



ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS

2ª 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 Pernambuco

2^a edição revisada e ampliada

CEPED UFSC
Florianópolis – 2013

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Dilma Vana Rousseff

MINISTRO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Fernando Bezerra Coelho

SECRETÁRIO NACIONAL DE DEFESA CIVIL

Humberto de Azevedo Viana Filho

DIRETOR DO CENTRO NACIONAL DE
GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES

Rafael Schadeck

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

REITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL

DE SANTA CATARINA

Professora Roselane Neckel, Dra.

DIRETOR DO CENTRO TECNOLÓGICO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Professor Sebastião Roberto Soares, Dr.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS

E PESQUISAS SOBRE DESASTRES

DIRETOR GERAL

Professor Antônio Edésio Jungles, Dr.

DIRETOR TÉCNICO E DE ENSINO

Professor Marcos Baptista Lopez Dalmau, Dr.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA
E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

SUPERINTENDENTE

Professor Gilberto Vieira Ângelo, Esp.



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

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

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

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

Volume Pernambuco.

I. Desastres naturais. 2. Estado de Pernambuco - 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 (813.4)

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 de Pernambuco. 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 de Pernambuco, 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

Sérgio Luiz Meira

EQUIPE DE CAMPO, COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Ana Caroline Gularde

Bruna Alinne Classen

Daniela Gesser

Karen Barbosa Amarante

Maria Elisa Horn Iwaya

Larissa Mazzoli

Luiz Gustavo Rocha dos Santos

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Denise Aparecida Bunn

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Joice Balboa

EQUIPE DE APOIO

Adriano Schmidt Reibnitz

Eliane Alves Barreto

Érika Alessandra Salmeron Silva

Evillyn Kjellin Patussi

Patrícia Regina da Costa

Paulo Roberto dos Santos

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: Baía dos Porcos, Fernando de Noronha.....	21
Figura 3: Período de estiagem no Município de Jurema – PE	34
Figura 4: Curso d'água seco em período de déficit hídrico em Pernambuco	35
Figura 5: Período de estiagem no Município de Jurema – PE	36
Figura 6: Edificações nas margens do rio danificadas por episódio de enxurrada.....	46
Figura 7: Município de Bezerros – PE	60
Figura 8: Moradias atingidas por inundação no Estado de Pernambuco	62
Figura 9: Planície de inundação do rio Una atingida, no município de Palmares.....	63
Figura 10: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma	69
Figura 11: a) Obstrução à drenagem b) Lixo retido na drenagem.....	69
Figura 12: Município de Bezerros – PE.....	70
Figura 13: Município de Bezerros – PE.....	72
Figura 14: Imagem do Satélite Meteosat-7 – Canal infravermelho do dia 21/01/96.....	80
Figura 15: Imagem do Satélite Meteosat-7 – Linha de Instabilidade desde o litoral do Estado do Maranhão até o Estado do Rio Grande do Norte.....	80
Figura 16: Bananal atingido por vendaval no Estado de Pernambuco.....	82
Figura 17: Processo de formação de granizo.....	87
Figura 18: Imagem do satélite Meteosat-7 – O VCAN sobre o Nordeste.....	88
Figura 19: Imagem do satélite Meteosat-7 - Posicionamento de uma Frente Fria próxima ao sul do Estado da Bahia	88
Figura 20: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento	96
Figura 21: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP	97
Figura 22: Movimento de massa nas encostas dos morros da Região Metropolitana do Recife	99

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Frequência anual de desastres causados por estiagem e seca no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	34
Gráfico 2: Frequência mensal de estiagem e seca no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	35
Gráfico 3: Danos humanos ocasionados por estiagem e seca no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	36
Gráfico 4: Frequência anual de desastres por enxurradas no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012	47
Gráfico 5: Frequência mensal de desastres por enxurradas no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012	47
Gráfico 6: Danos humanos causados por desastres de enxurradas no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	48
Gráfico 7: Estruturas destruídas e danificadas pelas enxurradas no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	49
Gráfico 8: Frequência anual de desastres por inundações no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012	61
Gráfico 9: Frequência mensal de desastres por inundações no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012	61
Gráfico 10: Danos humanos causados por desastres de inundações no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	62
Gráfico 11: Danos materiais causados por desastres de inundações no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	63
Gráfico 12: Frequência anual de desastres por alagamentos no Estado de Pernambuco (1991-2012).....	71
Gráfico 13: Frequência mensal de desastres por alagamentos no Estado de Pernambuco (1991-2012).....	71
Gráfico 14: Danos humanos causados por desastres de alagamentos no Estado de Pernambuco (1991-2012).....	72
Gráfico 15: Estruturas destruídas e danificadas pelos alagamentos no Estado de Pernambuco (1991 – 2012).....	73
Gráfico 16: Frequência mensal de registros de vendaval no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	81
Gráfico 17: Frequência anual de vendaval no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	81
Gráfico 18: Danos humanos causados por vendavais no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	81
Gráfico 19: Danos materiais causados por vendavais no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	82
Gráfico 20: Frequência mensal de registros de granizo no Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012.....	88
Gráfico 21: Frequência anual de registros de granizo no Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012.....	89
Gráfico 22: Danos humanos causados por granizos no Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012	89
Gráfico 23: Danos materiais causados por granizos no Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012.....	90

Gráfico 24: Frequência mensal de movimento de massa no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	98
Gráfico 25: Frequência anual de movimento de massa no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	98
Gráfico 26: Danos humanos associados a movimento de massa no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012	100
Gráfico 27: Frequência anual de desastres por erosão no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	109
Gráfico 28: Frequência mensal de desastres por erosão no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	109
Gráfico 29: Danos humanos causados por erosão no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	110
Gráfico 30: Danos materiais causados por desastres por erosão no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	111
Gráfico 31: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012	117
Gráfico 32: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012	118
Gráfico 33: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012	123
Gráfico 34: Frequência mensal dos desastres mais recorrentes no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012	124
Gráfico 35: Municípios mais atingidos no Estado de Pernambuco, classificados pelo total de registros, no período de 1991 a 2012.....	124
Gráfico 36: Total de danos humanos no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	125
Gráfico 37: Total de registros de desastres coletados no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	130

Listá de Infográficos

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de estiagem e seca no Estado de Pernambuco	36
Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de Pernambuco	50
Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado de Pernambuco	64
Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado de Pernambuco.....	74
Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado de Pernambuco.....	83
Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado de Pernambuco.....	90
Infográfico 7: Municípios atingidos por movimentos de massa no período de 1991 a 2012.....	100
Infográfico 8: Síntese das ocorrências de erosão no Estado de Pernambuco.....	112

Infográfico 9: Síntese das ocorrências de incêndios florestais no Estado de Pernambuco	118
Infográfico 10: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012.....	125

Listá de Mapas

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado de Pernambuco.....	20
Mapa 2: Registros de estiagem e seca no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012.....	32
Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012.....	44
Mapa 4: Registros de inundações no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012.....	58
Mapa 5: Registros de alagamento no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012.....	68
Mapa 6: Registros de vendavais no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012.....	78
Mapa 7: Registros de granizos no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012.....	86
Mapa 8: Registros de movimentos de massa no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012	94
Mapa 9: Registros de erosões no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012	104
Mapa 10: Registros de incêndios no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012	116
Mapa 11: Registros do total dos eventos no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012.....	122

Listá 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.....	45
Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais.....	59
Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento.....	95
Quadro 7: Principais fatores deflagradores de movimentos de massa	98
Quadro 8: Classificação da erosão pelos fatores ativos.....	105

Quadro 9: Terminologia de processos erosivos em relação à sua forma de ocorrência	106
Quadro 10: Codificação processos erosivos segundo a COBRADE.....	107

Lista de Tabelas

Tabela 1: População, Taxa de Crescimento, Densidade Demográfica e Taxa de Urbanização, Segundo Brasil, Estado de Pernambuco e as Grandes Regiões do Brasil – 2000/2010.	23
Tabela 2: População, Taxa de Crescimento, Densidade Demográfica e Taxa de Urbanização, Segundo Brasil, 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 a Região Nordeste e Unidades da Federação – FJP/2008	24
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 de Pernambuco – 2009... <td>25</td>	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 da Federação	25
Tabela 8: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)	48
Tabela 9: Mortes relacionadas aos eventos mais severos (1991-2012)	49
Tabela 10: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012).....	49
Tabela 11: Os municípios mais severamente atingidos no Estado de Pernambuco (1991-2012).....	63
Tabela 12: Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012)	64
Tabela 13: Danos humanos relacionados aos eventos de alagamento (1991-2012).....	72
Tabela 14: Descrição de danos materiais nos municípios afetados por alagamento no Estado de Pernambuco (1991-2012).....	73
Tabela 15: Total de danos dos eventos de vendavais entre os anos de 1991 a 2012.....	82
Tabela 16: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado de Pernambuco	108
Tabela 17: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)	111
Tabela 18: Danos materiais relacionados aos eventos mais severos (1991-2012).....	111

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

13

O ESTADO DE
PERNAMBUCO

19

DESASTRES NATURAIS NO
ESTADO DE PERNAMBUCO
DE 1991 A 2012

29

ESTIAGEM E SECA

31

ENXURRADA

43

INUNDAÇÃO

57

ALAGAMENTO

67

VENDAVAL

77

EROSÃO

103

GRANIZO

85

INCÊNDIO FLORESTAL

115

MOVIMENTO DE MASSA

93

DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES
NATURAIS NO ESTADO DE
PERNAMBUCO

121

INTRODUÇÃO

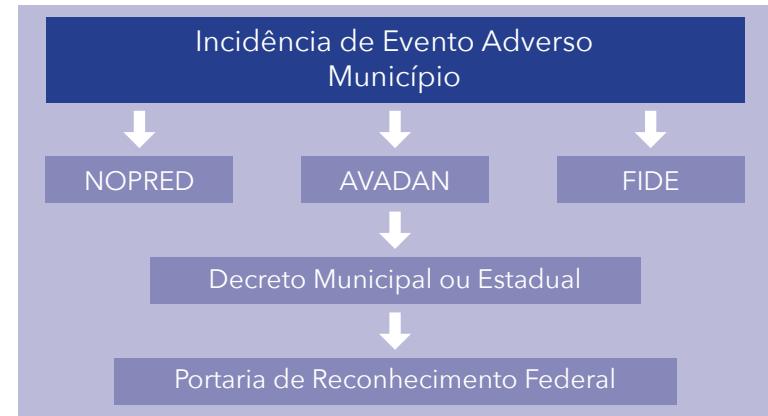
Atlas Brasileiro de Desastres Naturais é um produto de pesquisa realizada por meio de um acordo de cooperação celebrado entre o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria Nacional de Defesa Civil.

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.

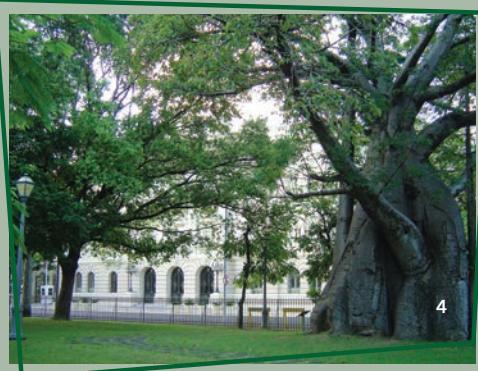
As lacunas de informações quanto aos registros de desastres, o banco de imagens sobre desastres e o referencial teórico para caracterização geográfica por estado também se configuram como as principais limitações para a profundidade das análises.

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

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

Foto 1: Valdinney Pimenta. Fonte: Wikimedia Commons, 2013. Foto 2: Roberto Albuquerque. Fonte: Wikimedia Commons, 2013. Foto 3: Portal da Copa/MEM. Foto 4: Paulo Camelo. Fonte: Wikimedia Commons, 2013.



 ESTADO DE PERNAMBUCO

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado de Pernambuco



CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

 Estado de Pernambuco localiza-se no Nordeste brasileiro, entre as latitudes 07°32'00", 08°55'30" S e paralelos 34°48'35", 41°19'54" W., apresentando uma área territorial de 98.938 km² que corresponde a 6,3% da Região Nordeste.

O Estado de Pernambuco limita-se ao norte, com os Estados da Paraíba e do Ceará; a oeste, com o Piauí; ao sul, com a Bahia, tendo o Rio São Francisco como divisor, e com Alagoas; e a leste, com o Oceano Atlântico.

Como pode ser observado no Mapa 1, o estado possui 184 municípios, divididos em cinco mesorregiões: Mesorregião do São Francisco Pernambucano, no sudoeste do estado; Mesorregião do Sertão Pernambucano, no nordeste do estado; Mesorregião do Agreste Pernambucano, no centro; Mesorregião da Mata Pernambucana, no leste; e a Mesorregião Metropolitana do Recife, no extremo leste do estado. A cidade do Recife, situada nesta última mesorregião, é a capital do Estado de Pernambuco. O Distrito Estadual de Fernando de Noronha, que fica a 545 km de distância de Recife, também pertence a este estado.

No Nordeste brasileiro, o clima é influenciado pela presença da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), de baixa pressão atmosférica, originada pela convergência dos ventos alísios dos dois hemisférios e a decorrente formação de massa de nuvens que resulta em precipitações (FONTES; CORREIA, [20--?]). Muitos quadros de seca não se dão pela falta de umidade no ar, mas pela falta de mecanismos que convertem o vapor de água em chuva (METEOROLOGIA SINÓTICA, 2004). A influência de várias massas de ar, muitas vezes transporta a umidade para outras regiões antes mesmo de se precipitarem na forma de chuva.

O Estado de Pernambuco possui cerca de 70% do seu território inserido no “polígono das secas”, região definida pela SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) delimitada pela isóeta de 800 mm de chuvas anuais, sendo assim frequentemente afetada por secas severas.

Devido à sua grande extensão na direção perpendicular à margem oceânica predominam, no Estado de Pernambuco, quatro diferentes tipos de clima. No Sertão, setor semiárido, predomina o clima tropical árido e

Figura 2: Baía dos Porcos, Fernando de Noronha



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Pernambuco (BRASIL, 2011)

semiárido, onde as chuvas concentram-se, principalmente, nos meses de janeiro/abril e fevereiro/maio.

No Agreste, região de transição entre o Sertão e a Zona da Mata, predomina o clima tropical semiárido e subúmido. As chuvas nesta região concentram-se principalmente nos meses de março/junho e abril/julho, destacando-se algumas áreas mais úmidas - os brejos - resultantes de uma pluviosidade mais abundante (BANCO DO NORDESTE, 2001). Os brejos têm grande importância para a população local, sustentando grande parte da agropecuária nos períodos menos chuvosos.

Na Zona da Mata e no Litoral, o clima predominante é o tropical subúmido e úmido, onde o principal período chuvoso ocorre nos meses de março a agosto. Os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas no estado são: 1) Zona de Convergência Intertropical (março a maio); 2) Vórtices Ciclônico em Ar Superior (novembro a fevereiro); 3) Cavado e Instabilidades

de Frentes Frios (praticamente o ano todo); 4) Ondas de Leste (maio a julho); e 6) Sistemas de Brisa (praticamente o ano todo) (SOUZA et al., 1998).

O estado apresenta, ainda, outra adversidade climática baseada na ocorrência de períodos multidiários com pouquíssima ou nenhuma chuva durante a estação chuvosa. Conhecida como veranico, frequência de períodos com 5 ou mais dias consecutivos sem chuva, constitui-se num problema sério para a agricultura, pois quando atinge dez ou mais dias pode causar impactos significativos no crescimento vegetal (DINIZ et al., 2006).

O impacto das variações climáticas na vida econômica e social da população é enorme. Isto se deve, em parte, à grande variação do total das chuvas de ano para ano. Esta variabilidade é maior que 40% em algumas áreas, principalmente no interior da região semiárida do Nordeste brasileiro, com a ocorrência de secas extremas em alguns anos e enchentes em outros.

Quanto à vegetação, a Floresta Tropical Perene, a Floresta Tropical Semidecídua (Agreste) e a Caatinga revestem o estado. Na área de transição entre os climas tropical e semiárido há uma vegetação florestal peculiar, em que se misturam espécies da Floresta Atlântica e da Caatinga, denominada de vegetação do Agreste (BANCO DO NORDESTE, 2001). No interior, domina o bioma da Caatinga.

Com relação às áreas agricultáveis, há um forte contraste entre os solos dos tabuleiros, pobres para a agricultura, e os solos das colinas e das várzeas (massapê), considerados ricos em produtividade agrícola (BANCO DO NORDESTE, 2001).

Quanto ao aspecto fisiográfico, a faixa costeira do Estado de Pernambuco, com aproximadamente 187 km, é dividida em três setores: Setor Norte, situado entre Olinda e o Estado da Paraíba, que apresenta grande desenvolvimento de recifes e de praias arenosas retilíneas; Setor Médio, que corresponde ao trecho entre Paulista e o Cabo de Santo Agostinho, onde a linha de costa é mais retilínea devido à presença de recifes de arenito e das restingas de Barras das Jangadas, Candeias e Brasília Teimosa; e Setor Sul, localizado entre o Cabo de Santo Agostinho e o extremo sul do estado, que apresenta uma linha de costa mais irregular, devido à presença de várias enseadas, à frente das quais se estendem recifes, que neste setor possuem um grande desenvolvimento (PONTES; ARAÚJO, 2006).

O relevo do Estado de Pernambuco apresenta altitudes pouco expressivas e o predomínio da topografia plana ou regular: 76% da área estão abaixo da altitude de 600 m. No quadro morfológico constata-se a presença de três unidades distintas: a Baixada Litorânea, onde estão as praias; o Planalto da Borborema que se ergue a 70 km do litoral e pode ultrapassar 1.000 metros acima do nível do mar; e o Pediplano Cristalino, dominado por relevos sedimentares e pequenas serras residuais (BANCO DO NORDESTE, 2001).

A rede hidrográfica do estado possui como centro dispersor de águas o maciço da Borborema, que separa as águas que correm para o leste, para a vertente Atlântica, das que correm para o sudoeste, para a vertente do rio São Francisco. Na parte oriental da Borborema estão os três principais rios do estado, que deságuam no Oceano Atlântico – o Capibaribe, o Ipojuca e o Una. Com algumas centenas de quilômetros de comprimento, esses rios têm o seu alto e médio curso no Agreste, onde apresentam regime temporário, enquanto no baixo curso, na região da Mata, são perenes.

Existem outros rios que nascem na porção mais oriental do maciço da Borborema e têm quase todo o seu curso na Mesorregião da Zona da Mata. Entre eles, estão o Capibaribe-Mirim, o Tracunhaém – formadores do Goiana –, o Botafogo, o Jaboatão, o Pirapama, o Sirinhaém e o Formoso. Apesar de terem extensão, largura e volume d'água modestos, se apresentam muito largos nas proximidades da foz, onde crescem os manguezais (ANDRADE, 2007).

O Rio São Francisco, no longo percurso que banha o estado, faz divisa com a Bahia. Nesta região a navegação é mínima, devido aos desniveis acentuados no leito do rio, só sendo possível apenas em pequenos trechos, com pequenas embarcações. Em Pernambuco, na estação das chuvas, correm alguns de seus afluentes pela margem esquerda, a exemplo do Ipanema, Moxotó, Pajeú, Garças e Brígida (ANDRADE, 2007).

DADOS DEMOGRÁFICOS

A Região Nordeste do Brasil possui uma densidade demográfica de 34,15 hab/km², a terceira menor do Brasil, apresentando a terceira menor taxa de crescimento do país, com 11,18%, no período de 2000 a 2010. Já o Estado de Pernambuco, com uma população de 8.796.032 habitantes,

apresenta uma densidade demográfica de 89,60 hab/Km² (Tabela 1). Na capital Recife, a densidade é de 7.037,61 hab/km², com uma população de 1.537.704 habitantes (IBGE, 2011).

A população pernambucana é predominantemente urbana, com uma taxa de 80,15%, característica encontrada também na Região Nordeste, com 73,13%, e no Brasil, com 84,3%, (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: População, Taxa de Crescimento, Densidade Demográfica e Taxa de Urbanização, Segundo Brasil, Estado de Pernambuco 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 ²) 2010	Taxa de Pop. Urbana - 2010
BRASIL	169.799.170	190.732.694	12,33%	22,43	84,36%
Região Norte	12.900.704	15.865.678	22,98%	4,13	73,53%
Região Nordeste	47.741.711	53.078.137	11,18%	34,15	73,13%
Pernambuco	7.918.344	8.796.032	11,08%	89,60	80,15%
Região Sudeste	72.412.411	80.353.724	10,97%	86,92	92,95%
Região Sul	25.107.616	27.384.815	9,07%	48,58	84,93%
Região Centro-Oeste	11.636.728	14.050.340	20,74%	8,75	88,81%

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

Tabela 2: População, Taxa de Crescimento, Densidade Demográfica e Taxa de Urbanização, Segundo Brasil, Região Nordeste e Unidades da Federação – 2000/2010

Abrangência Geográfica	População em 2000	População em 2010	Densidade Demográfica (2010) (Hab/km ²)	Taxa de Crescimento 2000-2010	Taxa de Pop. Urbana 2010
BRASIL	169.799.170	190.732.694	22,4	12,33%	84,36%
Região Nordeste	47.741.711	53.078.137	34,2	11,18%	73,13%
Maranhão	5.651.475	6.569.683	19,28	16,25%	63,07%
Piauí	2.843.278	3.119.015	12,54	9,70%	65,77%
Ceará	7.430.661	8.448.055	57,40	13,69%	75,09%
Rio Grande do Norte	2.776.782	3.168.133	59,43	14,09%	77,82%
Paraíba	3.443.825	3.766.834	66,78	9,38%	75,37%
Pernambuco	7.918.344	8.796.032	89,60	11,08%	80,15%
Alagoas	2.822.621	3.120.922	113,72	10,57%	73,64%
Sergipe	1.784.475	2.068.031	92,22	15,89%	73,51%
Bahia	13.070.250	14.021.432	25,94	7,28%	72,07%

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

PRODUTO INTERNO BRUTO

O PIB¹ per capita do Estado de Pernambuco, segundo dados da Tabela 3, cresceu em média 35%, entre 2004 a 2008, abaixo da média da Região Nordeste, em torno de 53%, e da média do Brasil, em torno de 50%.

No ano de 2008, era de R\$ 8.064,95, maior que a média regional - R\$ 7.487,55 –, mas abaixo da média nacional - R\$ 15.989,75. O PIB per capita do estado é o quarto mais alto entre todos os estados da Região Nordeste, perdendo para Sergipe, Bahia e Rio Grande do Norte. No mesmo período, a taxa de variação foi de 49% (Tabela 3).

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
BRASIL	10.692,19	11.658,12	12.686,60	14.464,73	15.989,75	50,00%
Região Nordeste	4.889,99	5.498,83	6.028,09	6.748,81	7.487,55	53,00%
Maranhão	3.587,90	4.509,51	4.627,71	5.165,23	6.103,66	70,00%
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)

¹ PIB - Produto Interno Bruto: É o total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtoras residentes destinados 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 a 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)

INDICADORES SOCIAIS BÁSICOS

DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL²

No Brasil, em 2008, o déficit habitacional urbano, que engloba as moradias sem condições de serem habitadas, em razão da precariedade das construções ou do desgaste da estrutura física, correspondeu a 5.546.310 de domicílios, dos quais 4.629.832 estão localizados nas áreas urbanas. Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do país, o déficit corresponde a 9,6%. No Estado de Pernambuco o déficit habitacional, em 2008, foi de 124.047 domicílios, dos quais 71.358 localizados nas áreas urbanas e 52.689 nas áreas rurais (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
Brasil	5.546.310	4.629.832	916.478	9,60%
Nordeste	1.946.735	1.305.628	641.107	13,00%
Maranhão	434.750	204.632	230.118	26,90%
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: Déficit Habitacional no Brasil 2008 (BRASIL, 2008, p. 31)

² Déficit Habitacional: o conceito de déficit habitacional utilizado está ligado diretamente às deficiências do estoque de moradias. Inclui ainda a necessidade de incremento do estoque, em função da 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).

Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do Estado de Pernambuco, o déficit corresponde a 10,60%. Este déficit está abaixo do percentual regional, que é de 13%, mas acima do nacional, que é de 9,6%, conforme os dados apresentados na Tabela 4.

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 de Pernambuco, as desigualdades sociais estão expressas pelos indicadores do déficit habitacional segundo a faixa de renda. Os dados mostram que a renda familiar mensal é extremamente baixa, pois 97,50% das famílias recebem renda mensal de até 3 salários-mínimos. Na Região Nordeste esta faixa de renda média corresponde a 95,6%, enquanto a média do 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 a 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
Brasil	89,60%	7,00%	2,80%	0,60%	100%
Nordeste	95,60%	2,80%	1,20%	0,40%	100%
Maranhão	95,30%	3,40%	1,30%	-	100%
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: Déficit Habitacional no Brasil 2008 (BRASIL, 2008)

ESCOLARIDADE

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

O indicador de escolaridade no Estado de Pernambuco pode ser visto pelo percentual de analfabetos (20,80%), que indica ser um dos menores com relação aos outros estados da região; de analfabetos funcionais (13,20%), ou seja, pessoas com até 3 anos de estudos; e os de baixa escolaridade (23,30%), compondo um indicador formado pelos sem escolaridade, com muito baixa e baixa escolaridade, que, na soma, corresponde a 57,30% 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 de Pernambuco – 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
Brasil	111.952	12,90%	11,80%	24,80%
Nordeste	29.205	23,20%	14,90%	22,20%
Maranhão	3.236	23,90%	15,90%	21,60%
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: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2009a)

ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER³

No Estado de Pernambuco o indicador de esperança de vida é de 69,06 anos. Este valor está abaixo da média nacional, que é de 73,1 anos, e abaixo da regional, que é de 70,4 anos. Corresponde ao segundo indicador de esperança de vida mais baixo entre os estados da região. O indicador taxa de fecundidade – 2,05% - está acima do regional – 2,04% - e do nacional – 1,94. O indicador taxa bruta de natalidade – 17,42% - está próximo ao regional – 18,91% - e acima do nacional – 15,77% - e é o quarto mais baixo dentre os estados da região. O indicador taxa bruta de mortalidade – 7,33% - está acima do indicador regional – 6,56% - e do nacional – 6,27% e é o maior dentre os estados da região. O indicador taxa de mortalidade infantil – 35,70% - está acima da média regional – 33,20% - e acima da média nacional – 22,5% e é o

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 da Federação

Abrangência Geográfica	Taxa de Fecundidade Total	Taxa Bruta de Natalidade	Taxa Bruta de Mortalidade	Taxa de Mortalidade Infantil	Esperança de Vida ao Nascer		
					Total	Homens	Mulheres
BRASIL	1,94%	15,77%	6,27%	22,50%	73,10	69,40	77,00
Região Nordeste	2,04%	18,91%	6,56%	33,20%	70,40	66,90	74,10
Maranhão	2,31%	20,56%	6,45%	36,50%	68,44	64,59	72,48
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	18,3%	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: Síntese dos Indicadores Sociais (IBGE, 2009b)

³ No Brasil, o aumento de esperança de vida ao nascer, em combinação com a queda do nível geral de fecundidade, resulta no aumento absoluto e relativo da população idosa. A taxa de fecundidade total corresponde ao número médio de filhos que uma mulher teria no final do seu período fértil; essa taxa no Brasil 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.

terceiro mais alto da Região Nordeste, ficando abaixo somente dos estados de Alagoas, com 46,40%, e do Maranhão, com 36,50% (Tabela 7).

O Estado de Pernambuco apresentou um quadro de indicadores sociais com limitadas condições de desenvolvimento, se comparado aos indicadores da Região Nordeste e do Brasil. O Produto Interno Bruto per capita do estado é o quarto mais alto da Região Nordeste e é maior que as médias regional e nacional. No entanto, com relação aos indicadores de esperança de vida, a taxa de mortalidade infantil está acima da média regional, acima da média nacional e é a terceira mais alta da Região Nordeste. Mais de 97% das famílias possuem renda mensal de até 3 salários-mínimos. A discrepância entre os indicadores econômicos e os indicadores sociais demonstra que há, no estado, uma má distribuição de renda entre os municípios. Um exemplo disso é que, de acordo com Viana et al. (2009), 60% do PIB do Estado de Pernambuco provém da Região Metropolitana de Recife.

Referências

ANDRADE, Manoel C. de Oliveira. Pernambuco e o trópico. **Revista do IEB**, n. 45, p. 11-20. set. 2007. Disponível em: <<http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/rieb/n45/a02n45.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2013.

BANCO DO NORDESTE. Portal do Banco do Nordeste. **Perfil dos estados: Pernambuco, fisiografia e recursos naturais**. Pernambuco: Banco do Nordeste, 2001. Disponível em: <<http://migre.me/66gmd>>. Acesso em: 8 jun. 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Déficit habitacional no Brasil 2008**. Brasília: Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações. 2008. 129 p. (Projeto PNUD-BRA-00/019 – Habitar Brasil – BID). Disponível em: <<http://www.fjp.gov.br/index.php/servicos/81-servicos-cei/70-deficit-habitacional-no-brasil>>. Acesso em: 19 jun. 2013.

_____. Governo do Estado do Pernambuco. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Acervo fotográfico. 2011.

DINIZ, Maryfrance C. Santos. et al. Uma visão geral da ocorrência de maior veranico e duração de períodos de estiagens observados na quadra chuvosa na microrregião de Petrolina - PE. **Revista Sodebras**, v. 01, n. 3, mar. 2006. Disponível em: <<http://www.macropograma1.cnptia.embrapa.br/finep/metas-fisicas/meta-fisica-17/publicacoes/10%20-%20revista-sodebras-veranico-mar-2006.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

FONTES, Aracy Losano; CORREIA, Aracy Losano Fontes. **Diagnóstico ambiental físico do município de Aracaju como subsídio ao estudo de impacto ambiental na zona costeira do Estado de Sergipe**. Sergipe: Universidade Federal de Sergipe, [20--?]. Disponível em: <<http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/75.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2013.

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. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003_2007/tabela04.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2013.

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

_____. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: 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>. Acesso em: 10 jun. 2013.

_____. **Estados@:** Pernambuco - Recife. Brasília: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?uf=pe>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

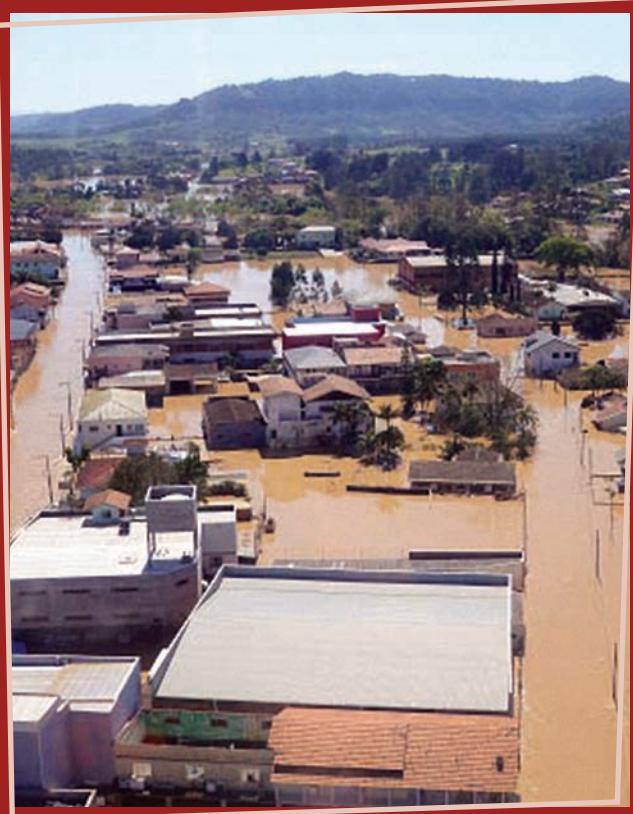
METEOROLOGIA SINÓTICA. **O clima do Brasil.** São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.master.iag.usp.br/ensino/Sinotica/AULA04/AULA04.HTML>>. Acesso em: 26 maio 2013.

PONTES, Patrícia Mesquita; ARAÚJO, Tereza Cristina Medeiros de. Monitoramento morfológico das praias do Estado de Pernambuco – Brasil: análise temporal e espacial. **Tropical Oceanography Online**, Recife, v. 34, n. 1, p. 1-11, 2006. Disponível em: <http://www.ufpe.br/tropicaloceanography/completos/34_1_1Pontes.pdf>. Acesso em: 8 maio 2013.

SOUZA, Ioneide Alves de. et al. Variabilidade climática na bacia hidrográfica do rio Una-PE/Brasil e os seus efeitos na agricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 1998, [S.I.], **Anais...** [S.I.], 1998. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/busca.php>>. Acesso em: 22 maio 2013.

VIANA, Douglas Carvalho Francisco. et al. Opulência e subdesenvolvimento na mata sul de Pernambuco: contrastes gerados a partir do cultivo da cana-de-açúcar. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 19., São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2009, p. 1-23. Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/inferior/laboratorios/agraria/Anais%20XIXENGA/artigos/Viana_DCF.pdf> Acesso em: 1 maio 2013.

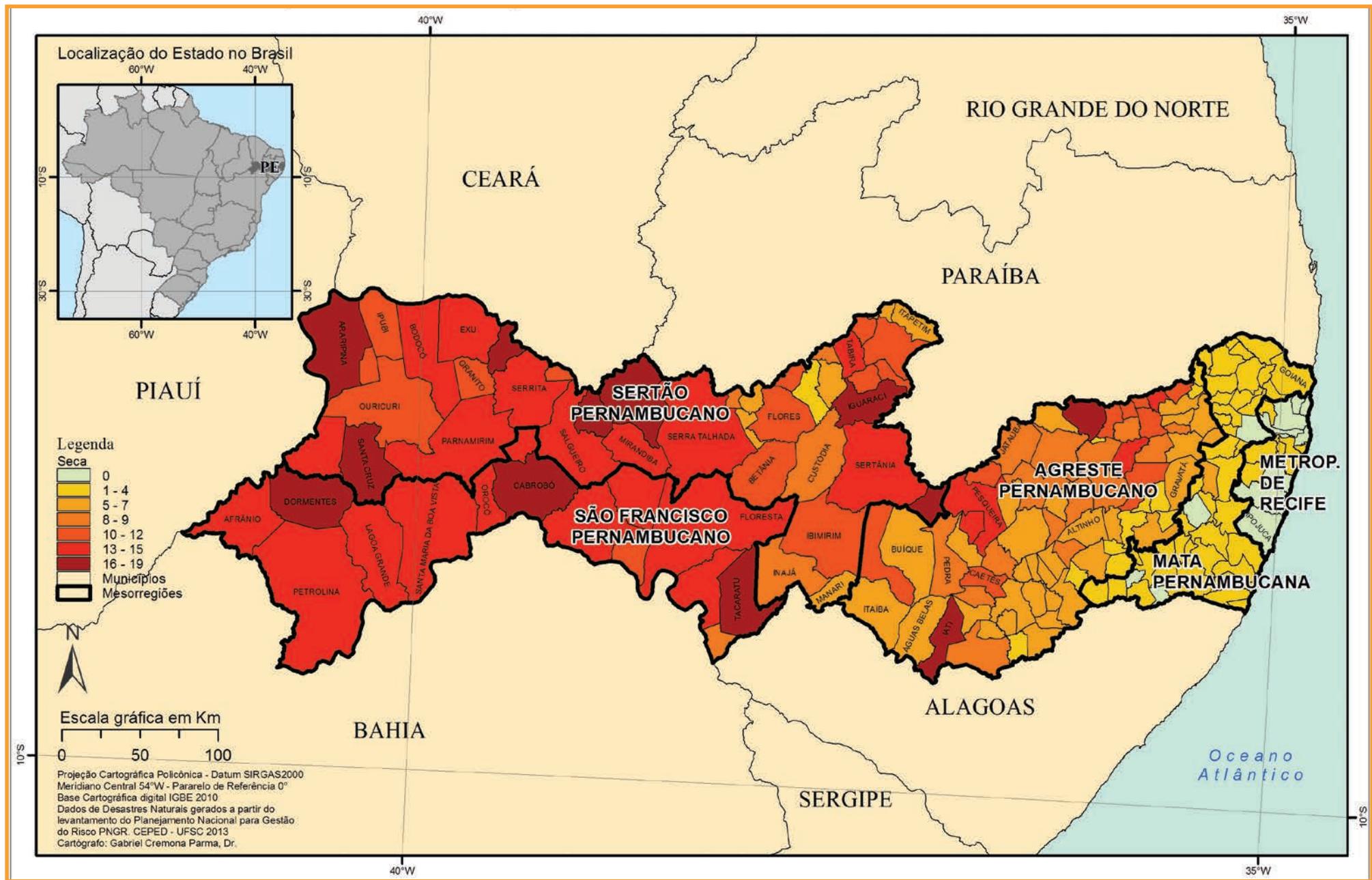




DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DE PERNAMBUCO DE 1991 A 2012

ESTIAGEM E SECA

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



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

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

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

A estiagem é um dos desastres de maior ocorrência e impacto no mundo, devido, principalmente, ao longo período em que ocorre e à abrangência de grandes áreas atingidas (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2004). Assim, a estiagem, enquanto desastre, produz reflexos sobre as reservas hidrológicas locais, causando prejuízos à agricultura e à pecuária. Dependendo do tamanho da cultura realizada, da necessidade de irrigação e da importância desta cultura na economia no município, os danos podem apresentar magnitudes economicamente catastróficas. Seus impactos na sociedade, portanto, resultam da relação entre eventos naturais e as atividades socioeconômicas desenvolvidas na região, por isso a intensidade dos danos gerados é proporcional à magnitude do evento adverso e ao grau de vulnerabilidade da economia local ao evento (CASTRO, 2003).

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

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

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

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

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

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

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

No decorrer do período entre 1991 a 2012, ocorreram **1.308 registros oficiais** de estiagem e seca no Estado de Pernambuco. Conforme

Figura 3: Período de estiagem no Município de Jurema – PE



Fonte: Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Jurema – PE (JUREMA, 2013)

as informações no Mapa 2, verifica-se que dos 184 municípios do estado, 172, pertencentes a diferentes mesorregiões do estado, foram afetados por este tipo de desastre. Nota-se, entretanto, que a ocorrência do fenômeno aumenta de leste para oeste de forma bastante perceptível, ou seja, na medida em que os municípios se afastam do Oceano Atlântico.

As mesorregiões Metropolitana de Recife e Mata Pernambucana são as menos atingidas, tendo a primeira apresentado 8 registros de ocorrência nos 22 anos analisados e a segunda, 72. Os municípios dessas mesorregiões também apresentaram menor recorrência, estando representados no Mapa 2 na classe entre 1-4 eventos.

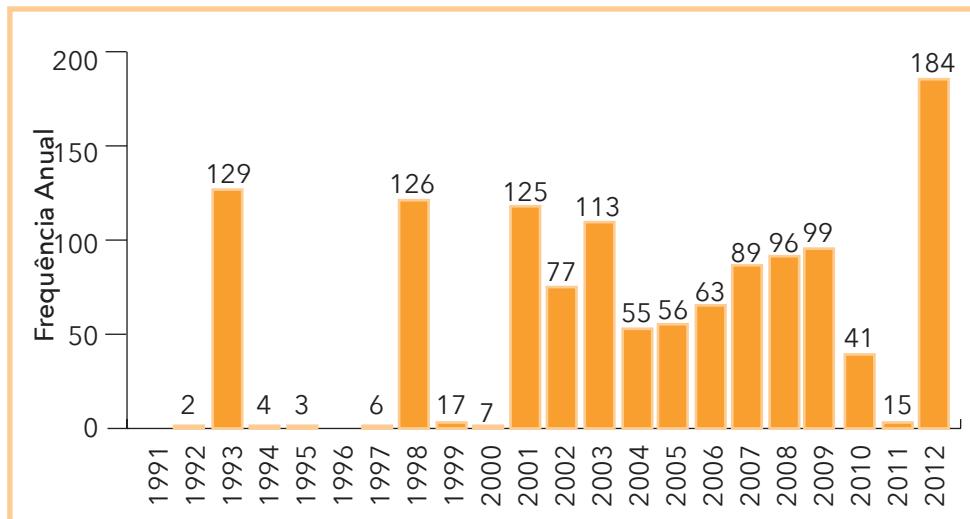
Considerando-se o número de registros, a Mesorregião do Agreste Pernambucano foi a mais atingida, com 537 ocorrências de estiagem e seca no período analisado. Os municípios mais afetados foram Taquaratinga, com 19 registros e Iati, com 17. As mesorregiões Sertão Pernambucano e São

Francisco Pernambucano são as mais afetadas com relação à recorrência de eventos de estiagem e seca, de acordo com o Mapa 2. No Sertão Pernambucano todos os 39 municípios foram atingidos, num total de 480 registros. Os municípios mais afetados foram Araripina, Igaraci e Santa Cruz, com 19 registros; Arcoverde, Dormente e Moreilândia, com 17 ocorrências; e São José do Belmonte, Tacaratu e Verdejante, com 16 registros cada. Na Mesorregião de São Francisco Pernambucano, todos os 15 municípios foram atingidos, sendo que os mais recorrentes foram Cabrobró, Iati e Taquaratinga do Norte, com 16, 17 e 19 registros, respectivamente, ao longo dos 22 anos analisados.

O Estado de Pernambuco tem 70% do seu território no Polígono das Secas, delimitado pela SUDENE através da Lei n. 1.348, de 10 de fevereiro de 1951 (GALVÍNCIO; MOURA, 2005), o que pode ser observado pelo número de ocorrências e recorrência nos municípios atingidos.

Conforme o Gráfico 1 e como pode-se observar no Infográfico 1, os anos em que houve mais registros de ocorrência de estiagens e secas foram 1993, com 129 registros; 1998, com 126; 2001, com 125; 2003, com 113; e 2012, com 184 registros.

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



Fonte: Brasil (2013)

De acordo com Silva, Formiga e Cunha (1996), o início do período de invernos irregulares, com o volume de chuvas alterado, se deu em 1991. De acordo com o CPTEC/INPE (2011), o intervalo entre 1990 a 1993 foi um período de vigência do fenômeno *El Niño*, que se caracteriza por um aquecimento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico, predominantemente na sua faixa equatorial, afetando o clima regional e global, e mudando a circulação geral da atmosfera. No nordeste brasileiro é um dos responsáveis pela ocorrência de secas severas (CPTEC/INPE, 2011). O ano de 1998 também foi um ano de forte ocorrência de *El Niño*.

Com relação à frequência mensal deste fenômeno em Pernambuco pode-se observar no Gráfico 2 que as ocorrências de estiagem e seca são frequentes no estado durante praticamente todos os meses do ano. No entanto, nota-se uma maior frequência nos meses de maio, junho, agosto, setembro, outubro e novembro. O menor número de ocorrências nos me-

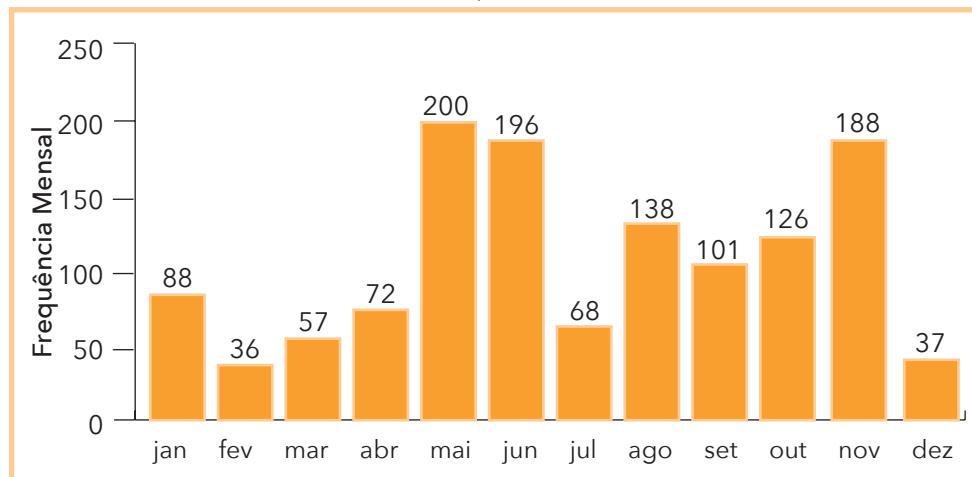
Figura 4: Curso d'água seco em período de déficit hídrico em Pernambuco



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Pernambuco (BRASIL, 2011)

ses de janeiro a abril está relacionado ao predomínio das chuvas durante esses meses no semiárido.

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



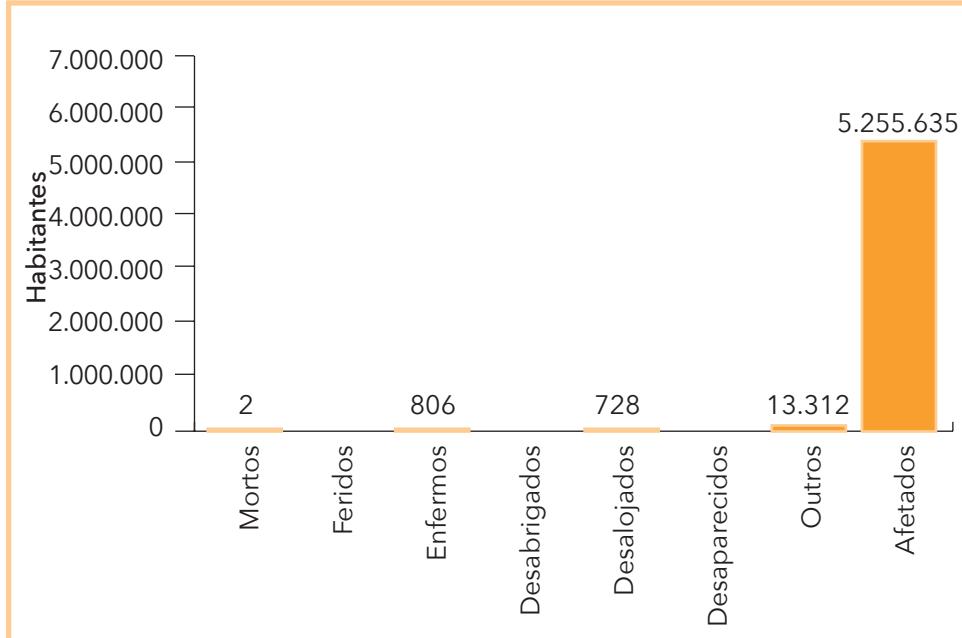
Fonte: Brasil (2013)

De acordo com o Gráfico 3 foram registrados 2 óbitos, 806 pessoas enfermas, 728 pessoas desalojadas, 13.312 pessoas atingidas por outros tipos de danos e 5.255.635 pessoas afetadas em todo o estado.

As consequências socioeconômicas não têm relação somente com a magnitude do fenômeno natural. Podem estar relacionadas a questões de infraestrutura, planejamento e aumento da população exposta. Além disso, eventos menores, se ocorrerem em meses importantes para a agricultura, por exemplo, podem ter consequências ainda mais graves.

No Estado de Pernambuco os eventos de estiagens e secas passaram a ocorrer com mais frequência após o ano de 2001. Isto pode ser devido ao aumento da população ou das atividades em áreas vulneráveis, aumentando a exposição a este tipo de adversidade. Outro dado que deve ser levado em consideração é a ação do homem, pois a constante destruição da vegetação natural por meio de queimadas acarreta a expansão do clima semiárido para áreas onde anteriormente ele não existia (GASPAR, 2010).

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



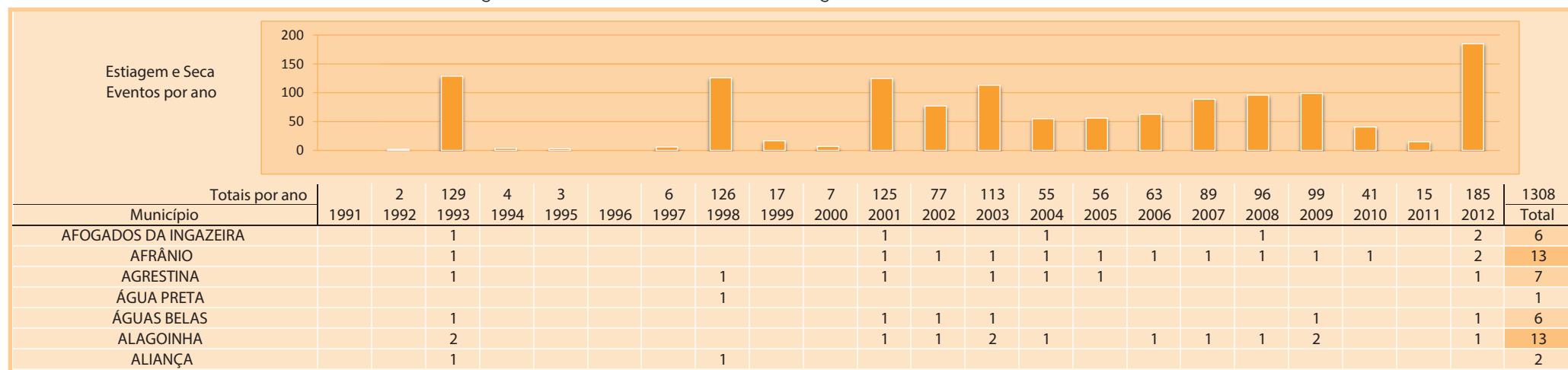
Fonte: Brasil (2013)

Figura 5: Período de estiagem no Município de Jurema – PE



Fonte: Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Jurema – PE (JUREMA, 2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

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

ALTINHO		1			1		1	1	1								1	6		
ANGELIM		1			1		1	1									1	6		
ARAÇOIABA				1														1		
ARARIPINA				1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	2	19		
ARCOVERDE		1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	17		
BARRA DE GUABIRABA		1					1											2		
BARREIROS						1												1		
BELÉM DE MARIA						1												1		
BELÉM DO SÃO FRANCISCO						1		1	1	1		1	1	1	1	2	1	2	14	
BELO JARDIM		1	1			1		1	1					2	1			1	9	
BETÂNIA		1				1		1	1	1			1	1	1	1		2	11	
BEZERROS		1				1		1	1	1			1	1	2	1		1	11	
BODOCÓ		1						1	1	1	2	1		1		1	1	2	13	
BOM CONSELHO		1				1		1		2						2		2	9	
BOM JARDIM		1				1		1							2	1		1	7	
BONITO		1	1			1		1										1	5	
BREJÃO		1				1		1	1							1		1	7	
BREJINHO		1						1						2				2	6	
BREJO DA MADRE DE DEUS		1				1		1	1	1				1	2			1	9	
BUENOS AIRES						1													1	
BUÍQUE		1				1		1	1	1				1				1	7	
CABROBÓ					1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	16	
CACHOEIRINHA		1				1		1	1	1				1	1			1	8	
CAETÉS		1	1			1		1	1	1				1	1			1	10	
CALÇADO		1				1		1	1							1		1	6	
CALUMBI		1						1	1	1	1							2	7	
CAMARAGIBE		1						1	1	1	1								1	
CAMOCIM DE SÃO FÉLIX		1				1			1										3	
CAMUTANGA						1													1	
CANHOTINHO		1						1	1									1	5	
CAPOEIRAS		1				1		1		2					1	1		1	8	
CARNAÍBA								1										2	3	
CARNAUBEIRA DA PENHA		1				1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	15	
CARPINA		1				1	1											1	4	
CARUARU		1	1						1		1	1	1	1	1			1	9	
CASINHAS									1		1	1	1	2	2	4		1	13	
CATENDE		1				1													2	
CEDRO		1				1		1	1	1			1	1	1				2	11
CHÁ DE ALEGRIA						1							1						2	
CHÁ GRANDE						1	1												2	
CONDADO		1					1												2	
CORRENTES		1					1		1									1	5	
CORTÉS						1												1	2	
CUMARU		1					1		1		1	1			1	1	1		1	9
CUPIRA		1					1		1									1	4	
CUSTÓDIA									1	1	2				1	1			2	8

Fonte: Brasil (2013)

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

DORMENTES		1			1			1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	17
ESCADA					1															1
EXU					1			1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	14
FEIRA NOVA		1			1			1						1		1	1			6
FERREIROS		1			1	1														3
FLORES								1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	2	11
FLORESTA		1				1		1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	2	14
FREI MIGUELINHO		1						1	1	1				1	1	1	1	1	1	9
GAMELEIRA					1															1
GARANHUNS		1			1			1		1					1	1			1	7
GLÓRIA DO GOITÁ					1															1
GOIANA					1															1
GRANITO		1						1	1	1	1	1	1	1	1	1			2	11
GRAVATÁ		1	1			1		1										1		5
IATI		1				1	2	2	1	1	1	1		2	1		2		1	17
IBIMIRIM		1				1			1	1	1	1					1	1	2	10
IBIRAJUBA		1					1	1		1	1	1					1		1	9
IGUARACI		1						1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1	19
INAJÁ					1			1	1	1				1	1	1			2	9
INGAZEIRA								1	1	2				1	2	2	1		2	12
IPUBI		1				1			1	1	1		1	1	1	1			2	12
ITACURUBA		1				1			1	1					1	1	2	2	2	12
ITAÍBA		1							1	1	1								2	6
ITAMBÉ		1				1														2
ITAPETIM					1				1		2				1				1	6
ITAQUITINGA		1																		1
JATAÚBA		1				1	1		1	1	1	1			1				1	9
JATOBÁ					1			1	1		1				1	1			2	8
JOÃO ALFREDO		1				1			1						1	1	1			6
JOAQUIM NABUCO					1	1														2
JUCATI		1	1			1			1	1							1		1	7
JUPI		1				1			1		1						1		1	6
JUREMA		1						1										1	3	
LAGOA DE ITAENGA					1	1														2
LAGOA DO CARRO						1														1
LAGOA DO OURO		1					1			1									1	4
LAGOA DOS GATOS		1						1			1									2
LAGOA GRANDE					1			1	1	1		1	2	2	1	1	1	1	2	15
LAJEDO		1				1			1	1	1								1	6
LIMOÉIRO		1				1			1							3		1	7	
MACAPARANA					1	1													1	3
MACHADOS		1				1			1						1					4
MANARI					1			1	1	1	1								2	6
MARAIAL					1															1
MIRANDIBA		1				1			1	1	1	1	1	1	1	2	1		2	14
MOREILÂNDIA		1				1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	17

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

SÃO VICENTE FERRER		1			1		1													3
SERRA TALHADA		1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	13
SERRITA		1			1		1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	15
SERTÂNIA		1			1		1	1	2	1	1	1	2	1					2	14
SIRINHAÉM					1															1
SOLIDÃO							1		1		1		1	1	1	1	1	1	2	9
SURUBIM		1			1		1		1				1	1	2	1			1	10
TABIRA		1					1	1				1	2	2	1	1	1	1	2	13
TACAIMBÓ		1			1				1						1	1	1	1	1	7
TACARATU		1			1	1	1	1	2	2	1	2	1	1				2	16	
TAMANDARÉ					1														1	
TAQUARITINGA DO NORTE		1			1		1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	19	
TEREZINHA		1				1		1				1	1					1	7	
TERRA NOVA		1	1	1			1	1	1		1	1	1	1	1	1		2	13	
TIMBAÚBA		1			1	1												1	4	
TORITAMA		1					1		2										4	
TRACUNHAÉM		1			1														2	
TRINDADE		1			1			1	1			1	1	1	1	1		2	11	
TRIUNFO		1					1	1										2	5	
TUPANATINGA		1				1	1	1	1						2	1	1	1	11	
TUPARETAMA		1					1	1	1		1		1	1	1	1	1	2	11	
VENTUROSA		1					1	1	1	1		1		1	1	1		1	7	
VERDEJANTE		1				1		1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	16	
VERTENTE DO LÉRIO		1				1		1	1			1	2	2	1			1	11	
VERTENTES		1					1		2				1	2	2	1	1	1	12	
VICÊNCIA		1			1													1	3	
VITÓRIA DE SANTO ANTÃO					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.

_____. Governo do Estado do Pernambuco. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Acervo fotográfico. 2011.

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, 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.

CPTEC - CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS; INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Ocorrência de El Niño**. 2011. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml>. Acesso em: 26 jul. 2013.

GALVÍNCIO, Josiclêda Domiciano; MOURA, Magna S. Beserra de. Aspectos climáticos de capacitação de água de chuva no Estado de Pernambuco.

Revista Geografia, Recife, v. 22, n. 2, 2005. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/51/18>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

GASPAR, Lúcia. **Seca no nordeste brasileiro**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2010. Disponível em: <<http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/>>. Acesso em: 23 jun. 2013.

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

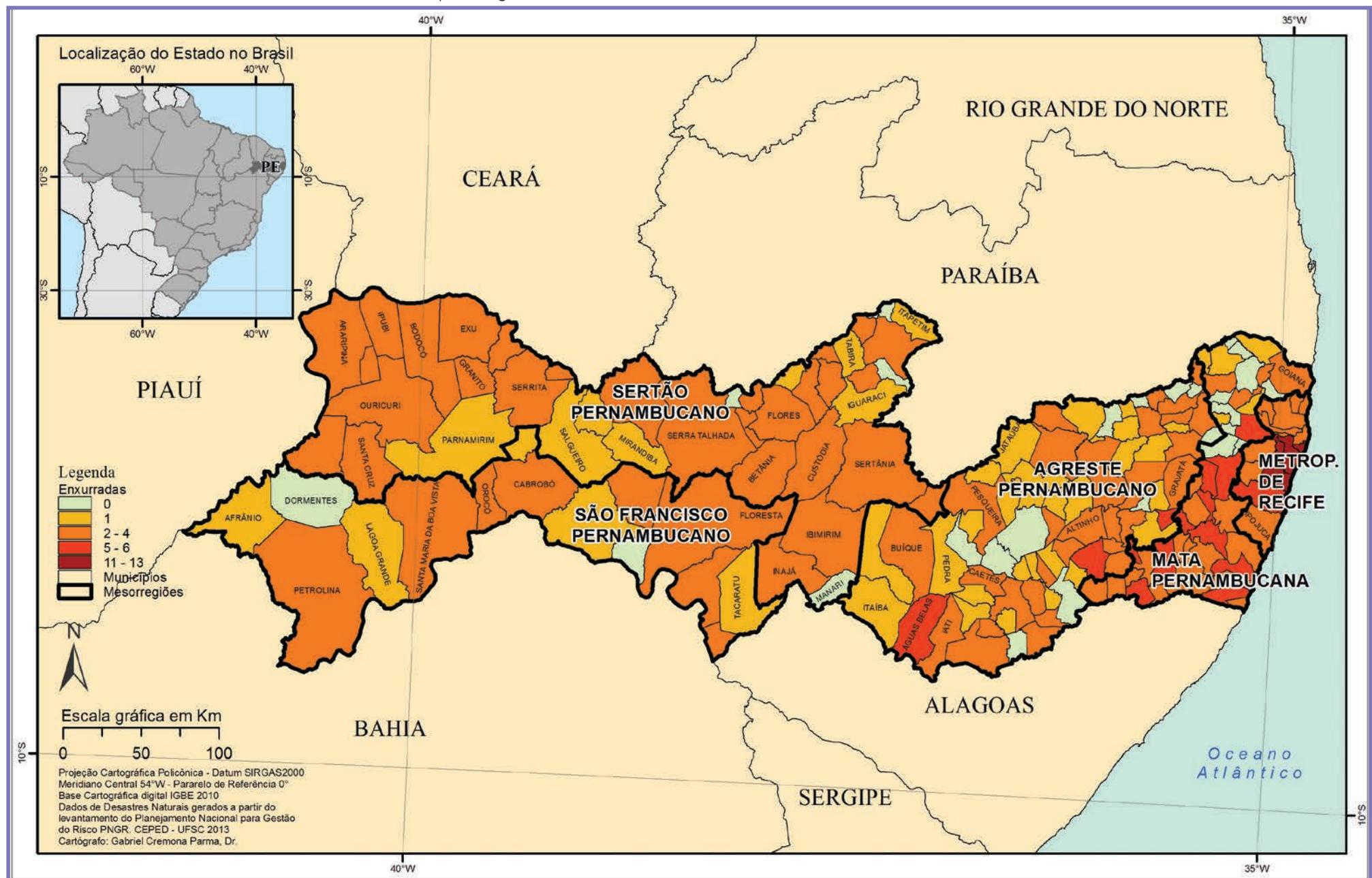
JUREMA – PE. Defesa Civil Municipal. Acervo fotográfico. 2013

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

SILVA, R. M. A. da; FORMIGA, M. C. de C.; CUNHA, M. H. S. **Trabalhadores rurais na seca 1992-1993 no RN**: políticas públicas e luta pela sobrevivência. 1996. Disponível em: <<http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/1996/T96V1A18.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2013.

ENXURRADA

Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012



Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRA-DE), proposta em 2012, as inundações bruscas passaram a ser denominadas enxurradas e são definidas como:

Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracteriza-se pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial (BRASIL, 2012, p. 73).

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

Ressalta-se que a terminologia está associada à localidade (TACHINI et al., 2009), bem como à ciência que a aborda, pois na ciências do solo/agronomia, o termo enxurrada está muitas vezes associado ao fluxo concentrado, processos erosivos e 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 deste fenômeno (Quadro 4).

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

Nota-se que as definições ainda precisam amadurecer até que se chegue a uma consonância. Contudo, em relação às características, há

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 inundaçao causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de 6 horas. Também uma quebra de barragem pode causar inundaçao 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 inundaçao. 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.
Inundação 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 bem como danos à infraestrutura e 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 ocorrem em áreas ou bacias hidrográficas pequenas e declivosas, com baixa capacidade de infiltração ou solos rasos que saturam rapidamente ou ainda em locais urbanizados (TUCCI; COLLISCHOOON, 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, muitas vezes associadas a alagamentos; e sua distinção se torna cada vez mais complexa.

Figura 6: Edificações nas margens do rio danificadas por episódio de enxurrada



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Pernambuco (BRASIL, 2011)

Para NOAA (2010), independente de qual definição seja adotada, o sistema de alerta para as enxurradas deve ser diferenciado em relação aos outros tipos de processos hidrometeorológicos. Dessa maneira, a sua previsão é um dos maiores desafios para os pesquisadores e órgãos governamentais ligados à temática dos desastres naturais. A maior parte dos sistemas alertas atuais está focada em eventos ou fenômenos com um considerável tempo de alerta, sendo que os fenômenos súbitos ainda carecem de sistemas de alerta efetivos (HAYDEN et al., 2007). Borga et al. (2009) e Georgakakos (1986) sugerem que o sistema de alerta para enxurradas deva ser em escala local, pois os fenômenos meteorológicos que as causam geralmente possuem escalas inferiores a 100 km².

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 em 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. Estas características indicam os locais mais suscetíveis à sua ocorrência, contudo elas podem ocorrer em qualquer local.

O Estado de Pernambuco possui **427 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 pernambucano.

Observa-se que todas as mesorregiões do estado registraram pelo menos 01 evento de enxurrada, com destaque para Agreste Pernambucano e Mata Pernambucana, com 29% e 28%, respectivamente. A Mesorregião São Francisco Pernambucano registrou a menor frequência, apenas 5% de todos os registros. Apesar de o estado ter 70% de seu território no semiárido e no polígono das secas (GALVÍNCIO; MOURA, 2005), é sua característica apresentar uma alta irregularidade na distribuição espacial e temporal das

chuvas, por vezes ocasionando períodos de seca e, em outros, eventos extremos que provocam inundações e enxurradas (SAKAMOTO, 2004).

Dos 185 municípios pernambucanos, 158 (85%) foram afetados pelas enxurradas. A capital, Recife, e o município de Camaragibe apresentaram a maior frequência, com 13 registros cada. Jaboatão dos Guararapes e Olinda registraram 11 eventos cada.

Esses quatro municípios pertencem à Mesorregião Metropolitana de Recife e, segundo o IBGE (2011), ocupam, respectivamente, a 1^a, a 8^a, a 2^a e a 3^a posição em termos populacionais no estado. Esta mesorregião possui a maior densidade populacional do Estado de Pernambuco, além de estar situada em uma região de clima úmido. A junção de fatores antrópicos como a alta densidade populacional somada a fatores físicos (clima) contribui para a ocorrência de enxurradas nesta região.

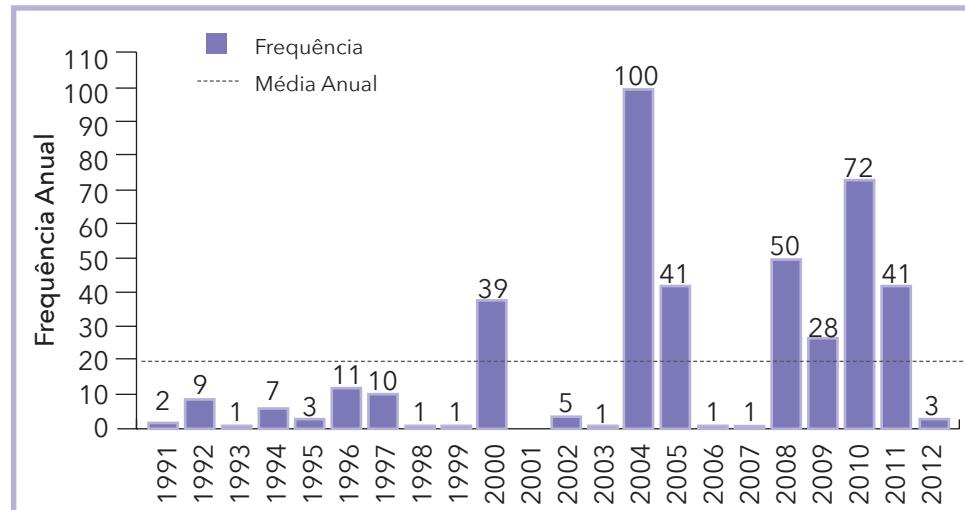
O Gráfico 4 apresenta a frequência anual de enxurradas registradas entre 1991 e 2012. Ao longo destes 22 anos, apenas em 2001 não foi registrado nenhum evento. Nos primeiros 11 anos, destaca-se o ano de 2000, com 39 eventos, o dobro da média anual (19 eventos/ano). No segundo período (2002-2012), exceto em 2006, 2007 e 2012 a média foi superada, com destaque para os anos de 2004 e 2010.

O excesso de chuvas de 2004 foi causado pela associação de três sistemas meteorológicos: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS) e Frente Fria (GUEDES et al., 2004). Essa associação fez de 2004 um dos anos mais chuvosos no estado, com um total acumulado de 1.137 mm de chuvas em 107 dias.

Já no ano de 2010 foi observada a presença de circulação anticiclônica e ventos de nordeste que contribuíram para um escoamento divergente. Na superfície, próximo ao litoral do Nordeste, foi observada a presença de um cavado invertido. Esta configuração evidenciou uma condição favorável para a convergência de umidade oriunda do Oceano Atlântico e com deslocamento para o setor leste do estado (BANDEIRA; SILVA, 2011).

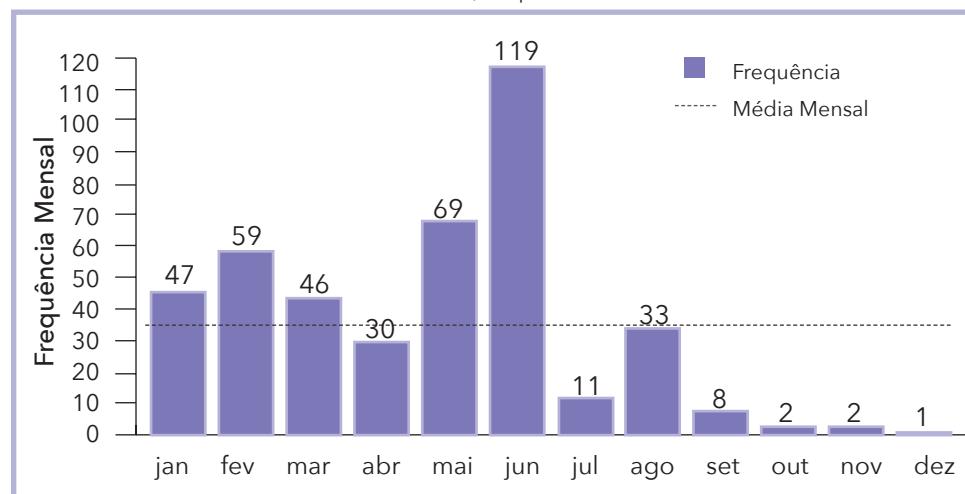
Em relação à frequência mensal (Gráfico 5), o mês de junho se destaca com 119 registros, o triplo da média mensal. Aproximadamente 60% destes eventos registrados no mês de junho estão associados às enxurradas ocorridas em 2010. Segundo o Banco Mundial (2012) entre os dias 17 e 18 de junho, uma Onda de Leste atingiu o estado, fazendo com que

Gráfico 4: Frequência anual de desastres por enxurradas no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 5: Frequência mensal de desastres por enxurradas no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



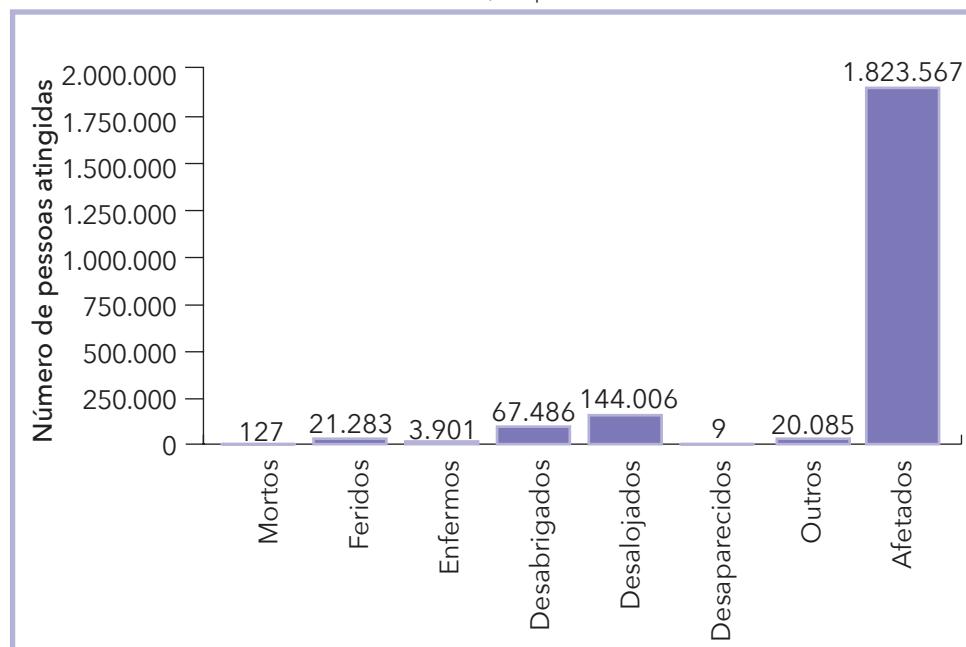
Fonte: Brasil (2013)

em apenas 24 horas chovesse 70% do volume esperado para todo o mês. Segundo a mesma fonte, o fenômeno Onda de Leste é caracterizado pela conjunção de ventos fortes do oceano em direção ao interior do estado, por uma grande concentração de nuvens nas cabeceiras dos rios e por um aquecimento acima do esperado da massa do Oceano Atlântico.

Os 427 eventos severos de enxurradas afetaram mais de 1,8 milhões de pessoas, dos quais 38% estão relacionados ao evento de junho de 2010 (Gráfico 6). Este mesmo evento é responsável por 49% de todos os desalojados registrados ao longo destes 22 anos (144 mil). Em relação ao número de mortos, um único evento, em junho de 2005 no município de Jaboatão dos Guararapes, foi responsável por 20 dos 127 falecimentos registrados entre 1991 e 2012.

A Tabela 8 apresenta os 10 municípios com o maior número de afetados por evento. Jaboatão dos Guararapes se sobressai, principalmente devido às

Gráfico 6: Danos humanos causados por desastres de enxurradas no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



severas enxurradas de 2010 e 2005, que somaram aproximadamente 200 mil pessoas afetadas, o que representa cerca de 30% da sua população. Além disso, os municípios com o maior número de pessoas afetadas estão relacionados às enxurradas de 2010. Como a Mesorregião Metropolitana de Recife foi a mais afetada pela Onda de Leste em 2010, ela concentra a maioria dos municípios mais prejudicados. Palmares, situado na Mesorregião Mata Pernambucana, teve 98% da sua população afetada em junho de 2010, demonstrando a excepcionalidade deste evento, conforme já descrito por Banco Mundial (2012).

Os dez principais municípios em relação ao número de mortos são apresentados na Tabela 9. Jaboatão dos Guararapes novamente despon-

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

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Desalojados	Enfermos	Afetados
2010	Jaboatão dos Guararapes	Metropolitana De Recife	-	1.125	-	106.726
2005	Jaboatão dos Guararapes	Metropolitana De Recife	4.496	5.504	32	91.596
2010	Gravatá	Agreste Pernambucano	35	127	-	65.123
2010	Palmares	Mata Pernambucana	2.337	15.734	294	58.819
2010	Cabo de Santo Agostinho	Metropolitana De Recife	563	224	-	56.500
2010	Camaragibe	Metropolitana De Recife	17	241	-	55.029
2005	Moreno	Metropolitana De Recife	362	1.196	7	47.126
2010	Barreiros	Mata Pernambucana	-	-	-	43.911
2010	Garanhuns	Agreste Pernambucano	-	58	-	31.622
2008	Petrolina	São Francisco Pernambucano	141	548	-	31.550

Fonte: Brasil (2013)

ta, com 20 falecimentos. Segundo o relatório de danos emitido pelo município, ocorreu o transbordamento dos rios Una e Jaboatão, devido a uma precipitação de 161,40 mm em 48 horas. Intensa precipitação em um curto período de tempo associada a precipitações mensais acima da média são relatadas pela maioria dos municípios como causa das enxurradas e dos falecimentos. Assim, não apenas a precipitação ocorrida durante o evento de enxurradas, mas também a precipitação e umidade antecedentes devem ser levadas em consideração.

Além dos municípios listados na Tabela 9, outros 39 registraram falecimentos em virtude das enxurradas, a saber:

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

Ano	Município	Desabrigados	Desalojados	Mortos	Afetados
2005	Jaboatão dos Guararapes	4.496	5.504	20	91.596
2004	Caruaru	-	536	8	6.077
2000	Recife	2.000	1.600	8	-
2000	Água Preta	1.200	6.800	6	-
2010	Recife	200	-	6	-
2004	Búzios	-	37	5	22.000
2005	Vitória de Santo Antão	1.500	9.840	4	15.350
2004	Floresta	3.013	1.622	4	4.065
2004	Exu	-	-	4	-
2004	Pedra	-	-	4	-

Fonte: Brasil (2013)

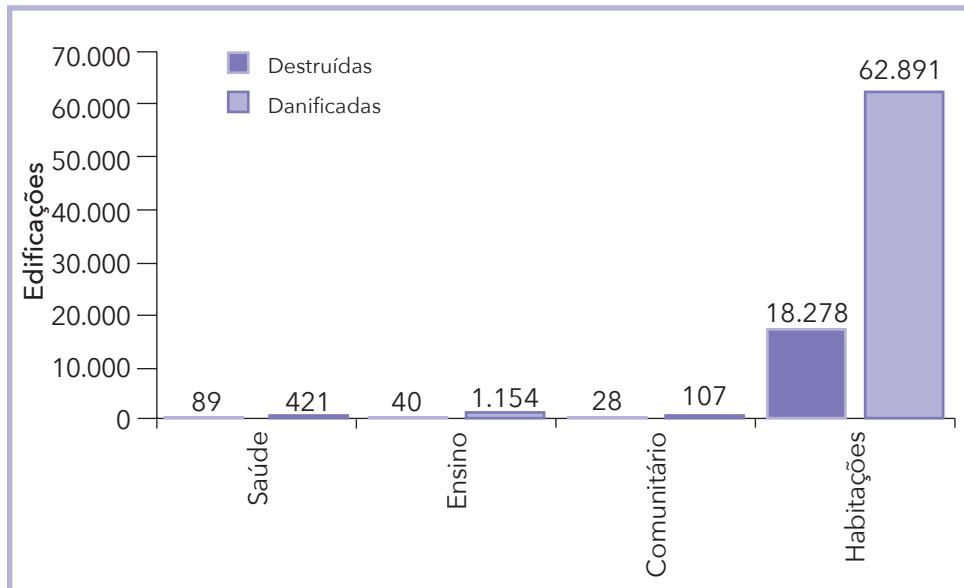
- 03 falecimentos: Sertânia, Catende, Pesqueira, e Olinda;
- 02 falecimentos: Moreno, Barreiros, Bezerros, Água Preta, Camaragibe, Limoeiro, Quipapá, Inajá, Águas Belas, Cabo de Santo Agostinho, e Santa Maria da Boa Vista;
- 01 falecimento: Catende, Exu, Cumaru, Maraial, Pesqueira, Altinho, Afogados da Ingazeira, Búzios, Cortês, Gameleira, Tabira, Vitória de Santo Antão, Granito, Belém de Maria, Parnamirim, Surubim, Barra de Guabiraba, Trindade, Caruaru, Olinda, Santa Filomena, Cachoeirinha, Orocó, e Surubim.

Como a sociedade, ao longo da sua história, procurou se estabelecer próxima aos rios e cursos de água, os eventos de enxurrada ocasionam um elevado número de habitações destruídas e danificadas (Gráfico 7). Do total de habitações danificadas, 34% estão relacionadas às enxurradas ocorridas em 2010 no município de Barreiros e em 2005 no município de Jaboatão dos Guararapes.

Por fim, na Tabela 10 são descritos os principais municípios em relação aos danos materiais. Barreiros, devido ao evento de 2010, relatou a maior quantidade de edificações danificadas e destruídas, sendo que, do total, 76% são de habitações danificadas.

As enxurradas estão associadas a chuvas intensas em bacias hidrográficas declivosas. Contudo, elas podem ocorrer em qualquer lugar. No

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



Fonte: Brasil (2013)

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

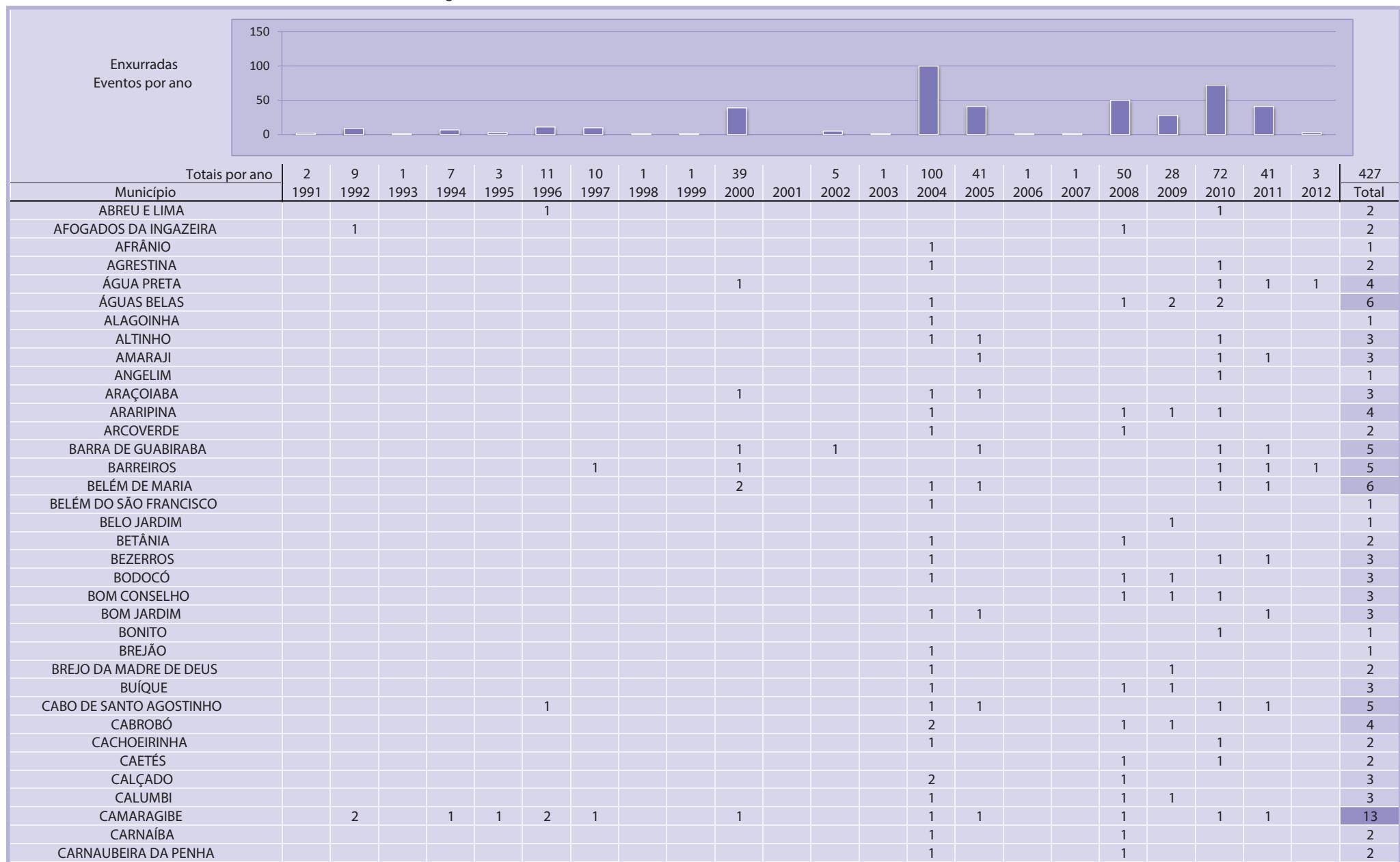
Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2010	Barreiros	Mata Pernambucana	3.356	11.127	14.483
2005	Jaboatão dos Guararapes	Metropolitana de Recife	1.056	10.570	11.626
2010	Água Preta	Mata Pernambucana	804	2.154	2.958
2000	Belém de Maria	Mata Pernambucana	1.555	1.094	2.649
2010	Palmares	Mata Pernambucana	960	1.328	2.288

Fonte: Brasil (2013)

território pernambucano sua ocorrência foi registrada em todas as mesorregiões, mesmo nas caracterizadas por possuírem déficit hídrico ou chuvas irregulares. Assim, independente da região, todos os municípios devem estar preparados para estes desastres súbitos e que vêm causando cada vez mais danos à sociedade.

O Infográfico 2 apresenta uma síntese dos registros de enxurrada no Estado de Pernambuco ao longo destes 22 anos.

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de Pernambuco



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de Pernambuco

CARUARU						1				1			2
CASINHAS							1				1		2
CATENDE								1			1	1	4
CEDRO								1					4
CHÃ GRANDE						1				1	1		4
CONDADO								1		1			2
CORRENTES		1									1	1	3
CORTÉS						1	1	1	1			1	6
CUMARU												1	1
CUPIRA						1			1				3
CUSTÓDIA								1			1		2
ESCADA						1			1			1	1
EXU							2			1	1		4
FLORES							1			1			2
FLORESTA							1			1			2
FREI MIGUELINHO								1					1
GAMELEIRA						1			1			1	4
GARANHUNS										1	1		2
GOIANA								1			1		4
GRANITO								1			1		2
GRAVATÁ									1			1	2
IATI								1			1	1	4
IBIMIRIM							2						2
IBIRAJUBA									1			1	2
IGARASSU						1			1			1	3
IGUARACI								1					1
ILHA DE ITAMARACÁ						1			1			1	3
INAJÁ						1			1				2
INGAZEIRA								1			1		2
IPOJUCA						1			1			1	3
IPUBI								1			1		2
ITAÍBA								1					1
ITAMBÉ								1					1
ITAPETIM										1			1
ITAPISSUMA						1					1		2
JABOTÃO DOS GUARARAPES	2		1	2	2				1	1	1	1	11
JAQUEIRA						1					1	1	3
JATAÚBA								1					1
JATOBÁ											1	1	2
JOÃO ALFREDO									1			1	2
JOAQUIM NABUCO						1						1	2
JUCATI								1					1
JUPI								1					1
JUREMA											1		1
LAGOA DO CARRO									1				1
LAGOA DOS GATOS						1		1			1	1	4

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de Pernambuco

LAGOA GRANDE									1				1
LAJEDO							1						1
LIMOEIRO							1	1				1	3
MACAPARANA							1						1
MARAIÁ		1			1						2	1	5
MIRANDIBA									1				1
MOREILÂNDIA					1		1		1	1			4
MORENO					1		1	1			1		4
NAZARÉ DA MATA								1			1	1	3
OLINDA	2	1	2	2		1	1			1	1		11
OROCÓ								1			1		2
OURICURI								1			1		3
PALMARES						1		1	1		1	1	6
PALMEIRINA			1						1		1		3
PANELAS						1		1	2		1		5
PARANATAMA												1	1
PARNAMIRIM								1					1
PASSIRA								1	1			1	3
PAUDALHO								2	1		1	1	5
PAULISTA		1							1		1		3
PEDRA								1					1
PESQUEIRA								1		1			2
PETROLÂNDIA								1			1		2
PETROLINA								1			1		2
POÇÃO								1					1
POMBOS								2	1		1	1	5
PRIMAVERA					1			1	1		1	1	6
QUIPAPÁ											1	1	2
QUIXABA											1		1
RECIFE	2	2	1	1	1	2	1	1		1	1		13
RIACHO DAS ALMAS							1						1
RIBEIRÃO					1		1				1	1	5
RIO FORMOSO							2				1	1	5
SAIRÉ											1		1
SALGADINHO									1				1
SALGUEIRO											1		1
SALOÁ								1					1
SANHARÓ								1					1
SANTA CRUZ								1			1		2
SANTA CRUZ DO CABEDELO			1					1					2
SANTA FILOMENA								1	1				2
SANTA MARIA DA BOA VISTA									1		1		2
SANTA MARIA DO CAMBUCÁ									1				1
SANTA TEREZINHA											1	1	2
SÃO BENEDITO DO SUL							1					1	2
SÃO CAITANO									1				1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de Pernambuco

SÃO JOÃO					3				1		4
SÃO JOAQUIM DO MONTE					1				1		2
SÃO JOSÉ DA COROA GRANDE			1		1	1					3
SÃO JOSÉ DO BELMONTE						1		1			2
SÃO JOSÉ DO EGITO								1	1		2
SÃO LOURENÇO DA MATA	1		1						1	1	4
SÃO VICENTE FERRER			1		1				1	1	4
SERRA TALHADA					1			1			2
SERRITA					1			1			2
SERTÂNIA					2			1			3
SIRINHAÉM		1							1	1	3
SOLIDÃO								1	1		2
SURUBIM					1	1			1		3
TABIRA								1			1
TACAIMBÓ					1						1
TACARATU								1			1
TAMANDARÉ		1			1				1	1	4
TAQUARITINGA DO NORTE					1						1
TEREZINHA								1	1	2	4
TERRA NOVA								1			1
TIMBAÚBA										1	1
TORITAMA						1					1
TRACUNHAÉM											1
TRINDADE	1					1					2
TRIUNFO						1		1			2
TUPANATINGA									1		1
VERDEJANTE								1			1
VICÊNCIA							1		1	1	3
VITÓRIA DE SANTO ANTÃO			1			1	1		1	1	5
XEXÉU					1				1	1	3

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.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de Perdas e Danos**: Inundações Bruscas em Pernambuco - Junho de 2010. Brasília: Banco Mundial, 2012. 71 p. Disponível em: <http://www.ecapra.org/sites/default/files/documents/DaLA%20Pernambuco%20Final%20Baixa%20Resolucao_0.pdf>. Acesso em: 25 maio 2013.

BANDEIRA, M. M.; SILVA, L. B.. Chuvas intensas em Palmares/PE – junho de 2010 Impactos ambientais e psicológicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 4., 2011, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: SBMET, 2011. Disponível em: <<http://sic2011.com/sic/arq/52401963874695240196387.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2013.

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.

_____. Governo do Estado do Pernambuco. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Acervo fotográfico. 2011.

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 Geografia, Colombia, n. 13., p. 81-101, 2004.

GALVÍNCIO, J. D.; MOURA, M. S. B. Aspectos Climáticos de Capacitação de Água de chuva no Estado de Pernambuco. **Revista Geografia**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 96-113, 2005.

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. 1.233-1.239, out. 1986.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005. 10 p. CD-ROM.

GUEDES, M J. F. et al. Análise das chuvas intensas ocorridas nos meses de janeiro e fevereiro de 2004 no Estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOREOLOGIA, 13., 2004, [s.l.]. **Anais...** [s.l.]: CBMET, 2004. Disponível em: <<http://cbmet.com/edicoes.php?cgid=22>>. Acesso em: 17 maio 2013.

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. l.], 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>. 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.

SAKAMOTO, M. S. Análise da relação entre a divergência do vento em altos níveis estimada via satélite e a precipitação observada em janeiro de 2004: primeiros resultados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOREOLOGIA, 13., 2004, [S.I.]. **Anais...** [s.l.]: CBMET, 2004. Disponível em: <<http://cbmet.com/edicoes.php?cgid=22>>. Acesso em: 18 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 do desastres: as enxurradas. In: FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (Org.). **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: água, gente e política**. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009. p. 93-101.

TAVARES, J. P. N. Enchentes repentinhas 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. l.], v. 55, n. 3, p. 179-184, 2006.

INUNDAÇÃO

Mapa 4: Registros de inundações no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012



As inundações, anteriormente intituladas 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, após, escoarem-se gradualmente. São eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d’água, sendo características das grandes bacias hidrográficas e dos rios de planície, como o Amazonas. O fenômeno evolui de forma facilmente previsível e a onda de cheia desenvolve-se de montante para jusante, guardando intervalos regulares.

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

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

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.

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)

Figura 7: Município de Bezerros – PE



Fonte: Prefeitura Municipal de Bezerros – PE (BEZERROS, 2013)

A magnitude das inundações geralmente é intensificada por variáveis climatológicas de médio e longo prazo e pouco influenciada por variações diárias de tempo. Relaciona-se muito mais com períodos demorados de chuvas contínuas do que com chuvas intensas e concentradas. Em condições naturais, as planícies e fundos de vales estreitos apresentam lento escoamento superficial das águas das chuvas, e nas áreas urbanas estes fenômenos são intensificados por alterações antrópicas, como a impermeabilização do solo, retificação e assoreamento de cursos d’água (TAVARES; SILVA, 2008). Essas alterações tornam-se um fator agravante, uma vez que a água é impedida de se infiltrar, aumentando ainda mais a magnitude da vazão de escoamento superficial. Outro fator importante é a frequência das inundações – que quando pequenas, 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 intrínsecos 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 de Pernambuco houve **59 registros oficiais** de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 4 demonstra a distribuição espacial desses registros no território pernambucano. A mesorregião mais afetada é a Metropolitana de Recife, que possui um total de 15 registros, e representa 25,4% das ocorrências de desastres no estado.

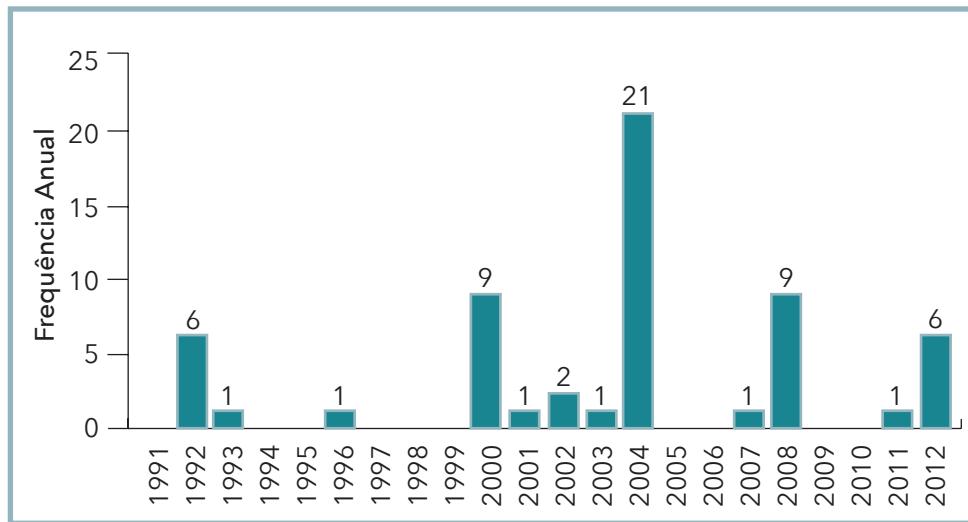
Quatro dos 184 municípios do Estado de Pernambuco, de acordo com o Mapa 4, decretaram situação anormal por inundações ao menos uma vez. Os municípios mais atingidos por inundações extremas recorrentes foram: a capital Recife, Jaboatão dos Guararapes e Olinda, situados na Mesorregião Metropolitana de Recife, e Verdejante, no Sertão Pernambucano. Cada um dos quatro municípios registrou 3 ocorrências.

No mesmo mapa é possível observar que vários municípios da porção central do território não registraram ocorrências. Isto pode estar associado ao fato de que nas áreas da bacia do rio São Francisco – Mesorregião São Francisco Pernambucano - muitas enchentes e inundações são controladas pelas barragens das hidrelétricas e construções de diques para proteção das comunidades (GONDIM FILHO et al., 2004). Entretanto, grande parte do oeste do estado, normalmente mais seco, foi atingida, possivelmente, por chuvas extraordinárias ocorridas durante a estação chuvosa.

Os anos das inundações severas registrados no período de 1991 a 2012 são apresentados no Gráfico 8. Observa-se que não há uma frequência anual de desastres no Estado de Pernambuco, uma vez que existem muitas lacunas nos anos analisados. Embora haja poucos registros oficiais

disponíveis no período em análise, não significa que não tenha ocorrido um maior número de desastres por inundações.

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



Fonte: Brasil (2013)

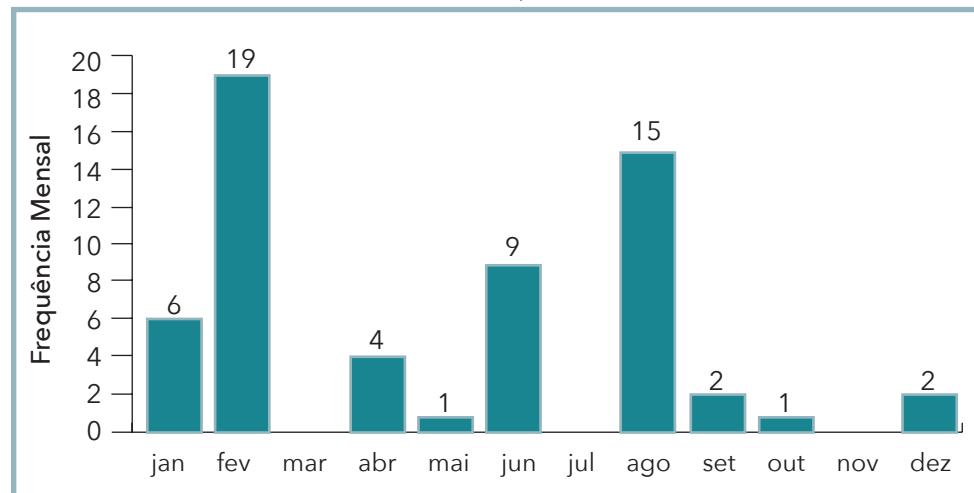
O ano de 2004 se destaca com 21 registros. Segundo dados da ANA (2010), os meses de janeiro e fevereiro apresentaram elevados valores de acumulados médios mensais: 323,98 mm em 19 dias e 154,52 mm em 11 dias, respectivamente. Somados, os acumulados dos dois meses representam 42% do acumulado pluviométrico médio anual, que foi de 1.137,26 mm em 107 dias. Estas precipitações foram provocadas pela associação de três sistemas meteorológicos: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS) e Frente Fria (GUEDES et al., 2004).

Em janeiro de 2004, de acordo com CPTEC/INPE (PREVISÃO..., 2004), na Região Nordeste, em particular, choveu muito acima da média histórica. Segundo Guedes et al. (2004), os sistemas responsáveis pelos elevados índices pluviométricos registrados nos meses de janeiro e fevereiro foram: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS) e Frente Fria. Esses três sistemas não atuaram isoladamente, havendo uma

associação de dois ou mais deles. Os mesmos autores afirmam que a Mesorregião do Sertão de Pernambuco apresentou os maiores índices pluviométricos de todo o estado, contribuindo com valores acima de 200% em relação à sua quadra chuvosa. Essas chuvas foram responsáveis pelo abastecimento de grande parte dos reservatórios do Estado de Pernambuco, localizados entre o médio e alto São Francisco, que no início do mês de janeiro de 2004 encontravam-se em situação crítica de escassez de água.

A partir do Gráfico 9 é possível observar a frequência mensal de todos os registros de inundações no estado. Os meses com maior número de registros durante os anos analisados foram: fevereiro e agosto, com 19 e 15 ocorrências, respectivamente. Das ocorrências do mês de fevereiro, 13 correspondem aos eventos de inundações ocorridos no ano de 2004, registradas por municípios atingidos de todas as mesorregiões do estado, com exceção da Metropolitana de Recife. Os registros do mês de agosto correspondem às inundações dos anos de 2000, com 7 ocorrências e 2008, com 8 ocorrências.

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



Fonte: Brasil (2013)

Pernambuco, de uma maneira geral, caracteriza-se pelas irregularidades no seu regime de chuvas tanto espaciais como temporais. No Sertão,

as chuvas concentram-se nos meses de janeiro a abril com índices pluviométricos anuais oscilando entre 500 e 800 mm. No Agreste, os totais pluviométricos anuais variam, em média, entre 600 e 1.000 mm, sendo o período de março a junho aquele em que são registrados os maiores valores. Na Zona da Mata e Litoral, o principal período chuvoso ocorre nos meses de maio a agosto, com os totais médios anuais oscilando entre 1.000 e 2.200 mm (GUEDES et al., 2004).

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 100 mil pessoas afetadas ao longo dos anos analisados. No período de 1991 a 2012, foram registrados, oficialmente, 6 mortos, 12 feridos, 559 enfermos, 5.247 desabrigados, 2.967 desalojados e 377 pessoas atingidas por outros tipos de danos.

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

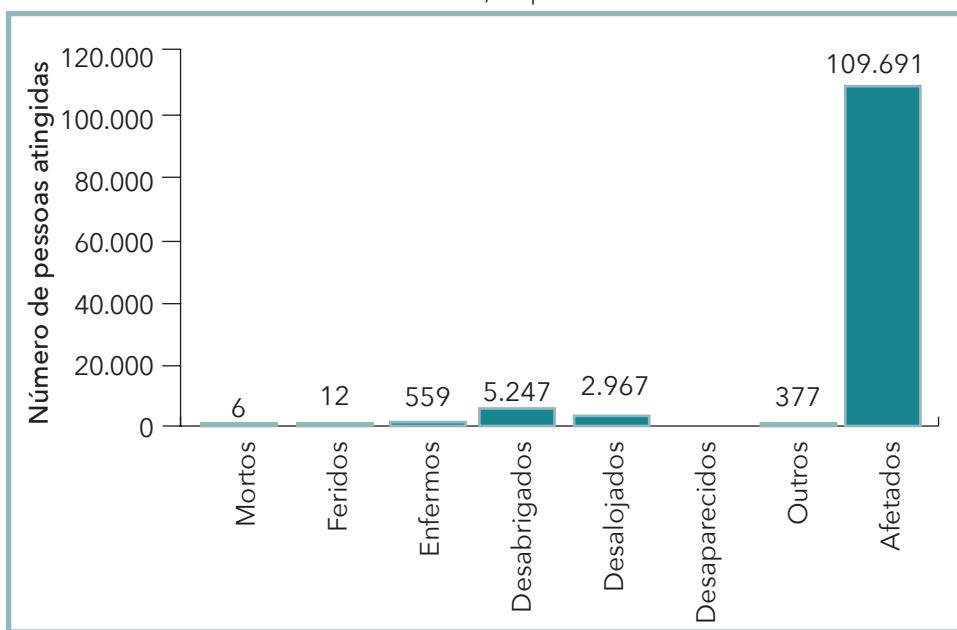


Figura 8: Moradias atingidas por inundação no Estado de Pernambuco



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Pernambuco (BRASIL, 2011)

Quanto aos danos relacionados a desabrigados, mortos e afetados, a Tabela 11 demonstra os municípios mais atingidos, com os respectivos anos das inundações e os totais de danos em número de pessoas. O município de São Bento do Una registrou, na inundação de janeiro de 2004, o total de 18.500 afetados e 310 desabrigados, segundo o registro oficial. Esse evento extremo atingiu todo o município, situado no vale do rio Ipojuca no Agreste Pernambucano; as chuvas provocaram o transbordamento de açudes e barragens modificando a condição do município que passava pelo período mais seco de sua história, de acordo com o documento oficial.

Em Garanhuns foram registrados 14.511 habitantes afetados na inundação de setembro de 2008, em que a área rural foi atingida pelo excesso de chuvas durante o período de colheita. Segundo o registro oficial, houve perda de mais de 60% da produção esperada de feijão e de 80% da produção de milho.

Tabela 11: Os municípios mais severamente atingidos no Estado de Pernambuco (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Afetados
2004	São Bento do Una	Agreste Pernambucano	310	-	18.500
2008	Garanhuns	Agreste Pernambucano	-	-	14.511
2008	Pesqueira	Agreste Pernambucano	-	-	3.169
2004	Quixaba	Sertão Pernambucano	-	1	2.350
2007	Petrolina	São Francisco Pernambucano	250	-	1.140
2001	Trindade	Sertão Pernambucano	-	-	600
2002	Gameleira	Mata Pernambucana	-	-	490
2008	Recife	Metropolitana de Recife	380	-	380
2008	Jaboatão dos Guararapes	Metropolitana de Recife	155	-	230
2003	Trindade	Sertão Pernambucano	70	-	120

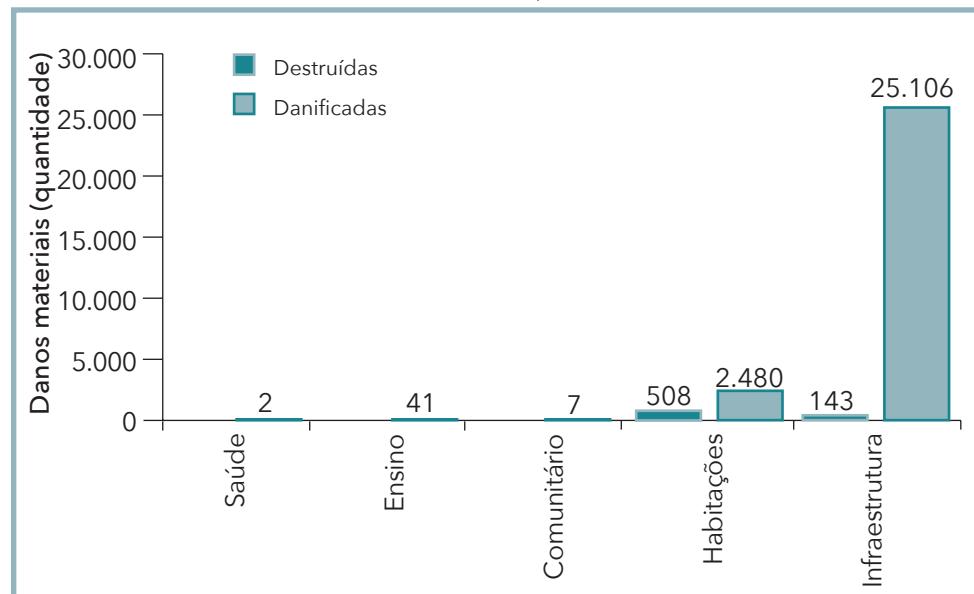
Fonte: Brasil (2013)

O município de Quixaba, além de 2.350 afetados, registrou na inundação de fevereiro de 2004 uma vítima fatal, soterrada pela destruição de uma residência levada pelas águas. Há municípios que não estão entre os mais afetados, no entanto apresentaram registros de óbitos consideráveis por inundação: Venturosa, com 2 mortes na inundação de janeiro de 2004; Olinda e Cabo de Santo Agostinho, com 1 e 2 mortes, respectivamente, no evento de junho de 2012.

Com relação aos danos materiais, o Estado de Pernambuco 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 aos sistemas de infraestrutura prevalecem sobre os demais, com o total de 25.106 equipamentos danificados e 143 destruídos. Na sequência, as habitações registraram um total de 2.480 danificados e 508 destruídos.

A Tabela 12 mostra os municípios afetados, com os danos materiais mais expressivos. O município de Olinda apresenta-se como o mais afetado do Estado de Pernambuco, segundo os documentos oficiais levantados, com o total de 25.902 estabelecimentos e estruturas destruídos e danificados, referentes à inundação de junho de 2004. Registrou-se a destruição do sistema viário, do sistema de saneamento, comprometimento de residências e acúmulo de resíduos sólidos nas vias públicas, que impossibilitou o deslocamento de 7.500 estudantes às instituições de ensino.

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



Fonte: Brasil (2013)

Figura 9: Planície de inundação do rio Una atingida, no município de Palmares



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Pernambuco (BRASIL, 2011)

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

Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2004	Olinda	Metropolitana de Recife	175	25.727	25.902
2000	Água Preta	Mata Pernambucana	32	490	522
2004	São Bento do Una	Agreste Pernambucano	100	315	415
2004	Salgueiro	Sertão Pernambucano	40	216	256
2004	Lagoa Grande	São Francisco Pernambucano	99	146	245
2007	Petrolina	São Francisco Pernambucano	50	189	239
2004	Mirandiba	Sertão Pernambucano	50	100	150
1996	Paulista	Metropolitana de Recife	6	95	101
2002	Sirinhaém	Mata Pernambucana	9	75	84
2004	Tabira	Sertão Pernambucano	15	67	82

Fonte: Brasil (2013)

Água Preta registrou um total de 522 danos materiais devidos à inundação do rio Una, que passa pelo território do município. Esse evento causou danos ao sistema viário da zona urbana, bem como a residências e estruturas públicas da zona rural, todas situadas às margens desse rio.

Os episódios de inundação, em geral, são recorrentes nas áreas urbanas, principalmente quando essas áreas apresentam ocupação desordenada em planícies de inundação. 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 e o monitoramento do nível dos rios permitem antecipar a possibilidade das ocorrências de inundação e, consequentemente, minimizar os danos, tanto humanos quanto materiais. No entanto, esta previsibilidade não faz parte de um processo de gestão do risco, que como consequência não reduz 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 de Pernambuco



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado de Pernambuco

CARUARU							1				1
CATENDE						1					1
CHÃ GRANDE						1					1
CORRENTES	1										1
GAMELEIRA						1					1
GARANHUNS	1							1			2
GOIANA					1					1	2
IPOJUCA									1		1
JABOATÃO DOS GUARARAPES					2				1		3
LAGOA GRANDE							1				1
MIRANDIBA							1				1
OLINDA							1		1		1
OROCÓ	1										1
PARNAMIRIM							1				1
PAULISTA		1									1
PESQUEIRA									1		1
PETROLINA	1								1		2
POMBOS					1						1
QUIPAPÁ					1			1			2
QUIXABA							1				1
RECIFE		1							1		3
SALGUEIRO							1				1
SANTA MARIA DA BOA VISTA	1										1
SÃO BENTO DO UNA							1				1
SIRINHAÉM						1			1		2
TABIRA							1				1
TERRA NOVA							1				1
TRINDADE					1	1					2
TUPANATINGA								1			1
TUPARETAMA									1		1
VENTUROSA								1			1
VERDEJANTE								3			3

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

BELOW, R.; WIRTZ, A.; GUHA-SAPIR, D. **Disaster category classification and peril terminology for operational purposes**. Bélgica: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters; Munich Reinsurance Company, 2009.

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

_____. Governo do Estado do Pernambuco. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Acervo fotográfico. 2011.

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**. México: CENAPRED, 2007. 56 p. (Serie Fascículos). Disponível em: <http://www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasiculos/Fasc._Inundaciones_2007_a.pdf>. Acesso em: 20 mar. 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. 1.796, p. 1.527-1.530, 2002.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Consideração sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005_inunda%EF%F5es.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2013.

GONDIM FILHO, J. G. et al. Análise da cheia de 2004 na Bacia do Rio São Francisco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: CFH/UFSC, 2004. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~gedn/sibraden/cd/EIXO%203_OK/3-39.pdf>. Acesso em: 31 maio 2013.

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

GUEDES, M. J. F. et al. Análise das chuvas intensas ocorridas nos meses de janeiro e fevereiro de 2004 no Estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13, 2004, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: CBMET, 2004. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/22-93b8d92a4f9d376d5a2c17301e3ffdc7.doc>>. Acesso em: 25 maio 2013.

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE BEZERROS – PE. Acervo fotográfico. 2013.

PREVISÃO de chuvas com distribuição irregular no período março a maio de 2004 para o Nordeste do Brasil. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 11, n. 02, fev. 2004. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200402.pdf>. Acesso em: 25 maio 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 mar. 2013.

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

_____. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da URGES, 1997. 943 p.

ALAGAMENTO

Mapa 5: Registros de alagamento no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012

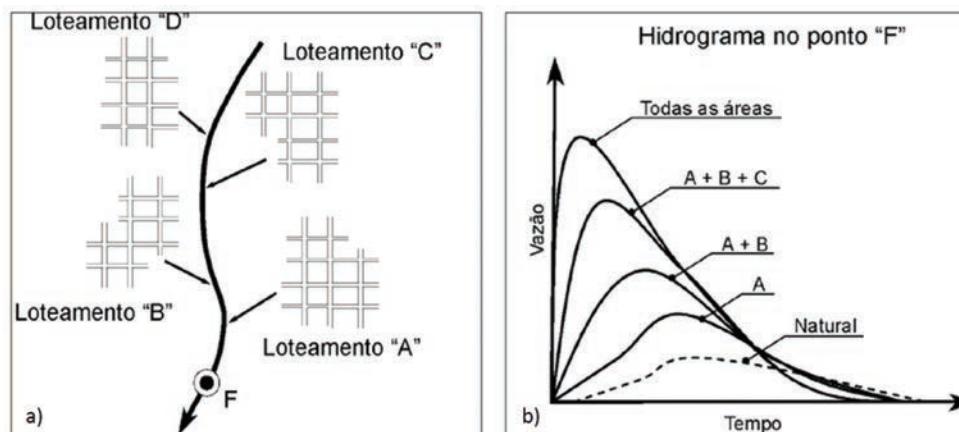


Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proposta em 2012, os alagamentos caracterizam-se pela “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de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

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

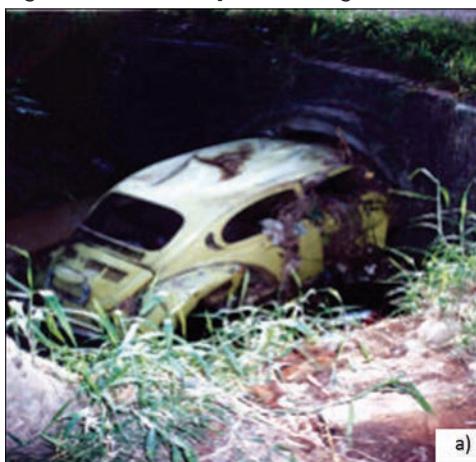
Os alagamentos são frequentes nas cidades mal planejadas ou que crescem explosivamente, já que a realização de obras de drenagem e de esgotamento de águas pluviais é deixada em segundo plano. Assim, os sistemas de drenagem são altamente impactados e sobressaem-se como um dos problemas mais sensíveis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

Figura 10: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma

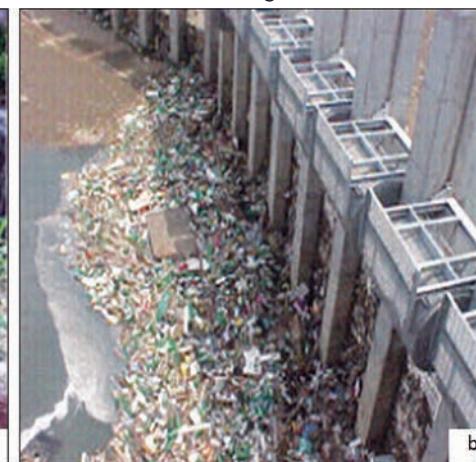


Fonte: Tucci (2007)

Figura 11: a) Obstrução à drenagem



b) Lixo retido na drenagem



Fonte: Tucci (2005)

cia imediatamente após as precipitações significativas, com transtornos à população quando causam inundações e alagamentos (FUNASA, 2006).

A Figura 10 apresenta como cada novo empreendimento que é aprovado aumenta a vazão e, consequentemente, a frequência de alagamentos. O aumento da impermeabilização gera um maior volume escoado superficialmente. Como resposta, o município constrói um canal nos trechos em que a drenagem inunda a cidade, o que apenas transfere para a jusante a nova inundação. Desta forma, a população perde duas vezes: pelo aumento da inundação e pelo desperdício de recursos públicos (BRASIL, 2009).

Outro grande problema dos sistemas de drenagem está relacionado à

própria gestão do saneamento. O carreamento de lixo e sedimentos para as sarjetas, bocas de lobo e galerias acaba por obstruir as entradas e as tubulações de drenagem, colaborando para a ocorrência de alagamentos localizados. Ademais, interligações clandestinas de esgoto contribuem para a insuficiência das redes de drenagem, com possibilidade de rompimento das tubulações. Nessas condições, mesmo pequenos volumes

Figura 12: Município de Bezerros – PE



Fonte: Prefeitura Municipal de Bezerros – PE (BEZERROS, 2013)

pluviométricos são capazes de gerar alagamentos intensos em cidades urbanizadas, com diversos transtornos e possibilidade de desastres.

Nesse sentido é oportuno citar os estudos de Mattedi e Butzke (2001), que demonstraram que as pessoas que vivem em áreas de risco percebem os eventos como uma ameaça, contudo não atribuem seus impactos a fatores sociais. Esta 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 es-

tes atenuam a energia das águas e o carreamento de sedimentos para os corpos receptores, onde há a disposição final dos efluentes da drenagem pluvial. A ausência destes dispositivos é facilmente perceptível nos dados divulgados pelo IBGE (2010), que mostram que um em cada três municípios tem áreas urbanas de risco que demandam drenagem especial. Dentre os municípios que relataram a existência de áreas de risco, somente 14,6% utilizam informações meteorológicas e/ou hidrológicas, o que limita ainda mais as condições de manejo das águas pluviais e drenagem urbana.

Para suportar as modificações do uso do solo na bacia, são necessárias obras de ampliação do sistema de drenagem (medidas estruturais), cujos valores são tão altos que se tornam inviáveis. Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2001), por exemplo, citam valores de US\$ 50 milhões/km para o aprofundamento de canais da macrodrenagem. Nesse quesito, as medidas não estruturais (planejamento, controle na fonte, zoneamento etc.) tornam-se 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. Esta postura exige que a drenagem e o controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceitualizados em termos técnicos e gerenciais. Esta definição eleva o conceito de drenagem à **drenagem urbana sustentável**, a qual visa imitar o ciclo hidrológico natural controlando o escoamento superficial o mais próximo da fonte, através de técnicas estruturais e não estruturais, com o objetivo de reduzir a exposição da população aos alagamentos e inundações e, consequentemente, minimizar os impactos ambientais.

Os danos causados pelos alagamentos são, de modo geral, de pequena magnitude; pois a elevação das águas é relativamente baixa. Por outro lado, os transtornos causados à população são de ordem elevada, principalmente no que se refere à circulação de automóveis e pessoas, bem como à limpeza das residências e das edificações comerciais após o escoamento das águas. De fato, o escoamento das águas superficiais sempre ocorrerá, existindo ou não um sistema adequado de drenagem. Por isso, a qualidade do sistema é que determina a existência de benefícios ou prejuízos à população.

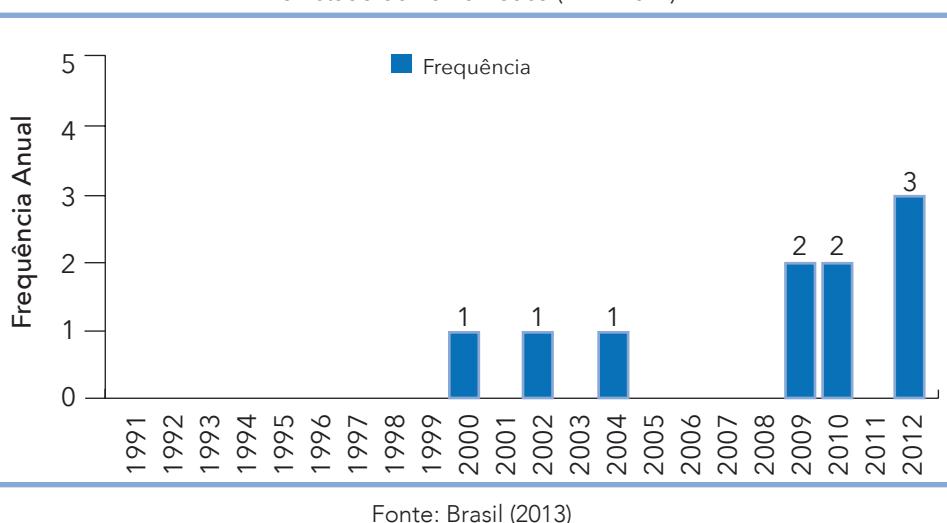
REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

O Estado de Pernambuco possui **10 registros oficiais** de alagamentos severos caracterizados como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 5 apresenta a distribuição espacial desses registros no território pernambucano, com a maioria dos desastres ocorrendo na região metropolitana de Recife. Os municípios atingidos foram Araçoiaba, Brejão, Granito, Itamaracá, Jaboatão dos Guararapes, Lagoa do Ouro, Moreno, Paulista, Recife e Sanharó, com um desastre registrado em cada um.

Dentre estes municípios, têm-se as cidades mais populosas do estado: Recife, que já ultrapassou 1 milhão de habitantes, e Jaboatão dos Guararapes, com mais de 640 mil pessoas. Têm-se, também, duas cidades que não ultrapassaram os 10 mil habitantes: Brejão e Granito (IBGE, 2011). Isso evidencia que não apenas os condicionantes antrópicos (população) estão associados a ocorrências de desastres, mas também condicionantes físicos, já que municípios pouco populosos foram atingidos por alagamentos severos.

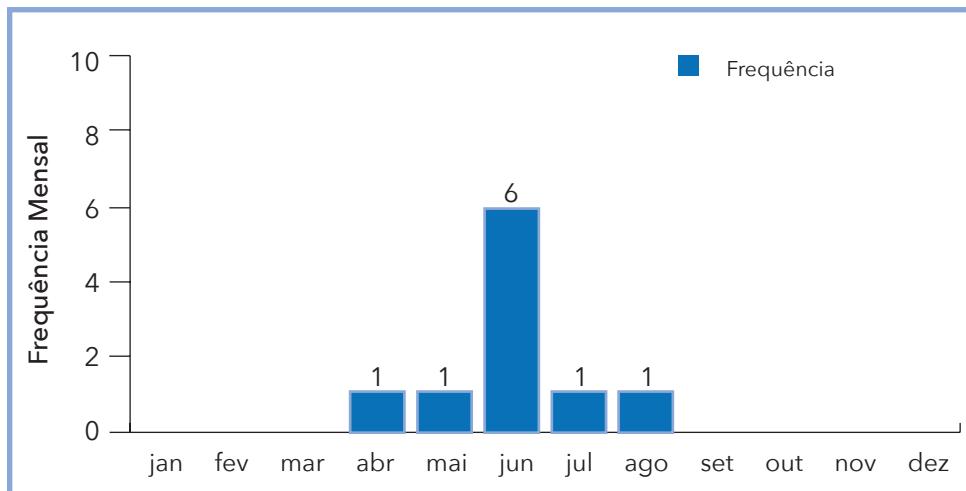
O Gráfico 12 apresenta a frequência anual de alagamentos registrados entre 1991 e 2012. A maior frequência é observada no ano de 2012, com 03 eventos.

Gráfico 12: Frequência anual de desastres por alagamentos no Estado de Pernambuco (1991-2012)



Em relação à distribuição mensal, observa-se que a maioria dos desastres ocorreu em junho, com 6 registros observados.

Gráfico 13: Frequência mensal de desastres por alagamentos no Estado de Pernambuco (1991-2012)



Fonte: Brasil (2013)

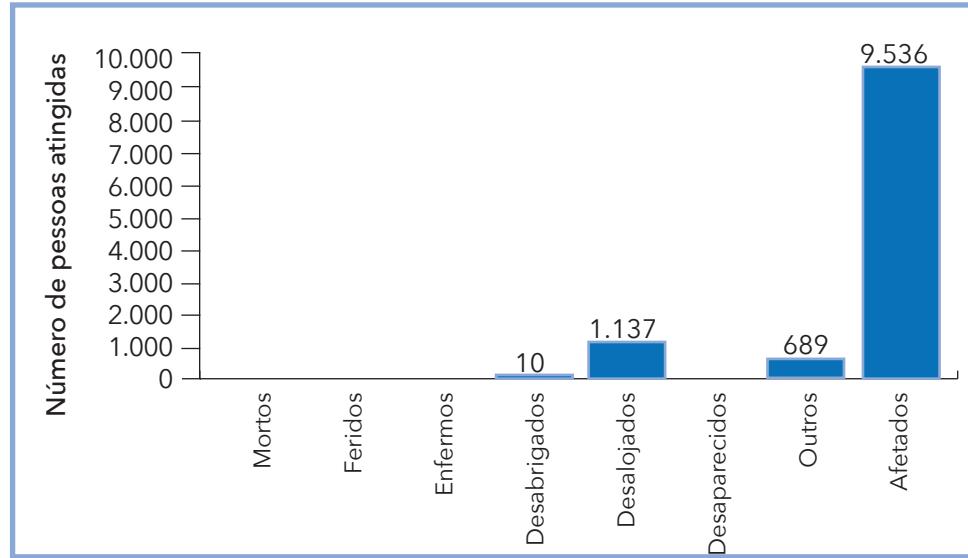
Apesar de o estado apresentar 70% de seu território no semiárido e no polígono das secas (GALVÍNCIO; MOURA, 2005), é característica da região uma alta irregularidade na distribuição espacial e temporal das chuvas, por vezes ocasionando períodos de seca e, em outros, eventos extremos (SAKAMOTO, 2004), o que pode originar alagamentos e outros desastres severos.

Os alagamentos podem originar consequências negativas para as comunidades pernambucanas. Reitera-se que estes eventos causam, de modo geral, poucos danos, já que a elevação do nível da água é relativamente baixa. Contudo, observa-se que mais de 9 mil pessoas foram afetadas e mais de 1.000 foram desalojadas (Gráfico 14).

A Tabela 13 apresenta os 5 municípios mais afetados com relação aos danos humanos. A cidade de Granito figura entre as mais atingidas, com aproximadamente 50% das pessoas afetadas no Estado de Pernambuco.

Como causa dos alagamentos, muitos registros citam as chuvas contínuas e intensas, o que encharca o solo e prejudica o escoamento das águas,

Gráfico 14: Danos humanos causados por desastres de alagamentos no Estado de Pernambuco (1991-2012)



Fonte: Brasil (2013)

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

Ano	Município	Mesorregião	Desalojados	Outros	Afetados
2009	Granito	Sertão Pernambucano	-	-	4.500
2010	Lagoa de Ouro	Agreste Pernambucano	-	-	2.720
2009	Sanharó	Agreste Pernambucano	600	-	1.779
2010	Araçoiaba	Metropolitana de Recife	500	500	500
2004	Brejão	Agreste Pernambucano	27	-	27

Fonte: Brasil (2013)

sobretudo em cidades urbanizadas. O município de Granito citou os altos índices de chuva do mês de abril, que se agravaram em maio, acarretando enxurradas. Observou-se que neste registro o município utilizou o nome certo na denominação do desastre (enxurradas ou inundações bruscas), mas utilizou o código de desastres para alagamento. Assim, o evento de enxurrada, que causa danos significativos, foi registrado como alagamento, cujo evento causa poucos danos, o que aumentou o número dos afetados por alagamentos no estado (superestimando o número dos afetados).

Figura 13: Município de Bezerros – PE

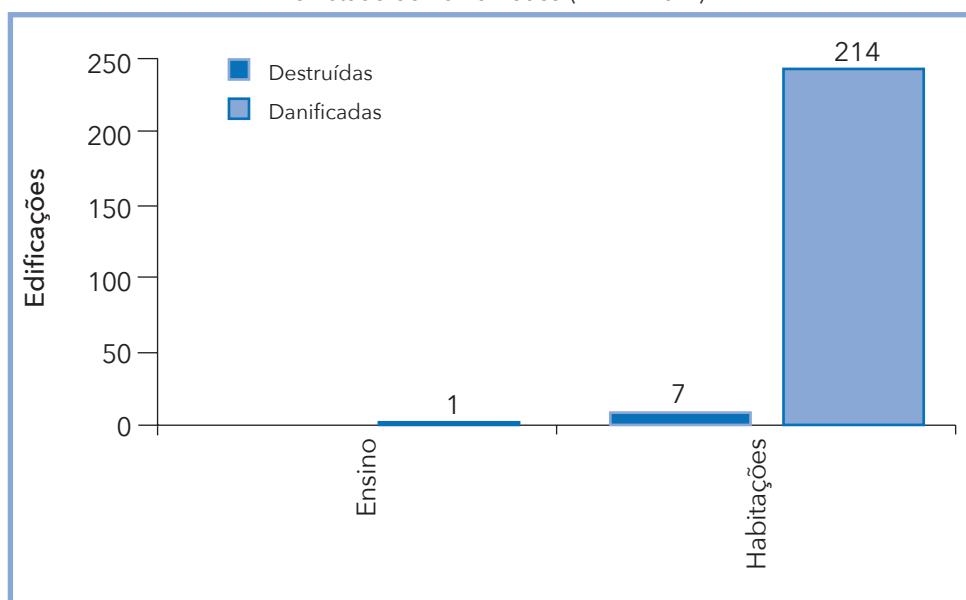


Fonte: Prefeitura Municipal de Bezerros – PE (BEZERROS, 2013)

O registro errôneo dos desastres é muito comum, conforme foi explicado no capítulo sobre as enxurradas. Reitera-se, no entanto, que o registro correto permite avaliar com maior clareza os fatos e características reais que desencadearam determinado desastre. Os alagamentos, por exemplo, estão associados à dificuldade de escoamento da água, problema intensificado pela urbanização, cujo nível da água é baixo e causa poucos danos. As enxurradas são características de pequenas bacias com relevo acidentado, cujo escoamento da água possui alta energia, o que pode gerar danos vultosos. Já nas inundações, o transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.

O Gráfico 15 apresenta todos os prejuízos materiais registrados por alagamentos. Observa-se que as habitações são as unidades mais impactadas, o que é coerente nos casos de inundação e enxurradas, pois, historicamente, a sociedade procurou se estabelecer próxima aos rios e cursos de água. Assim, os eventos registrados como alagamentos ocasionaram 7 habitações destruídas e 214 danificadas.

Gráfico 15: Estruturas destruídas e danificadas pelos alagamentos no Estado de Pernambuco (1991 – 2012)



Fonte: Brasil (2013)

A Tabela 14 apresenta os maiores danos materiais registrados pelos municípios. Observa-se que a cidade de Araçoiaba foi a mais atingida, com 103 construções danificadas ou destruídas.

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

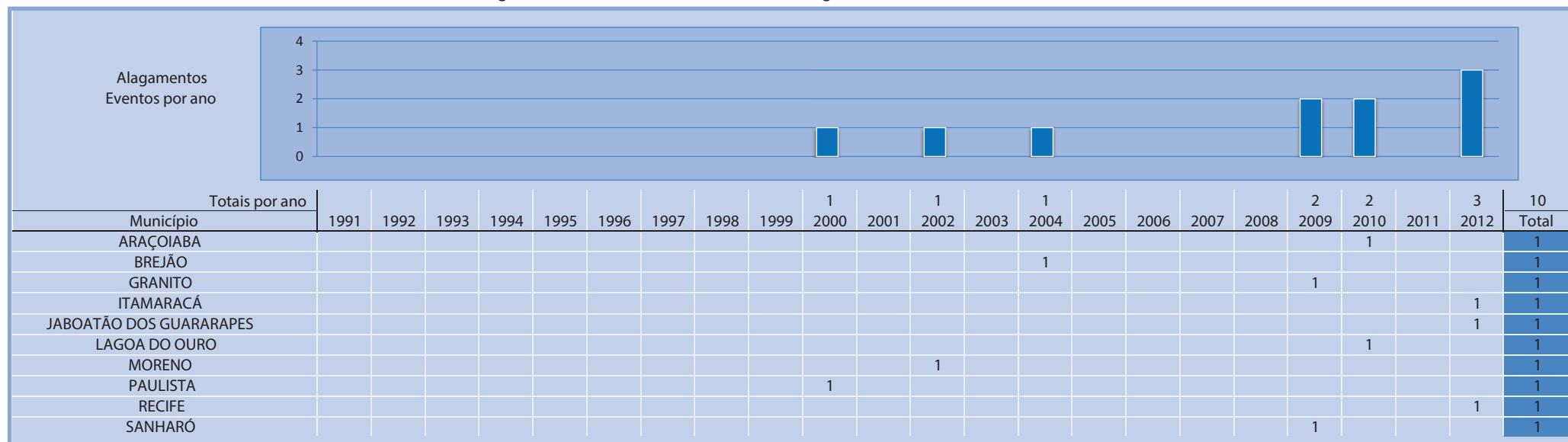
Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2010	Araçoiaba	Metropolitana de Recife	3	100	103
2002	Moreno	Metropolitana de Recife	1	63	64
2000	Paulista	Metropolitana de Recife	-	40	40
2010	Lagoa do Ouro	Agreste Pernambucano	-	3	3
2009	Sanharó	Agreste Pernambucano	1	3	4

Fonte: Brasil (2013)

Ressalta-se que apesar de o Estado de Pernambuco ter apenas 10 desastres registrados, a ocorrência de alagamentos, enquanto fenômenos, é frequente, principalmente nas cidades mais urbanizadas. Embora não causem danos que caracterizem desastres, estes fenômenos geram inúmeros transtornos às pessoas. As causas deste cenário estão relacionadas à ocupação do espaço urbano pela população e à atual gestão da drenagem no nível local. Assim, a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana 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 de Pernambuco.

Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado de Pernambuco



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.

_____. 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: 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: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.

GALVÍNCIO, J. D.; MOURA, M. S. B. Aspectos Climáticos de Capacitação de Água de chuva no Estado de Pernambuco. **Revista Geografia**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 96-113, 2005.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 219 p.

_____. **Sinopse Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 261 p.

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

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE BEZERROS – PE. Acervo fotográfico. 2013.

SAKAMOTO, M. S. Análise da relação entre a divergência do vento em altos níveis estimada via satélite e a precipitação observada em janeiro de 2004: primeiros resultados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOREOLOGIA, 13., 2004, [S.I.]. **Anais...** [s.l.]: CBMET, 2004. Disponível em: <<http://cbmet.com/edicoes.php?cgid=22>>. Acesso em: 18 nov. 2011.

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

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

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

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

VENDAVAL

Mapa 6: Registros de vendavais no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012



Quanto à sua origem, segundo a COBRADE (2012), 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 um de 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 é acompanhado normalmente por raios e trovões e pode produzir intensas rajadas de ventos (VIANELLO; ALVES, 1991; VAREJÃO SILVA, 2001; CASTRO, 2003).

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

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

A ocorrência de sistemas frontais (frontes frias), sistemas convectivos isolados (tempestades de verão), ciclones extratropicais, entre outros, pode ocasionar vendavais intensos. No entanto, para o estado de Pernambuco 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 que humanos, e causa danos diretos, ou seja, as áreas em que ocorrem ventos fortes sempre estão associadas às áreas que apresentam os 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, postes e torres de alta tensão, causando danos à transmissão de energia elétrica e telefonia; danos às plantações; destelhamentos e/ou destruição das edificações; lançamento de objetos como projéteis etc. Estes projéteis podem causar lesões e ferimentos em pessoas e animais e podem ser fatais, como também causar danos nas edificações, como o rompimento de janelas e 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 enquadra em outra escala, chamada de escala Saffir-Simpson, que utiliza os mesmos princípios da Beaufort (KOBAYAMA et al., 2006).

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

Em situações extremas, os vendavais podem ainda se caracterizar como muito intensos ou ciclones extratropicais e como extremamente intensos ou 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, costumeiramente são acompanhados por inundações, ondas gigantescas, raios, naufrágios e incêndios provocados por curtos-circuitos. Os vendavais muito intensos surgem quando há uma exacerbão das condições climáticas, responsáveis pela gênese do fenômeno, incrementando a sua magnitude. Apresentam ventos de velocidades superiores a 120,0 km/h, correspondendo ao grau 12 da Escala de Beaufort. Causam severos danos à infraestrutura e danos humanos (CASTRO, 2003).

A magnitude dos danos causados por vendavais pode ser mitigada por meio de monitoramento e medidas de prevenção, que se dividem em emergenciais e de longo prazo. Com relação ao monitoramento, os serviços meteorológicos acompanham diariamente a evolução do tempo e têm condições de alertar a Defesa Civil com horas, ou mesmo dias, de antecedência, sobre a passagem de uma frente fria intensa, a caracterização de linhas de instabilidade e 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 prenúncios de vendaval (CASTRO, 2003).

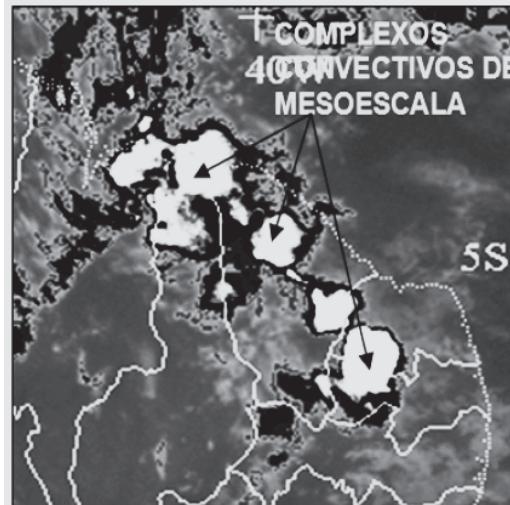
Esses fenômenos ocorrem em todos os continentes. No Brasil, os vendavais são mais frequentes nos estados da Região Sul: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. A maior variação dá-se em função das estações do ano, quando alguns sistemas atmosféricos são mais frequentes e intensos.

Neste sentido, as ocorrências de vendaval no Estado de Pernambuco, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram **10 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.

As mesorregiões mais afetadas são a Metropolitana de Recife e a São Francisco Pernambucana, que concentram 4 e 3 ocorrências, respectivamente. Esse fato pode estar relacionado, além das características geográficas, à ocupação e ao crescente número de habitantes da mesorregião Metropolitana de Recife, aumentando a vulnerabilidade à ocorrência de danos humanos e materiais oriundos de vendavais.

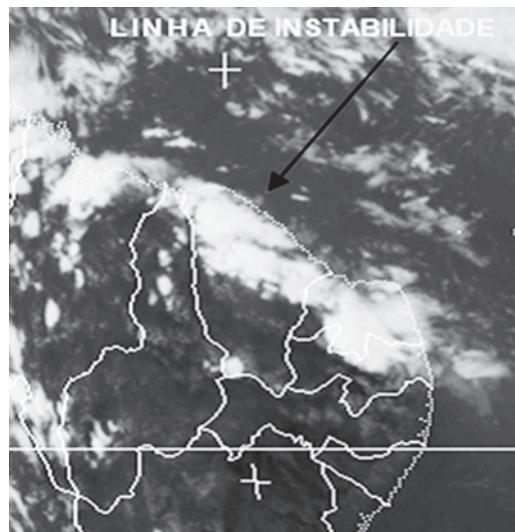
Dentre os mecanismos que governam o regime de chuva da Região Nordeste, destacam-se os Complexos Convectivos de Mesoscala (CCMs), que provocam chuvas fortes e de curta duração, normalmente acompanhadas de fortes rajadas de vento. Os CCMs são aglomerados de nuvens que se formam devido às condições locais 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 14). Normalmente as chuvas associadas a este fenômeno meteorológico ocorrem de forma isolada, como ocorreram nos desastres registrados (FERREIRA; MELLO, 2008).

Figura 14: Imagem do Satélite Meteosat-7 – Canal infravermelho do dia 21/01/96



Fonte: Ferreira e Mello (2008)

Figura 15: Imagem do Satélite Meteosat-7 – Linha de Instabilidade desde o litoral do Estado do Maranhão até o Estado do Rio Grande do Norte



Fonte: Ferreira e Mello (2008)

Também se destacam as Linhas de Instabilidade (LI), que são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo cumulus, organizadas em forma de linha (Figura 15) (FERREIRA; MELLO, 2008). Segundo Teixeira (2004), as LI são frequentes na costa do Nordeste, e principalmente durante o verão, podendo se desenvolver em áreas ativas da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), ao longo das frentes de brisa marítima, ou de outras zonas de convergência. Nesse caso, podem causar precipitações intensas e ventos fortes.

Neste sentido, com relação à frequência mensal dos registros, observa-se, no Gráfico 16, que as ocorrências de vendavais estão concentradas nos meses de verão, de dezembro a março, predominando os registros no mês de fevereiro.

Em relação à frequência anual de vendavais, conforme se pode observar no Gráfico 17, o ano de 1997 apresentou o maior número de registros, nos municípios de Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Olinda e Recife, localizados na Mesorregião Metropolitana de Recife. No entanto, houve uma maior recorrência do evento a partir do ano de 2005; e nos anos de 2009 e 2010, foram registrados os maiores totais de ocorrências.

As duas ocorrências de 2009 foram registradas no mês de dezembro, nos municípios de Serrita e Santa Maria da Boa Vista. Em janeiro 2010, foram atin-

Gráfico 16: Frequência mensal de registros de vendaval no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012

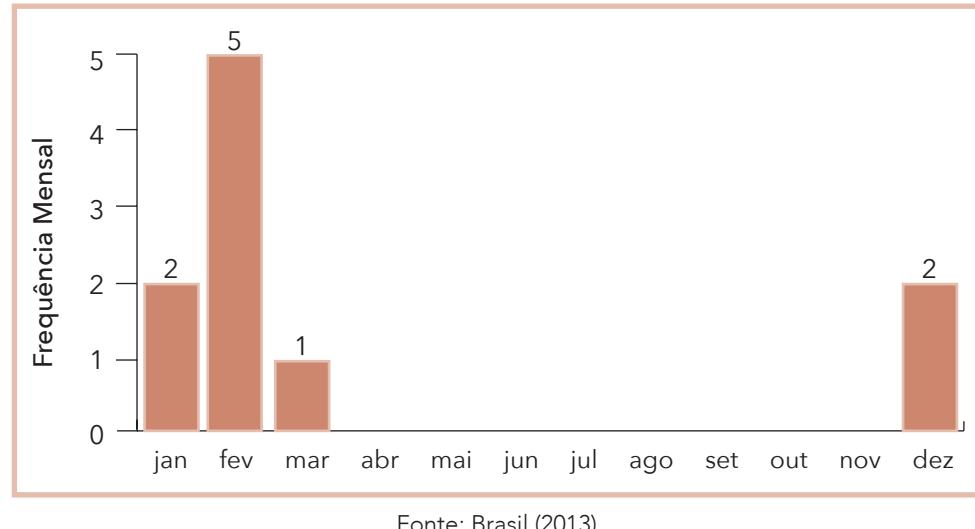
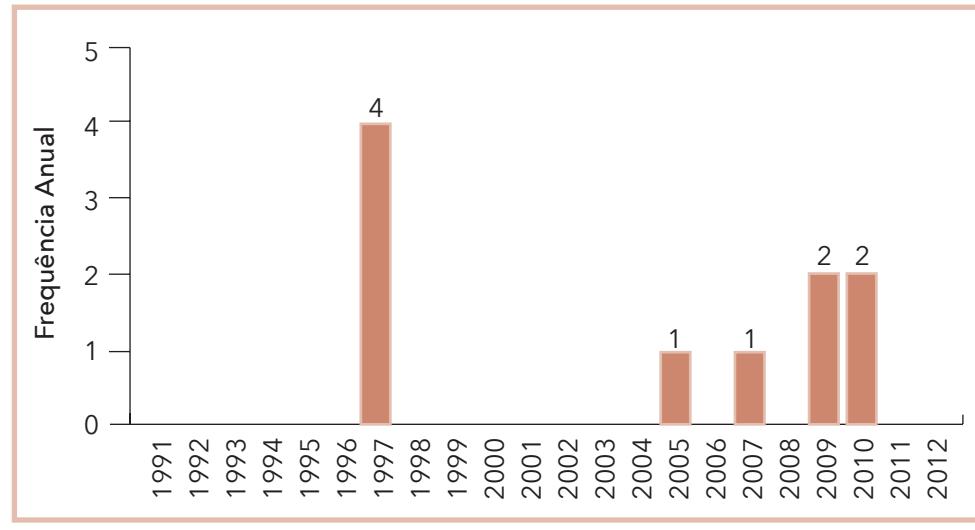


Gráfico 17: Frequência anual de vendaval no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



gidos os municípios limítrofes de Orocó, com 2 registros, e Santa Maria da Boa Vista, novamente.

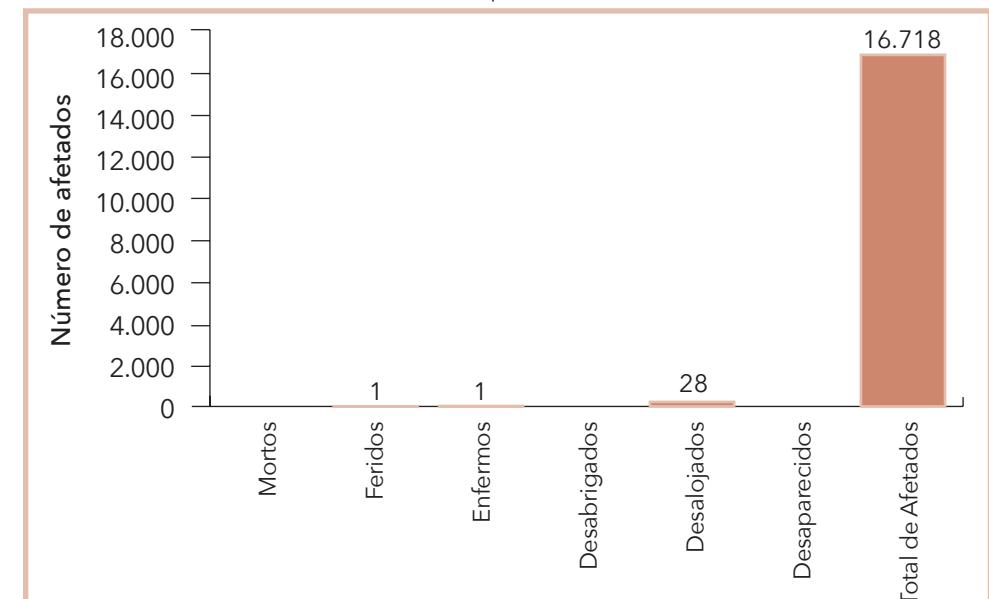
Como os eventos ocorreram em um curto espaço de tempo, é bem provável que eles estejam relacionados com a associação e interação dos principais sistemas meteorológicos de verão, como a atuação de Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis, cavados, oscilações e a participação especial da Zona de Convergência Intertropical, que foram verificados entre os anos de 2009 e 2010 (GALVÍNCIO; DANTAS, 2010).

As demais ocorrências foram nos municípios de Paranatama em 2005 e Canhotinho em 2007, ambas no mês de fevereiro.

Os danos humanos causados por desastres naturais associados a eventos adversos de causa eólica deixaram mais de 16 mil pessoas afetadas nos municípios com registros do Estado de Pernambuco.

Conforme se pode observar no Gráfico 18, durante as ocorrências de vendavais registradas, 16.718 pessoas foram afetadas, 28 desalojadas, 1 enferma e 1 ferida ao longo dos anos analisados.

Gráfico 18: Danos humanos causados por vendavais no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Em relação ao total de desalojados, feridos e afetados, podem-se observar na Tabela 15 os 10 registros oficiais de desastres naturais por vendavais nos municípios do Estado de Pernambuco. Entre os atingidos, Santa Maria da Boa Vista, localizado na Mesorregião São Francisco Pernambucana, foi o que apresentou o maior número de afetados – 12.055 habitantes no evento registrado em dezembro de 2009.

Tabela 15: Total de danos dos eventos de vendavais entre os anos de 1991 a 2012

Ano	Município	Mesorregião	Desalojados	Feridos	Total de Afetados
2009	Santa Maria da Boa Vista	São Francisco Pernambucano	0	0	12.055
2010	Orocó	São Francisco Pernambucano	0	0	4.000
2007	Canhotinho	Agreste Pernambucano	0	0	633
2005	Paranatama	Agreste Pernambucano	28	1	30
1997	Camaragibe	Metropolitana de Recife	0	0	0
1997	Jaboatão dos Guararapes	Metropolitana de Recife	0	0	0
1997	Olinda	Metropolitana de Recife	0	0	0
1997	Recife	Metropolitana de Recife	0	0	0
2009	Serrita	Sertão Pernambucano	0	0	0
2010	Santa Maria da Boa Vista	São Francisco Pernambucano	0	0	0
1991-2012	Estado de Pernambuco		28	1	16.718

Fonte: Brasil (2013)

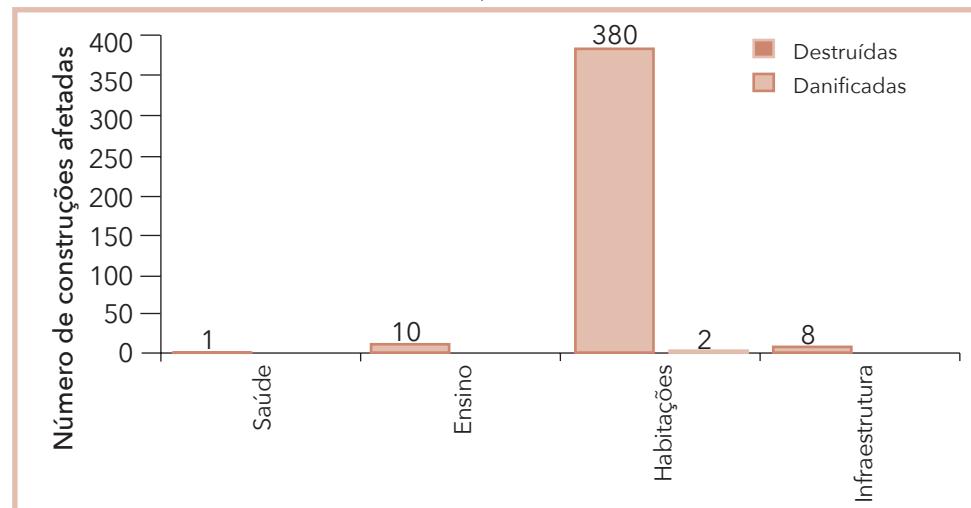
De acordo com o documento oficial, no dia 29 de dezembro de 2009 um forte vendaval acompanhado de chuvas atingiu o município ocasionando danos e prejuízos na área rural, nas localidades de Projeto Fulgêncio, ilha Caraputé, ilha da Missão, ilha Pequena e ilha do Saco. Em Projeto Fulgêncio, um dos principais núcleos de fruticultura do estado, o vendaval com ventos de até 90 km/h destruiu 90% da plantação de bananeiras dos agricultores (Figura 16) (ESTADÃO, 2009).

De modo geral, segundo os documentos oficiais dos outros municípios que registraram danos por vendavais, apenas Paranatama registrou a velocidade do vento, de aproximadamente 100 km/h, correspondente ao grau 10 na Escala de Beaufort. Em todos os registros, os vendavais foram acompanhados por chuvas intensas e, no município de Serrita, por descargas elétricas e queda de granizo, provocando danos na sua área urbana.

No município de Camaragibe as intensas chuvas provocaram ainda deslizamentos e alagamentos.

Com relação aos danos materiais, o Estado de Pernambuco apresentou um total de 399 construções danificadas e 2 destruídas por vendavais no período de 1991 a 2012. De acordo com o Gráfico 19, a maior parte dos danos materiais foi nas habitações, destacando-se o município de Paranatama, que apresentou o maior número de residências danificadas e destruídas, 350 e 2, respectivamente, no desastre ocorrido em fevereiro de 2005.

Gráfico 19: Danos materiais causados por vendavais no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012

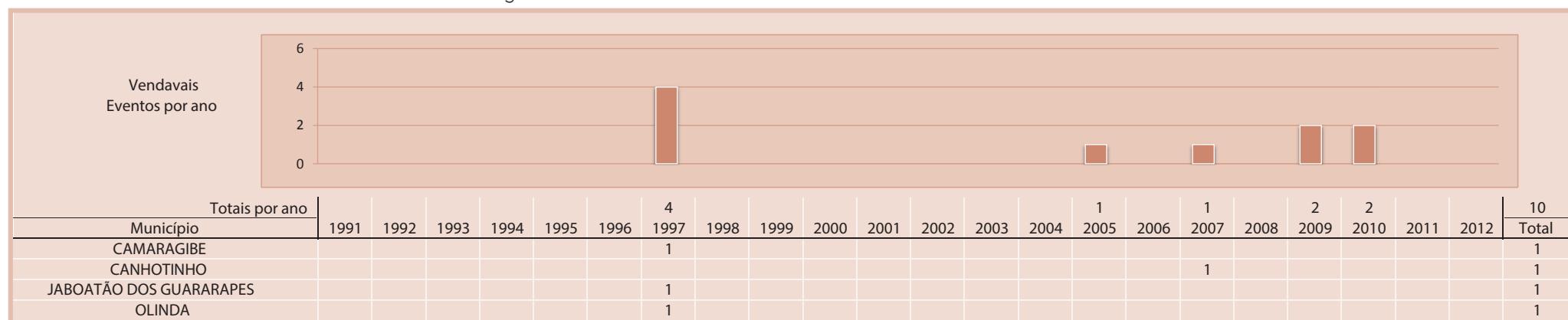


Fonte: Brasil (2013)

Figura 16: Bananal atingido por vendaval no Estado de Pernambuco
Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Pernambuco (BRASIL, 2011)



Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado de Pernambuco



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.

_____. Governo do Estado do Pernambuco. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Acervo fotográfico. 2011.

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

ESTADÃO. **Vendaval destrói 90% da plantação de banana**. dez. 2009. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,vendaval-destrói-90-da-plantacão-de-banana,489309,0.htm>>. Acesso em: 27 maio 2013.

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.

GALVÍNCIO, Josiclêda Domiciano; DANTAS, Leydson Galvínco. Sistemas que favorecem ocorrência de chuva em região semiárida do nordeste do Brasil: estudo de caso em São José do Sabugí-PB. **Revista de Geografia**, Recife. v. 27, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewArticle/244>>. Acesso em: 11 nov. 2011.

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

TEIXEIRA, R. F. B. Observação de linhas de convergência/linhas de instabilidade e frentes de rajada, sobre o Ceará, utilizando imagens de satélite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Noix, 2004. 1 CD-ROM.

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

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

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

GRANIZO

Mapa 7: Registros de granizos no Estado de Pernambuco 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. Estas 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 17 (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. Neste sentido, quanto maior for o desenvolvimento vertical da zona de água e mais assimétricas forem as gotas, maior será a duração da precipitação (KULICOV; RUDNEV, 1980).

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

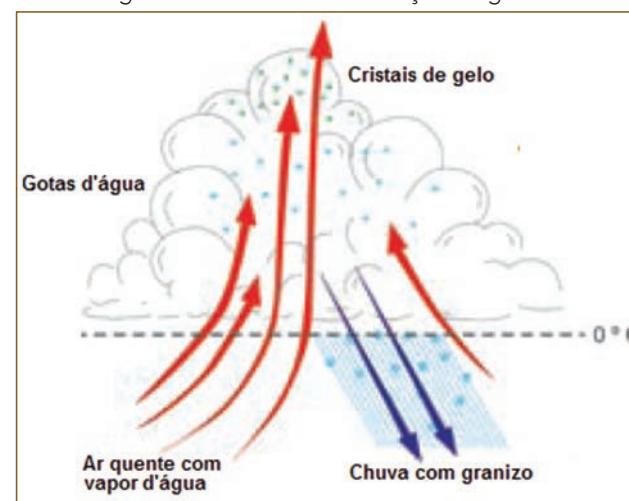
A agricultura é um dos setores econômicos que mais sofrem com este fenômeno, pois plantações inteiras podem ser destruídas, dependendo da quantidade e dos tamanhos das pedras de gelo. De acordo com Tavares (2009), no Brasil, as culturas de frutas de clima temperado, como maçã, pera, pêssego e kiwi, e a fumicultura são as mais vulneráveis ao granizo. Dentro dos 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 a parte meridional da Centro-Oeste; e especialmente as áreas de planalto dos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (TAVARES, 2009).

Apesar de se encontrar em uma área de clima tropical, menos propícia à formação de granizos em relação ao clima temperado, o Estado de Pernambuco apresentou **3 registros oficiais** do fenômeno entre 1991 e 2012, espacializados no Mapa 7.

Figura 17: Processo de formação de granizo



Fonte: Tavares (2009)

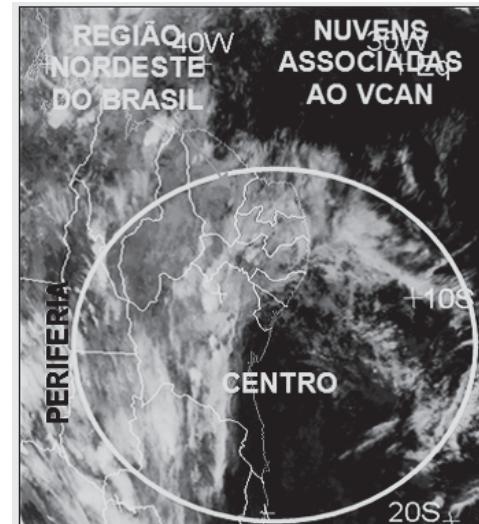
Os municípios atingidos foram Machados, Orobó e Pesqueira, localizados na Mesorregião Agreste Pernambucano. Normalmente a ocorrência de granizo em regiões tropicais se dá em áreas continentais, no entanto os municípios atingidos não se localizam na Mesorregião mais distante do litoral, fato que pode estar relacionado à dinâmica atmosférica na região.

Em Pesqueira, de acordo com CEPTEC/INPE (2006), a ocorrência, pouco comum, de granizos foi favorecida pela instabilidade gerada na borda de um vórtice ciclônico que tinha um núcleo frio em 500 hPa localizado sobre a região Nordeste. Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) que penetram na região Nordeste formam-se no oceano Atlântico, principalmente entre os meses de novembro e março, e sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro. Os VCANs são um conjunto de nuvens que, observado pelas imagens de satélite, tem a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsidiência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (Figura 18) (FERREIRA; MELLO, 2008).

A possível explicação para as outras ocorrências de precipitação de granizos no estado pode estar relacionada com as Frentes Frias (FFs) ou Sistemas Frontais oriundos das latitudes subtropicais, que atingem o Nordeste e induzem à formação de nebulosidade convectiva sobre essa Região. São caracterizados por uma banda de nuvens que se deslocam de sudoeste para nordeste sobre o continente e o Oceano Atlântico (Figura 19). As nuvens se formam na confluência da massa de ar frio mais densa que penetra sob uma massa de ar quente, quando avança 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).

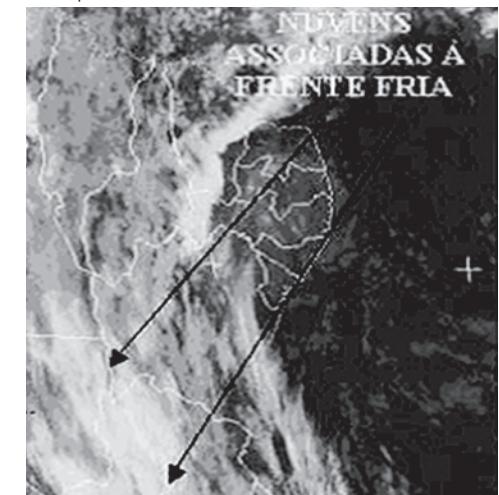
Neste sentido, com relação à frequência mensal dos registros, observa-se no Gráfico 20 que os desastres ocorreram nos meses de março, com 2 registros, e novembro, com 1 registro. Os eventos foram registrados nos meses de verão, que, além de ser o período mais chuvoso da Mesorregião, apresenta temperaturas mais elevadas, o que pode aumentar a probabilidade das chuvas serem acompanhadas por tempestade com queda de granizo e ventos fortes, eventos que também foram registrados no documento oficial dos municípios.

Figura 18: Imagem do satélite Meteosat-7
– O VCAN sobre o Nordeste



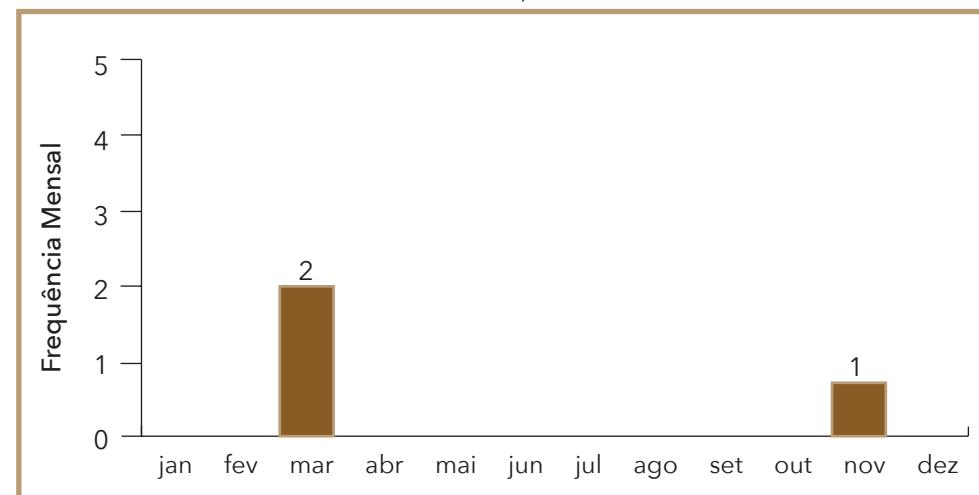
Fonte: Ferreira e Mello (2008)

Figura 19: Imagem do satélite Meteosat-7
- Posicionamento de uma Frente Fria
próxima ao sul do Estado da Bahia



Fonte: Ferreira e Mello (2008)

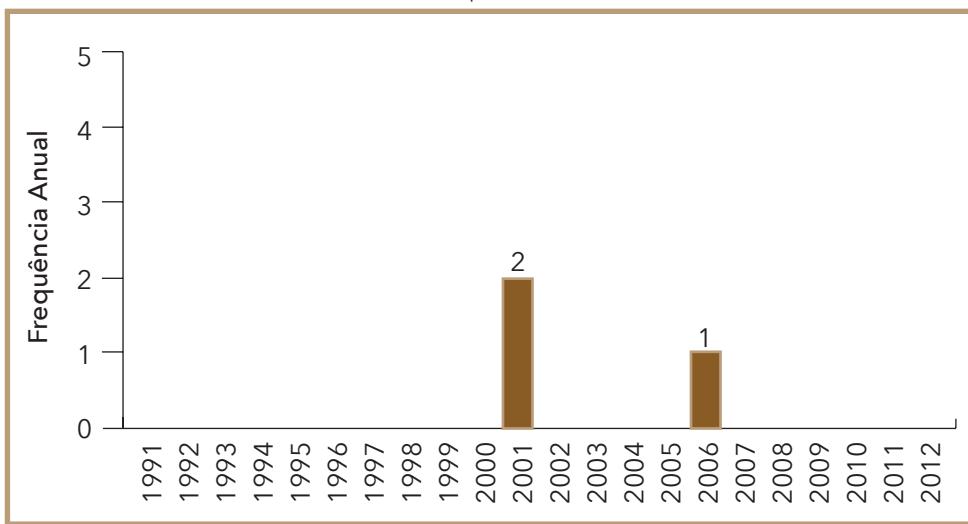
Gráfico 20: Frequência mensal de registros de granizo no
Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

No Gráfico 21 percebe-se que os poucos registros de desastres nos municípios de Pernambuco foram nos anos de 2001 e 2006. Este fato pode estar associado à falta de registros históricos desses desastres ou à falta de municípios que identificaram o evento adverso e decretaram situação de emergência.

Gráfico 21: Frequência anual de registros de granizo no Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012

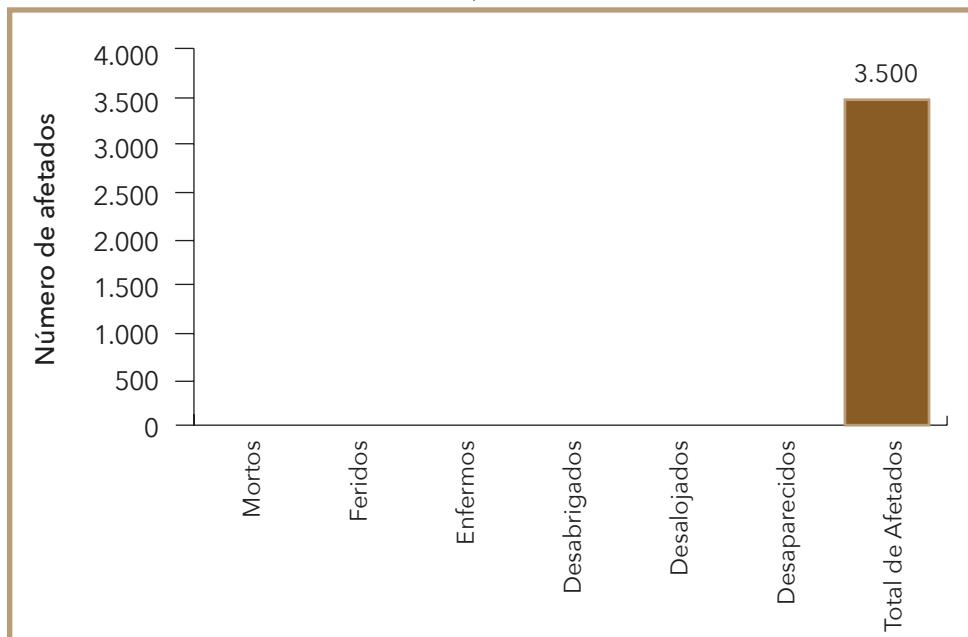


Fonte: Brasil (2013)

Por sua vez, esses episódios geralmente são acompanhados por vendavais e tempestades, o que dificulta definir isoladamente as consequências para se decretar uma situação de emergência (CASTRO, 2003).

A ocorrência de granizos geralmente está relacionada a prejuízos econômicos, ambientais e sociais nas áreas afetadas. Em relação aos danos humanos, conforme se pode observar no Gráfico 22, verificam-se 3.500 pessoas afetadas, correspondentes à ocorrência em Pesqueira. De acordo com o documento oficial, devido à elevada temperatura, no final da tarde do dia 20 de novembro de 2006 ocorreram fortes rajadas de vento, seguidas por forte chuva, a qual, foi combinada com precipitação de granizo. A área afetada foi a zona urbana, estendendo-se para a rural, em

Gráfico 22: Danos humanos causados por granizos no Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012



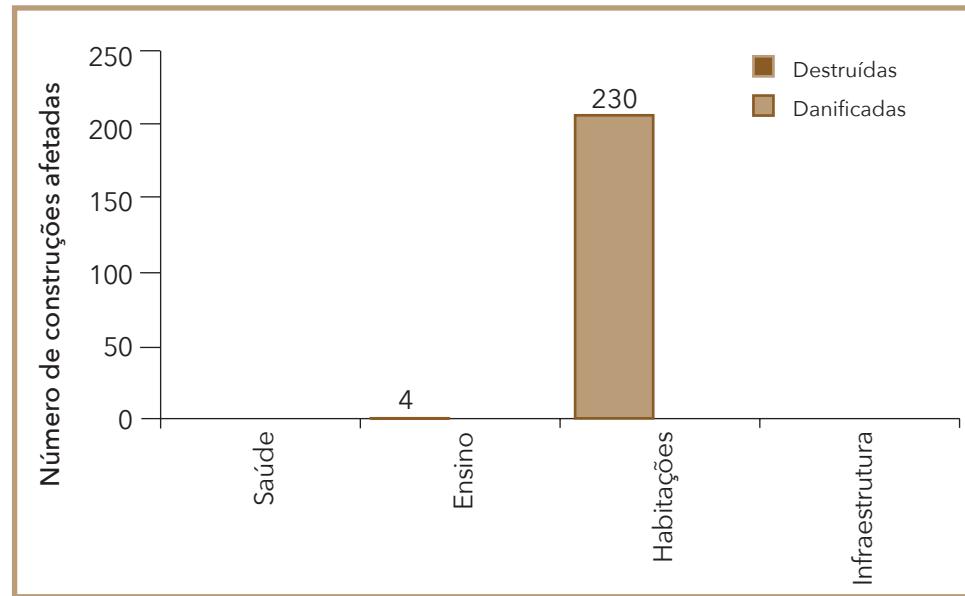
Fonte: Brasil (2013)

um raio aproximado de 3 km, onde foi verificada a queda de árvores e de um muro, destelhamento de casas e de prédios públicos.

Outros dois municípios, Orobó e Machados, registraram danos em toda a sua extensão no dia 13 de março de 2001. Além da queda de granizo, Machados ainda registrou vendaval. Nos documentos oficiais não foram registradas mortes ou outros tipos de lesões ou danos aos habitantes dos três municípios afetados por granizo.

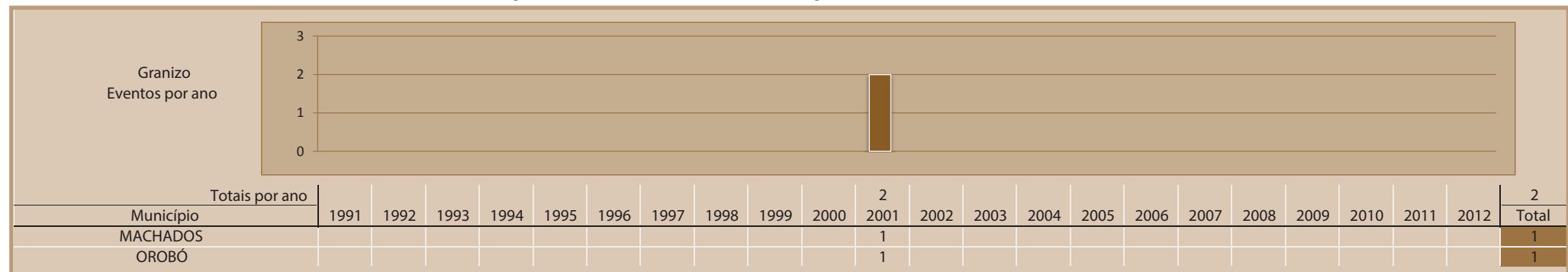
Com relação aos danos materiais, o Estado de Pernambuco apresentou um total de 234 construções danificadas por granizos no período de 1991 a 2012. De acordo com o Gráfico 23, a maior parte dos danos materiais afetou as habitações no desastre ocorrido em Pesqueira, quando 230 foram destruídas.

Gráfico 23: Danos materiais causados por granizos no Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado de Pernambuco



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.

CPTEC/INPE. **Síntese do mês de novembro de 2006**. 2006. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/5795>>. Acesso em: 24 maio 2013.

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.

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: INMET, 2001.

MOVIMENTO DE MASSA

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



Na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) os movimentos de massa estão na categoria de desastres naturais do tipo geológico. Esses movimentos estão associados a deslocamentos rápidos de solo e rocha de uma encosta onde o centro de gravidade desses materiais se desloca para fora e para baixo desta 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). Este tipo de desastre assume grande importância em função de sua interferência na evolução das encostas e pelas implicações socioeconômicas associadas aos seus impactos.

CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE MASSA

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

Augusto Filho (1992) ajustou a classificação dos movimentos de massa proposta por Varnes (1978) à dinâmica ambiental brasileira, relacionando os diferentes tipos destes movimentos com suas características, material envolvido e geometria, conforme apresentado na Quadro 6. Os diferentes tipos de movimentos de massa indicados neste quadro estão esquematicamente representados na Figura 20.

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. Fernan-

Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento

Processos	Características do movimento, material e geometria
Rastejo ou fluênci a	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)

des e Amaral (1996) destacam, entre esses diversos aspectos as fraturas, falhas, foliação e bandeamento composicional, descontinuidades no solo, morfologia da encosta e depósitos de encosta. As principais associações desses aspectos em relação aos movimentos de massa são as seguintes:

As fraturas e as falhas representam um aspecto de destaque na medida em que afetam a dinâmica hidrológica, favorecem o intemperismo e podem também gerar uma barreira ao fluxo de água quando estes planos de fraqueza forem silicificados ou colmatados.

As foliações e bandeamento são importantes em locais onde afloram rochas metamórficas, e estas descontinuidades interceptam a superfície da encosta com uma atitude desfavorável.

As descontinuidades do solo estão presentes nos solos residuais no horizonte saprolítico, também conhecido como horizonte residual jovem. Este horizonte tem como principal característica o fato de apresentar estrutura reliquiária 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). Estas estruturas reliquias são planos de fraqueza que podem condicionar os movimentos de massa.

A morfologia da encosta pode condicionar de forma direta ou indireta os movimentos de massa. Existe uma correlação direta entre a declividade e os locais de movimentos de massa. Os escorregamentos translacionais observados na Serra do Mar estão associados às encostas retilíneas com inclinações superiores a 30° (SANTOS, 2004). No entanto, os escorregamentos não ocorrem necessariamente nas encostas mais íngremes. A atuação indireta da morfologia da encosta está relacionada ao seu formato, que determina a convergência ou a divergência dos fluxos de água subterrânea e de superfície.

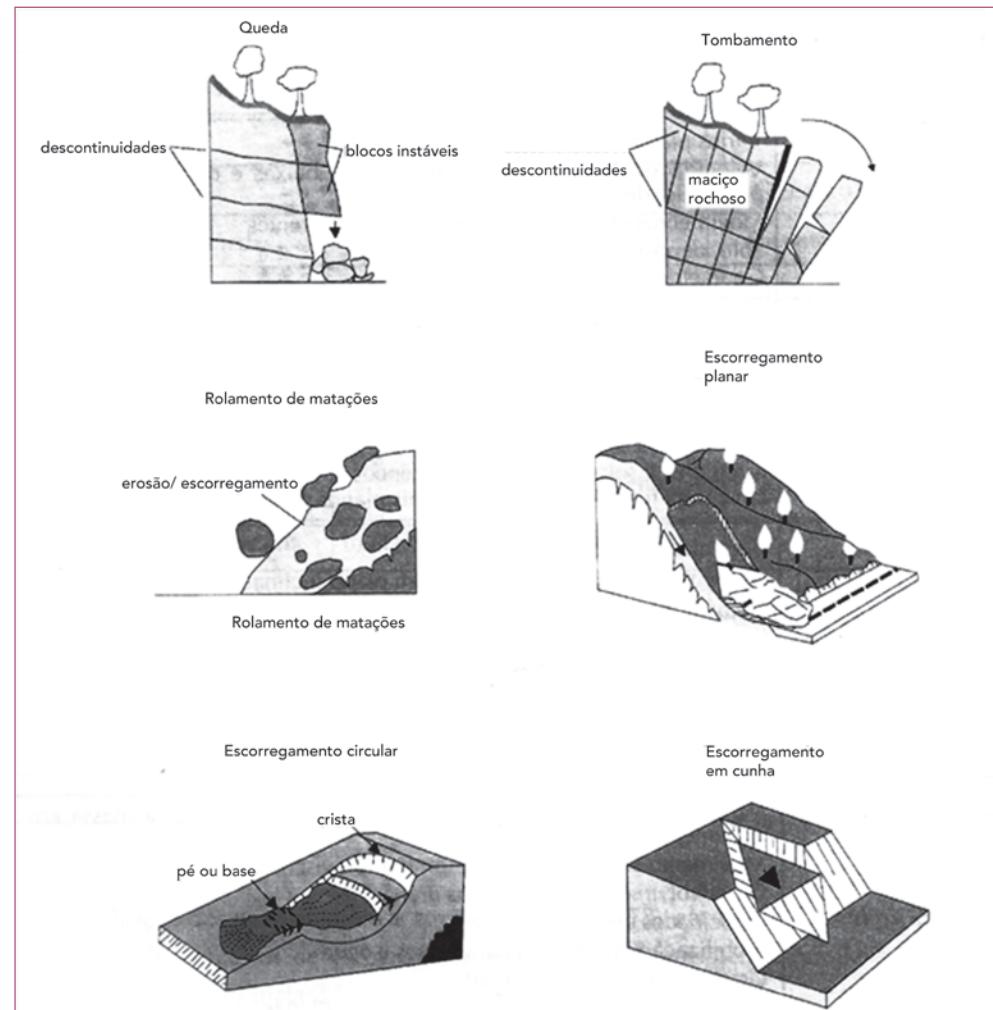
Os depósitos de tálus e de colúvio são heterogêneos e geralmente apresentam um lençol d'água suspenso. A instabilidade destes depósitos só ocorre por intervenção humana através de desmatamento ou algum corte para execução de obras civis. As instabilizações assim geradas são problemáticas devido à grande massa de material posta em movimento (SANTOS, 2004).

PRINCIPAIS CAUSAS DOS MOVIMENTOS DE MASSA

As causas dos movimentos de massa podem ser divididas em externas e internas. As externas são solicitações que provocam um aumento das tensões 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 a forma de ocupação desordenada das encostas pelo homem. Neste tipo de ocupação os principais problemas estão associados aos cortes e aterros efetuados para se criar uma região plana para a cons-

Figura 20: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento



Fonte: MASS... (1968)

trução de moradias, a problemas de drenagem das águas servidas e águas pluviais, e ao lançamento inadequado de lixo. As causas externas provocam um aumento das tensões cisalhantes ao longo de uma superfície potencial de escorregamento até que a mesma iguale a resistência ao cisalhamento

disponível provocando assim os movimentos de massa.

A foto apresentada na Figura 21 ilustra vários escorregamentos translacionais ocorridos na Serra do Mar/SP no vale do Rio Mogi em 1985. Este evento deflagrado pelas chuvas está também relacionado à ação indireta do homem. Foi constatado que a floresta desta região do vale apresentava um acelerado processo de deterioração devido à poluição atmosférica gerada pelo polo industrial de Cubatão. Vários estudos revelam que a cobertura vegetal impede o acesso ao solo de até 20% do total pluviométrico precipitado (SANTOS, 2004).

As causas internas são aquelas que provocam um movimento de massa sem que haja modificações das condições superficiais, ou seja, sem que ocorra aumento das tensões cisalhantes e, sim, uma redução da resistência ao cisalhamento do material da encosta. As causas internas mais comuns estão associadas a um aumento da 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 aeração, 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 atraem uma de encontro à outra. Esta força adicional entre as partículas do solo, denominada de succão, faz com que ocorra um aumento da resistência ao cisalhamento do solo.

A água da chuva que se infiltra na encosta reduz estas forças de contato entre as partículas de solo e, consequentemente, provoca uma redução da resistência disponível. A água que se infiltrou no solo e atingiu a zona de sa-

Figura 21: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP



Fonte: Arquivo IPT (1985 apud SANTOS, 1998)

turação pode provocar também um aumento do nível do lençol freático. Na zona de saturação a pressão da água reduz as forças de contato entre as partículas do solo reduzindo assim a tensão efetiva e, consequentemente, a resistência ao cisalhamento disponível. Portanto, a infiltração da água pela superfície do solo e o aumento do nível do lenço freático reduzem a resistência ao cisalhamento de forma que pode ocorrer a ruptura da encosta sem haver a necessidade de que a mesma esteja saturada.

Os movimentos de massa também podem ser deflagrados por um rebaixamento rápido do lençol freático. Este tipo de movimento é comum nas encostas localizadas ao longo das margens dos rios. A variação do nível de água do rio interfere no nível de água subterrânea (lençol freático) de suas mar-

gens. 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 e diminui as tensões efetivas com consequente redução da resistência ao cisalhamento disponível.

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

No Estado de Pernambuco existem 24 registros oficiais relacionados a movimentos de massa no período de 1991 a 2012. A localização dos municípios atingidos, com as respectivas quantidades de movimentos de massa ocorridos, , está apresentada no Mapa 8. Dos 184 municípios deste estado, 13 deles foram atingidos por movimentos de massa, estando todos distribuídos em três mesorregiões localizadas na região leste. A Mesorregião Metropolitana de Recife foi a que apresentou o maior número

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.

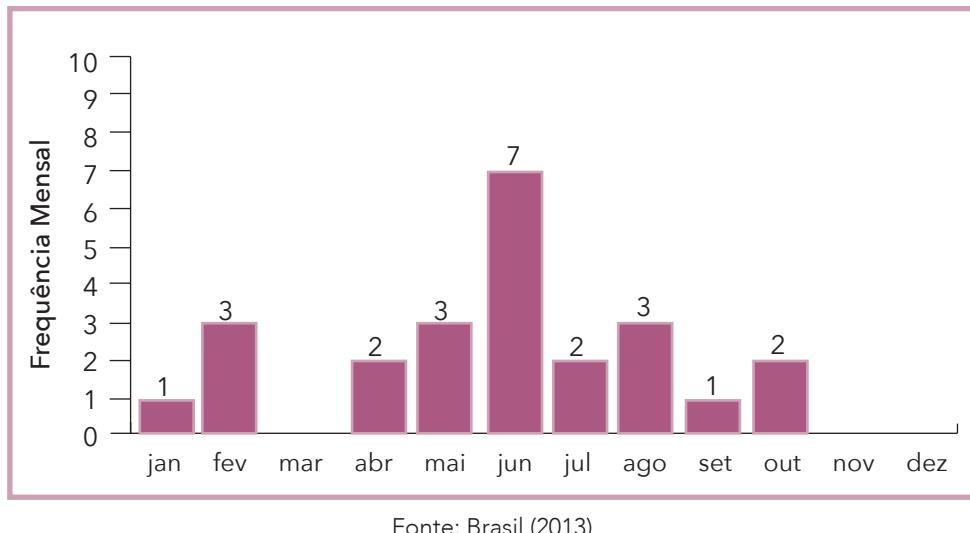
Fonte: Varnes (1978)

de ocorrências, totalizando 12 registros, seguida da Zona da Mata, com 11 registros e do Agreste Pernambucano, com apenas 1 registro.

A frequência mensal dos movimentos de massa do Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012 está apresentada no Gráfico 24. Observa-se um predomínio de movimentos de massa entre os meses de abril a agosto, coincidindo com o período mais chuvoso da região leste do estado, que vai de março a agosto. De acordo com a frequência anual, apresentada no Gráfico 25, constata-se que 54% destes eventos ocorreram entre os anos de 2002 e 2007. Todos os 4 registros de 2012, representados neste gráfico, ocorreram na Região Metropolitana do Recife, que apresenta a maior concentração populacional.

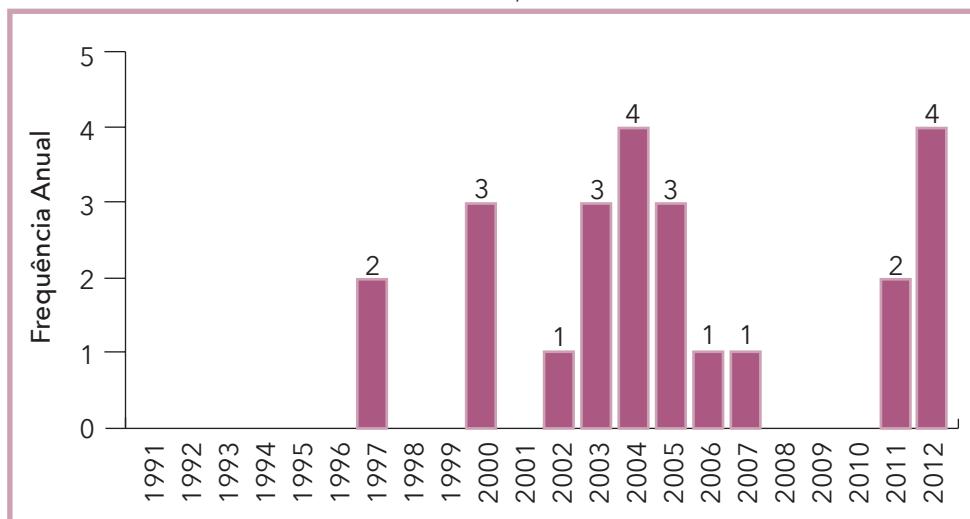
A ocupação dos morros da Região Metropolitana do Recife remonta ao período colonial. A população mais carente ocupou inicialmente as planícies de inundação, manguezais, zonas estuarinas e as encostas. Com a ocorrência de grandes enchentes iniciou-se na década de 40, através da Liga Social Contra os Mocambos, a transferência não planejada dos moradores, das áreas mais centrais do Recife, para os morros de Casa

Gráfico 24: Frequência mensal de movimento de massa no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 25: Frequência anual de movimento de massa no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Amarela, Beberibe e Água Fria, iniciando assim a ocupação sistemática dos morros (FIDEM, 2004).

Esta forma de ocupação dos morros se caracterizou pela falta de preocupação com as características físico-naturais, executando-se cortes, obstruindo-se as drenagens com lixo e saturando-se o solo com águas servidas. Esse modelo de ocupação, inicialmente adotado no Recife, foi empregado nos municípios vizinhos e adotado como padrão em toda a Região Metropolitana do Recife (FIDEM, 2004). Neste modelo de ocupação caótica prevalecem os efeitos ambientais da ação do homem sobre os outros fatores, sendo de longe a maior causa de desequilíbrio das encostas desta Mesorregião (GUSMÃO FILHO, 1995).

O Grupo Barreiras é a unidade geológica mais importante dos morros da Região Metropolitana do Recife, constituído por uma mistura de areia e argila com horizontes de seixos sub-horizontais, na forma de tabuleiros elevados com altitudes de até 50 metros. Este grupo é caracterizado por depósitos de leques aluviais e depósitos fluviais sendo identificadas duas formações geológicas, denominadas de Guararapes e Riacho Morno (ALHEIROS et al., 1988). A Formação Guararapes é constituída por sedimentos com predomínio da fração arenosa e a Formação Riacho Morno apresenta uma textura argilosa.

Os morros da zona norte do Município do Recife apresentam intercalações dos sedimentos das Formações Guararapes e Riacho Morno. A mistura destas duas formações geológicas faz com que esta região apresente uma susceptibilidade menor a processos erosivos e uma susceptibilidade maior à ocorrência de movimentos de massa. Nos morros da zona sul deste município, ocorre o predomínio de sedimentos arenosos da Formação Guararapes; de maneira que esta região apresenta, em relação aos morros da zona norte, maiores problemas associados à erosão com menor susceptibilidade a problemas de movimentos de massa (MELO; MENEZES, 1987a, 1987b).

Os aspectos geológicos e as ações antrópicas na ocupação dos morros da Região Metropolitana do Recife induzem a diferentes processos de desestabilização, com erosão pronunciada nas camadas mais arenosas e deslizamentos nas camadas mais argilosas (FIDEM, 2004). O Grupo Barreiras é a unidade geológica desta região que apresenta uma maior inci-

Figura 22: Movimento de massa nas encostas dos morros da Região Metropolitana do Recife

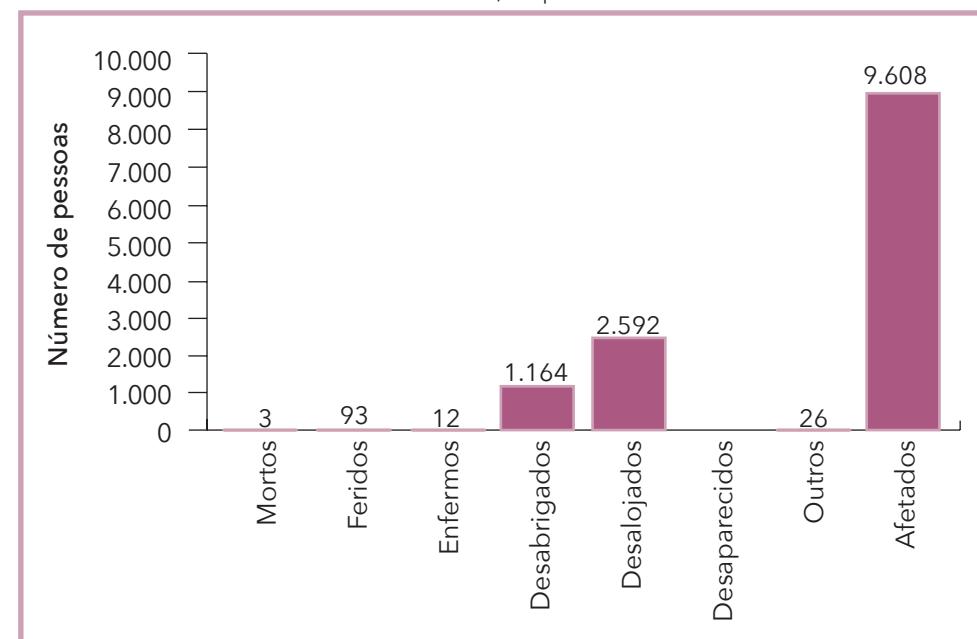


Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Pernambuco (BRASIL, 2011)

dência de processos de desestabilização. A foto da Figura 22 apresenta um escorregamento de encosta nos morros da Região Metropolitana do Recife. Observa-se que esta encosta foi ocupada de forma desordenada com casas muito próximas da crista do corte, muito próximas entre si, o corte tem declividade elevada e não há sistema de drenagem.

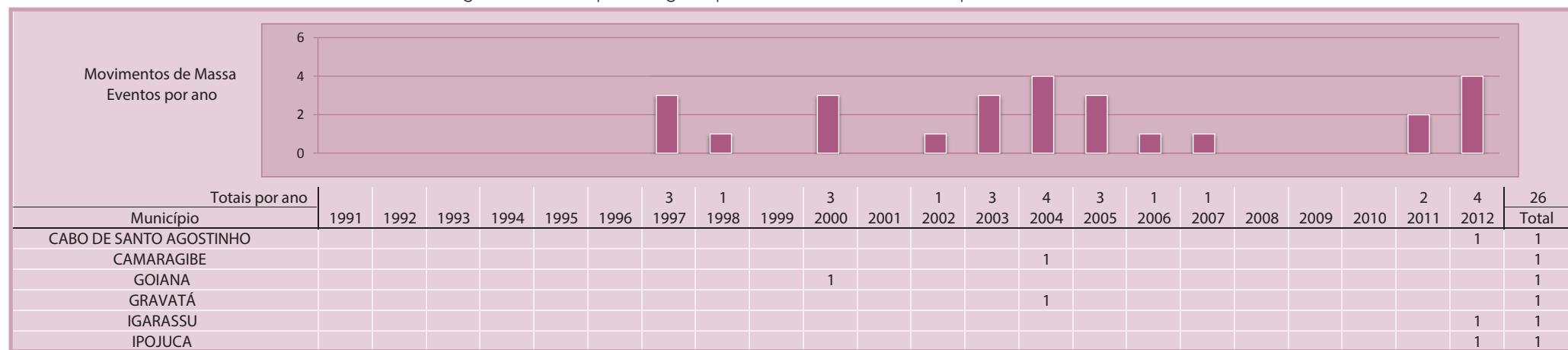
Os danos humanos associados aos 24 movimentos de massa registrados oficialmente no Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012 estão apresentados no Gráfico 26. Nos eventos registrados ocorreram 3 mortes, 1.164 pessoas ficaram desabrigadas, 2.592 desalojadas, e 9.608 foram de alguma forma afetadas. No Infográfico 7 estão apresentados todos os municípios afetados por movimentos de massa do Estado de Pernambuco com a respectiva quantificação e ano de ocorrência desses desastres.

Gráfico 26: Danos humanos associados a movimento de massa no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Municípios atingidos por movimentos de massa no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Municípios atingidos por movimentos de massa no período de 1991 a 2012

Fonte: Brasil (2013)

Referências

ALHEIROS, M. M. et al. Sistemas Deposicionais da Formação Barreiras no Nordeste Oriental. In: Congresso Brasileiro Geologia, 35., 1988, Belém do Pará. **Anais...** Belém do Pará: SBG, 1988. p. 753-760.

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

_____. Governo do Estado do Pernambuco. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Acervo fotográfico. 2011.

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.

FIDEM – FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL. **Manual de ocupação dos morros da região metropolitana do Recife**. Recife: FIDEM, 2004. 344 p.

GUSMÃO FILHO, J. A. A experiência em encostas ocupadas do Recife: integração técnica, institucional e comunitária. **Revista do Instituto Geológico**, [s.l.], v. esp., p. 9-22, 1995.

MASS MOVEMENT. In: ENCYCLOPEDIA of geomorfolgy. New York: Fairbridge Reinhold Book. 1968.

MELO, L. V.; MENEZES, M. F. Considerações sobre os processos erosivos nos sedimentos da formação Guararapes (Grupo Barreiras) no Recife. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 4., 1987, Marília. **Anais...** Marília: ABGE, 1987a. p. 179-196.

MELO, L. V.; MENEZES, M. F. Erosão urbana nos sedimentos da Formação Riacho Morno, Grupo Barreiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO E GEOLOGIA DE ENGENHDARIA, 5., 1987, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE, 1987b.

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.

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, São Paulo, 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.

EROSÃO

Mapa 9: Registros de erosões no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012



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

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

- Processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos (plantas e animais) (IPT, 1986).
- Conjunto de fenômenos naturais envolvendo a formação de materiais detritícios provenientes da decomposição e desagregação das rochas e solos das camadas mais superficiais da crosta terrestre (CARVALHO et al., 2006).
- Destrução das reentrâncias ou saliências do relevo, tendendo a um nivelamento (GUERRA, 1993).
- Desagregação, transporte e deposição do solo, subsolo e rochas em decomposição, pelas águas, ventos ou geleiras (GALETI, 1982).
- Processo de desagregação, transporte e deposição de partículas componentes do solo causados pela ação da água ou pelo vento, que tem início na remoção da cobertura vegetal feita pelo homem para cultivar o solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).
- Consiste no desgaste, afrouxamento do material rochoso e na remoção dos detritos através dos processos atuantes na superfície da Terra (BIGARELLA, 2003).

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

Quadro 8: Classificação da erosão pelos fatores ativos

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

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

Tratando-se da classificação das erosões, Zachar (1982 apud CARVALHO et al., 2006) relaciona os principais tipos e seus fatores ativos conforme o Quadro 8.

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

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

Enquanto a dinâmica da erosão segue uma evolução natural, o sistema ambiental mantém-se em equilíbrio dinâmico. Porém, a partir das interven-

ções antrópicas, o processo de erosão tende a se acelerar (TOMINAGA; SANTOTO; AMARAL, 2009). Exemplo disso é a ocupação do solo de forma desordenada pelo homem, podendo ocasionar a perda de solos férteis, assoreamento, poluição, redução dos corpos d'água, redução do volume de água de abastecimento, diminuição da agropecuária e ocorrências de desastres urbanos com perda de vidas humanas. Ocorrendo de modo direto e previsível, os processos erosivos são capazes de destruir habitações e obras de infraestrutura, e são apontados como um dos principais problemas nas áreas urbanas, destacando-se pela rapidez como ocorrem, pelas dimensões que atingem e pelos problemas que geram (CARVALHO *et al.*, 2006).

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

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

EROSÕES ASSOCIADAS À PRECIPITAÇÃO DE CHUVAS

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

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

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

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

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

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

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

EROSÕES ASSOCIADAS AOS CANAIS DE DRENAGEM DOS RIOS

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

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

EROSÕES ASSOCIADAS A REGIÕES COSTEIRAS SOB A AÇÃO DO MAR

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

De acordo com Castro (2003), a ação de ondas, correntes e marés pode causar acentuada erosão costeira e/ou marinha nas margens litorâneas, promovendo o modelamento destrutivo do relevo, bem como o construtivo, resultando em acumulação marinha e, como consequência, originando praias, recifes, restingas e tômbolos.

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

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

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

CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE)

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

- Erosão Costeira/Marinha - Processo de desgaste (mecânico ou químico) que ocorre ao longo da linha da costa (rochosa ou praia) e se deve à ação das ondas, correntes marinhas e marés;
- Erosão de Margem Fluvial - Desgaste das encostas dos rios que provoca desmoronamento de barrancos. Ocorre por meio dos processos de corrosão (químico), atrito (mecânico) e cavitação (fragmentação das rochas devido à grande velocidade da água); e
- Erosão Continental – O processo erosivo causado pela água das chuvas, subdividido nesta classificação como: laminar, ravinas e boçorocas.

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

Quadro 10: Codificação processos erosivos segundo a COBRADE

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

Fonte: COBRADE ([2012?])

As condições que levam a um processo erosivo, assim como a deflagração de um escorregamento e quedas de blocos, devem ser corretamente entendidas e diferenciadas, pois do processo será fundamental avaliar o

perigo, ou seja, o que pode ocorrer, em que condições e com que probabilidade (CARVALHO et al., 2006). Espera-se assim, que o conhecimento e a qualidade sobre os registros possam avançar ainda mais, ganhando-se em confiabilidade e uso na gestão de riscos e ações mitigadoras.

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

Para análise estatística dos desastres provocados por erosão entre 1991 a 2012 no Estado de Pernambuco, foram enquadrados os registros em conformidade a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Dentre as tipologias atuantes no estado (Tabela 16), foram identificadas as erosões continentais e marinhas.

Tabela 16: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado de Pernambuco

Terminologia	Quantidade de Ocorrências/Registros
Erosão Costeira/Marinha	24
Erosão Continental	8

Fonte: Brasil (2013)

Conforme a Tabela 16, a maioria dos registros aponta a erosão marinha como principal desastre dentre os processos erosivos e suas tipologias no Estado de Pernambuco, contabilizando 24 ocorrências contra apenas 8 registros promovidos por erosão continental.

Embora seja um processo natural e não represente problema algum quando ocorre em áreas desabitadas, a erosão marinha torna-se um problema social e econômico quando são construídas estruturas rígidas e fixas, tais como casas ou muros, num ambiente que é naturalmente variável (MORTON et al., 1983; DOYLE et al., 1984; PILKEY Jr. et al., 1984).

Já a erosão continental, geralmente associada à ocorrência de precipitações intensas, pode promover o aprofundamento de canais de escoamento superficial do solo; e quando estes não apresentam cobertura vegetal, o fenômeno é agravado e o processo erosivo se intensifica, causando muitos transtornos à população e à economia do município afetado.

Assim, cada tipologia traz consequências que podem caracterizar uma situação de emergência, dependendo das proporções atingidas e

da vulnerabilidade encontrada em cada área. Os eventos relatados nos bancos de dados compilados pelo CEPED/UFSC e CENAD/SEDEC/MI no Estado de Pernambuco estão elencados no Mapa 9.

O Estado de Pernambuco, **no que se refere à erosão continental**, teve 8 registros oficiais de desastres entre os anos de 1991 a 2012. O evento adverso atingiu cinco municípios e o Distrito Estadual de Fernando de Noronha. Os municípios mais afetados, com 2 registros, foram: Garanhuns, situado na Mesorregião do Agreste Pernambucano, e Camaragibe, na Mesorregião Metropolitana de Recife. Moreno, Itambé, Paulista e Fernando de Noronha apresentaram apenas 1 registro cada.

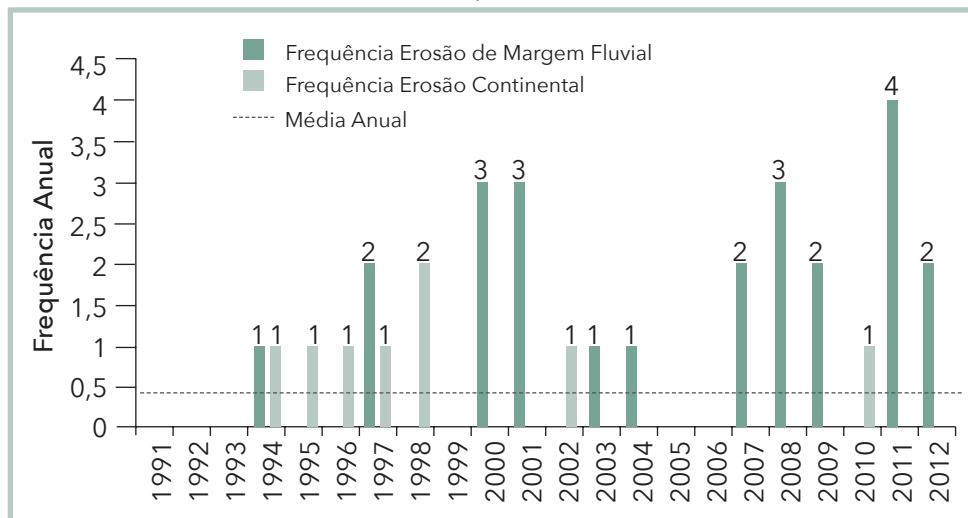
Camaragibe é constituído pela Formação Barreiras, de sedimentos arenosoargilosos não consolidados, de origem continental, que facilitam o processo erosivo (CPRH, 2003). Em Garanhuns, que teve registros em 1994 e 1995, com base em uma análise morfodinâmica, se estabelece uma forte relação entre as atividades antrópicas e a sensitividade geomórfica da paisagem, que contribuem de forma sistêmica para a instabilidade de alguns setores do relevo (AZAMBUJA; CORRÊA, 2006).

O ano com maior número de ocorrências foi 1998, com 2 registros, de acordo com o Gráfico 27. Neste ano, o município de Camaragibe decretou situação de emergência duas vezes, pelo processo erosivo de uma voçoroca no perímetro urbano. Nos outros anos da escala temporal adotada, 1994, 1995, 1996, 1997, 2002 e 2010, apresentaram apenas 1 registro de erosão linear nos municípios afetados.

As ocorrências de Camaragibe em 1998 foram registradas nos meses de abril e dezembro, segundo o Gráfico 28. Os dois registros do mês de julho referem-se aos eventos de Garanhuns.

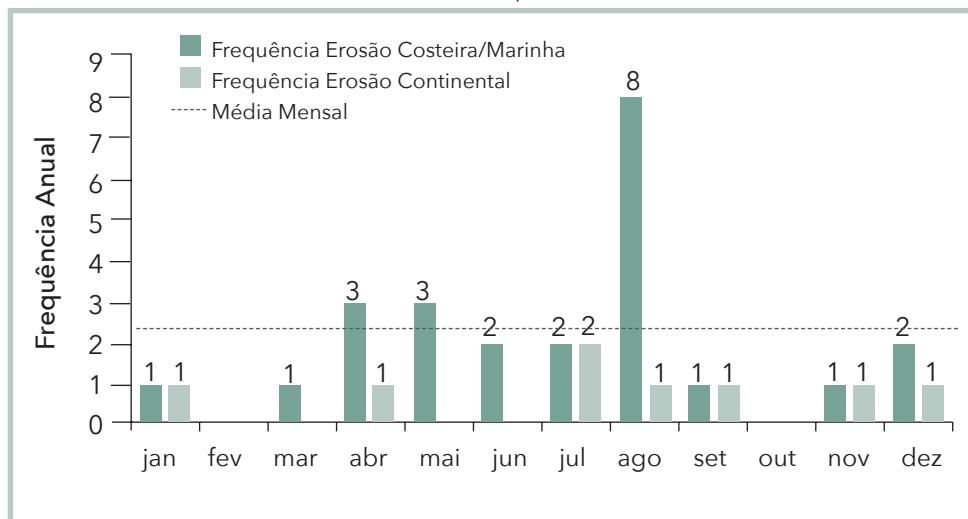
Com relação às erosões marinhas, o Estado de Pernambuco apresentou a maioria dos registros levantados no período de 1991 a 2012, sendo esta a tipologia de erosão mais recorrente no estado. Este evento adverso é intensificado por atividades antrópicas relacionadas com a concentração de atividades econômicas, industriais, de recreação e turismo em áreas de restinga e/ou dunas frontais junto à faixa litorânea, que, em conjunto com os diversos processos hidrodinâmicos, modificam o ambiente costeiro. A costa litorânea é a área que apresenta maior densidade demográfica do Estado de Pernambuco e tem suportado um grande crescimento nos últimos anos.

Gráfico 27: Frequência anual de desastres por erosão no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 28: Frequência mensal de desastres por erosão no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

A zona costeira pernambucana apresenta um caráter transgressor jovem, com predominância de estuários e manguezais. A presença de mangues nos estuários é reflexo da influência de marés, sem, no entanto, apresentar um desenvolvimento tão intenso como na costa do Maranhão (OLINTO et al., 1998).

O litoral de Pernambuco é caracterizado também pela ausência quase total de dunas ao longo da planície costeira. Esta característica reflete em condições desfavoráveis à acumulação destes depósitos, como a existência de amplas faixas arenosas de praias associadas a um clima semiárido e à escassez de vegetação.

As feições morfológicas dos recifes de arenitos, algálicos e coralinos exercem um papel determinante sobre a modificação da energia das ondas, distribuição dos sedimentos e consequentes alterações na morfologia costeira no estado. A presença de linhas de recifes ao longo da costa a protege do ataque direto das ondas, as quais são amortecidas no choque direto com os corpos recifais. Nas extremidades dos recifes, que são geralmente descontínuos, ocorrem efeitos de difração e refração das ondas, gerando processos erosivos pontuais, além da formação de uma linha de costa irregular, com alternância de pequenas enseadas e pontais arenosos (OLINTO et al., 1998).

No Estado de Pernambuco, o processo erosivo costeiro foi responsável por 24 registros oficiais de desastres ao longo dos vinte e dois anos de análise. Os municípios litorâneos atingidos situam-se na Mesorregião Metropolitana do Recife. O município de Paulista foi o mais afetado do estado, com 13 registros de desastres por erosão marinha, enquanto Jaboatão dos Guararapes registrou 6 ocorrências, Recife 2 ocorrências e a Ilha de Itamaracá e Olinda apenas 1 ocorrência cada. O arquipélago de Fernando de Noronha, distrito estadual pernambucano, também apresentou 1 registro de desastre, na extensão do Porto de Santo Antônio.

Quanto aos anos de ocorrência de erosão marinha, os registros de desastres concentram-se a partir de 1997. Antes, somente o ano de 1994 apresenta 1 registro. Um dos fatores para essas ocorrências foi o crescimento populacional e a consequente ocupação desordenada das faixas litorâneas nos últimos anos. Com isso, há um aumento da pressão sobre os recursos naturais costeiros, que promove graves problemas, como erosão costeira

acelerada (ARAÚJO, 2006). Os anos com maior número de ocorrências foram: 2000, 2001, 2008, com 3 ocorrências em cada, e 2011, com 4 registros.

Em Paulista, as praias vêm sofrendo há décadas com a erosão marinha, agravada pela ocupação desordenada. Um exemplo é a praia do Janga, a qual possuía uma faixa de praia extensa e hoje, em alguns pontos, não passa de um calçadão. Segundo Silva (2009) a situação no município tornou-se preocupante e levou à construção de uma contenção marinha, a fim proteger a orla contra o processo erosivo. No ano de 2000, o município registrou 3 ocorrências; em 2001, 2011 e 2012 foram feitos 2 registros em cada ano; em 2004, 2007, 2008 e 2009 houve 1 registro em cada ano.

Em Jaboatão do Guararapes, os desastres foram registrados em 2001, 2007, 2008 e 2011. O processo erosivo costeiro iniciou, provavelmente, com a construção de diques e aterros na área da foz do rio Jaboatão e, segundo a CPRM ([20--?]), tende a se agravar.

Em 1994 uma ressaca destruiu parte do calçadão da praia de Boa Viagem, em Recife, sendo que a área afetada já se estende por mais de 2 (dois) quilômetros. Um enrocamento de pedras protege o calçadão, pois o trecho de areia desapareceu (MENDONÇA; MENDONÇA, 2010).

Em Olinda, com 1 ocorrência no ano de 2003, os principais problemas relacionam-se com a falta de conhecimento científico detalhado sobre os processos costeiros atuantes, por ocasião do dimensionamento de obras portuárias, de projetos iniciados e não concluídos, de obras de proteção que parecem não dar resultado na regeneração das praias e da pressão da urbanização desordenada das praias (MANSO et al., [19--?]).

A Ilha de Itamaracá, que registrou 1 ocorrência em 1997, possui zonas de recuperação onde o aporte sedimentar e o grau de vulnerabilidade oscilam entre baixo e médio, e, nas áreas extremas da ilha, o grau de vulnerabilidade é alto, devido ao balanço sedimentar negativo. Outro fator que causa a alta vulnerabilidade é a presença de edificações no estirâncio, pois elas interferem na dissipação da energia das ondas (ALBUQUERQUE, 2009).

Já em Fernando de Noronha, o desastre registrado em 2009 foi ocasionado pelas sucessivas ondas de maré alta, que chegaram a 4 metros de altura, segundo informações do documento oficial.

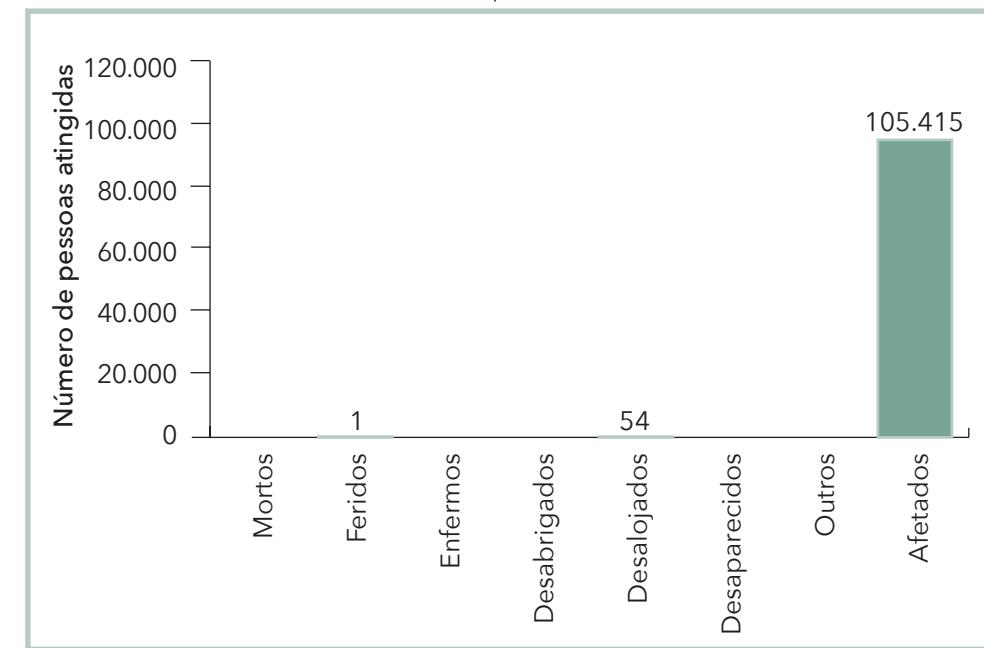
Com relação aos meses de ocorrência, o Gráfico 28 demonstra que a maior concentração de registros foi durante o período de outono/inverno,

entre os meses de abril e agosto. O Gráfico 27 apresenta a frequência anual dos desastres vinculados aos processos erosivos ocorridos no Estado de Pernambuco entre 1991 e 2012.

O Gráfico 28 demonstra a frequência mensal de desastres por erosão no Estado de Pernambuco no período de 1991 a 2012.

Os danos humanos provocados pelos processos erosivos registrados no Estado de Pernambuco durante o período analisado são apresentados no Gráfico 29 e correspondem a 105.415 afetados, equivalente a 1,2% do total da população do estado, baseando-se no último senso demográfico. Para o município de Paulista, local mais afetado (Tabela 17), esta proporção chega a 11,8%, com o desalojamento de cerca de 50 pessoas.

Gráfico 29: Danos humanos causados por erosão no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

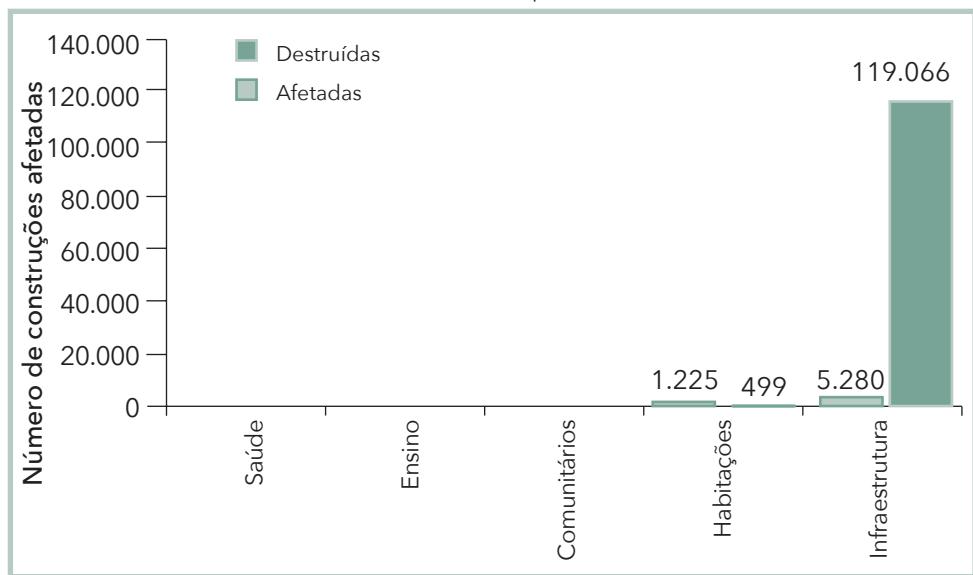
Com relação aos danos materiais por processos erosivos, o Estado de Pernambuco apresenta sua maior perda relacionada à infraestrutura, registran-

Tabela 17: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Total de Afetados
2012	Paulista	Metropolitana Rec	0	0	35568
2008	Jaboatão dos Guararapes	Metropolitana Rec	0	0	12024
2007	Jaboatão dos Guararapes	Metropolitana Rec	0	0	12020
2008	Jaboatão dos Guararapes	Metropolitana Rec	0	0	12012
2011	Jaboatão dos Guararapes	Metropolitana Rec	0	0	12000

Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 30: Danos materiais causados por desastres por erosão no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

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

Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídos	Total Danificados	Total
2008	Jaboatão dos Guararapes	Sul Amaz.	95419	1760	97179
2008	Jaboatão dos Guararapes	Sul Amaz.	22672	3296	25968
2001	Jaboatão dos Guararapes	Sudoeste Amaz.	1109	0	1109
2000	Paulista	Sudoeste Amaz.	30	250	280
2011	Jaboatão dos Guararapes	Sudoeste Amaz.	149	91	240

Fonte: Brasil (2013)

do 119.066 propriedades destruídas no período de 1991-2012, conforme ilustra o Gráfico 30. O município de Jaboatão dos Guararapes foi o que obteve os maiores prejuízos, principalmente no ano de 2008, conforme a Tabela 18.

A tipologia de ocorrência por erosão continental, enquanto desastre está relacionada a alguns fatores que intensificam os danos causados à população afetada. Um deles é o balanço hídrico, onde os processos erosivos se intensificam em função da oposição entre períodos de intensas e concentradas chuvas tropicais e períodos de deficiência hídrica. No Estado de Pernambuco, a evolução de erosão continental parece ter forte influência antropogênica. No entanto, a formação geológica dos municípios afetados também se apresenta como uma variável relevante.

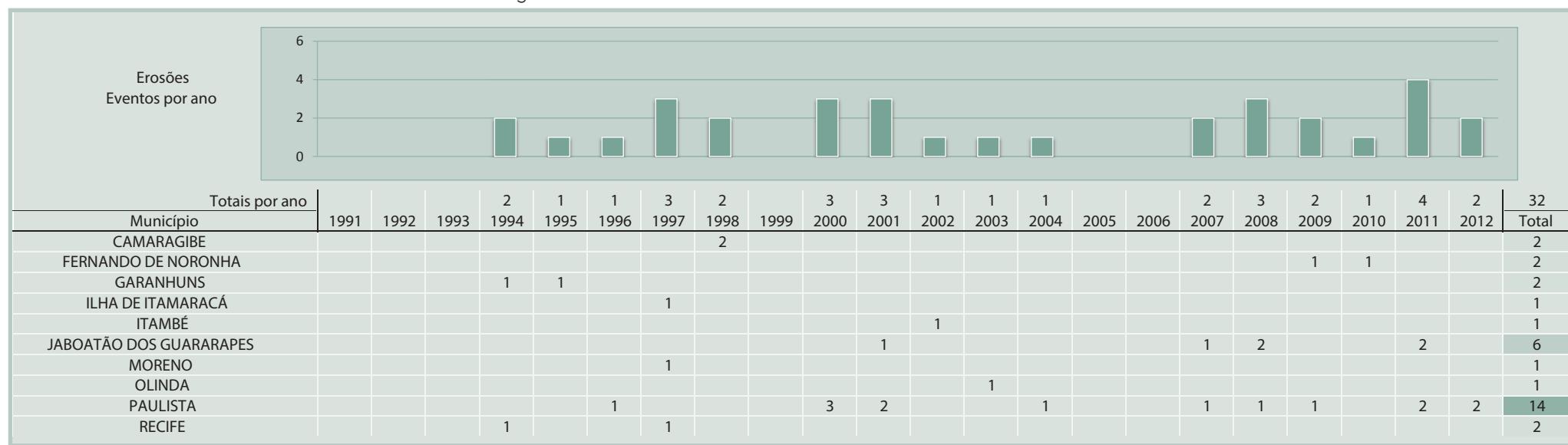
Já os fatores que contribuem decisivamente para a erosão marinha são vários. Em algumas praias pernambucanas a erosão é produto direto das intervenções antrópicas, com a ocupação das áreas adjacentes à praia e até das áreas de pós-praia. Em especial, com a construção de estruturas rígidas artificiais de proteção contra o processo erosivo, muitas vezes implantadas sem o devido conhecimento técnico (MANSO et al., [19--?]).

Os sistemas de correntes que afetam a sedimentação e a morfologia costeira do Estado do Pernambuco são: correntes de marés; correntes fluviais; e correntes litorâneas. Tratando-se de uma região submetida a um regime de mesomaré, as correntes de maré exercem influência substancial no modelamento da costa, principalmente quando em condições de maré de sizígia associada ao período de ventos intensos que sopram de sudeste. Esta associação produz intenso processo erosivo em toda zona litorânea (MANSO et al., [19--?]).

Essas informações revelam que se deve despender maior atenção a este evento adverso, que vem recorrentemente atingindo a zona costeira, em especial a porção centro-norte, pertencente à Mesorregião Metropolitana do Recife, a mais urbanizada do litoral.

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

Infográfico 8: Síntese das ocorrências de erosão no Estado de Pernambuco



Fonte: Brasil (2013)

Referências

ALBUQUERQUE, Juvenita Lucena. **Caracterização morfodinâmica e vulnerabilidade à erosão do litoral leste da Ilha de Itamaracá**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/Ox3eam>>. Acesso em: 28 maio 2013.

ARAÚJO, Tereza C. M.; SILVA, Valéria B.; CARVALHO, João A. R. Classificação de tipologia da orla da cidade de Olinda – PE: delimitação e caracterização. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [s. l.], ano 7, n. 1, 2006. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_7_n_1_2006/RBG_Ano_7_n_1_2006_27_32.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2011.

AZAMBUJA, R. N. CORRÊA, A. C. B. Contribuição para a interpretação da evolução morfodinâmica em áreas de expansão urbana no município de Garanhuns-PE. In: SIMPÓSIO DE NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: [s.n.], 2006. Disponível em: <<http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/articles/349.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2013.

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

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

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

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

_____. 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.

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

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

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

CPRH – AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. O meio físico da área. In: _____. **Diagnóstico socioambiental litoral norte de Pernambuco**. Recife: CPRH, 2003. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/21_Geologia_e_Relevo.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2013.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Indicadores Geotécnicos. In: _____. **Jaboatão dos Guararapes**. Recife: CPRM, [20--?]. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/recife/jaboatao/ind_geotec.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2008.

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

GUERRA, Antonio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Org.).

Geomorfologia do Brasil. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 390 p.

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

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

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

MANSO, Valdir A. Vaz et al. **Pernambuco**: erosão e progradação do litoral brasileiro. Pernambuco: Publicação MMA, [19--?]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_publicacao/78_publicacao12122008091035.pdf>. Acesso em: 25 maio 2013.

MENDONÇA; Francisco Jaime Bezerra; MENDONÇA, Rafael Lopes. Determinação da linha de costa das praias do município de Recife-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., 2010, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2010. Disponível em: <http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Cad_Geod_Agrim/Geodesia%20e%20Agrimensura/A_65.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2013.

MORTON, A. R. et al. **Living with the texas shore**. Durham, North Carolina: Duke University Press, 1983. 185 p.

OLINTO, Andrea. et al. **Estudo da erosão marinha da região de Maracaípe, Ipojuca**. Pernambuco: GERCO/PE, 1998.

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

SILVA, Shirleane Rodrigues da et al. Impactos ambientais causados pela erosão marinha nas praias de Paulista. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - JEPEX, 9., 2009, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0560-2.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2013.

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

INCÊNDIO FLORESTAL

Mapa 10: Registros de incêndios no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012



Is incêndios florestais correspondem à classificação dos desastres naturais relacionados com a intensa redução das precipitações hídricas.

É um fenômeno que compõe esse grupo, pois a propagação do fogo está intrinsecamente relacionada com a redução da umidade ambiental, e ocorre com maior frequência e intensidade nos períodos de estiagem e seca.

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

Este fenômeno pode ser provocado por: causas naturais, como raios, reações fermentativas exotérmicas, concentração de raios solares por pedaços de quartzo ou cacos de vidro em forma de lente e outras causas; imprudência e descuido de caçadores, mateiros ou pescadores, através da propagação de pequenas fogueiras, feitas em seus acampamentos; faíbulhas provenientes de locomotivas ou de outras máquinas automotoras, consumidoras de carvão ou lenha; perda de controle de queimadas, realizadas para limpeza de campos ou de sub-bosques; além de incendiários e/ou piromaníacos. Podem iniciar-se de forma espontânea ou em consequência de ações e/ou omissões humanas. Mesmo neste último caso, os fatores climatológicos e ambientais são decisivos para incrementá-los, pois facilitam a sua propagação e dificultam o seu controle (CASTRO, 2003).

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

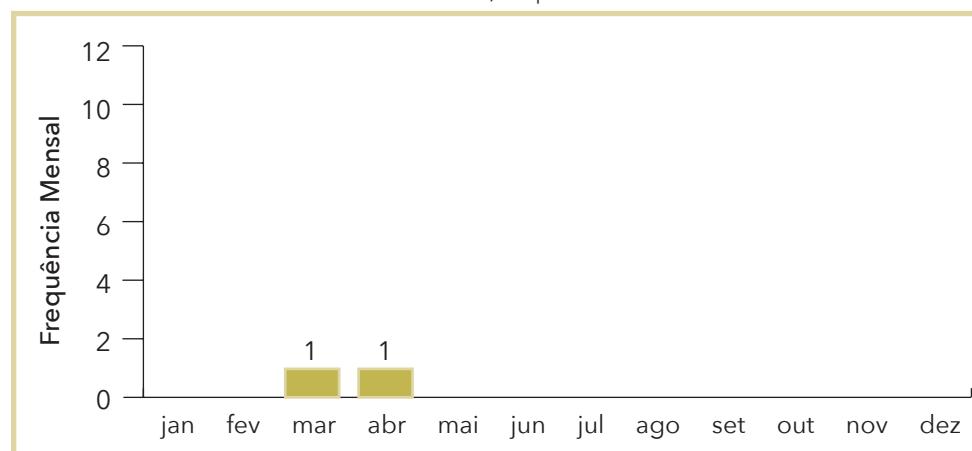
Os incêndios atingem áreas florestadas e de savanas, como os cerrados e caatingas. De uma maneira geral, queimam mais facilmente: os restos vegetais; as gramíneas, os liquens e os pequenos ramos e arbustos ressecados. A combustão de galhos grossos, troncos caídos, húmus e raízes é mais lenta (CASTRO,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

As ocorrências de incêndios florestais no Estado de Pernambuco, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram **2 registros oficiais**. Para melhor visualização, os registros foram espacializados no Mapa 10, onde pode ser vista a localização dos municípios afetados e seus respectivos números de registros.

De acordo com o Mapa 10, verifica-se que, dos 185 municípios, somente 02 deles (1%) foram atingidos por incêndios florestais. Ainda pode-se observar que os municípios atingidos localizam-se na área norte e leste do estado, na Mesorregião Mata e Sertão. Entre os atingidos estão Paudalho e Itapetim, cada um com 1 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 31 que os meses que apresentaram ocorrência foram março e abril, que estão incluídos na estação seca do estado.

Gráfico 31: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012

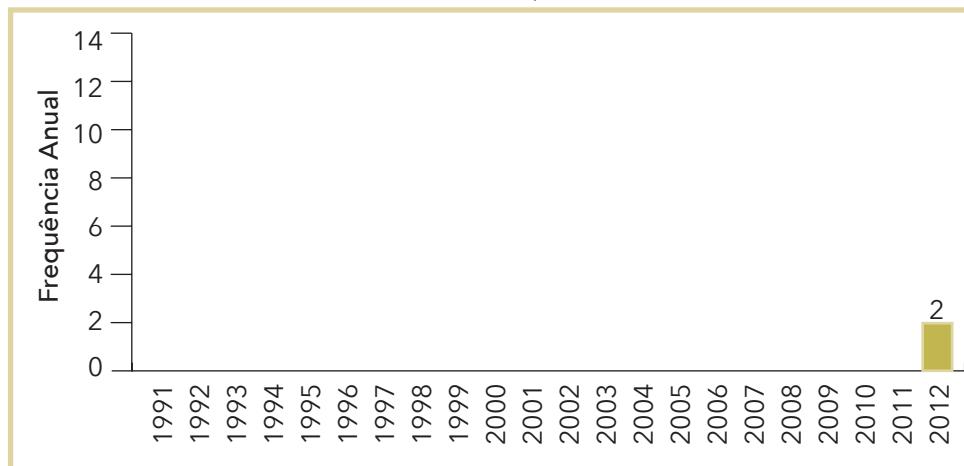


Fonte: Brasil (2013)

Em relação à frequência anual de incêndios, conforme se pode observar no Gráfico 32, nos vinte primeiros anos da pesquisa não foram registrados desastres causados por incêndios florestais em documentos oficiais da Defesa Civil. Destaca-se o ano de 2012, por ser o único a apresentar registro de desastre natural por incêndio florestal, com um total de 2 registros.

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

Gráfico 32: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012

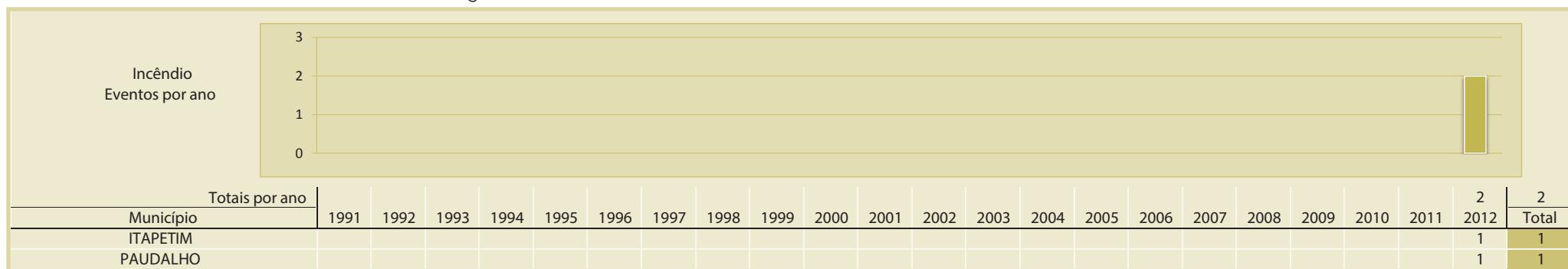


Fonte: Brasil (2013)

De acordo com os documentos oficiais levantados, não foram registrados dados humanos referentes aos desastres causados por incêndio. No entanto, a falta de dados pode não representar a inexistência de qualquer prejuízo humano motivado por incêndios.

Conforme o Infográfico 9, foi registrado, no Estado de Pernambuco, um total de 2 focos de incêndio, referentes ao período de 1991 a 2012. Nos 20 primeiros anos da pesquisa não há registro de desastres causados por incêndios florestais, em documentos oficiais da Defesa Civil. No ano de 2012, o desastre foi registrado 1 vez nos municípios de Itapetim e Paudalho, totalizando 2 registros.

Infográfico 9: Síntese das ocorrências de incêndios florestais no Estado de Pernambuco



Fonte: Brasil (2013)

Referências

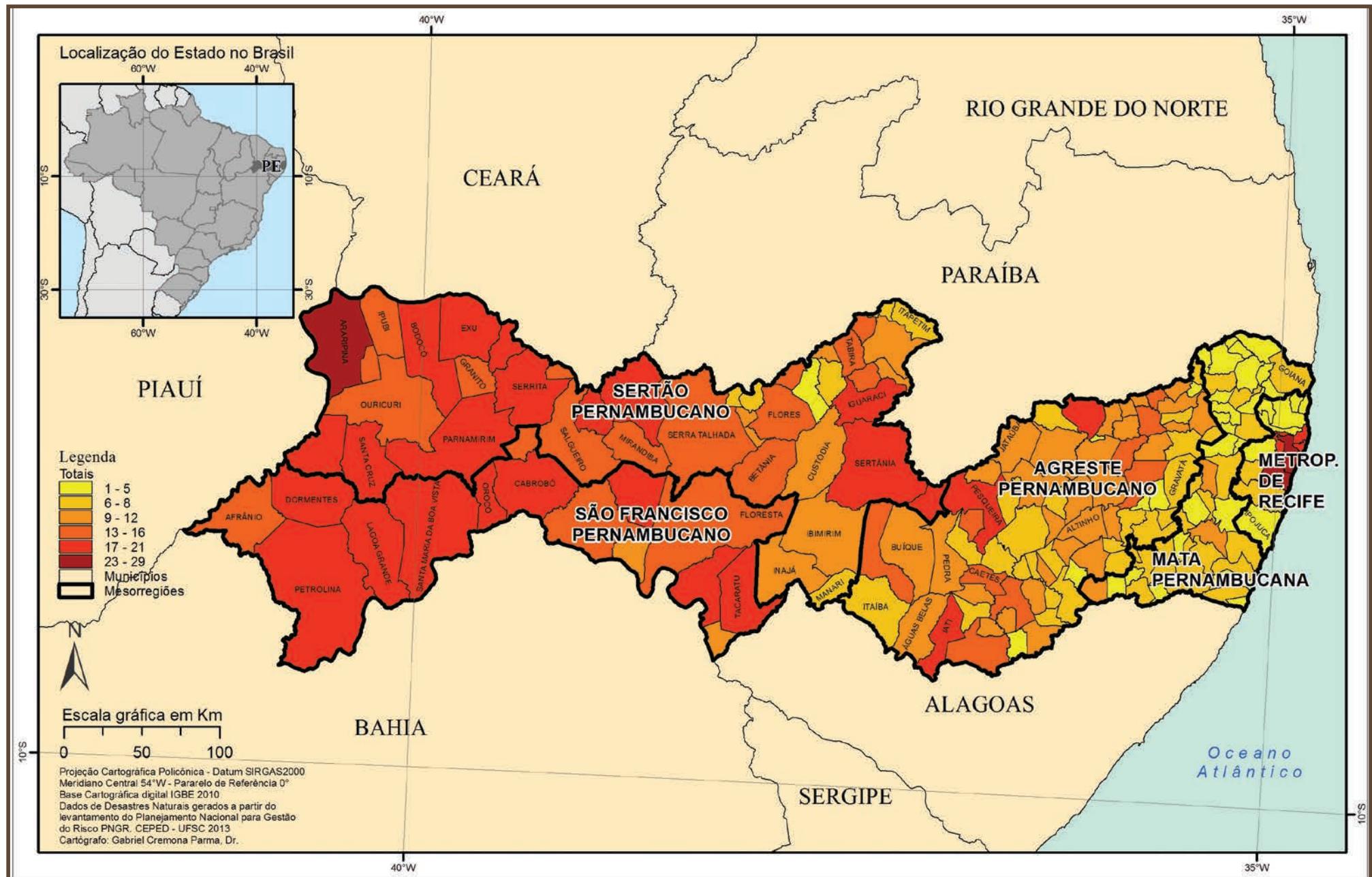
BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

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

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.

DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Mapa 11: Registros do total dos eventos no Estado de Pernambuco de 1991 a 2012



Ao analisar os desastres naturais que afetaram o Estado de Pernambuco ao longo de vinte e dois anos (1991-2012), nota-se a ocorrência dos seguintes eventos naturais adversos: estiagens e secas, inundações graduais e bruscas, erosões marinha e linear, movimentos de massa, vendavais, incêndios, tornados e granizos, alguns deles recorrentes em um mesmo ano. As análises aqui apresentadas, destes diferentes tipos de desastres, foram realizadas tomando como base **1.877 documentos oficiais**. O Mapa 11 demonstra que todos os 185 municípios pernambucanos foram atingidos por algum tipo de evento, no decorrer da escala temporal adotada.

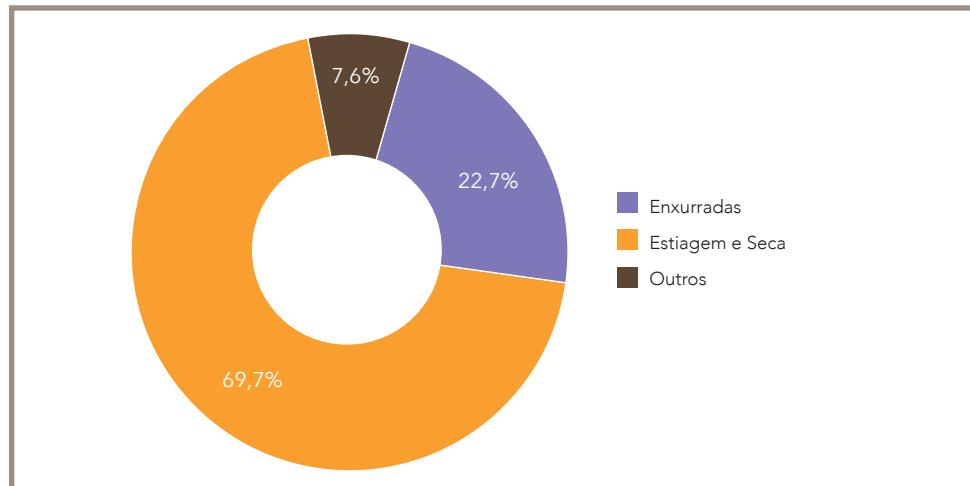
Os municípios de Araripina, Cabrobó, Iati, Jaboatão dos Guararapes, Moreilândia, Recife e Santa Cruz foram os mais atingidos, apresentando entre 21 e 29 registros oficiais de desastres. O Município do Recife foi o mais afetado do Estado de Pernambuco, com 29 registros.

Estiagens e secas, diretamente relacionadas à redução das precipitações pluviométricas, estão entre os desastres naturais mais frequentes e tidos como um dos maiores problemas do estado. Esses fenômenos correspondem a 1.308 registros, equivalentes a 69,7% dos desastres naturais do Estado de Pernambuco, conforme o Gráfico 33. As estiagens e as secas afetam uma grande extensão territorial e produzem efeitos negativos e prolongados na economia e, principalmente, na sociedade.

O Estado de Pernambuco sofre anualmente com a escassez das chuvas e, por outro lado, com o excesso também, em virtude das precipitações concentradas que ocorrem em diversos municípios em períodos curtos de tempo. Os desastres relativos às enxurradas apresentam-se como o segundo desastre natural de maior ocorrência no estado, com um total de 427 registros, equivalentes a 22,7% dos desastres ocorridos nos últimos vinte e dois anos. Além dos efeitos adversos atrelados a este fenômeno, as enxurradas muitas vezes ocorrem associadas a vendavais, o que potencializa o seu efeito destruidor com consequente aumento dos danos causados.

Os demais tipos de desastres naturais ocorridos no Estado de Pernambuco, tais como, inundações graduais, erosões, movimentos de massa, granizos, incêndios, tornados e vendavais, foram menos expressivos na escala temporal analisada. Todos estes tipos de evento foram agrupados na categoria “Outros”, com 142 ocorrências, representadas no Gráfico 33 por 7,6% do total de registros.

Gráfico 33: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012

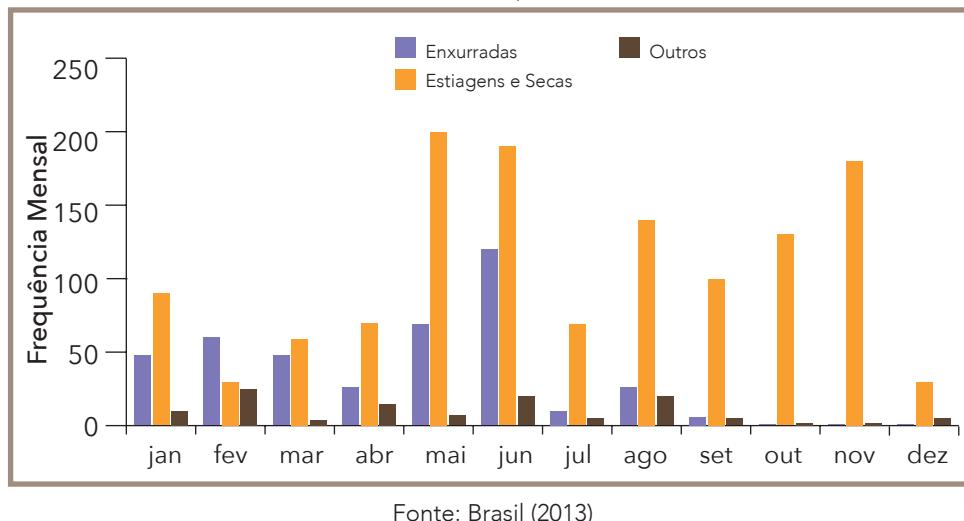


Fonte: Brasil (2013)

No Gráfico 34 estão apresentadas as frequências mensais dos registros das estiagens e secas, assim como as das enxurradas dentro do período de 1991 a 2012. Ao longo desses vinte e dois anos, os meses de maio e junho foram os mais críticos em termos de recorrência desses dois tipos de desastres. Observa-se, no Gráfico 34, que entre os meses de maio e novembro, período correspondente à estação seca no Estado de Pernambuco, os picos de registros de estiagens e secas foram maiores. Os demais meses do ano também foram contemplados por ocorrências dessas tipologias, no entanto, com quantidade menor de registros.

Os episódios de inundações bruscas predominaram nos primeiros meses do ano, período relativo às maiores médias pluviométricas em algumas mesorregiões. No Sertão, onde predomina o clima tropical árido e semiárido, as chuvas concentram-se, principalmente, nos meses de janeiro a maio. Já no Agreste, região de transição entre o Sertão e a Zona da Mata, predomina o clima tropical semiárido e subúmido, com chuvas nos meses de março a julho. Na Zona da Mata e Litoral, o clima predominante é o tropical subúmido e úmido, e as chuvas se distribuem ao longo dos meses de março a agosto.

Gráfico 34: Frequência mensal dos desastres mais recorrentes no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



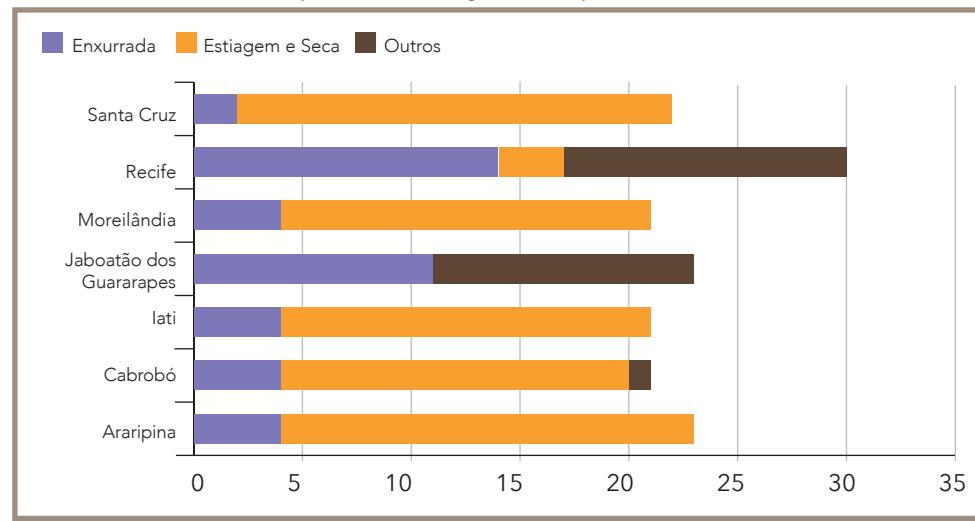
Fonte: Brasil (2013)

O impacto das variações climáticas no âmbito social e econômico da população é bastante relevante. Isto se deve, em parte, à grande variação do total das chuvas de um ano para o outro. Esta variabilidade é maior que 40% em algumas áreas, principalmente, no interior da região semiárida do Nordeste brasileiro, com secas extremas em alguns anos e enchentes em outros.

No Gráfico 35 estão apresentados os municípios mais atingidos por desastres naturais, todos com mais de 20 registros, com os respectivos quantitativos de enxurradas, secas e estiagem. O Recife lidera o ranking dos municípios com o maior número de registros, com um total de 29 ocorrências. O município de Jaboatão dos Guararapes é o segundo colocado, com 24 registros, seguido do município de Araripina, com 23 registros. Os municípios de Cabrobó, Iati, Moreilândia e Santa Cruz apresentaram 21 registros.

Os desastres naturais, de acordo com os dados oficiais registrados no período de 1991 a 2012, afetaram cerca de 11,2 milhões de pernambucanos. Deste total de afetados, 183.588 pessoas foram desalojadas, 96.467 ficaram desabrigadas, 10 desaparecidas, 21.406 feridas, 8.241 enfermas e 232 foram fatalmente atingidas, conforme os resultados apresentados no Gráfico 36.

Gráfico 35: Municípios mais atingidos no Estado de Pernambuco, classificados pelo total de registros, no período de 1991 a 2012

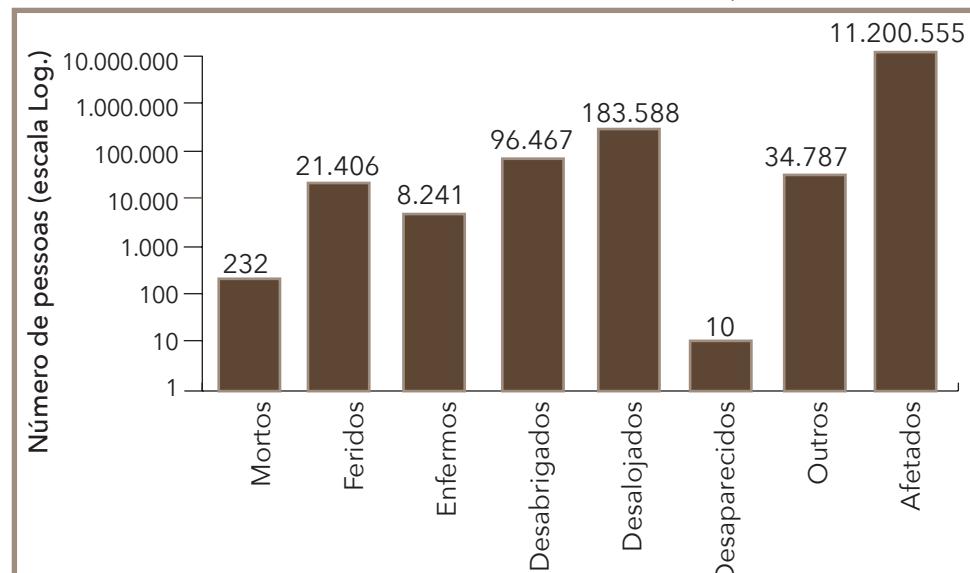


Fonte: Brasil (2013)

Na análise dos tipos de desastres naturais ocorridos, o Estado de Pernambuco é recorrentemente afetado por estiagens e secas, responsáveis em grande parte pela decretação das situações de emergência. Alguns municípios registraram com frequência esses eventos e não somente no período de baixa precipitação. O semiárido pernambucano tem como característica a irregularidade espacotemporal das precipitações pluviométricas. Em meio a essa irregularidade, ocorrem os veranicos. Sua ocorrência faz com que os dias de chuva sejam intercalados por alguns, ou vários, dias sem chuva, normalmente com forte insolação e altas taxas de evapotranspiração. Causam, portanto, impacto considerável na agricultura, especialmente por promover o aumento da condição de aridez local.

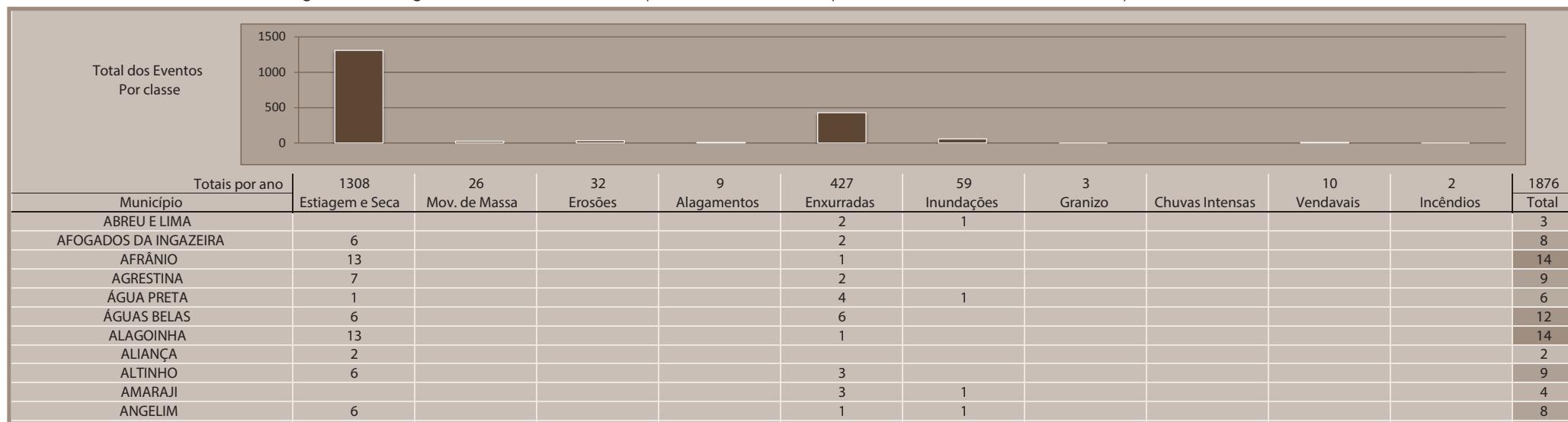
A associação dos dois fenômenos mais recorrentes no Estado de Pernambuco é potencialmente destrutiva, porque os solos secos pela estiagem tornam-se mais compactos e impermeáveis, dificultando a infiltração da água no período das chuvas. Em um efeito em cadeia, as enxurradas danificam a vegetação e os solos, expondo-os mais na estação seca, secando-os e compactando-os novamente, como um ciclo natural.

Gráfico 36: Total de danos humanos no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

A variabilidade pluviométrica e os contrastes no relevo contribuem para o surgimento de eventos adversos. O crescimento das cidades sem planejamento, a drenagem inadequada, o aumento da área ocupada pela agropecuária com consequente perda da área florestada, podem ser enumerados como agravantes antrópicos.

O modelo de planejamento e gestão dos recursos hídricos, assim como a estruturação da rede de drenagem urbana e as formas de armazenamento e distribuição de água, podem agravar o impacto gerado pela escassez de chuvas no município ou região atingida. É necessário compreender que a recorrência das estiagens e das secas não é proveniente apenas de fatores climáticos e meteorológicos, mas sim do resultado de um conjunto de elementos, naturais ou antrópicos. O Infográfico 10 apresenta o quantitativo de desastres naturais dos municípios do Estado de Pernambuco com os respectivos anos de ocorrência.

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

ARAÇOIABA	1			1	3					5
ARARIPINA	19				4					23
ARCOVERDE	17				2					19
BARRA DE GUABIRABA	2				5					7
BARREIROS	1				5					6
BELÉM DE MARIA	1				6					7
BELÉM DO SÃO FRANCISCO	14				1					15
BELO JARDIM	9				1					10
BETÂNIA	11				2					13
BEZERROS	11				3	1				15
BODOCÓ	13				3	1				17
BOM CONSELHO	9				3	1				13
BOM JARDIM	7				3					10
BONITO	5				1					6
BREJÃO	7		1		1					9
BREJINHO	6									6
BREJO DA MADRE DE DEUS	9				2	1				12
BUENOS AIRES	1									1
BUÍQUE	7				3					10
CABO DE SANTO AGOSTINHO		1			5	2				8
CABROBÓ	16				4	1				21
CACHOEIRINHA	8				2					10
CAETÉS	10				2	1				13
CALÇADO	6				3					9
CALUMBI	7				3					10
CAMARAGIBE	1	1	2		13	1		1		19
CAMOCIM DE SÃO FÉLIX	3									3
CAMUTANGA	1									1
CANHOTINHO	5							1		6
CAPOEIRAS	8									8
CARNAÍBA	3				2					5
CARNAUBEIRA DA PENHA	15				2					17
CARPINA	4									4
CARUARU	9				2	1				12
CASINHAS	13				2					15
CATENDE	2				4	1				7
CEDRO	11				4					15
CHÂ DE ALEGRIA	2									2
CHÂ GRANDE	2				4	1				7
CONDADO	2				2					4
CORRENTES	5				3	1				9
CORTÉS	2				6					8
CUMARU	9				1					10
CUPIRA	4				3					7
CUSTÓDIA	8				2					10
DORMENTES	17									17
ESCADA	1				4					5
EXU	14				4					18
FEIRA NOVA	6			2						6
FERNANDO DE NORONHA										2

Fonte: Brasil (2013)

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

FERREIROS	3									3
FLORES	11				2					13
FLORESTA	14				2					16
FREI MIGUELINHO	9				1					10
GAMELEIRA	1				4	1				6
GARANHUNS	7	2			2	2				13
GLÓRIA DO GOITÁ	1									1
GOIANA	1	1			4	2				8
GRANITO	11		1	1	2					14
GRAVATÁ	5	1			2					8
IATI	17				4					21
IBIMIRIM	10				2					12
IBIRAJUBA	9				2					11
IGARASSU		1			3					4
IGUARACI	19				1					20
ILHA DE ITAMARACÁ			1		3					4
INAJÁ	9				2					11
INGAZEIRA	12				2					14
IPOJUCA		1			3	1				5
IPUBI	12				2					14
ITACURUBA	12									12
ITAÍBA	6				1					7
ITAMBÉ	2		1		1					4
ITAPETIM	6				1				1	8
ITAPISSUMA		1			2					3
ITAQUITINGA	1									1
JABOATÃO DOS GUARARAPES		2	6	1	11	3			1	24
JAQUEIRA					3					3
JATAÚBA	9				1					10
JATOBÁ	8				2					10
JOÃO ALFREDO	6				2					8
JOAQUIM NABUCO	2				2					4
JUCATI	7				1					8
JUPI	6				1					7
JUREMA	3				1					4
LAGOA DE ITAENGA	2									2
LAGOA DO CARRO	1				1					2
LAGOA DO OURO	4		1							5
LAGOA DOS GATOS	2				4					6
LAGOA GRANDE	15				1	1				17
LAJEDO	6				1					7
LIMOEIRO	7				3					10
MACAPARANA	3				1					4
MACHADOS	4						1			5
MANARI	6									6
MARAIAL	1				5					6
MIRANDIBA	14				1	1				16
MOREILÂNDIA	17				4					21
MORENO	1		1	1	4					7
NAZARÉ DA MATA	4				3					7

Fonte: Brasil (2013)

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

OLINDA	1	1	1		11	3			1		18
OROBÓ	10						1				11
OROCÓ	15				2	1			1		19
OURICURI	12				3						15
PALMARES	2				6						8
PALMEIRINA	5				3						8
PANELAS	5				5						10
PARANATAMA	8				1				1		10
PARNAMIRIM	15				1	1					17
PASSIRA	5				3						8
PAUDALHO		2			5					1	8
PAULISTA			14	1	3	1					19
PEDRA	9				1						10
PESQUEIRA	15				2	1	1				19
PETROLÂNDIA	15				2						17
PETROLINA	15				2	2					19
POÇÃO	10				1						11
POMBOS	6				5	1					12
PRIMAVERA	1				6						7
QUIPAPÁ	1	6			2	2					11
QUIXABA	12				1	1					14
RECIFE	3	6	2	1	13	3			1		29
RIACHO DAS ALMAS	15				1						16
RIBEIRÃO	2	2			5						9
RIO FORMOSO	1				5						6
SAIRÉ	4				1						5
SALGADINHO	8				1						9
SALGUEIRO	13				1	1					15
SALOÁ	7				1						8
SANHARÓ	6		1		1						8
SANTA CRUZ	19				2						21
SANTA CRUZ DA BAIXA VERDE	8										8
SANTA CRUZ DO CABIBARIBE	6				2						8
SANTA FILOMENA	15				2						17
SANTA MARIA DA BOA VISTA	14				2	1			2		19
SANTA MARIA DO CAMBUCÁ	10				1						11
SANTA TEREZINHA	11				2						13
SÃO BENEDITO DO SUL	1				2						3
SÃO BENTO DO UNA	7					1					8
SÃO CAITANO	8				1						9
SÃO JOÃO	7				4						11
SÃO JOAQUIM DO MONTE	4				2						6
SÃO JOSÉ DA COROA GRANDE	1				3						4
SÃO JOSÉ DO BELMONTE	16				2						18
SÃO JOSÉ DO EGITO	10				2						12
SÃO LOURENÇO DA MATA	1				4						5
SÃO VICENTE FERRER	3				4						7
SERRA TALHADA	13				2						15
SERRITA	15				2				1		18
SERTÂNIA	14				3						17

Fonte: Brasil (2013)

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

SIRINHAÉM	1			3	2				6
SOLIDÃO	9			2					11
SURUBIM	10			3					13
TABIRA	13			1	1				15
TACAIMBÓ	7			1					8
TACARATU	16			1					17
TAMANDARÉ	1			4					5
TAQUARITINGA DO NORTE	19			1					20
TEREZINHA	7			4					11
TERRA NOVA	13			1	1				15
TIMBAÚBA	4			1					5
TORITAMA	4			1					5
TRACUNHAÉM	2			1					3
TRINDADE	11			2	2				15
TRIUNFO	5			2					7
TUPANATINGA	11			1	1				13
TUPARETAMA	11				1				12
VENTUROSA	7				1				8
VERDEJANTE	16			1	3				20
VERTENTE DO LÉRIO	11								11
VERTENTES	12								12
VICÊNCIA	3			3					6
VITÓRIA DE SANTO ANTÃO	1			5					6
XEXÉU				3					3

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-

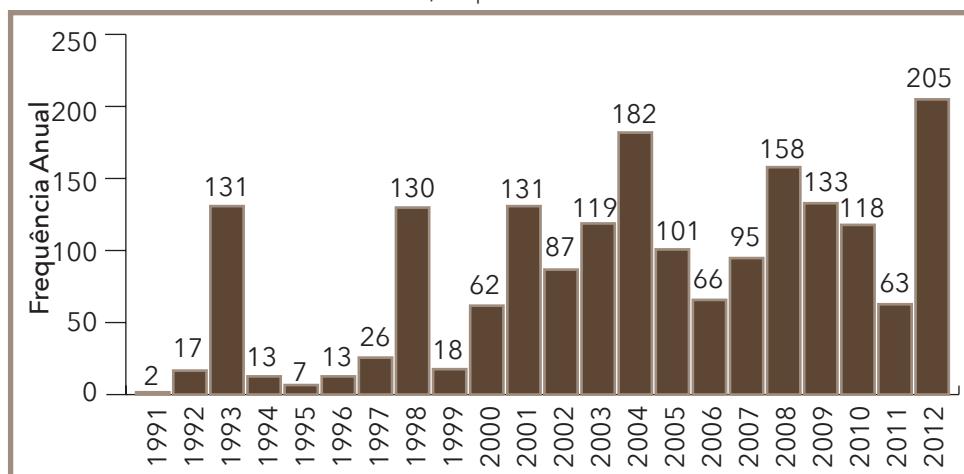
mente, recomenda-se aplicar um instrumento de análise mais preciso para validação desses dados.

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.

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

A frequência anual de todos os registros oficiais do Estado de Pernambuco está apresentada no Gráfico 37, com destaque para o ano de 2012, que apresentou o maior número de registros oficiais.

Gráfico 37: Total de registros de desastres coletados no Estado de Pernambuco, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

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, podem-se fundamentar novos estudos, tanto de âmbito nacional, quanto local, com análises de informações da área afetada, danos humanos, materiais e ambientais, bem como prejuízos sociais e econômicos. Também é possível estabelecer relações entre as informações sobre desastres e sua contextualização com as variáveis geográficas regionais e locais.

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

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

Referências

BRASIL. 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.

_____. Governo do Estado do Pernambuco. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. **Acervo fotográfico**. 2011.

JUREMA – PE. Defesa Civil Municipal. **Acervo fotográfico**. 2013

PREFEITURA MUNICIPAL DE BEZERROS – PE. **Acervo fotográfico**. 2013.