte: Brasil (2013)

Info gráfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Maranhão

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.

BORGA, M. et al. Realtime guidance for flash flood risk management.  
**FLOODSite**, T16-08-02, D16\_1, v. 2, p. 1, 84 p. may. 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: 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.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 261 p.

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.

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.

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. 5.411-5.418.

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](http://www.meted.ucar.edu/communities/hazwarnsys/haz_fflood.php)>. Acesso em: 20 abr. 2013.

PINHEIRO, A. Enchente e inundaçāo. In: SANTOS, R. F. (Org.).

**Vulnerabilidade ambiental:** desastres naturais ou fenômenos induzidos. Brasília: MMA, 2007. p. 95-106.

REIS, P. E. et al. 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.

SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Plano estadual de prevenção e controle do desmatamento e queimadas no Maranhão – PPCD-MA**. Maranhão: Governo do Estado do Maranhão, 2011. Disponível em: <<http://www.sema.ma.gov.br/pdf/Plano%20Estadual%20de%20Combate%20ao%20Desmatamento.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2013.

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 dos 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.

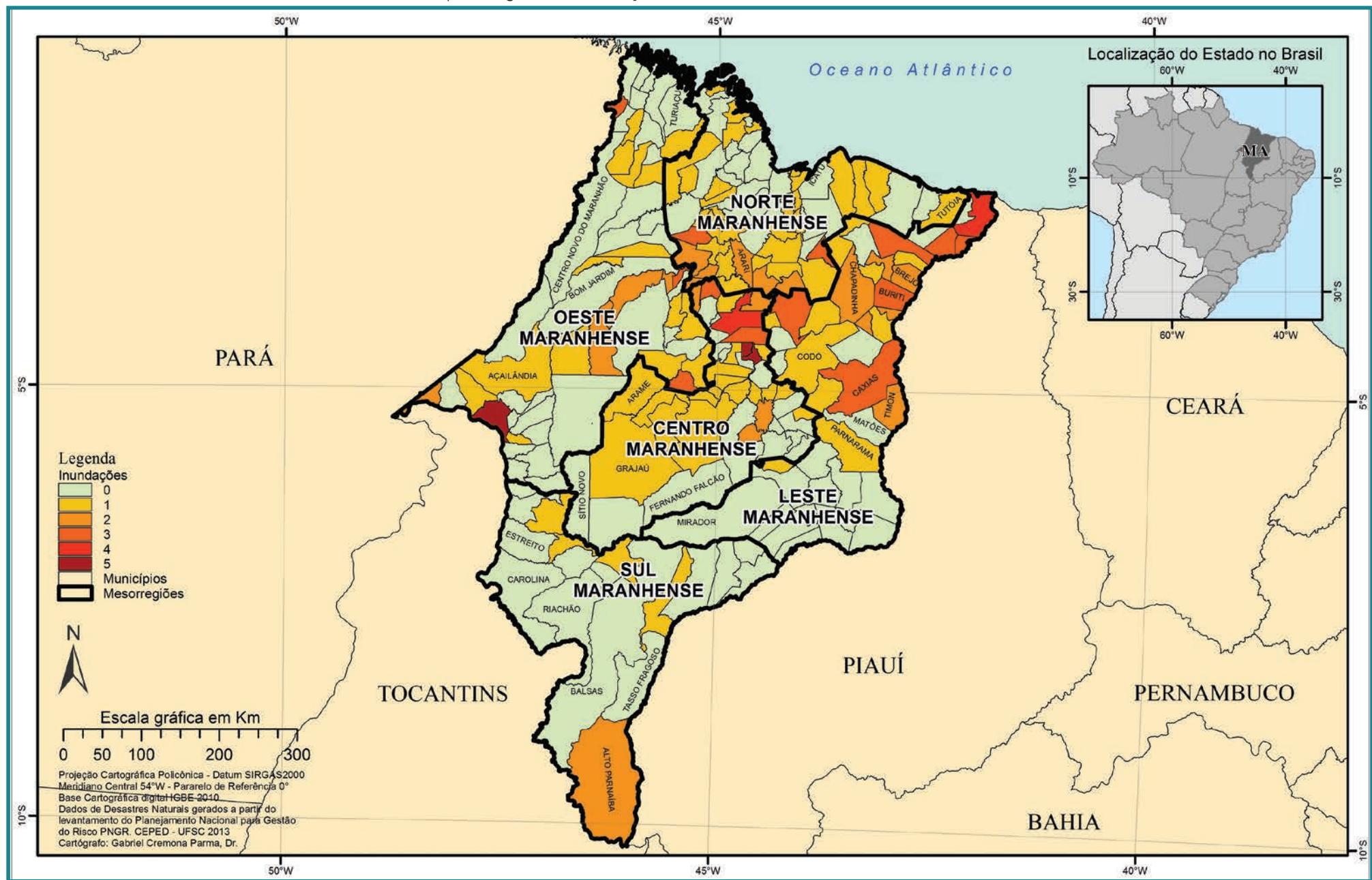
TAVARES, J. P. N. Enchentes repentinas na cidade de Belém-PA: condições climáticas associadas e impactos sociais no ano de 1987. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 28, p. 1-6, 2008.

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



INUNDAÇÃO

Mapa 4: Registros de inundações no Estado do Maranhão de 1991 a 2012



**A**s 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. (BRASIL, 2012, p. 73)

Gontijo (2007) define as enchentes como fenômenos temporários que correspondem à ocorrência de vazões elevadas num curso de água, com eventual inundaçāo 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 depois escoarem 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 inundaçāo é denominado *flood* ou *flooding*. No Quadro 5, podem ser observadas 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 permanecem secas, ou seja, na planície de inundaçāo. Geralmente são provocadas por intensas e persistentes chuvas e a elevação das águas ocorre gradualmente. Devido a essa elevação gradual das águas, a ocorrência de mortes é menor do que durante uma inundaçāo brusca. Contudo, devido à 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 inundaçāo de dois ou mais acres de uma terra normalmente ou de duas ou mais propriedades (uma das quais é a sua propriedade), proveniente da inundaçāo de águas continentais ou oceânicas.
Flood	National Disaster Education Coalition (2004)	Inundações ocorrem nas chamadas planícies de inundaçāo, quando prolongada precipitação 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 inundaçāo 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)	Inundaçāo 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 inundaçāo.
Inundações Ribeirinhas	Tucci e Bertoni (2003)	Quando a precipitação 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 Thecnology Assessment (1980)	Uma inundaçāo 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

Figura 3: Município de Pedreiras



Fonte: COMDEC de Pedreiras – MA (MARANHÃO, 2013a)

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; WIRTZ; GUHA-SAPIR, 2009). No entanto, antes de serem desastres, 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 Maranhão foram registrados **180 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 maranhense. A mesorregião mais afetada é a Norte Maranhense, que possui um total de 47 registros e representa 26% das ocorrências de desastres no estado.

De acordo com o Mapa 4, os municípios mais atingidos por inundações extremas recorrentes foram: Pedreiras e Trizidela do Vale, situados no Centro Maranhense, e Imperatriz, situado no Oeste Maranhense. Cada um dos três municípios registraram cinco ocorrências. Araioses, no Centro Maranhense, e Bacabal, no Leste, registraram quatro ocorrências cada. Os municípios com três registros foram: Boa Vista do Gurupi, Buriti, Caxias, Caroatá, Lagoa Grande do Maranhão, Magalhães de Almeida, Nina Rodrigues, Penalva, Pindaré-Mirim, Pio XII, Santa Quitéria do Maranhão, São Bernardo e São Luís Gonzaga do Maranhão. Nos demais municípios atingidos foram registrados uma ou duas ocorrências de inundações.

Os anos das inundações severas registrados no período de 1991 a 2012 são apresentados no Gráfico 8. Observa-se que os registros disponí-

veis no Estado do Maranhão sugerem que as inundações passaram a ser registradas oficialmente a partir da década de 2000.

O ano de 2009 se destaca com 82 registros. Nesse ano, de acordo com CPTEC/INPE (ESTABELECIDA..., 2009), o mês de abril foi marcado pelo excesso de chuva na maior parte das regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde a elevação do nível dos rios causou inundações. No Nordeste, o setor norte do Estado do Maranhão foi uma das áreas mais afetadas pelos sistemas que favoreceram as chuvas intensas: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a formação de Linhas de Instabilidade (LIs) ao longo da costa, e a propagação de cavados na média e alta troposfera.

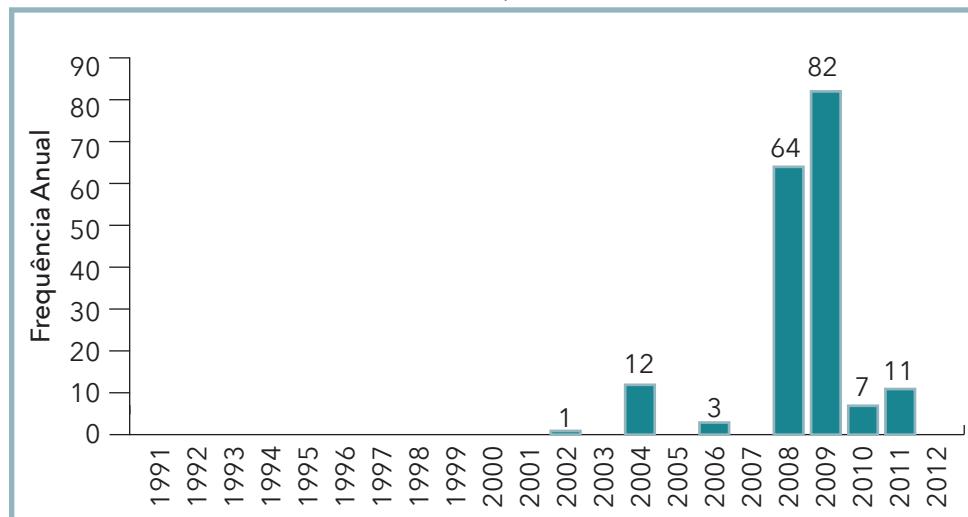
Em 2008, foram 64 registros de inundações. A atuação conjunta de vários sistemas meteorológicos contribuiu para a ocorrência de chuvas acima da média histórica em grande parte da Região Nordeste do Brasil, especialmente no Maranhão, em que o mês de março foi considerado um dos mais chuvosos dos últimos 47 anos, conforme boletim de informações climáticas do CPTEC/INPE (CHUVAS..., 2008).

Os demais anos com ocorrências apresentam números inferiores de eventos. Verifica-se, portanto, que não há uma frequência anual de registros de desastres no estado, uma vez que existem muitas lacunas (Gráfico 8). Embora sejam poucos os registros entre os anos de 1991 e 2012, não significa que não tenham ocorrido outros desastres associados a inundações no Estado do Maranhão, neste período.

A partir dos dados apresentados no Gráfico 9 é possível observar a frequência mensal de todos os registros de inundações no estado. Verifica-se uma recorrência dos desastres entre os meses de janeiro a maio. Esse período insere-se na estação chuvosa do estado, que ocorre de dezembro a maio (MARANHÃO, 2011).

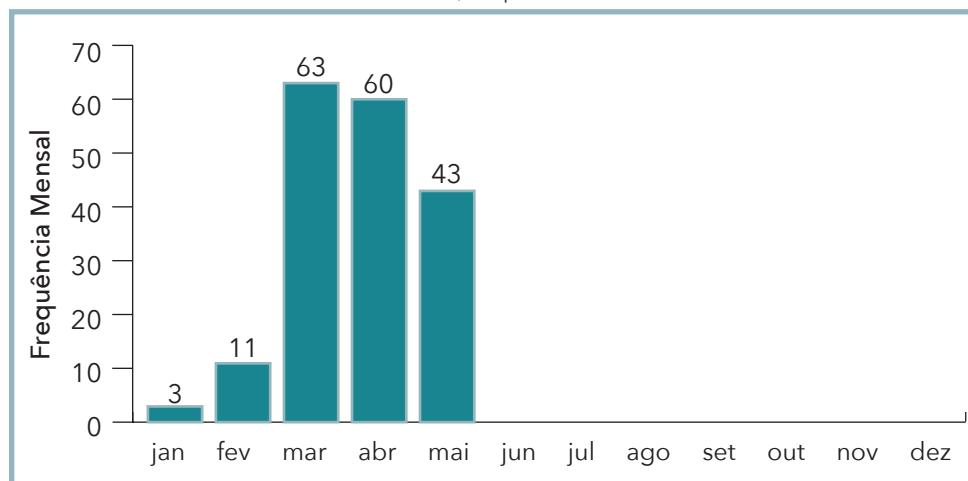
Os meses de verão e outono representam 43% e 57%, respectivamente, do total de registros. O mês de março foi o mais afetado ao longo do período em análise, com 63 registros. Das ocorrências desse mês, 54 correspondem aos eventos de inundações ocorridos no ano de 2008, que atingiram municípios de todas as mesorregiões do estado, com exceção da Sul Maranhense. O elevado número de registros nos meses de abril e maio corresponde às inundações do ano de 2009, que totalizam 40 ocorrências no mês de abril e 40 no mês de maio.

Gráfico 8: Frequência anual de desastres por inundações no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 9: Frequência mensal de desastres por inundações no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



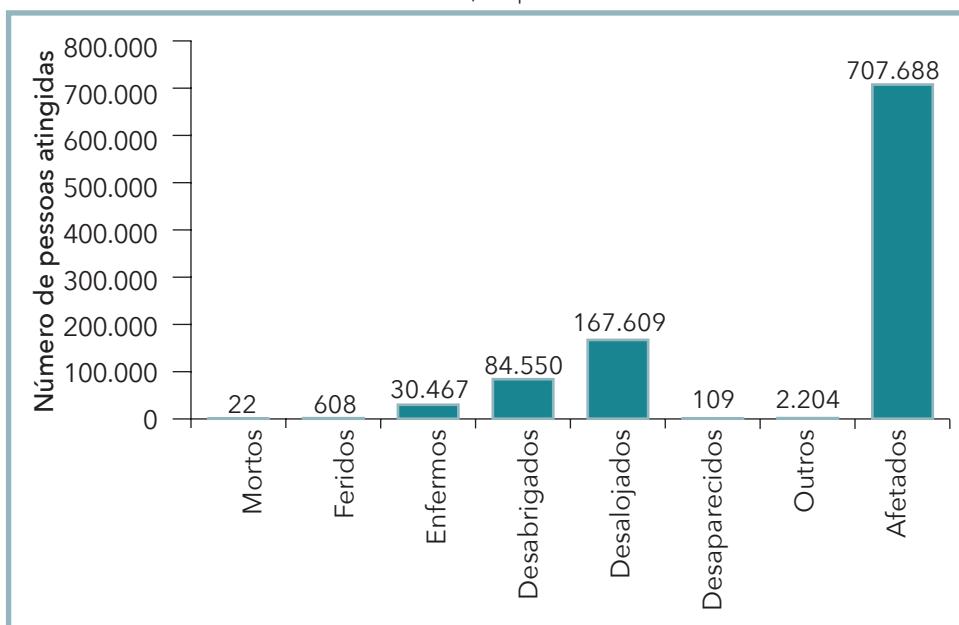
Fonte: Brasil (2013)

O Estado do Maranhão caracteriza-se como uma região de grande variabilidade nos índices pluviométricos, devido à influência, principalmente, dos sistemas meteorológicos representados pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e pelas Linhas de Instabilidade.

As precipitações prolongadas durante o período chuvoso podem originar consequências negativas para 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 10. Verificam-se mais de 700 mil pessoas afetadas ao longo dos anos analisados. No período de 1991 a 2012, foram registrados, oficialmente, 22 mortos, 608 feridos, 30.467 enfermos, 84.550 desabrigados, 167.609 desalojados, 109 desaparecidos e 2.204 pessoas atingidas por outros tipos de danos.

O número expressivo de afetados pelas inundações pode ser reflexo da elevada densidade demográfica de algumas cidades, principalmente

Gráfico 10: Danos humanos causados por desastres de inundações no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

junto às margens de rios. Destacam-se as bacias hidrográficas dos rios Mearim e Itapecuru, que cortam as áreas de maior densidade demográfica do estado, segundo o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Com relação aos danos relacionados a desabrigados, mortos e afetados, a Tabela 11 apresenta os municípios mais atingidos, com os respectivos anos das inundações e os totais de danos em número de pessoas. O Município de Imperatriz registrou, na inundação de março de 2011, o total de 102.000 afetados e 275 desabrigados. Esse evento extremo atingiu áreas do setor urbano e rural, com a inundação do Rio Tocantins e de outros cursos d'água que banham o território. O mesmo município registrou danos humanos relevantes na inundação de maio de 2009, com 1.207 pessoas desabrigadas e 15.281 afetadas. Nesse evento, as chuvas provocaram o aumento do nível do Rio Tocantins e de seus afluentes em 11 metros acima do normal, de acordo com o documento oficial.

Inundações ocorridas em Caxias, Bacabal, Trizidela do Vale e Pedreiras resultaram em óbitos, além de gerar desabrigados e afetados, conforme ilustra a Tabela 11. Há municípios que não estão entre os mais afetados, mas que apresentaram, no entanto, registros de óbitos consideráveis por inundações, como Anapurus, com três mortes, e Viana, com duas mortes, nas inundações de maio de 2009, e Imperatriz, com duas mortes, no evento de janeiro de 2002.

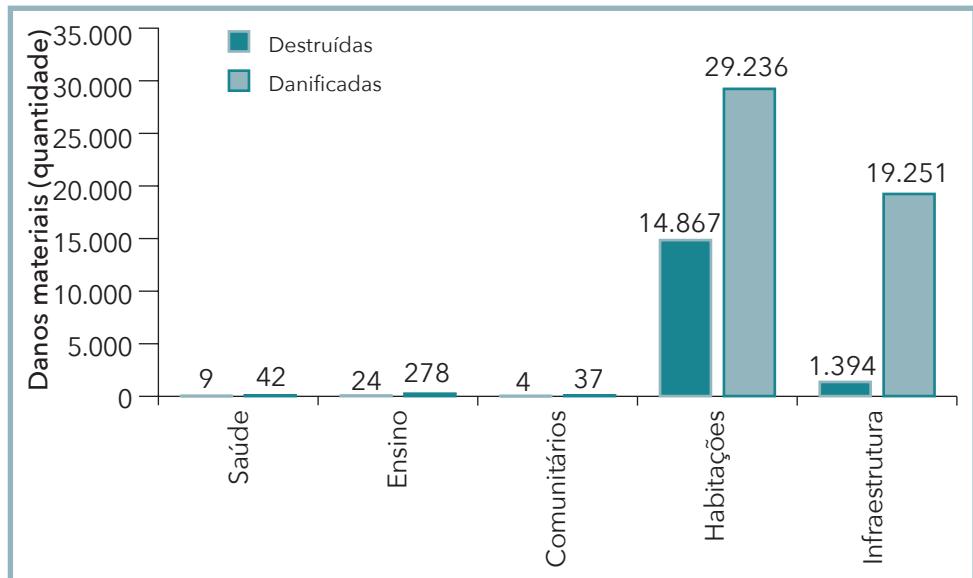
Tabela 11: Os municípios mais severamente atingidos no Estado do Maranhão (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Afetados
2011	Imperatriz	Oeste Maranhense	275	-	102.000
2008	Grajaú	Centro Maranhense	20	-	36.850
2008	Paço Do Lumiar	Norte Maranhense	410	-	25.000
2009	Caxias	Leste Maranhense	2.217	2	20.336
2009	Bacabal	Centro Maranhense	4.775	1	19.575
2009	Trizidela Do Vale	Centro Maranhense	3.184	3	17.427
2009	Itapecuru Mirim	Norte Maranhense	1.175	-	16.832
2009	Imperatriz	Oeste Maranhense	1.207	-	15.281
2009	Pedreiras	Centro Maranhense	4.641	3	14.688
2009	Timbiras	Leste Maranhense	366	-	13.856

Fonte: Brasil (2013)

Com relação aos danos materiais, o Estado do Maranhão apresenta 65.142 registros de construções e sistemas de infraestrutura atingidos pelas inundações, entre os anos de 1991 e 2012. Observa-se no Gráfico 11 que os danos relativos às habitações prevalecem sobre os demais, com o total de 29.236 danificados e 14.867 destruídos. Na sequência, os sistemas de infraestrutura que registraram um total de 19.251 danificadas e 1.394 destruídas.

Gráfico 11: Danos materiais causados por desastres de inundações no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Na Tabela 12 são apresentados os municípios afetados, com os danos materiais mais expressivos. É possível observar o quanto as inundações do ano de 2009 causaram danos à população maranhense.

O Município de Caxias apresenta-se como o mais afetado do Estado do Maranhão, segundo os documentos oficiais levantados, com o total de 14.809 estabelecimentos e estruturas destruídos e danificados, referente à inundação de abril de 2009. Nesse evento, bairros da zona urbana e povoados da zona rural foram atingidos com a elevação do nível do Rio Itapecuru,

Tabela 12: Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Total destruídas	Total danificadas	Total
2009	Caxias	Leste Maranhense	515	14.294	14.809
2009	Brejo	Leste Maranhense	269	3.665	3.934
2004	Alto Parnaíba	Sul Maranhense	1.995	104	2.099
2009	Pedreiras	Centro Maranhense	174	1.821	1.995
2009	Trizidela do Vale	Centro Maranhense	407	1.587	1.994
2009	Bacabal	Centro Maranhense	604	1.377	1.981
2009	Vitória do Mearim	Norte Maranhense	1.191	718	1.909
2009	Timbiras	Leste Maranhense	607	871	1.478
2009	Arari	Norte Maranhense	455	864	1.319
2002	Imperatriz	Oeste Maranhense	250	808	1.058

Fonte: Brasil (2013)

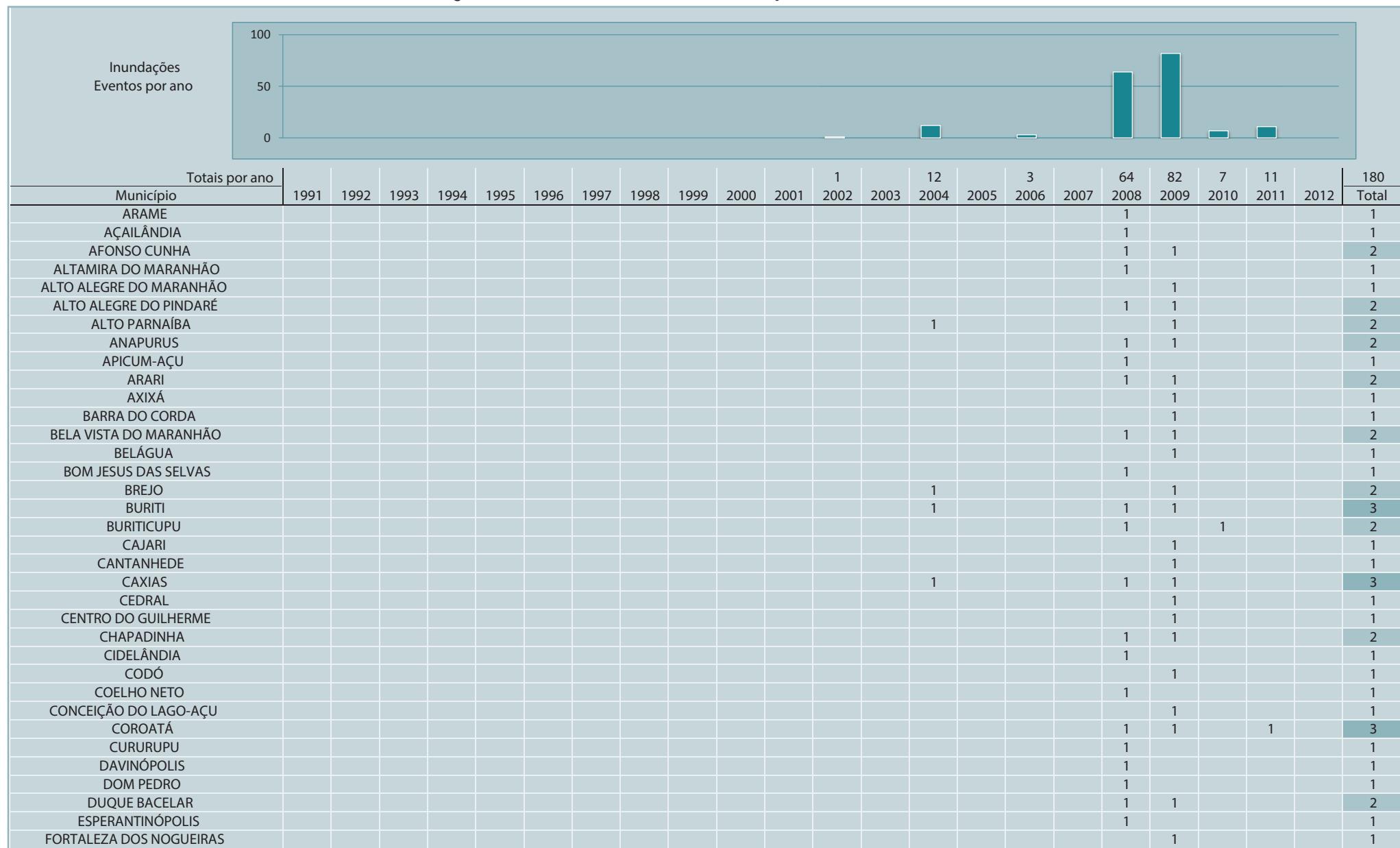
que superou em 7,5 metros a cota normal. O documento oficial descreve prejuízos econômicos obtidos no setor agrícola, assim como prejuízos sociais com danos no sistema de abastecimento de água e de coleta de esgoto e nos estabelecimentos de ensino.

No mesmo período, o Município de Brejo também teve sua área urbana e rural afetadas, com a inundação do Rio Parnaíba e seus afluentes. O total de danos materiais (3.934) refere-se a prejuízos econômicos correspondentes a perdas na criação de gado, de aves e agricultura, bem como danos na infraestrutura urbana e nos setores de saúde e ensino.

Os episódios de inundações, em geral, são recorrentes nas áreas urbanas, principalmente quando essas áreas apresentam ocupação desordenada em planícies de inundações. Dessa forma, as moradias e seus habitantes passam a ser alvo dos desastres naturais relacionados com o aumento do nível dos rios.

O acompanhamento da evolução diária das condições meteorológicas, assim como o monitoramento do nível dos rios, permite antecipar a possibilidade das ocorrências de inundações e, consequentemente, a minimização dos danos, tanto humanos quanto materiais. No entanto, essa 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 Maranhão



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado do Maranhão

GOVERNADOR ARCHER		1		1
GOVERNADOR NEWTON BELLO		1		1
GRAJAU		1		1
HUMBERTO DE CAMPOS		1		1
IGARAPÉ DO MEIO		1	1	2
IGARAPÉ GRANDE		1		1
ITAIPAVA DO GRAJAU		1		1
ITAPECURU MIRIM			1	1
JATOBÁ		1		1
JENIPAPO DOS VIEIRAS		1		1
JOSELÂNDIA			1	1
LAGO DA PEDRA		1		1
LAGO VERDE			1	1
LIMA CAMPOS			1	1
MARACAÇUMÉ				1
MARAJÁ DO SENA		1		1
MARANHÃOZINHO			1	1
MATA ROMA			1	1
MATINHA			1	1
MATÕES DO NORTE			1	2
MILAGRES DO MARANHÃO	1			1
MIRANDA DO NORTE			1	1
MIRINZAL			1	1
MONÇÃO			1	2
OLINDA NOVA DO MARANHÃO			1	1
PAÇO DO LUMIAR			1	1
PALMEIRÂNDIA			1	1
PARNARAMA			1	1
PIO XII		2	1	3
PIRAPEMAS			1	2
POÇÃO DE PEDRAS			1	1
PRESIDENTE DUTRA			2	2
PRESIDENTE JUSCELINO			1	1
PRESIDENTE SARNEY			1	1
PRIMEIRA CRUZ			1	1
RAPOSA			1	1
ROSÁRIO			1	1
SAMBAÍBA			1	1
SANTA FILOMENA DO MARANHÃO			2	2
SANTA HELENA			1	1
SANTA LUZIA DO PARUÁ		1		1
SANTA RITA			1	1
SANTO AMARO DO MARANHÃO			1	1
SÃO BENEDITO DO RIO PRETO			1	1
SÃO BENTO			1	1
SÃO JOÃO DO CARÚ			1	1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado do Maranhão

SÃO JOÃO DO PARAÍSO							1			1
SÃO JOÃO DO SOTER								1		1
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR							1			1
SÃO JOSÉ DOS BASÍLIOS								1		1
SÃO LUÍS GONZAGA DO MARANHÃO							1	1	1	3
SÃO MATEUS DO MARANHÃO						1		1		2
SÃO PEDRO DA ÁGUA BRANCA								1	1	2
SÃO PEDRO DOS CRENTES								1		1
SÃO RAIMUNDO DO DOCA BEZERRA							1			1
SÃO ROBERTO									1	1
SATUBINHA							1	1		2
SENADOR ALEXANDRE COSTA								1		1
TIMBIRAS								1		1
TIMON							1	1		2
TUFILÂNDIA							1	1		2
TURILÂNDIA								1		1
TUTÓIA							1			1
VARGEM GRANDE							1			1
VIANA								1		1
VITÓRIA DO MEARIM								1		1
VITORINO FREIRE								1		1
MAGALHÃES DE ALMEIDA					1			1	1	3
SANTA QUITÉRIA DO MARANHÃO					1			1	1	3
SÃO BERNARDO					1			1	1	3
NINA RODRIGUES								1	1	3
PENALVA								1	1	3
BOA VISTA DO GURUPI								1	1	1
LAGOA GRANDE DO MARANHÃO								1	1	3
PINDARÉ-MIRIM						1		1	1	3
BACABAL								1	1	4
ARAIOSES						1		1	2	4
PEDREIRAS							1	1	1	1
TRIZIDELA DO VALE							1	1	1	5
IMPERATRIZ					1	1		1	1	5

Fonte: Brasil (2013)

# Referências

- BELLOW, 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. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais**: 2011. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Brasília, DF: CENAD, 2012.
- 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. Secretaria de Gobernacion. **Inundaciones**. Serie Fascículos. México: CENAPRED, 2007, 56 p. Disponível em: <[http://www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasiculos/Fasc.\\_Inundaciones\\_2007\\_a.pdf](http://www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasiculos/Fasc._Inundaciones_2007_a.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- ESTABELECIDA uma situação de transição entre o episódio *La Niña* e um possível *El Niño*. **Infoclima**. Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 16, n. 5, maio 2009. Disponível em: <[http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf\\_infoclima/200905.pdf](http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200905.pdf)>. Acesso em: 25 maio 2013.

CHUVAS intensas no nordeste e escassas no sul do Brasil refletem a atuação do fenômeno *La Niña* no oceano pacífico. **Infoclima**. Boletim de Informações Climáticas, Brasília, DF, ano 15, n. 4, abr. 2008. Disponível em: <[http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf\\_infoclima/200804.pdf](http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200804.pdf)>. Acesso em: 25 maio 2013.

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. 1.527-1.530, 2002.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Consideração sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005. Disponível em: <[http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005\\_inunda%E7%F5es.pdf](http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005_inunda%E7%F5es.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2013.

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

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Maranhão: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=21&dados=0>>. Acesso em: 31 maio 2013.

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

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA). **Plano**

**estadual de prevenção e controle do desmatamento e queimadas no**

**Maranhão – PPCD-MA.** Maranhão: Governo do Estado do Maranhão, 2011.

Disponível em: <<http://www.sema.ma.gov.br/pdf/Plano%20Estadual%20de%20Combate%20ao%20Desmatamento.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

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 abr. 2013.

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 alagamento no Estado do Maranhão de 1991 a 2012

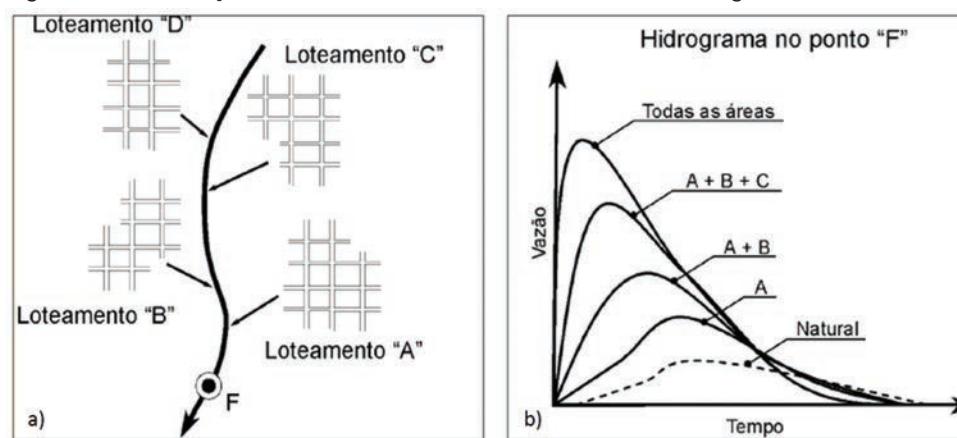


Segundo a Classificação e a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proposta em 2012, os alagamentos caracterizam-se pela “Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas [...]” (BRASIL, 2012, p. 73) 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.* 2007).

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 a jusante, aumentam, em várias ordens de magnitude, a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação e de alagamentos à jusante (CHOW; MAYS, 1988). Dessa forma, o rápido afastamento das águas propicia a combinação dos fenômenos de enxurradas e de alagamentos, principalmente em áreas urbanas accidentadas, como ocorre no Rio de Janeiro, em Belo Horizonte e em cidades serranas, o que torna os danos ainda mais severos (CASTRO, 2003).

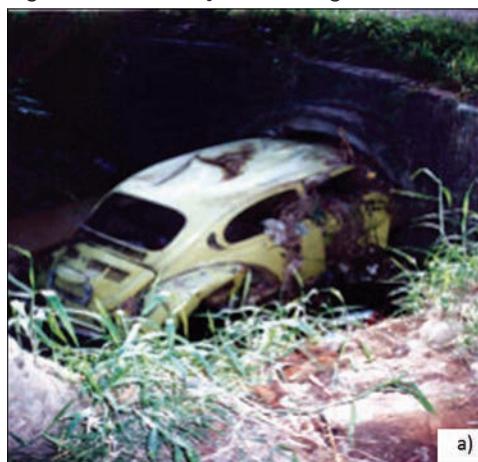
Os alagamentos são frequentes nas cidades mal planejadas ou que crescem explosivamente, já que a realização de obras de drenagem e de esgotamento de águas pluviais é deixada em segundo plano. Assim, os sistemas de drenagem são altamente impactados e se sobressaem como um dos problemas mais sensíveis causados pela urbanização sem plane-

Figura 4: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma

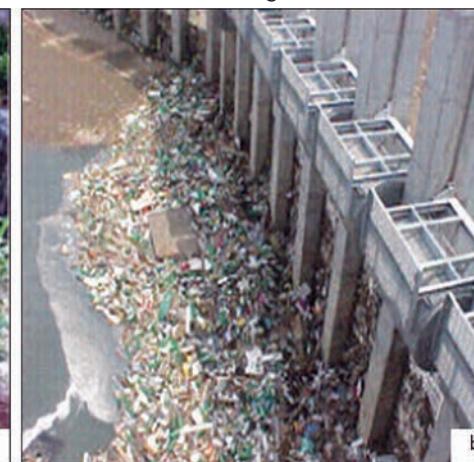


Fonte: Tucci (2007)

Figura 5: a) Obstrução à drenagem



b) Lixo retido na drenagem



Fonte: Tucci (2005)

jamento, ou seja, o que facilmente comprova a sua ineeficiência imediatamente após as precipitações significativas, com transtornos à população quando causa inundações e alagamentos (FUNASA, 2006).

A Figura 4 mostra como cada novo empreendimento que é aprovado aumenta a vazão e, consequentemente, a frequência da sua ocorrência. O aumento da impermeabilização gera maior volume escoado superficialmente. Como resposta, o município construiu um canal nos trechos que a drenagem inunda a cidade, o que apenas transfere para a jusante a nova inundação. Dessa forma, a população perde duas vezes: pelo aumento da inundação e pelo desperdício de recursos públicos (BRASIL, 2009).

Outro grande problema dos sistemas de drena-

gem está relacionado à própria gestão do saneamento. O carreamento de lixo e de sedimentos para as sarjetas, as bocas de lobo e para as galerias acaba obstruindo 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 dre-

nagem, com possibilidade de rompimento das tubulações. Essas condições, mesmo em 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), eles mostraram que as pessoas que vivem em áreas de risco percebem os eventos como uma ameaça, contudo não atribuem seus impactos a fatores sociais. Essa percepção é comum aos alagamentos, pois as pessoas costumam atribuir à força da natureza a inundação de suas moradias e não à 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 eles 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 desses dispositivos é facilmente perceptível nos dados divulgados pelo IBGE (2010), pois 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 da 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, Hespanhol e Cordeiro Netto (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, Pompéo (1999) 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. Essa postura exige que a drenagem e o controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceituadas em termos técnicos e gerenciais. Essa definição eleva o conceito de drenagem a

este: **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 às 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 de pessoas, bem como a limpeza das residências e das áreas de 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 de prejuízos à população.

## REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

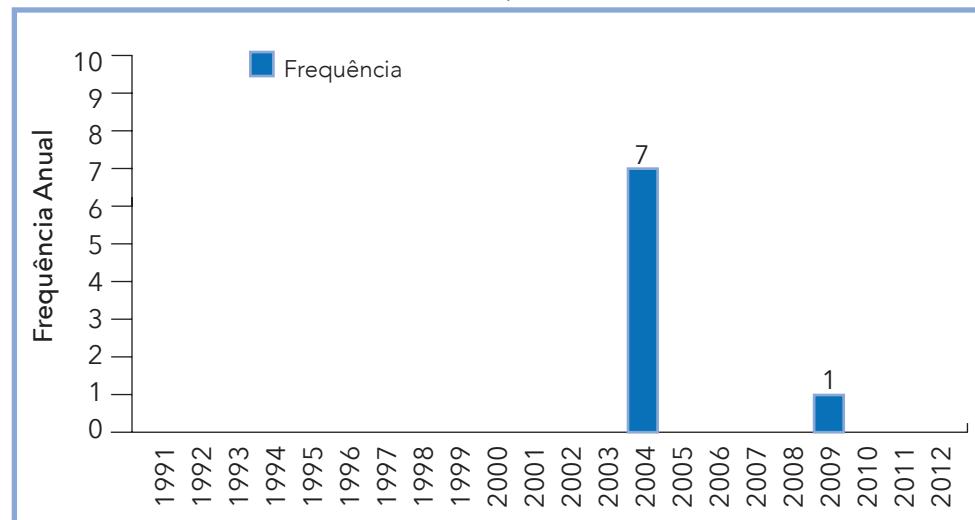
O Estado do Maranhão possui **oito registros oficiais** de alagamentos severos caracterizados como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 5 mostra a distribuição espacial desses registros no território estadual, com maioria dos desastres ocorrendo no Leste Maranhense. Os municípios atingidos foram Afonso Cunha, Coelho Neto, Duque Bacelar, Humberto de Campos, Nova Iorque, Parnarama, Pedreiras e Trizidela do Vale, com um desastre registrado em cada um.

Desses municípios, apenas Afonso Cunha e Nova Iorque tem menos de 20 mil habitantes, com a população de ambos não chegando a 10 mil habitantes. Isso evidencia que não apenas os condicionantes antrópicos (população) estão associados a ocorrências de desastres por alagamento, mas também condicionantes físicos, já que municípios pouco populosos foram atingidos por alagamentos severos.

Gráfico 12 apresenta a frequência anual de alagamentos registrados entre 1991 e 2012, cuja maior frequência é observada no ano de 2007.

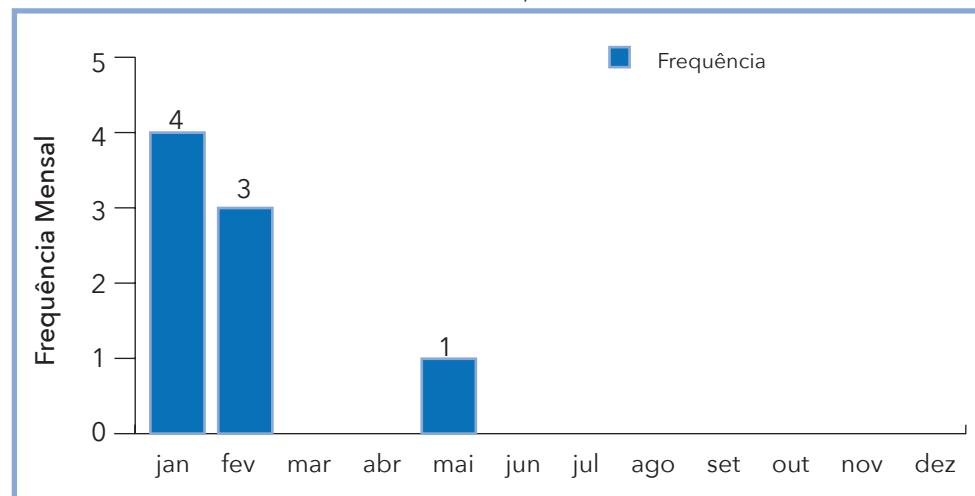
Em relação à distribuição mensal, observa-se que os desastres ocorreram em apenas três meses, atingindo o pico em janeiro. Todos os desastres de 2004 foram registrados em janeiro e fevereiro, ao passo que o registro de 2009 ocorreu em maio.

Gráfico 12: Frequência anual de desastres por alagamentos no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

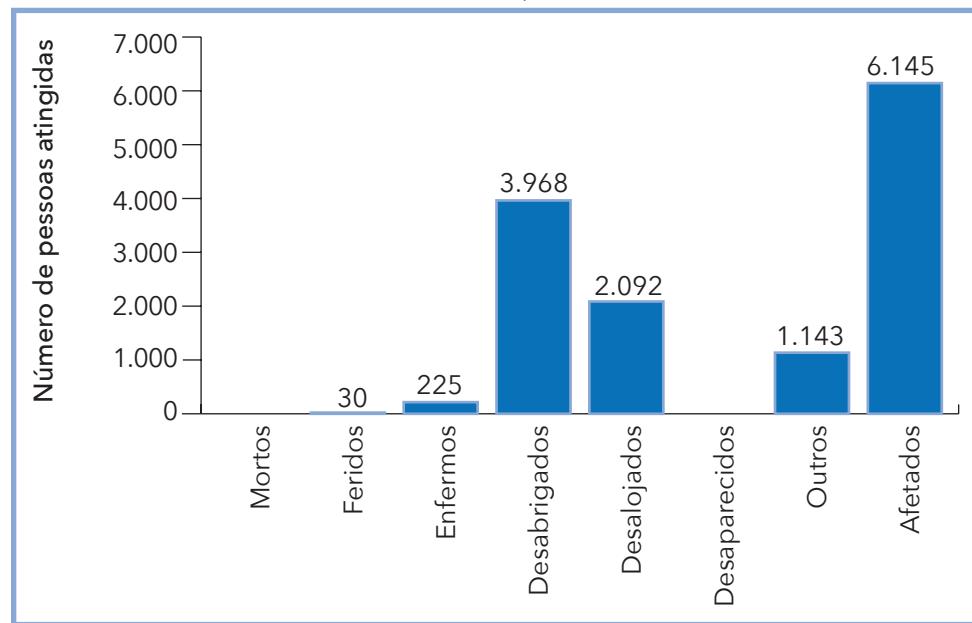
Gráfico 13: Frequência mensal de desastres por alagamentos no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Os alagamentos podem originar consequências negativas para as comunidades maranhenses. Reitera-se que esses eventos originam, de modo geral, poucos danos, já que a elevação do nível da água é relativamente baixa. Contudo, pode-se notar que mais de 6 mil pessoas foram afetadas, 2.092 pessoas desalojadas, 3.968 desabrigados e 30 ficaram feridas (Gráfico 14).

Gráfico 14: Danos humanos causados por desastres de alagamentos no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

A Tabela 13 apresenta os três municípios mais afetados com relação aos danos humanos, em que a cidade de Pedreira figura entre a mais atingida, com mais de 50% das pessoas afetadas por alagamento.

Como causa do desastre de Pedreiras, o registro cita as fortes chuvas que caíram sobre a cidade e na confluência dos rios Corda, Flores e Mearim. O mesmo documento cita como área atingida as zonas ribeirinhas, que possuem pouca infraestrutura. Observa-se que a descrição do desastre caracteriza inundações, que são fenômenos naturais e cíclicos dos cursos d'água. O

Tabela 13: Danos humanos relacionados aos eventos de alagamento (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Desalojados	Afetados
2004	Pedreiras	Centro Maranhense	1.800	900	3.615
2004	Trizidela do Vale	Centro Maranhense	975	450	1.905
2009	Humberto de Campos	Norte Maranhense	39	173	625

Fonte: Brasil (2013)

mesmo fato ocorreu com a identificação do desastre na maioria dos municípios, que citaram a enchente do Rio Parnaíba como causa dos alagamentos severos. Ressalta-se que a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba é a maior dentre as bacias maranhenses, com uma área de 66.449,09 km<sup>2</sup>, representando cerca de 20% da área total do Estado do Maranhão (UEMA, 2011).

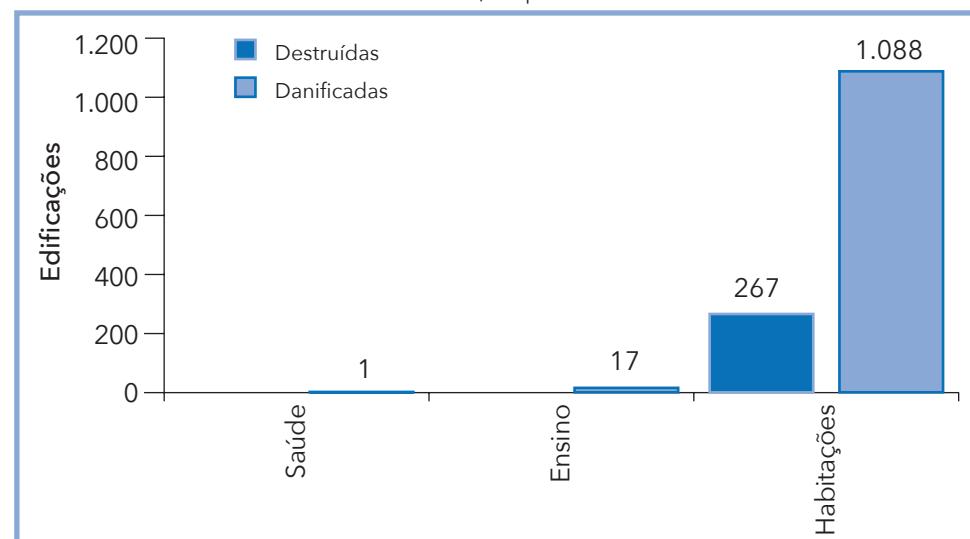
O registro errôneo dos desastres é muito comum, conforme foi explanado no capítulo de enxurradas. Reitera-se, no entanto, que o registro correto permite avaliar com maior clareza os fatos e as características reais que desencadearam determinado desastre. Os alagamentos, por exemplo, cujo nível da água é baixo, causam poucos danos e estão associados à dificuldade de escoamento da água, problema que é intensificado pela urbanização. As enxurradas são características em pequenas bacias com relevo acidentado, cujo escoamento da água possui alta energia, o que pode gerar danos importantes. Já nas inundações, o transbordamento dos rios ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície. Assim, os alagamentos registrados no Estado do Maranhão podem ser de fato, inundações, que são eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d'água.

O Gráfico 15 apresenta todos os prejuízos materiais registrados por alagamentos no Estado do Maranhão, no período analisado. Observa-se que as habitações são as unidades mais impactadas, o que é frequente nos casos de inundação, pois, historicamente, a sociedade procurou se estabelecer próximo aos rios e cursos de água. Assim, os eventos registrados como alagamentos ocasionaram 267 habitações destruídas e 1.088 danificadas.

A Tabela 14 apresenta os maiores danos materiais registrados pelos municípios. Pedreiras foi o mais atingido, com 551 edificações danificadas ou destruídas.

Ressalta-se que apesar de o Estado do Maranhão ter apenas oito desastres registrados, a ocorrência de alagamentos é cada vez mais frequente.

Gráfico 15: Quantificação dos danos materiais de alagamentos no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Tabela 14: Descrição danos materiais nos municípios afetados por alagamento no Estado do Maranhão (1991-2012)

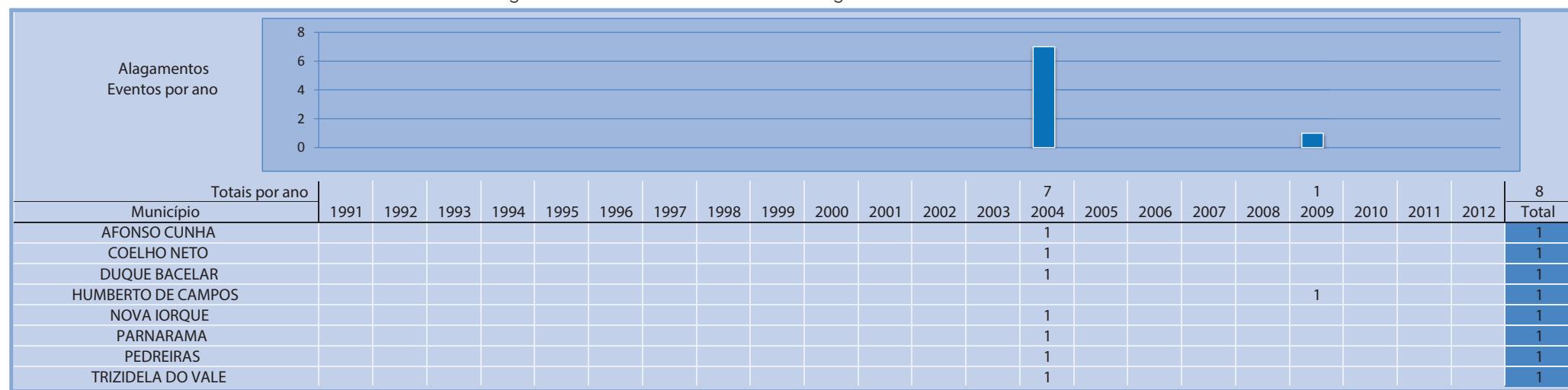
Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2004	Pedreiras	Centro Maranhense	150	401	551
2004	Trizidela do Vale	Centro Maranhense	55	455	510
2004	Duque Bacelar	Leste Maranhense	50	204	254

Fonte: Brasil (2013)

Embora não causem danos comparáveis a outros tipos de desastres naturais, esses fenômenos geram inúmeros transtornos à população atingida. As causas desse cenário estão principalmente relacionadas às condições espaciais da ocupação urbana e à gestão da drenagem no nível local. Assim, a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana nos municípios, aliada a outras medidas não estruturais, colabora para a redução dos alagamentos e, consequentemente, dos transtornos e desastres.

O Infográfico 4 apresenta um resumo dos registros oficiais de alagamentos ocorridos no Estado do Maranhão.

Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado do Maranhão



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 da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais**: 2011. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Brasília, DF: CENAD, 2012.

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, DF: Editora, 2009. 193 p. (Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos; v. 2).

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

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. 52 p.

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

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.

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

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, DF: 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](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, 2007.

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

UEMA – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. **Bacias hidrográficas – subsídios para o planejamento e a gestão territorial**. NÚCLEO GEOAMBIENTAL/NUGEO/CCA. São Luís, 2011. 46 p.

VENDAVAL

Mapa 6: Registros de vendavais no Estado do Maranhão de 1991 a 2012



Quanto a sua origem, segundo a 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 cúmulos-nimbus, que são acompanhadas normalmente por raios e trovões e podem produzir intensas rajadas de ventos (VIANELLO; ALVES, 1991; VAREJÃO-SILVA, 2001; CASTRO, 2003).

Ressalta-se que os vendavais, normalmente, são acompanhados por precipitações hídricas intensas e concentradas, caracterizando, assim, as tempestades. Além das chuvas intensas, os vendavais 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 (frentes frias), sistemas convectivos isolados (tempestades de verão), ciclones extratropicais, entre outros, podem ocasionar vendavais intensos. No entanto, para o Estado do Rio Grande do Norte o único registro refere-se somente ao desastre causado por vendaval em tempestade convectiva local.

Esse tipo de desastre natural está mais associado a danos materiais do que humanos e afeta consideravelmente, ou seja, nas áreas em que ocorrem ventos fortes sempre há danos mais intensos.

Segundo Tominaga, Santoro e Amaral (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, de postes e de torres de alta tensão, causando danos à transmissão de energia elétrica e de telefonia; danos às plantações; destelhamentos e/ou destruição das edificações; lançamento de objetos como projéteis etc., que podem causar lesões e ferimentos em pessoas e em animais e que podem se tornar até fatais. Além disso, o lançamento de projéteis pode causar danos nas edificações, como o rompimento de janelas e de portas (LIU; GOPALARATNAM; NATEGHI, 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 Beaufort (KOBAYAMA et al., 2006).

Desse modo, na Escala de Beaufort, os vendavais correspondem a vendaval ou à 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 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, esses vendavais vêm 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 sua magnitude. Quando apresentam ventos de velocidades superiores a 120,0 km/h, correspondendo ao grau 12 da Escala de Beaufort, causam severos danos à infraestrutura e aos humanos (CASTRO, 2003).

A magnitude dos danos causados por vendavais pode ser mitigada por meio de monitoramento e de medidas de prevenção que se dividem em emergenciais e as de longo prazo. Com relação ao monitoramento, os serviços me-

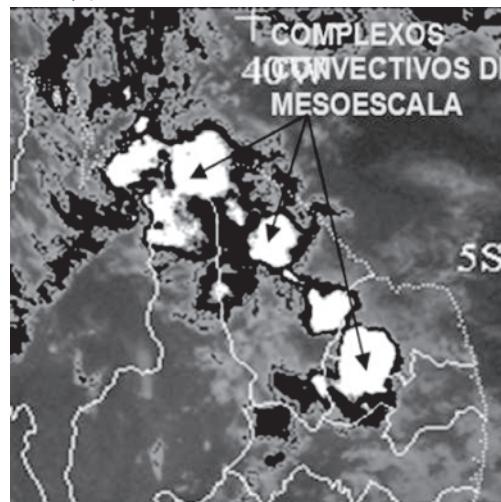
eteorológicos acompanham diariamente a evolução do tempo e têm condições de alertar a Defesa Civil com horas, ou mesmo dias de antecedência, sobre a passagem de uma frente fria intensa, a caracterização de linhas de instabilidade e sobre a caracterização de formações convectivas. Normalmente, nessas 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 um 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.

Nesse sentido, a ocorrência de vendaval no Estado do Maranhão, entre os anos de 1991 e 2012, totalizou **dois registros oficiais**. Para melhor visualização, os registros foram espacializados no Mapa 6, onde pode ser vista a localização dos municípios afetados e seus respectivos números de registro.

Os municípios São Francisco do Maranhão e Timon, localizados na Mesorregião Leste Maranhense, registraram o desastre nos dias 17 e 24 de janeiro

Figura 6: Imagem do Satélite Meteosat 7- canal infravermelho do dia 21/01/96 às 21h00 local, recepcionada pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME



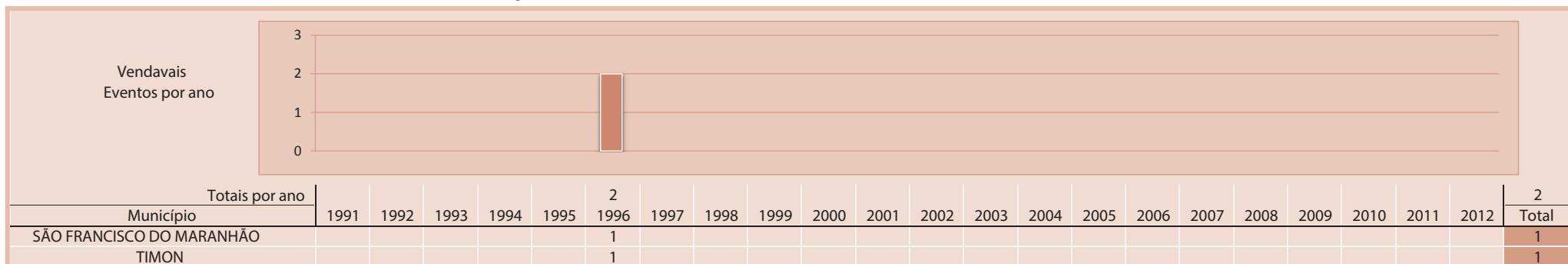
Fonte: Ferreira e Mello (2008)

de 1996, respectivamente. De acordo com os documentos oficiais, foi decretada situação de emergência pelo prazo de 45 dias nos dois municípios em virtude de intensas precipitações pluviométricas, queda de granizo e vendavais. O mês em que foi registrada essa anomalia corresponde à estação chuvosa na Mesorregião Leste Maranhense.

Dentre os mecanismos que governam o regime de chuvas da Região Nordeste, destacam-se os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), por provocarem chuvas fortes e de curta duração, normalmente acompanhadas de fortes rajadas de vento. Os CCMs são aglomerados de nuvens que se formam devido às condições locais favoráveis como temperatura, relevo, pressão, etc. Na região subtropical do hemisfério sul, os CCMs ocorrem preferencialmente durante os meses de primavera e verão, formando-se no período noturno com um ciclo de vida entre 10 e 20 horas (Figura 6). Normalmente, as chuvas associadas a este fenômeno meteorológico ocorrem de forma isolada, como foi o caso nos desastres registrados (FERREIRA; MELLO, 2008).

A ocorrência de vendavais geralmente está relacionada a danos nas áreas afetadas. No entanto, nos documentos oficiais, não foram registrados danos humanos e danos materiais em decorrência dos desastres registrados no ano de 1996.

Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado do Maranhão



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: 15 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.

FERREIRA, Antonio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da Região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 15-28, dez., 2008. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/revistaabclima/article/viewFile/25215/16909>>. Acesso em: 16 maio 2013.

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

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, DF: 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 Maranhão de 1991 a 2012



S granizos, também conhecidos por saraivada, de acordo com a CO-BRADE, 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, 2001).

As condições que propiciam a formação de granizo acontecem na parte superior de nuvens convectivas do tipo cúmulos-nimbus. Essas nuvens apresentam temperaturas extremamente baixas no seu topo e elevado desenvolvimento vertical, podendo alcançar alturas de até 1.600 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 7 (KULICOV; RUDNEV, 1980; KNIGHT; KNIGHT, 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. Nesse 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 floco 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. Dentre os danos materiais provocados, os mais importantes correspondem à destruição de telhados, especialmente quando construídos com telhas de amianto ou de barro.

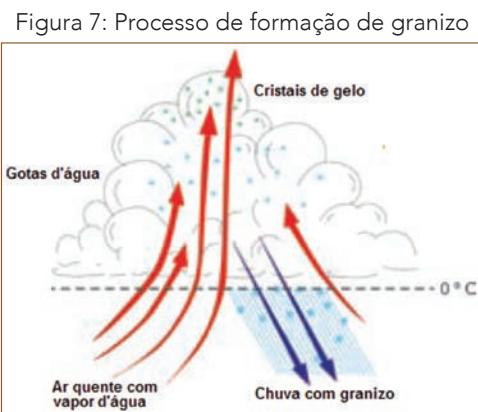
O monitoramento e alerta sobre a ocorrência de granizos é uma medida preventiva importante na mitigação dos danos causados por esses eventos naturais. Neste sentido, os serviços de meteorologia acompanham diariamente as condições do tempo e têm condições de prevenir sobre sua provável ocorrência.

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).

Apesar de o Estado do Maranhão se encontrar em uma área de clima tropical, menos propício à formação de granizos em relação ao clima temperado, o estado apresentou **dois registros oficiais** do fenômeno, apresentados no Mapa 7.

Normalmente, a ocorrência de granizo em regiões tropicais se dá em áreas continentais. Assim, os municípios atingidos localizam-se na Mesorregião Leste Maranhense, mais afastada do litoral. São Francisco do Maranhão e Timon registraram o evento nos dias 17 e 24 de janeiro de 1996, respectivamente.

A possível explicação para essas ocorrências de precipitação de granizos no estado pode estar relacionada com as Frentes Frias (FFs) ou Sistemas Frontais, oriundas das latitudes subtropicais, que atingem o Nordeste e induzem a formação de nebulosidade convectiva sobre essa região. São caracterizadas por uma banda de nuvens que se desloca de sudoeste para nordeste



Fonte: Tavares (2009)

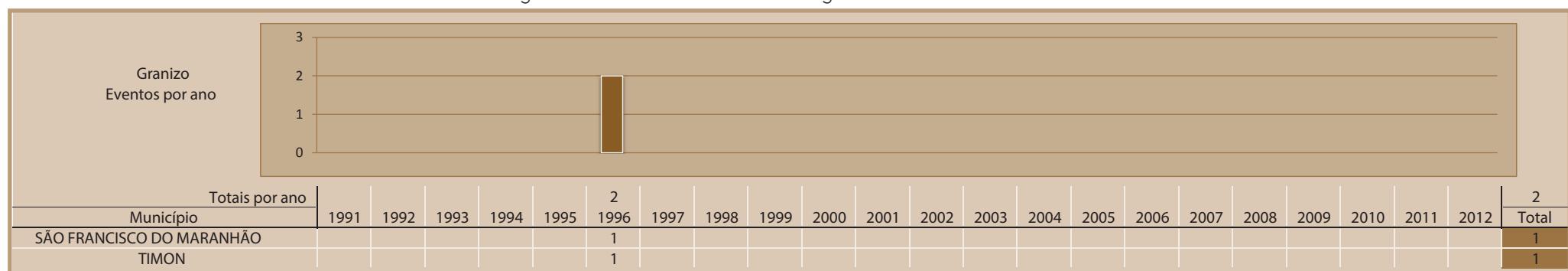
sobre o continente e o Oceano Atlântico. As nuvens se formam na confluência da massa de ar frio mais densa que penetra sob uma massa de ar quente, quando avançam em direção ao norte. Durante os meses mais quentes, podem interagir com o ar tropical quente e úmido, gerando convecção profunda com precipitação intensa, algumas vezes com ventos fortes e granizo (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009).

Nesse sentido, os eventos foram registrados no mês de verão, que além de ser o período mais chuvoso da mesorregião, apresenta temperaturas mais

elevadas, aumentando a probabilidade das chuvas serem acompanhadas por tempestade com queda de granizo e ventos fortes, como registrado nos documentos oficiais dos dois municípios.

A ocorrência de granizos geralmente está relacionada a prejuízos econômicos, ambientais e sociais nas áreas afetadas. No entanto, nos documentos oficiais, não foram registrados danos humanos e danos materiais em decorrência dos desastres.

Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado do Maranhão



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.

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.

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

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

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

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

MOVIMENTO DE MASSA

Mapa 8: Registros de movimentos de massa no Estado do Maranhão de 1991 a 2012



**N**a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), os movimentos de massa estão na categoria de desastres naturais do tipo geológico. Esses 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 dessa feição e quando ocorrem de forma imperceptível, ao longo do tempo, são denominados de rastejo (TERZAGHI, 1952).

Os movimentos de massa estão relacionados a condicionantes geológicos e geomorfológicos, aspectos climáticos e hidrológicos, vegetação e à ação do homem relativa às formas de uso e ocupação do solo (TOMINAGA, 2007). Esse 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 esses sistemas de classificação destaca-se a proposta de Varnes (1978), a mais utilizada e adotada pela International Association for Engineering Geology and the Environment (IAEG). Nessa 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 desses 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 8.

## CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

Os movimentos de massa estão diretamente relacionados aos aspectos geológicos e geomorfológicos que são indicadores dos locais mais prováveis para a deflagração deste tipo de dinâmica de superfície. Fer-

Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento

Processos	Características do movimento, material e geometria
Rastejo ou fluéncia	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)

nandes 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 esses 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. Esse horizonte tem como principal característica o fato de apresentar estrutura reliquiar herdada da rocha de origem e geralmente apresenta uma condutividade hidráulica maior atuando muitas vezes como um dreno para os horizontes mais superficiais (FERNANDES; AMARAL, 1996). Essas estruturas reliquias são planos de fraqueza que podem condicionar os movimentos de massa.

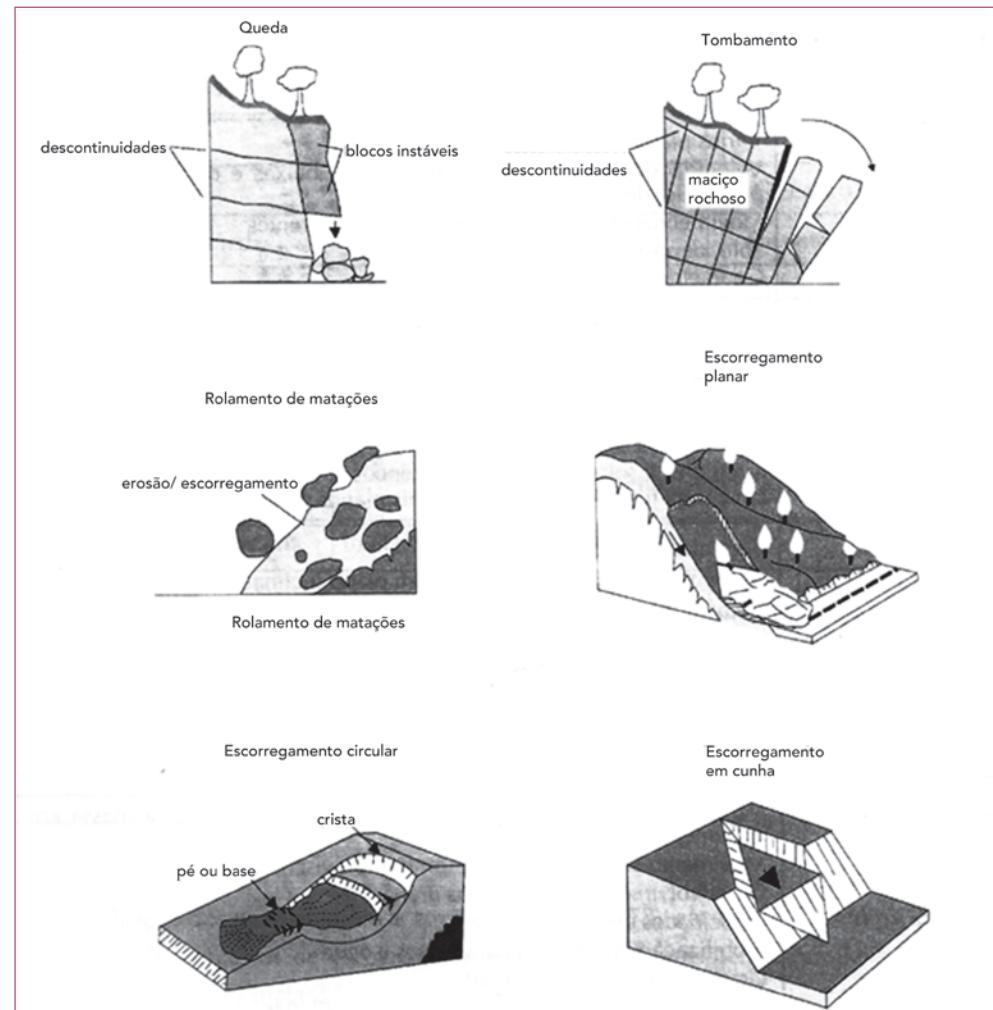
A morfologia da encosta pode condicionar de forma direta ou indireta os movimentos de massa. Existe uma correlação direta entre a declividade e os locais de movimentos de massa. Os escorregamentos translacionais observados na Serra do Mar estão associados às encostas retilíneas com inclinações superiores 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 tálus e de colúvio são heterogêneos e geralmente apresentam um lençol d'água suspenso. A instabilidade desses 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

Figura 8: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento



Fonte: MASS... (1968)

das tensões cisalhantes sem que haja um aumento da resistência ao cisalhamento do material da encosta. Essas solicitações estão relacionadas ao aumento da declividade da encosta por processos de erosão ou escavações feitas pelo homem ou à 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. Nesse 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 essas tensões induzidas se igualarem à resistência ao cisalhamento disponível do material da encosta, ocorrerão os movimentos de massa.

A foto apresentada na Figura 9 ilustra vários escorregamentos translacionais ocorridos na Serra do Mar (SP), no Vale do Rio Mogi, em 1985. Esse evento deflagrado pelas chuvas está também relacionado à ação indireta do homem. Foi constatado que a floresta dessa 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 modificação 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 poro pressão, 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 aera-

Figura 9: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP



Fonte: Arquivo IPT (1985 apud SANTOS, 1998)

ção, acima 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 à outra. Essa 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 essas 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 lençol freático reduzem a resistência ao cisalhamento de forma que pode ocorrer a ruptura da encosta sem haver a necessidade de que ela esteja saturada.

Os movimentos de massa também podem ser deflagrados por um rebaixamento rápido do lençol freático. Esse 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

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)

das tensões solicitantes e às causas internas que promovem uma redução da resistência ao cisalhamento disponível. O Quadro 7 apresenta a ação desses fatores associado aos fenômenos deflagradores do movimento de massa.

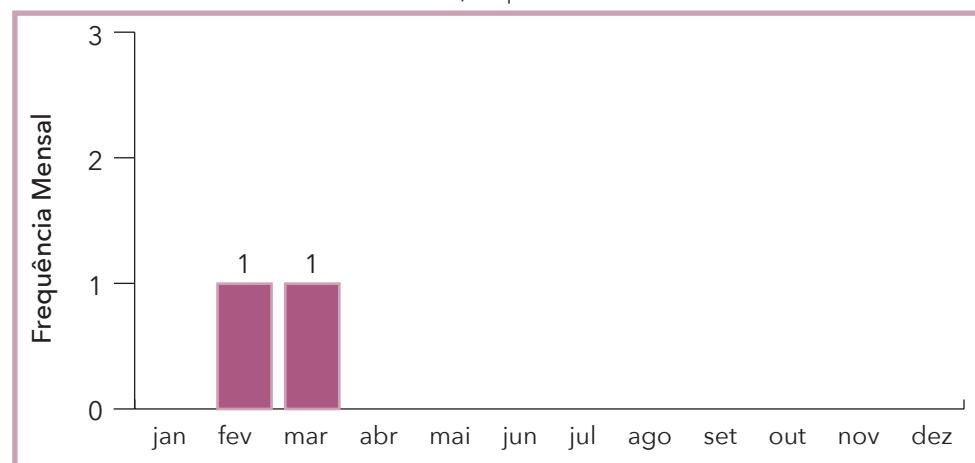
Existem apenas dois registros oficiais relacionados a movimento de massa no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012. Foram atingidos os municípios de Buriticupu e Jenipapo dos Vieiras, pertencentes respectivamente às mesorregiões Oeste Maranhense e Centro Maranhense. A localização dos municípios atingidos, com a discriminação das quantidades de movimentos de massa ocorridas nesses municípios, está representada no Mapa 8. Os municípios de Buriticupu e Jenipapo dos Vieiras, localizados em uma região formada por chapadões, chapadas e cuestas, apresentam clima subúmido e precipitações anuais variando entre 1.200 e 1.600 mm (IMESC, 2008). Os movimentos de massa ocorreram em março de 2003, no Município de Buriticupu, e em fevereiro de 2007, no Município de Jenipapo dos Vieiras, tendo sido deflagrados pelas chuvas que se concentram nos primeiros meses do ano no Estado de Maranhão. A frequência mensal destes desastres está apresentada no Gráfico 16.

Figura 10: Município de Grajaú



Fonte: COMDEC de Grajaú – MA (MARANHÃO, 2013b)

Gráfico 16: Frequência mensal de movimento de massa no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012

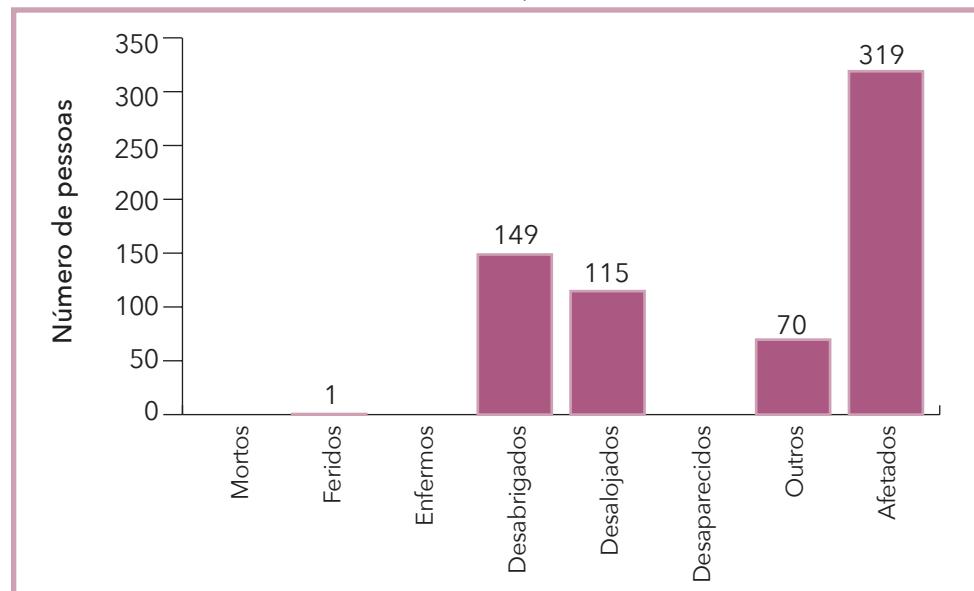


Fonte: Brasil (2013)

O movimento de massa ocorrido no Município de Jenipapo dos Vieiras apresentou uma quantidade maior de danos humanos com 149 pessoas desabrigadas, 115 desalojadas e 319 afetadas. No Município de Buriticupu os danos humanos estão relacionados ao deslocamento de 15 pessoas. Não há registro de óbito em nenhum desses dois municípios atingidos. O Gráfico 17 apresenta os registros de danos humanos associados a movimentos de massa ocorridos no Estado do Maranhão, entre os anos de 1991 e 2012.

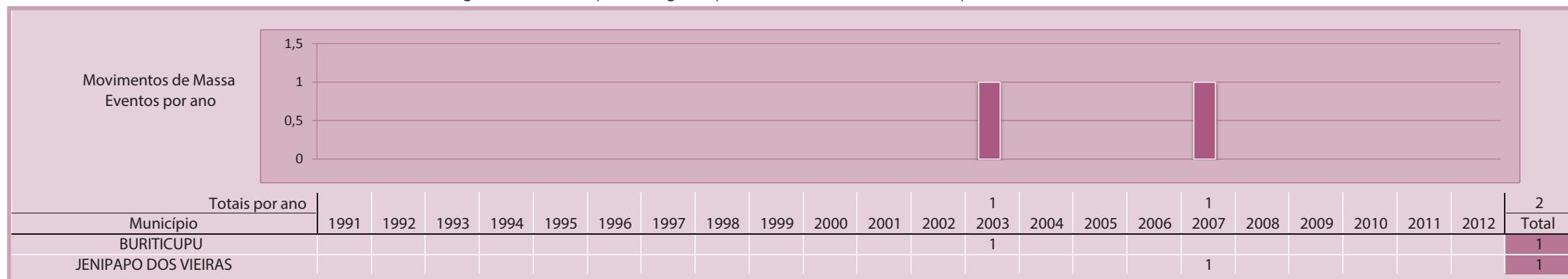
No Infográfico 7 estão representados os municípios do Estado do Maranhão atingidos por movimentos de massa com os respectivos anos e quantidade de ocorrência.

Gráfico 17: Danos humanos associados a movimento de massa no Estado do Maranhão, 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)

# Referências

AUGUSTO FILHO, O. **Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas:** análise e controle. São Paulo: IPT, p. 96-115, 1992. (Apostila do curso de geologia de engenharia aplicada a problemas ambientais)

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.

IMESC – INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. **Perfil do Maranhão 2006/2007.** Maranhão: IMESC, 2008. 194 p. v. 1.

MASS MOVIMENT. [1968]. In: ENCYCLOPEDIA of geomorfology. New York: Fairbridge Reinhold Book, 1968.

SANTOS, A. R. **A grande barreira da Serra do Mar:** da trilha dos Tupiniquins à rodovia dos Imigrantes. São Paulo: O Nome da Rosa Editora Ltda., 2004. 122 p.

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

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 (USP), 2007.

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

INCÊNDIO FLORESTAL

Mapa 9: Registros de incêndios no Estado do Maranhão de 1991 a 2012



**I**s 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 de 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).

Esse 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 por meio 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. Incêndios podem iniciar-se de forma espontânea ou em consequência de ações e/ou omissões humanas. Mesmo neste último caso, os 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 as 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 Maranhão, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram **três registros oficiais**. Para melhor

Figura 11: Município de Grajaú



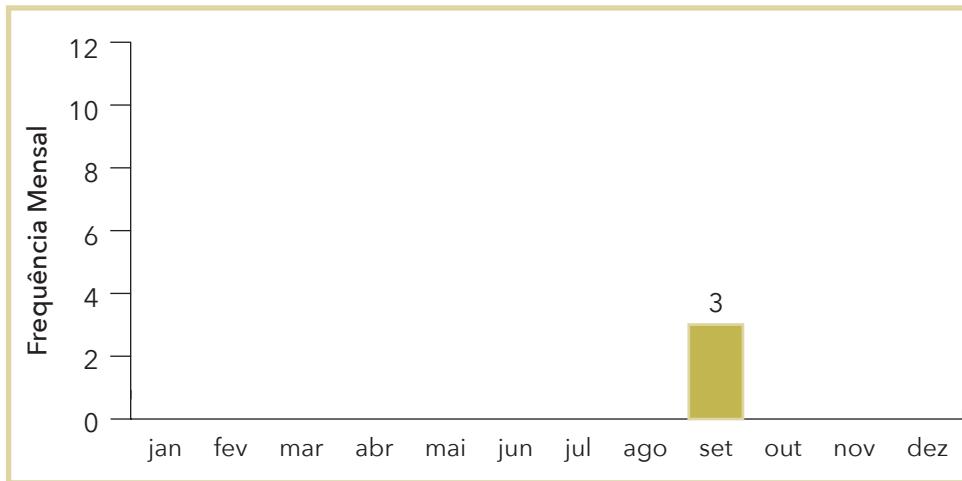
Fonte: COMDEC de Grajaú – MA (MARANHÃO, 2013b)

visualização, os registros foram espacializados no Mapa 9, onde pode ser vista a localização dos municípios afetados e seus respectivos números de registros.

De acordo com o Mapa 9, verifica-se que, dos 217 municípios do estado, somente três deles (1%) foram atingidos por incêndios florestais. Ainda pode-se observar que todos os municípios atingidos localizam-se na área oeste do estado, na Mesorregião Oeste Maranhense. Entre os atingidos estão Açaílândia, Carutapera e Imperatriz, cada um com um registro de desastre natural por incêndio decretado.

Ao analisar o aspecto climático como predominante na deflagração desse tipo de evento adverso, verifica-se no Gráfico 18 que o único mês

Gráfico 18: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

que apresentou ocorrência foi o mês de setembro. Esse mês está incluído na estação seca do estado (GOVERNO DO MARANHÃO, 2013). 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 teve os registros de desastres.

Em relação à frequência anual de incêndios, conforme se pode observar no Gráfico 19, nos sete primeiros anos da pesquisa, não foram registrados desastres causados por incêndios florestais em documentos oficiais da Defesa Civil. Destaca-se o ano de 1998, por ser o único a apresentar registro de desastre natural por incêndio florestal, com três registros no total.

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

Segundo informações do CPTEC/INPE (MELO, 2011), 1998 foi um ano de ocorrência de El Niño intenso. Esse fenômeno é caracterizado pelo aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical,

Figura 12: Município de Grajaú



Fonte: COMDEC de Grajaú – MA (MARANHÃO, 2013b)

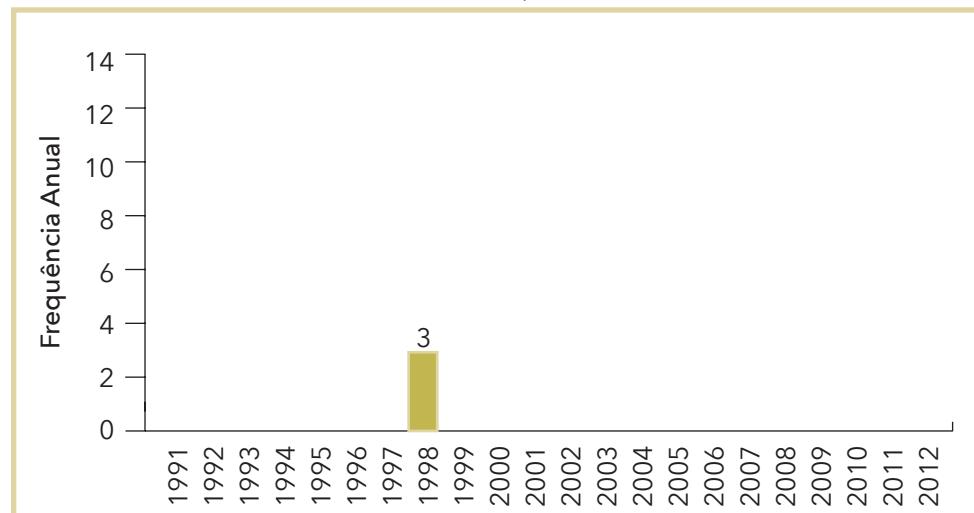
que, ao alterar os padrões de vento a nível mundial, pode afetar o clima regional brasileiro. Além disso, afeta os regimes de chuva em regiões tropicais de latitudes médias. Na Região Nordeste, El Niño intensificou o período de estiagem, pois diminuiu as precipitações e, consequentemente, aumentou o risco de incêndios florestais.

De acordo com os documentos oficiais levantados, durante a ocorrência desses eventos, três municípios do Estado do Maranhão decretaram estado de emergência. No entanto, não foram registrados danos humanos referentes aos desastres causados por incêndio. A falta de registro de danos não representa, necessariamente, a inexistência de qualquer prejuízo humano motivado por incêndios.

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

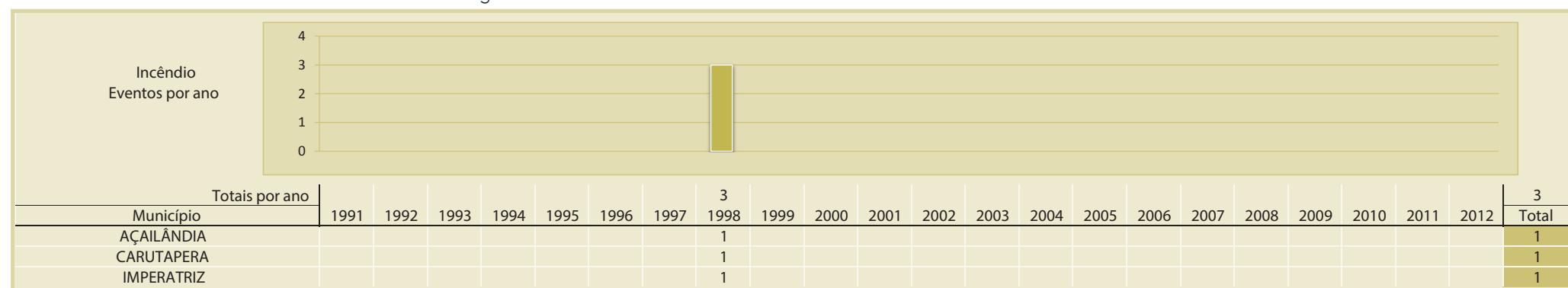
Ao analisar o Infográfico 8, o único ano que apresenta registros de incêndios foi 1998, com três episódios do evento adverso.

Gráfico 19: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 8: Síntese das ocorrências de incêndios florestais no Estado do Maranhão



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.

INÍCIO da estação chuvosa no centro-oeste e sudeste poderá ter ligeiro atraso e as temperaturas tendem a ficar acima da média no início da primavera. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 12, n. 8, ago. 2005. Disponível em: <[http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf\\_infoclima/200508.pdf](http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200508.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2013.

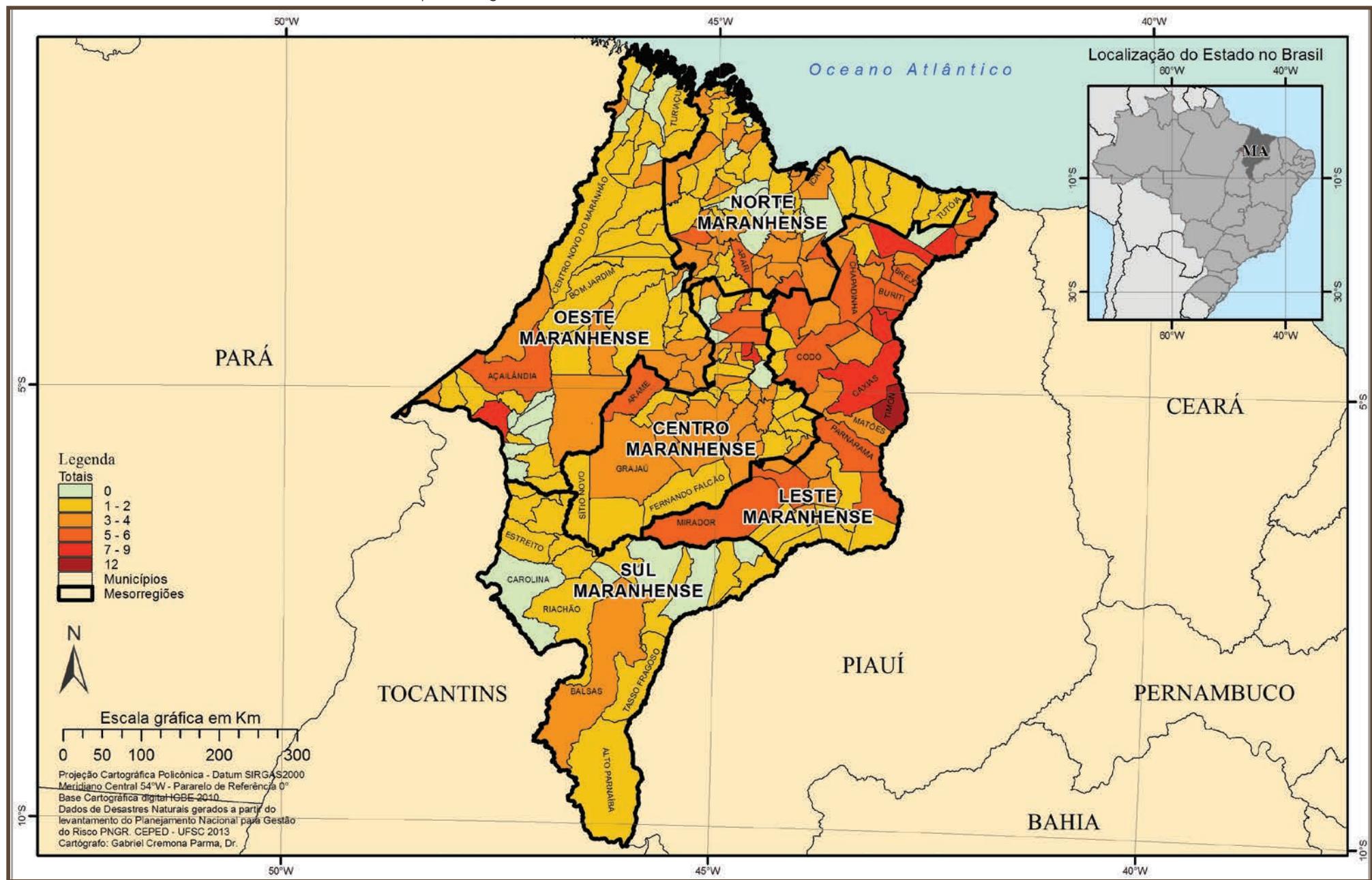
GOVERNO DO MARANHÃO. 2013. Disponível em: <<http://www.ma.gov.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

JUSTINO, F. B.; ANDRADE, K. M. Programa de monitoramento de queimadas e prevenção de controle de incêndios florestais no arco do desflorestamento na Amazônia (PROARCO). In: CONGRESSOS BRASILEIROS DE METEOROLOGIA (CBMET), 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, out. 2000. p. 647-653.

MELO, A. B. C. Persiste a evolução de condições de *La Niña* no Oceano Pacífico Equatorial. **Infoclima**. Boletim de Informações Climáticas do CPTEC/INPE, Brasília, DF, ano 18, n. 10, out. 2011. Disponível em: <[http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf\\_infoclima/201110.pdf](http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201110.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2013.

# DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO MARANHÃO

Mapa 10: Registros do total dos eventos no Estado do Maranhão de 1991 a 2012



**A**o analisar os desastres naturais que afetaram o Estado do Maranhão ao longo de 22 anos (1991-2012), nota-se a ocorrência dos seguintes eventos naturais adversos: estiagem e seca, movimentos de massa, alagamentos, enxurradas, inundações, granizo, vendavais e incêndios florestais.

No Mapa 10 pode-se observar que dos 217 municípios do Estado do Maranhão, 187 foram atingidos ao menos uma vez por algum dos tipos de desastres citados acima, no decorrer da escala temporal adotada. Desses, 100 municípios foram afetados entre uma e duas vezes; 58 municípios foram afetados entre três e quatro vezes, 20 municípios foram afetados entre cinco e seis vezes, nove municípios foram afetados entre sete e nove vezes e o Município de Timon, na Mesorregião Leste Maranhense foi afetado 12 vezes no total, por eventos de seca e estiagem, inundações, vendaval, granizo e enxurradas.

O Infográfico 9 apresenta todos os municípios atingidos e especifica o número de ocorrências para cada tipologia de desastre.

No Estado do Maranhão, os maiores números de ocorrências se apresentam na porção nordeste do estado, em que municípios registram de sete a 12 eventos. Esse é o caso de Caxias, Coelho Neto, Duque Bacelar, Imperatriz, Santa Quitéria do Maranhão, São Bernardo, Trizidela do Vale, Pedreiras e Timon, localizados a leste do estado e na região central.

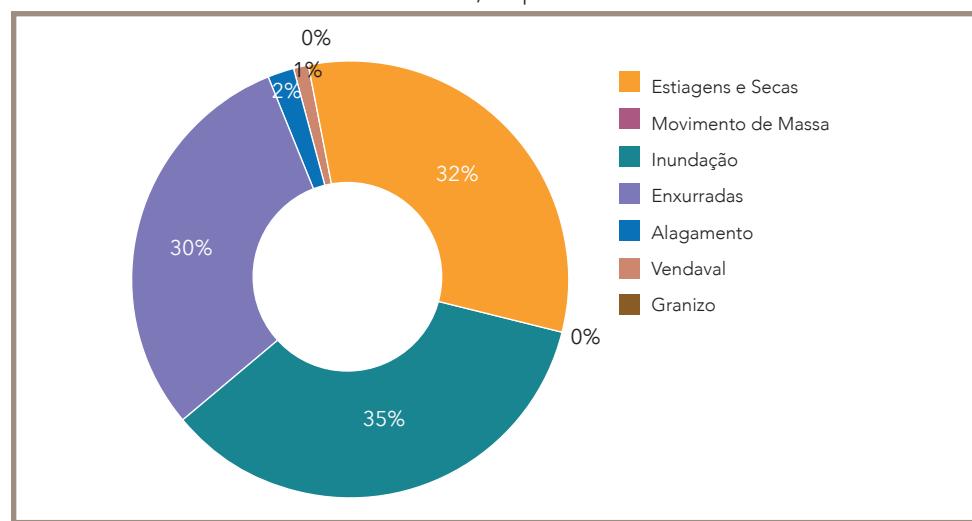
Conforme o Gráfico 20 verifica-se que grande parte dos registros referentes aos municípios citados acima são decorrentes de eventos de inundações e enxurradas. A mesorregião mais afetada por eventos de inundações é a Norte Maranhense, que possui um total de 47 registros. Os municípios mais atingidos foram: Pedreiras e Trizidela do Vale, situados no Centro Maranhense, e Imperatriz, situado no Oeste Maranhense. Com relação às enxurradas, a mesorregião mais atingida é a Leste Maranhense, onde o município de Timon apresentou cinco registros de eventos de enxurrada.

Inundações e enxurradas, que são diretamente relacionadas ao aumento das precipitações pluviométricas, estão entre os desastres naturais mais frequentes e vistos como um dos maiores problemas do estado. Esses fenômenos juntos correspondem a 334 registros, equivalentes a 75% dos desastres naturais registrados no Estado do Maranhão, entre 1991 e 2012, conforme o Gráfico 20. Além dos efeitos adversos atrelados a esse

fenômeno, as enxurradas muitas vezes ocorrem associadas a vendavais e, também, podem desencadear outros eventos, que potencializam o efeito destruidor, aumentando os danos causados.

O Estado do Maranhão sofre anualmente com o excesso das chuvas. No entanto, em alguns municípios, sofre com a escassez, em virtude das precipitações concentradas, em períodos curtos de tempo, afetando tanto áreas rurais como urbanas. Os desastres relativos à estiagem e seca apresentam-se como o segundo desastre de maior ocorrência no estado, com um total de 167 registros, equivalentes a 32% dos registros nos últimos 22 anos, conforme Gráfico 20. A Mesorregião do Leste Maranhense foi a mais afetada pelos eventos de estiagem e seca, com 87 registros do fenômeno climático. O município dessa região que apresentou mais ocorrências foi Codó, com quatro registros.

Gráfico 20: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012

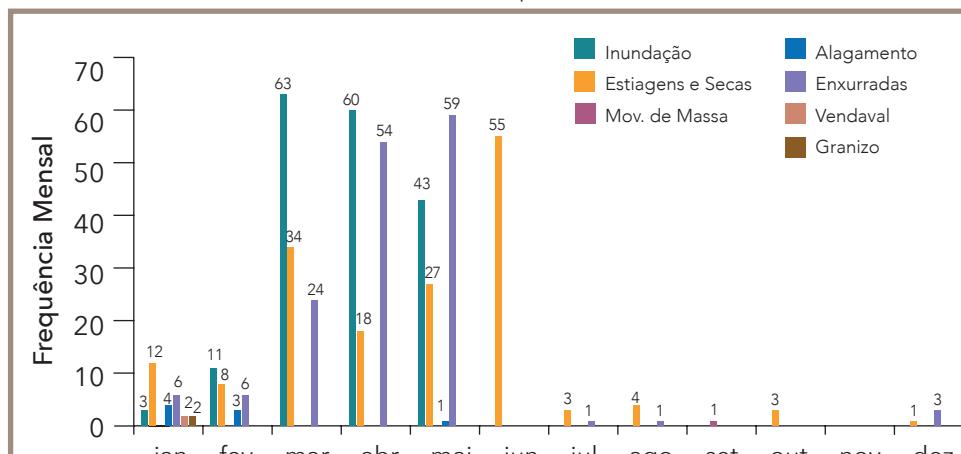


Fonte: Brasil (2013)

Os demais eventos de movimento de massa, alagamento, vendaval e granizo, ocorridos no estado, foram pouco expressivos na escala temporal analisada, representando 3% do total de registros do Estado do Maranhão.

Conforme se observa no Gráfico 21, os registros de inundações e enxurradas, assim como de estiagens e secas foram distribuídos em uma frequência mensal ao longo do período entre 1991 a 2012. Verifica-se que os meses referentes ao período chuvoso no Estado do Maranhão, sobretudo março, abril e maio, apresentam elevados picos de desastres naturais ocasionados por inundações e enxurradas. Nesse período também foram registradas estiagens e secas. Isso se deve à extensão territorial do Estado do Maranhão, que permite uma variabilidade nas características climáticas do seu território. As chuvas com maior intensidade ocorrem no noroeste do estado, e no mesmo período, há uma carência de precipitações pluviométricas causando estiagens e secas na parte mais oriental do estado.

Gráfico 21: Frequência mensal dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2010

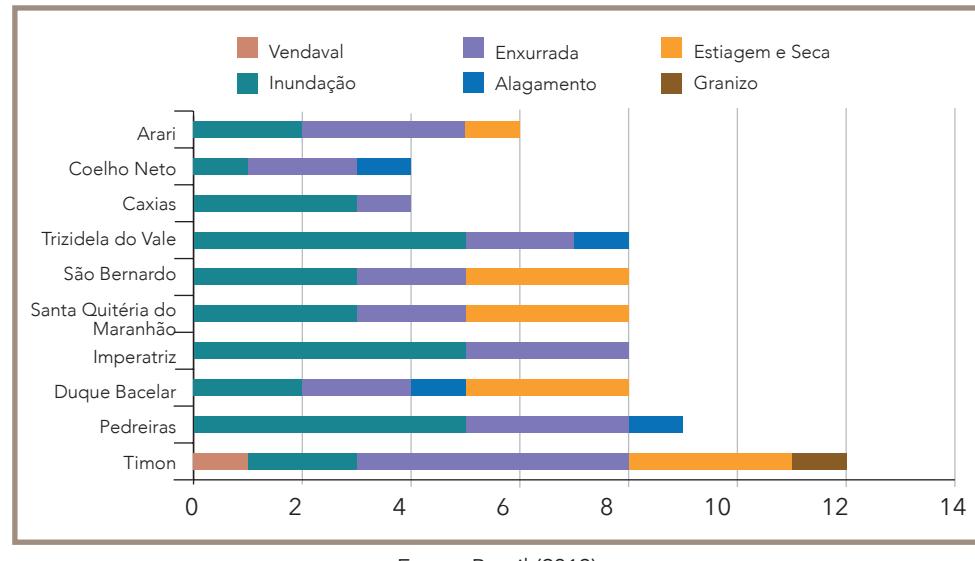


Fonte: Brasil (2013)

Ao considerar o total de 515 registros oficiais de desastres naturais ocorridos no Estado do Maranhão, foram selecionados os dez municípios mais atingidos por desastres naturais, conforme mostra os dados do Gráfico 22.

O Município de Timon lidera o ranking dos municípios com o maior número de registros, com um total de 12 ocorrências, das quais cinco correspondem a eventos de enxurrada, três registros de estiagem e seca,

Gráfico 22: Municípios mais atingidos, classificados pelo maior número de registros por desastres naturais no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

dois registros de inundação, um registro de vendaval e um registro de granizo. O Município de Pedreiras aparece em segundo lugar, com nove ocorrências, das quais cinco se referem a inundações, três a enxurradas e há um registro de alagamento. Duque Bacelar, Imperatriz, Santa Quitéria do Maranhão, São Bernardo e Trizidela do Vale, aparecem juntos em terceiro, com oito ocorrências cada.

Na análise dos tipos de desastres naturais ocorridos em Estado do Maranhão ao longo de 22 anos, pode-se observar que são constantes as ocorrências de desastres relacionados a eventos de inundações, enxurradas e estiagens e secas.

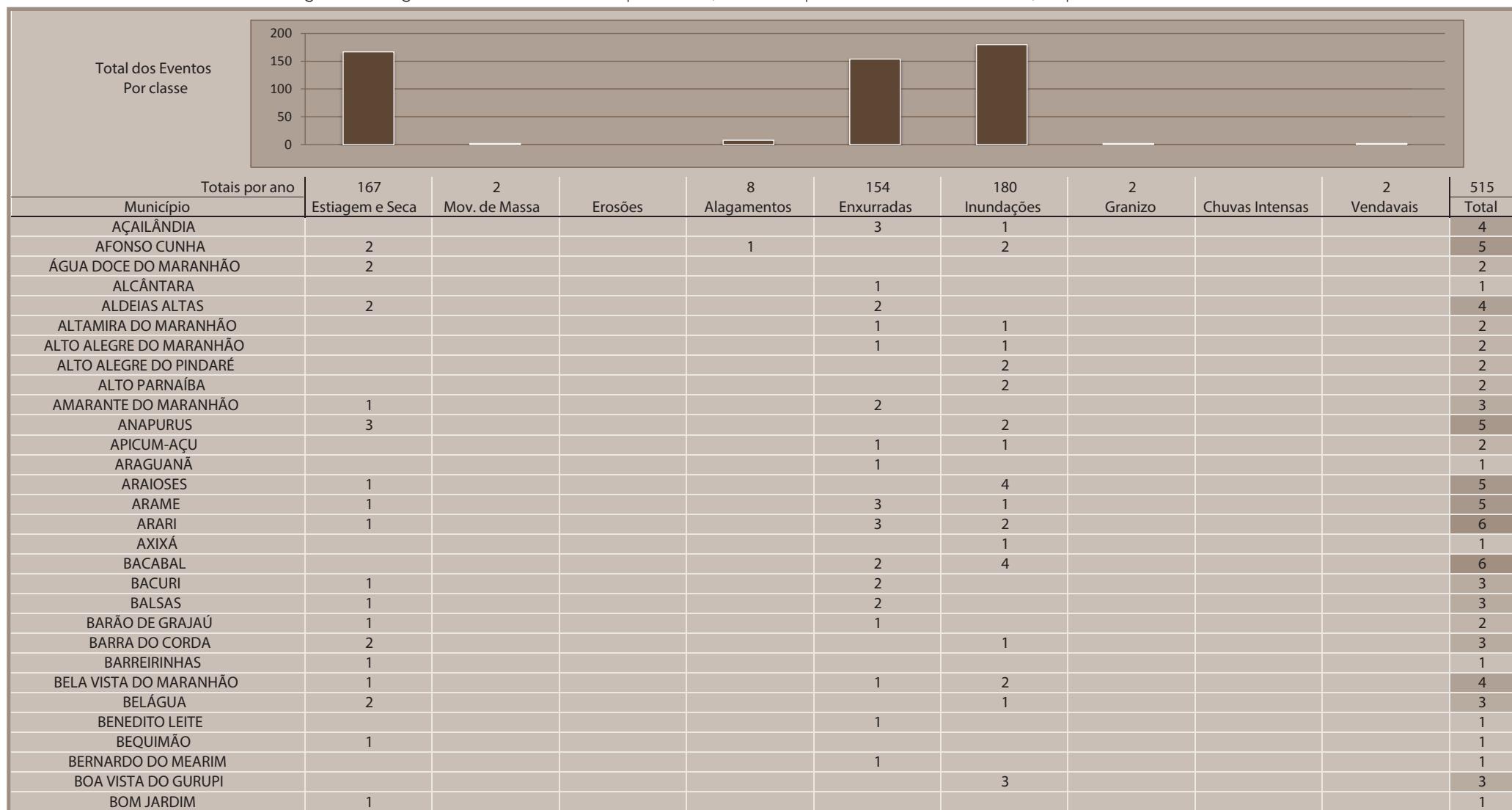
Esses eventos naturais, comuns ao estado, passaram a causar danos à população maranhense, na medida em que grande parte dos anos analisados teve registros confirmados e caracterizados como desastre. Isso porque qualquer desequilíbrio mais acentuado no regime hídrico local gera impactos significativos sobre a dinâmica econômica e social.

O modelo de planejamento e gestão dos recursos hídricos, assim como a estruturação da rede de drenagem urbana, os planos de ação e

prevenção podem ajudar a amenizar o impacto gerado por esses eventos no município ou região atingida. É necessário compreender que a recorrência dessas tipologias de desastres não é proveniente apenas de fatores

climáticos e meteorológicos, mas resultam de um conjunto de elementos, naturais ou antrópicos como a falta de planejamento nas cidades, levando a ocupação de áreas de risco, além de carência de infraestrutura.

Infográfico 9: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012

BOM JESUS DAS SELVAS				1	1				2
BREJO	3				2				5
BREJO DE AREIA	1								1
BURITI	3				3				6
BURITI BRAVO	2			1					3
BURITICUPU		1		1	2				4
CAJARI	1			1	1				3
CAMPESTRE DO MARANHÃO				1					1
CANTANHEDE	2			1	1				4
CAPINZAL DO NORTE				1					1
CAXIAS	3			1	3				7
CEDRAL	1				1				2
CENTRO DO GUILHERME	1				1				2
CENTRO NOVO DO MARANHÃO				1					1
CHAPADINHA	3				2				5
CIDELÂNDIA					1				1
CODÓ	4				1				5
COELHO NETO	3		1	2	1				7
COLINAS	3			2					5
CONCEIÇÃO DO LAGO-AÇU					1				1
COROATÁ	2			1	3				6
CURURUPU	1				1				2
DAVINÓPOLIS				1	1				2
DOM PEDRO				2	1				3
DUQUE BACELAR	3		1	2	2				8
ESPERANTINÓPOLIS				2	1				3
ESTREITO				1					1
FEIRA NOVA DO MARANHÃO				1					1
FERNANDO FALCÃO				1					1
FORMOSA DA SERRA NEGRA				1					1
FORTALEZA DOS NOGUEIRAS					1				1
FORTUNA	2			1					3
GODOFREDO VIANA	1			1					2
GONÇALVES DIAS	1								1
GOVERNADOR ARCHER	1				1				2
GOVERNADOR EUGÊNIO BARROS	1								1
GOVERNADOR LUIZ ROCHA	1								1
GOVERNADOR NEWTON BELLO					1				1
GOVERNADOR NUNES FREIRE				1					1
GRAÇA ARANHA	1								1
GRAJAÚ	2			1	1				4
GUIMARÃES	2			1					3
HUMBERTO DE CAMPOS			1		1				2
ICATU	1			2					3
IGARAPÉ DO MEIO					2				2

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012

IGARAPÉ GRANDE				3	1				4
IMPERATRIZ				3	5				8
ITAIPAVA DO GRAJAU				1	1				2
ITAPECURU MIRIM	2			1	1				4
ITINGA DO MARANHÃO	1			2					3
JATOBÁ	1			2	1				4
JENIPAPO DOS VIEIRAS	1	1			1				3
JOSELÂNDIA				1	1				2
LAGO DA PEDRA	1			2	1				4
LAGO DO JUNCO	1			2					3
LAGO DOS RODRIGUES	1			1					2
LAGO VERDE					1				1
LAGOA DO MATO	1			1					2
LAGOA GRANDE DO MARANHÃO	1				3				4
LAJEADO NOVO				1					1
LIMA CAMPOS	1				1				2
MAGALHÃES DE ALMEIDA	2				3				5
MARACAÇUMÉ					1				1
MARAJÁ DO SENA	1			1	1				3
MARANHÃOZINHO					1				1
MATA ROMA	3				1				4
MATINHA					1				1
MATÕES	3			1					4
MATÕES DO NORTE	1				2				3
MILAGRES DO MARANHÃO	2				1				3
MIRADOR	2			3					5
MIRANDA DO NORTE	1			1	1				3
MIRINZAL	2				1				3
MONÇÃO				1	2				3
MONTES ALTOS				1					1
NINA RODRIGUES	2				3				5
NOVA IORQUE	1		1						2
NOVA OLINDA DO MARANHÃO	1								1
OLINDA NOVA DO MARANHÃO					1				1
PAÇO DO LUMIAR	1			1	1				3
PALMEIRÂNDIA	1			1	1				3
PARAIBANO	1			2					3
PARNARAMA	2		1	1	1				5
PASSAGEM FRANCA	2			2					4
PASTOS BONS	1			1					2
PAULINO NEVES	2								2
PAULO RAMOS	1			2					3
PEDREIRAS			1	3	5				9
PEDRO DO ROSÁRIO	1			1					2
PENALVA	1			1	3				5

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012

PERI MIRIM				1						1
PERITORÓ	1				1					2
PINDARÉ-MIRIM					1	3				4
PINHEIRO	1									1
PIO XII					1	3				4
PIRAPEMAS	2				1	2				5
POÇÃO DE PEDRAS						1				1
PORTO FRANCO					1					1
PRESIDENTE DUTRA	1				1	2				4
PRESIDENTE JUSCELINO					1	1				2
PRESIDENTE SARNEY						1				1
PRESIDENTE VARGAS	1				2					3
PRIMEIRA CRUZ					1	1				2
RAPOSA	1				1	1				3
RIACHÃO					1					1
ROSÁRIO					1	1				2
SAMBAÍBA						1				1
SANTA FILOMENA DO MARANHÃO	1				1	2				4
SANTA HELENA	1				1	1				3
SANTA LUZIA	1				1					2
SANTA LUZIA DO PARUÁ					2	1				3
SANTA QUITÉRIA DO MARANHÃO	3				2	3				8
SANTA RITA	2					1				3
SANTO AMARO DO MARANHÃO						1				1
SÃO BENEDITO DO RIO PRETO	2					1				3
SÃO BENTO						1				1
SÃO BERNARDO	3				2	3				8
SÃO DOMINGOS DO MARANHÃO	2									2
SÃO FÉLIX DE BALSAS					1					1
SÃO FRANCISCO DO BREJÃO					1					1
SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO	2				1		1		1	5
SÃO JOÃO BATISTA	1									1
SÃO JOÃO DO CARÚ	1					1				2
SÃO JOÃO DO PARAÍSO						1				1
SÃO JOÃO DO SOTER	2				1	1				4
SÃO JOÃO DOS PATOS	1									1
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR	1				1	1				3
SÃO JOSÉ DOS BASÍLIOS	1				1	1				3
SÃO LUÍS					1					1
SÃO LUÍS GONZAGA DO MARANHÃO	1				1	3				5
SÃO MATEUS DO MARANHÃO						2				2
SÃO PEDRO DA ÁGUA BRANCA					1	2				3
SÃO PEDRO DOS CRENTE						1				1
SÃO RAIMUNDO DO DOCA BEZERRA					1	1				2
SÃO ROBERTO	1					1				2

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012

SATUBINHA					2				2
SENADOR ALEXANDRE COSTA					1				1
SERRANO DO MARANHÃO	1								1
SÍTIO NOVO				1					1
SUCUPIRA DO NORTE	2								2
SUCUPIRA DO RIACHÃO	1			1					2
TASSO FRAGOSO				1					1
TIMBIRAS	3				1				4
TIMON	3			5	2	1		1	12
TRIZIDELA DO VALE			1	2	5				8
TUFILÂNDIA					2				2
TUNTUM	1			2					3
TURIAÇU				1					1
TURILÂNDIA					1				1
TUTÓIA	1				1				2
URBANO SANTOS	1								1
VARGEM GRANDE	2			1	1				4
VIANA	1			1	1				3
VILA NOVA DOS MARTÍRIOS				1					1
VITÓRIA DO MEARIM				1	1				2
VITORINO FREIRE					1				1
ZÉ DOCA				1					1

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 foi importante, pois gerou o *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais*, documento que se destaca por sua capacidade de produzir conhecimento referente aos desastres naturais dos últimos 20 anos no Brasil. Tal iniciativa marca o momento histórico em que vivemos diante da recorrência de desastres e de iminentes esforços para minimizar perdas em todo território nacional.

Nesse contexto, o Atlas 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 para sua realidade local. Além

disso, os gestores devem fundamentar análises e direcionar as decisões políticas e técnicas da gestão de risco.

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

É importante registrar, contudo, que, durante a análise dos dados coletados, foram identificadas algumas limitações da pesquisa que não comprometem o trabalho, mas contribuem muito para ampliar o “olhar” dos gestores públicos com relação às lacunas presentes no registro e no cuidado da informação sobre desastres. Destaca-se entre as limitações a clara observação de variações e de inconsistências no preenchimento de danos humanos, materiais e econômicos.

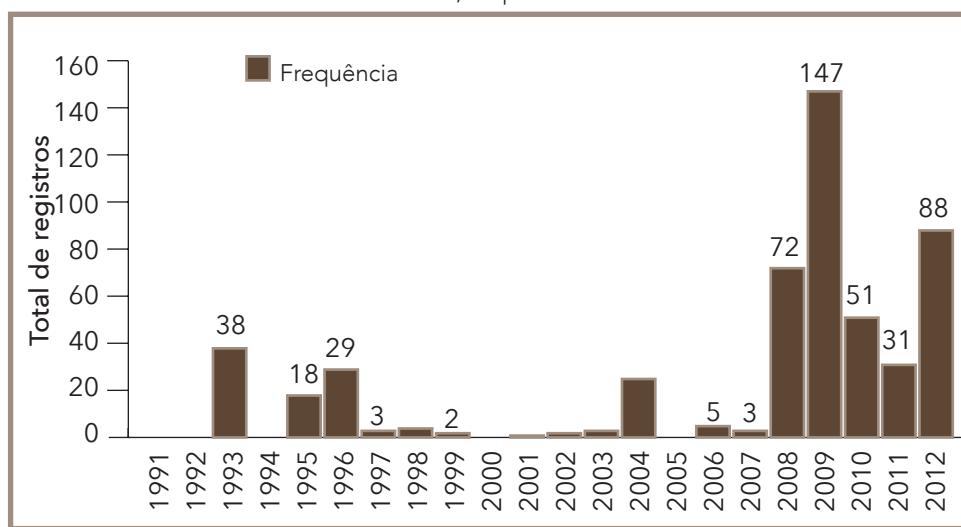
Diante de tal variação, optou-se, para garantir a credibilidade dos dados, por não publicar os danos materiais e econômicos, e, posterior-

mente, recomenda-se aplicar um instrumento de análise mais preciso para validação desses dados.

As inconsistências encontradas retratam certa fragilidade histórica do sistema nacional de defesa civil, principalmente pela ausência de profissionais especializados em âmbito municipal e pela falta de unidade e de padronização das informações declaradas pelos documentos de registros de desastres. É, portanto, por meio da capacitação e da profissionalização dos agentes de defesa civil que se busca sanar as principais limitações no registro e na produção das informações de desastres. É a valorização da história e de seus registros que contribuirá para que o país consolide sua política nacional de defesa civil e suas ações de redução de riscos de desastres.

Os dados coletados sobre o Estado do Maranhão e publicados neste volume demonstram que o registro de ocorrência de desastres praticamente quintuplicou nos últimos dez anos, conforme ilustrado pelo Gráfico 23, mas não permite, sem uma análise mais detalhada, afirmar que houve um aumento de ocorrências na mesma proporção do aumento de registros.

Gráfico 23: Total de registros de desastres coletados no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

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 a intensidade dos desastres. Com esse levantamento, é possível 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 informações sobre desastres e sua contextualização com as variáveis geográficas regionais e locais.

No Estado do Maranhão, por exemplo, percebe-se a incidência de tipologias fundamentais de desastres, representadas por inundações bruscas, graduais e as estiagens e secas. Esses resultados possibilitam verificar a sazonalidade e a recorrência e, assim, subsidiar os processos decisórios para direcionar recursos, reduzir danos e prejuízos e evitar perdas humanas.

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

O *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* marca o início do processo de avaliação e de 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. 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.

MARANHÃO (Estado). Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Pedreiras. **Acervo Fotográfico**. 2013a.

\_\_\_\_\_. Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Grajaú. **Acervo Fotográfico**. 2013b.