

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 Ceará

2^a edição revisada e ampliada

CEPED UFSC
Florianópolis – 2013

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Dilma Vana Rousseff

MINISTRO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Fernando Bezerra Coelho

SECRETÁRIO NACIONAL DE DEFESA CIVIL

Humberto de Azevedo Viana Filho

DIRETOR DO CENTRO NACIONAL DE
GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES

Rafael Schadeck

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

REITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL

DE SANTA CATARINA

Professora Roselane Neckel, Dra.

DIRETOR DO CENTRO TECNOLÓGICO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Professor Sebastião Roberto Soares, Dr.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS

E PESQUISAS SOBRE DESASTRES

DIRETOR GERAL

Professor Antônio Edésio Jungles, Dr.

DIRETOR TÉCNICO E DE ENSINO

Professor Marcos Baptista Lopez Dalmau, Dr.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA
E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

SUPERINTENDENTE

Professor Gilberto Vieira Ângelo, Esp.



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

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

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

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

Volume Ceará.

I. Desastres naturais. 2. Estado do Ceará - 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 (813.1)

Catalogação na publicação por Graziela Bonin – CRB14/1191.

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

Humberto Viana
Secretário Nacional de Defesa Civil

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

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

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

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

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

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

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

Neste volume, o leitor encontrará informações sobre os registros dos desastres recorrentes no Estado do Ceará, 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

Daniel Galvão Veronez Parizoto

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

Pedro Paulo de Souza

Sergio 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: Litoral do Estado do Ceará, Jericoacoara	21
Figura 3: Monitoramento de açudes em Maranguape	34
Figura 4: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma.....	67
Figura 5: a) Obstrução à drenagem b) Lixo retido na drenagem.....	67
Figura 6: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento.....	82
Figura 7: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP.....	83
Figura 8: Incêndio no Estado do Ceará.....	100

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Frequência anual de desastres causados por estiagem e seca no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	34
Gráfico 2: Frequência mensal de estiagem e seca no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	35
Gráfico 3: Danos humanos ocasionados por estiagem e seca no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	35
Gráfico 4: Frequência anual de desastres por enxurrada no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	47
Gráfico 5: Frequência mensal de desastres por enxurradas no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	47
Gráfico 6: Danos humanos causados por desastres de enxurradas no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	47
Gráfico 7: Frequência anual de desastres por inundações no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	57
Gráfico 8: Frequência mensal de desastres por inundações no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	57
Gráfico 9: Danos humanos causados por desastres de inundações no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012	58
Gráfico 10: Danos materiais causados por desastres de inundações no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012	59
Gráfico 11: Frequência anual de desastres por alagamentos no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	69
Gráfico 12: Frequência mensal de desastres por alagamentos no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	69
Gráfico 13: Danos humanos causados por desastres de alagamentos no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012	69
Gráfico 14: Danos humanos relacionados ao rompimento dos açudes de Santo Antônio e José Alberto, localizados no Município de Guaiúba/CE.....	84

Gráfico 15: Frequência anual de desastres por erosão no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012	92
Gráfico 16: Frequência anual de desastres por erosão no Estado do Ceará, no período de 2001 a 2012	93
Gráfico 17: Frequência mensal de desastres por erosão no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012	93
Gráfico 18: Danos humanos causados por erosão no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	94
Gráfico 19: Danos materiais causados por desastres por erosão no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	94
Gráfico 20: Frequência mensal de registro de incêndio florestal no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	99
Gráfico 21: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012	100
Gráfico 22: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	109
Gráfico 23: Frequência mensal dos desastres mais recorrentes no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012	110
Gráfico 24: Municípios mais atingidos no Estado do Ceará, classificados pelo total de registros, no período de 1991 a 2012.....	110
Gráfico 25: Total de danos humanos no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	111
Gráfico 26: Total de registros de desastres coletados no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	113

Lista de Infográficos

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de estiagem e seca no Estado do Ceará	36
Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Ceará	49
Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado do Ceará	60
Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado do Ceará	71
Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado do Ceará	76
Infográfico 6: Municípios atingidos por movimentos de massa no Estado do Ceará no período de 1991 a 2012	85
Infográfico 7: Síntese das ocorrências de erosão no Estado do Ceará	95
Infográfico 8: Síntese das ocorrências de incêndios florestais no Estado do Ceará	100
Infográfico 9: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.....	105

Lista de Mapas

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado do Ceará	20
Mapa 2: Registros de estiagem e seca no Estado do Ceará de 1991 a 2012.....	32
Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado do Ceará de 1991 a 2012.....	44
Mapa 4: Registros de inundações no Estado do Ceará de 1991 a 2012.....	54
Mapa 5: Registros de alagamento no Estado do Ceará de 1991 a 2012.....	66
Mapa 6: Registros de vendavais no Estado do Ceará de 1991 a 2012.....	74
Mapa 7: Registros de movimentos de massa no Estado do Ceará de 1991 a 2012.....	80
Mapa 8: Registros de erosões no Estado do Ceará de 1991 a 2012.....	88
Mapa 9: Registros de incêndios no Estado do Ceará de 1991 a 2012.....	98
Mapa 10: Registros do total dos eventos no Estado do Ceará de 1991 a 2012.....	104

Lista de Quadros

Quadro 1: Hierarquização de documentos.....	14
Quadro 2: Principais eventos incidentes no País.....	16
Quadro 3: Transformação da CODAR em COBRADE.....	16
Quadro 4: Termos e definições propostos para as enxurradas.....	45
Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais.....	55
Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento.....	81
Quadro 7: Principais fatores deflagradores de movimentos de massa	84
Quadro 8: Classificação da erosão pelos fatores ativos.....	89
Quadro 9: Terminologia de processos erosivos em relação à sua forma de ocorrência.....	90
Quadro 10: Codificação processos erosivos segundo a COBRADE.....	91

Lista de Tabelas

Tabela 1: População, taxa de crescimento, densidade demográfica e taxa de urbanização, segundo Brasil, Estado do Ceará e as Grandes Regiões do Brasil – 2000/2010.....	22
Tabela 2: População, taxa de crescimento e taxa de população urbana e rural, segundo Brasil, Região Nordeste e Unidades da Federação – 2000/2010.....	22
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.....	23
Tabela 5: Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano por faixas de renda média familiar mensal, segundo Brasil, Região Nordeste e Unidades da Federação – FJP/2008	24
Tabela 6: Pessoas de 25 anos de idade ou mais, total e respectiva distribuição percentual, por grupos de anos de estudo – Brasil, Região Nordeste e Estado do Ceará – 2009	24
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: Quantificação dos danos materiais (1991-2012).....	48
Tabela 10: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012).....	48
Tabela 11: Os municípios mais severamente atingidos no Estado do Ceará (1991-2012)	58
Tabela 12: Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012)	59
Tabela 13: Danos humanos relacionados aos eventos de alagamento (1991-2012)	70
Tabela 14: Quantificação dos danos materiais (1991-2012)	70
Tabela 15: Descrição danos materiais nos municípios afetados por alagamento no Estado do Ceará (1991-2012)	70
Tabela 16: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado do Ceará.....	92
Tabela 17: Falecimentos registrados pelos municípios cearenses entre 1991 e 2012, ocasionados pelos desastres naturais.....	111



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

13

O ESTADO
DO CEARÁ

19

DESASTRES NATURAIS
NO ESTADO DO
CEARÁ DE 1991 A 2012

29

ESTIAGEM E SECA

31

ENXURRADA

43

INUNDAÇÃO

53

ALAGAMENTO

65

EROSÃO

87

VENDAVAL

73

INCÊNDIO FLORESTAL

97

MOVIMENTO DE MASSA

79

DIAGNÓSTICO DOS
DESASTRES NATURAIS NO
ESTADO DO CEARÁ

103

INTRODUÇÃO

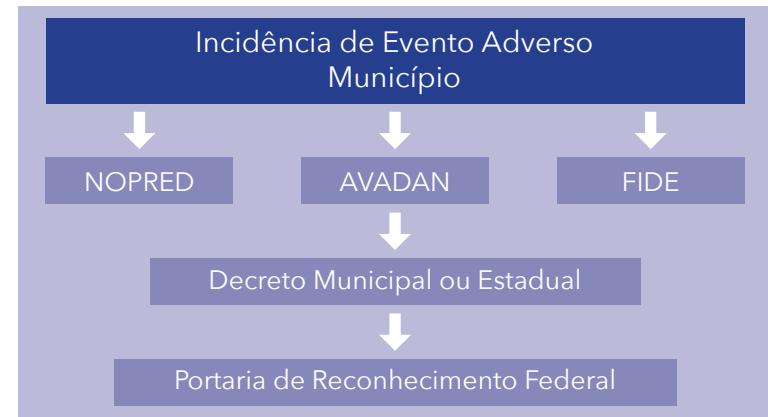
 *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* é um produto de pesquisa realizada por meio de um acordo de cooperação celebrado entre o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria Nacional de Defesa Civil.

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

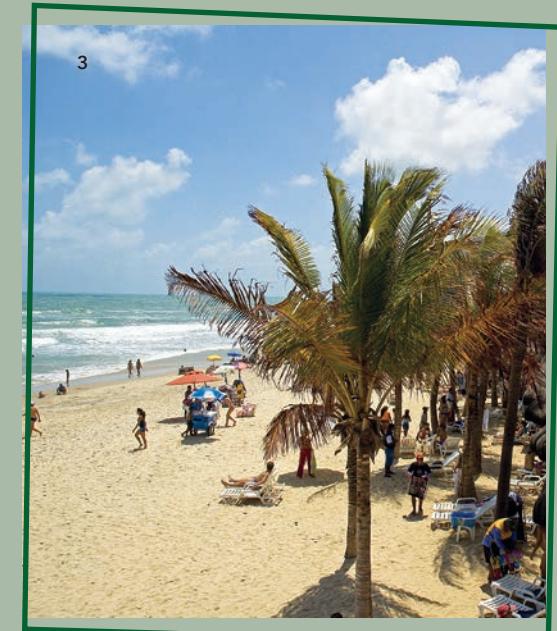
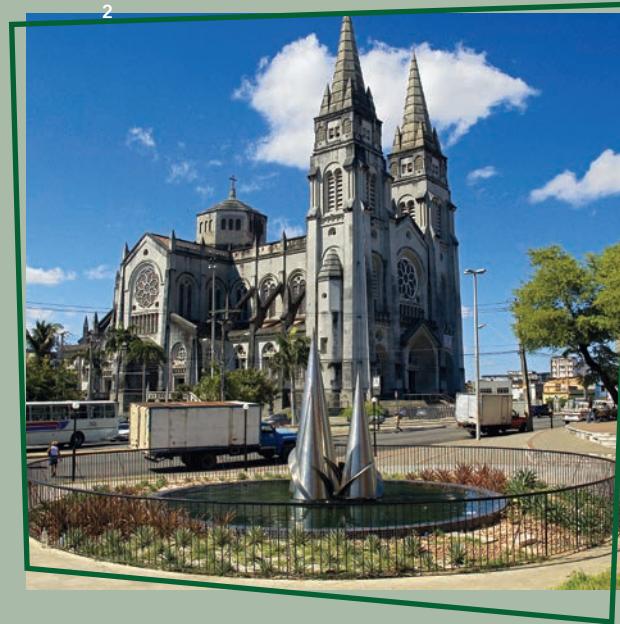
As principais dificuldades encontradas na pesquisa foram as condições de acesso aos documentos armazenados em meio físico, já que muitos deles se encontravam sem proteção adequada e sujeitos às intempéries, resultando em perda de informações valiosas para o resgate histórico dos registros.

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.



O ESTADO DO CEARÁ

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado do Ceará



CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

 Estado do Ceará está localizado na Região Nordeste do país, situado entre os paralelos 2°47'S, 7°51'S e os meridianos 37°15'W, 41°25'W (IBGE, 2005). Possui uma área de 148.920,472 km² e uma faixa litorânea com extensão de 573 km. Tem como limites o Oceano Atlântico, ao norte; o Estado do Pernambuco, ao sul; os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, a leste; e o Estado do Piauí, a oeste (IBGE, 2010a).

O Estado do Ceará possui 184 municípios, e está dividido em sete mesorregiões: Norte Cearense, Noroeste Cearense, Centro Sul Cearense, Sul Cearense, Sertões Cearenses, Jaguaribe e Metropolitana de Fortaleza, onde está localizada a capital do estado, Fortaleza, conforme o Mapa 1.

Em relação ao clima, o tropical quente semiárido prevalece em aproximadamente 68% do território do estado, abrangendo 98 municípios. O clima do litoral corresponde ao tropical semiárido brando e em algumas outras áreas do estado encontram-se climas tropicais quente subúmido, úmido e subiente úmido (IPECE, 2007; FUNCEME, 2007). O Estado do Ceará apresenta uma pré-estação chuvosa, entre novembro e janeiro, e uma estação chuvosa propriamente dita, que se manifesta durante os meses de fevereiro a maio (ALVES; REPELLI, 1992).

Todo o Estado do Ceará está inserido no bioma Caatinga. A caatinga é o tipo de vegetação que cobre a maior parte da área com clima semiárido da Região Nordeste do Brasil (GIULETTI, 2004). É dominada por tipos de vegetação com características xerofíticas, formações vegetais secas, que compõem uma paisagem com troncos espinhosos e retorcidos, com estratos compostos por gramíneas, arbustos e árvores de porte baixo ou médio (3 a 7 metros

de altura); caducifólias, com grande quantidade de plantas espinhosas, entremeadas de outras espécies, como as cactáceas e as bromeliáceas. Apresenta grande variedade de paisagens, relativa riqueza biológica e endemismo. A ocorrência de secas estacionais e periódicas estabelece regimes intermitentes aos rios e deixa a vegetação sem folhas, rica diversidade de estratégias para sobrevivência nos longos períodos de falta de água na região. De uma maneira geral, a vegetação primitiva da Caatinga encontra-se bastante alterada como fruto de uma ação antrópica desordenada e predatória (IPECE, 2007).

Com base em uma estrutura geológica complexa, o relevo do estado abriga em seu território regiões de baixa, média e altas altitudes. Os pontos de maior altitude estão situados na região serrana: o Pico da Serra Branca, com 1.154 metros, seguido do Pico Alto de Guaramiranga, com 1.112 metros (IPECE, 2007).

O Estado do Ceará tem por característica 70% de sua área ser formada por rochas cristalinas, portanto impermeáveis à água. Todos os rios do

Figura 2: Litoral do Estado do Ceará, Jericoacoara



Fonte: Secretaria de Turismo do Ceará (CEARÁ, 2011)

estado são temporários, compondo onze bacias hidrográficas, formadas pelos rios Acaraú, Aracatiaçu, Banabuiú, Coreaú, Curu, Jaguaribe, Parnaíba, Salgado, Cocó e Ceará, além de pequenos cursos d'água e riachos. O principal rio do Ceará é o Rio Jaguaribe, que drena o sul, centro e leste do estado. Os açudes merecem destaque, pois além de ter diversos deles em várias regiões do Ceará, são importantes para o abastecimento e armazenamento de água, como o Açude Castanhão, localizado na Bacia do Médio Jaguaribe, que sozinho armazena cerca de 39% da água do estado (CAMPOS; GOMES; CAMPOS, 2004; IPECE, 2007).

DADOS DEMOGRÁFICOS

A Região Nordeste do Brasil possui uma densidade demográfica de 34,15 hab/km², a terceira menor do Brasil. E também possui a terceira menor taxa de crescimento do país, com 11,18%, apresentada no período de 2000 a 2010. Já o Estado do Ceará apresenta uma população de 8.448.055 habitantes e densidade demográfica de 57,40 hab/km² (Tabela 1).

Tabela 1: População, taxa de crescimento, densidade demográfica e taxa de urbanização, segundo Brasil, Estado do Ceará 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%
Ceará	7.430.661	8.448.055	13,69%	57,40	75,09%
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, 2010b)

A população cearense é, em sua maioria, urbana, com uma taxa de 75,09%, a terceira maior entre os estados da região. Essa característica de maior população urbana também é encontrada na Região Nordeste, com 73,13%, a menor do país, e no Brasil, com 84,3% (Tabelas 1 e 2).

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

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

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

PRODUTO INTERNO BRUTO

O PIB¹ per capita do Estado do Ceará, segundo dados da Tabela 3, apresenta crescimento em média de 54%, entre 2004 a 2008, pouco acima da média da Região Nordeste, em torno de 53%, e da média do Brasil, em torno de 50%.

No ano de 2008, a renda per capita era de R\$ 7.111,85, menor que a média regional - R\$ 7.487,55 – e muito abaixo da média nacional - R\$

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

15.989,75. O PIB per capita do estado é o quinto mais alto entre todos os estados da região (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)

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

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, barcos, cavernas, entre outros), o que indica claramente a carência de novas unidades domiciliares. Fonte: Fundação João Pinheiro/ Déficit Habitacional no Brasil/2008.

construções ou do desgaste da estrutura física, corresponde a 5.546.310 domicílios, dos quais 4.629.832 estão localizados nas áreas urbanas. Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do país, o déficit corresponde a 9,6%. No Estado do Ceará, o déficit habitacional, em 2008, foi de 276.915 domicílios, dos quais 186.670 estão localizados nas áreas urbanas e 90.245 nas áreas rurais (Tabela 4).

Em relação ao estoque de domicílios particulares permanente do Estado do Ceará, o déficit corresponde a 11,7%, que figura entre os mais baixos dos estados da região e do percentual regional, 13%, mas acima do nacional, 9,6%, conforme a Tabela 4.

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

Abrangência Geográfica	Déficit Habitacional - Valores Absolutos - 2008			
	Total	Urbano	Rural	Percentual em Relação aos Domicílios Particulares Permanentes
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)

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 prefe-

encial de políticas públicas que visam à melhoria das condições de vida da população mais vulnerável.

No Estado do Ceará, as desigualdades sociais estão expressas pelos indicadores do déficit habitacional, segundo a faixa de renda. Os dados mostram que a renda familiar mensal das famílias é extremamente baixa, pois 95,60% recebem renda mensal de até três salários mínimos. A Região Nordeste representa 95,60%, enquanto a média no Brasil é de 89,6% das famílias (Tabela 5).

Tabela 5: Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano por faixas de renda média familiar mensal, segundo Brasil, 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 de idade ou mais revela a escolaridade de uma sociedade, segundo o IBGE (2010b).

O indicador de escolaridade no Estado do Ceará pode ser visto pelo percentual de analfabetos (23,20%). Indica ser o maior, em relação aos outros estados da região, de analfabetos funcionais (14,40%), ou seja, pessoas com até três anos de estudos, e os de baixa escolaridade (21,20%), compondo um indicador

formado pelos sem escolaridade, com muito baixa e baixa escolaridade, que, na soma, correspondem a 58,80% da população acima de 25 anos (Tabela 6).

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

Abrangência Geográfica	Pessoas de 25 anos de idade ou mais				
	Total (1000 pessoas)	Distribuição percentual, por grupos de anos de estudo	Sem Instrução e Menos de 1 ano de Estudo	1 a 3 anos	4 a 7 anos
Brasil	111.952	12,90%		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 do Ceará, o indicador de esperança de vida – 70,95 anos – está abaixo da média nacional – 73,1 anos –, é praticamente o mesmo da regional – 70,4 anos – e é o quarto mais alto entre os estados da região. O indicador taxa de fecundidade – 2,14% - está pouco acima do regional – 2,04% - e do nacional – 1,94 – e é o quarto maior entre os estados da região. O indicador taxa bruta de natalidade – 17,96% -, abaixo do regional – 18,91% - e acima do nacional – 15,77% -, é o terceiro mais baixo entre os

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 país, em especial com o processo de urbanização e com a entrada da mulher no mercado de trabalho.

estados da região. O indicador taxa bruta de mortalidade – 6,41% - está pouco abaixo do regional – 6,56% - e acima do nacional – 6,27%. O indicador taxa de mortalidade infantil – 27,60% - está abaixo da média regional – 33,20% - e acima da média nacional – 22,5% (Tabela 7).

Tabela 7: Taxas de fecundidade total, bruta de natalidade, bruta de mortalidade, de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer, por sexo – Brasil, Região Nordeste e Unidades 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	1,83%	20,42%	5,90%	31,40%	71,59	68,27	75,07
Bahia	1,87%	18,81%	6,11%	31,40%	72,55	69,35	75,91

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

De maneira geral, o Estado do Ceará apresenta um quadro de indicadores – demográfico, econômico e social – muito precários, se comparados aos da Região Nordeste e do Brasil como um todo.

Referências

- ALVES, J. M. B. ; REPELLI, C. A. A variabilidade pluviométrica no setor norte do nordeste e os eventos *El Niño/Oscilação Sul (ENOS)*. **Rev. Bras. de Meteorologia**, [S. I.], v. 7, n. 2, p. 583-592, 1992. Disponível em: <http://www.rbmef.org.br/port/revista/revista_dl.php?id_artigo=506&id_arquivo=874>. Acesso em: 25 maio 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.
- CAMPOS, R. T.; GOMES, R. K. G.; CAMPOS, K. C. A crise da água no setor agrícola do Ceará: a busca de solução por meio de sistemas de dessalinização. In: CONGRESSO DA SOBER, 42., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SOBER, 2004. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/080400.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2013.
- FUNCENE – FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Meio ambiente**: tipos climáticos. Ceará: IPECE, 2007. Escala 1:25 000, 2007. 1 mapa. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/126.htm>>. Acesso em: 23 jun. 2013.
- GIULETTI, A. M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C. et al. **Biodiversidade da caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18267/1/Biodiversidade_Caatinga_parte2.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2013.

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

_____. **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 ago. 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 ago. 2013.

_____. **População:** censo demográfico 2010 – Estados. Brasília: IBGE, 2010a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ms>>. Acesso em: 10 maio 2013.

_____. **Sinopse do Censo Demográfico 2010 .** Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2013.

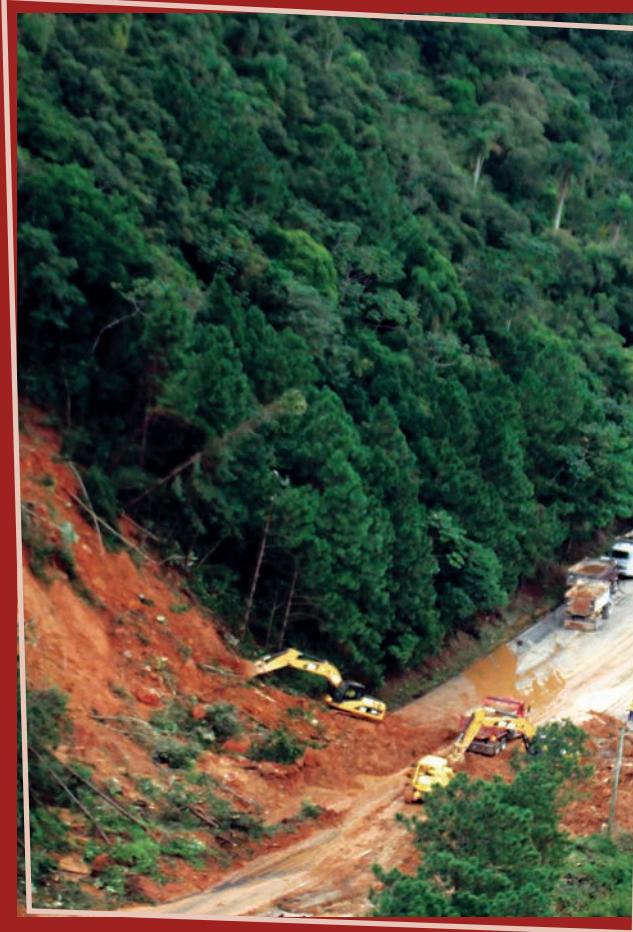
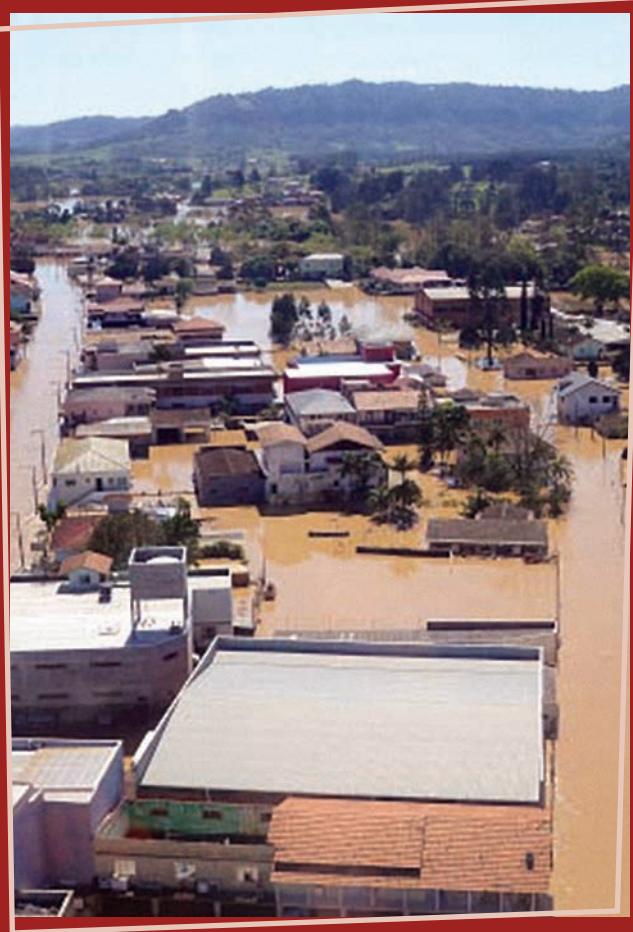
_____. **Síntese de indicadores sociais :** uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2009b. (Estudos e Pesquisas: Informação Demográfica e Socioeconômica, 26). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsociais2009/indic_sociais2009.pdf>.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

IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em Mapas** - caracterização territorial: meio ambiente. Ceará: IPECE, 2007. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12.htm>>. Acesso em: 31 jun. 2013.



PAREDE principal do Açude do Cedro e Pedra da Galinha Choca, Quixadá, Ceará, Brasil. 10 de Agosto de 2007. Foto: Fábio Barros.

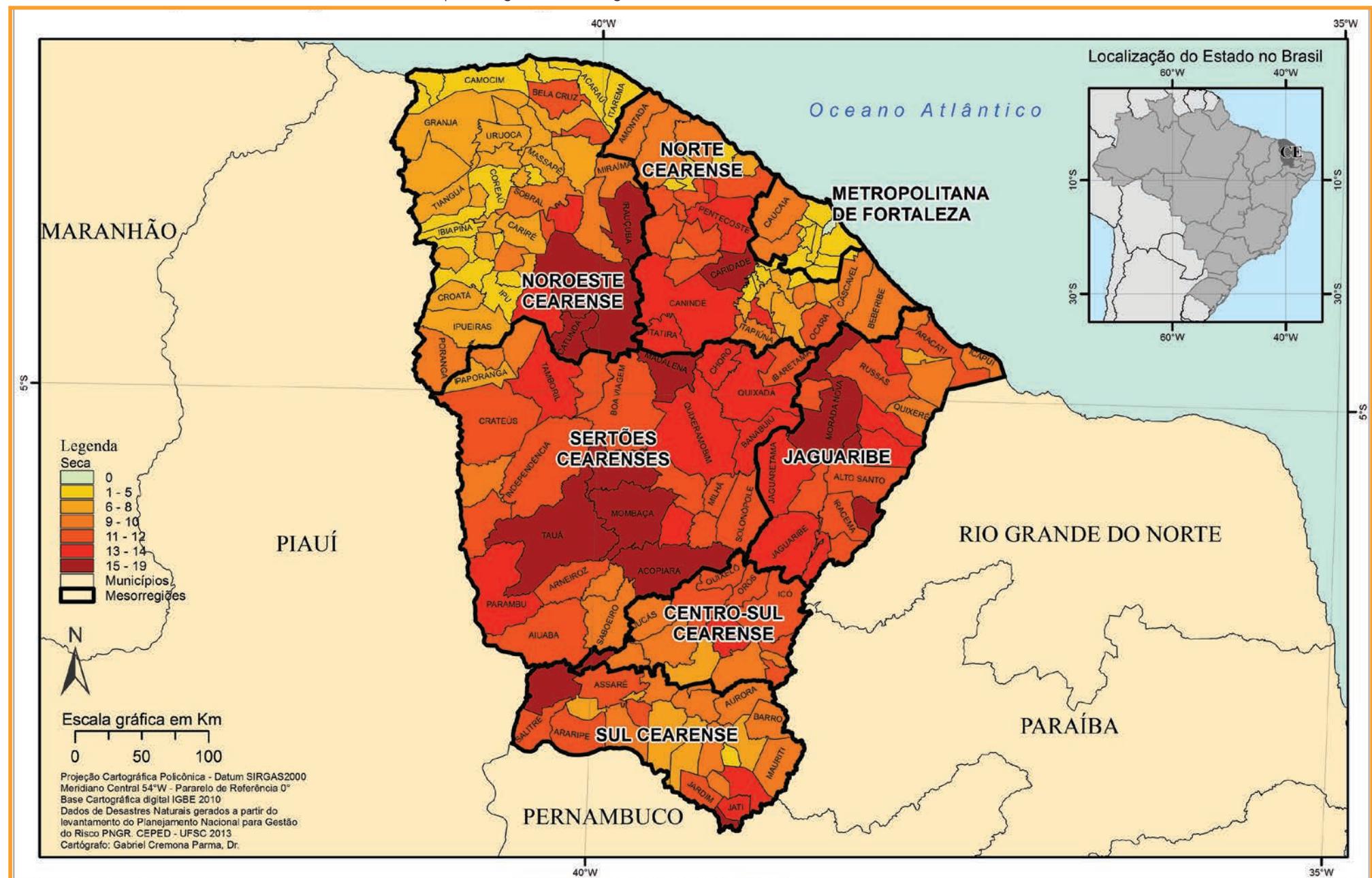




DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO CEARÁ DE 1991 A 2012

ESTIAGEM E SECA

Mapa 2: Registros de estiagem e seca no Estado do Ceará 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* e *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).

Figura 3: Monitoramento de açudes em Maranguape



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

O Estado do Ceará apresenta seu espaço territorial inserido predominantemente no chamado Polígono das Secas, na região semiárida do Nordeste (BONILLA; MARTINS; LEITE, 2010). Isso o torna vulnerável ao fenômeno da seca, caracterizada principalmente pela irregularidade temporal-espacial e escassez pluviométrica em determinados períodos do ano, nos quais é potencializado seu efeito pelas altas taxas de evaporação/evapotranspiração (IPECE, 2007).

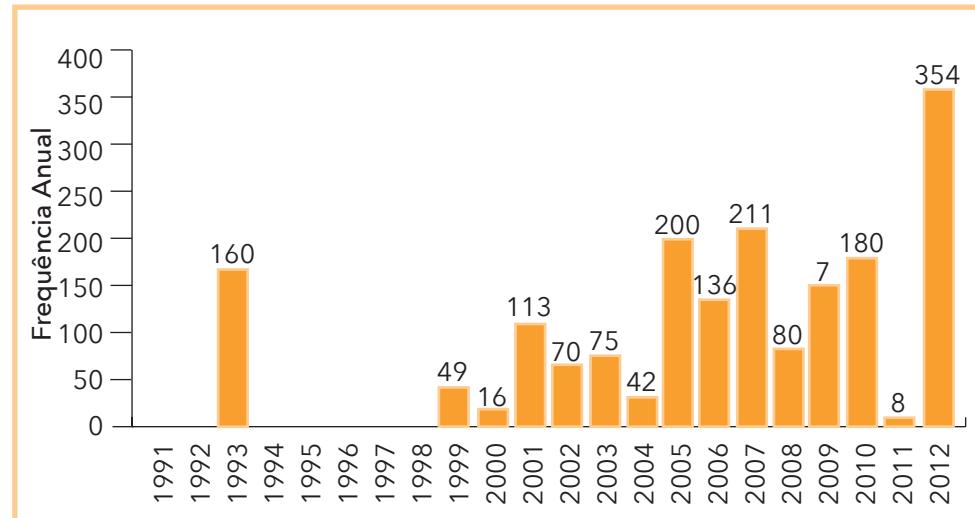
As secas, que se instalam periodicamente na Região Nordeste do Brasil, se relacionam com múltiplos fatores condicionados pela geodinâmica terrestre global em seus aspectos climáticos e meteorológicos. Um dos grandes fatores das fortes secas é o fenômeno climático *El Niño* – Oscilação Sul (ENOS) que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

No decorrer do período entre 1991 a 2012 ocorreram **1.726 registros oficiais** de estiagem e seca no Estado do Ceará. De acordo com o Mapa 2, ao longo dos vinte e dois anos analisados, dos 184 municípios do estado, apenas o Município de Eusébio, localizado na Mesorregião Metropolitana de Fortaleza, não registrou nenhuma ocorrência.

Ao espacializar os registros no Mapa 2, percebe-se que há uma concentração maior nos municípios localizados na região central ao oeste do estado. As mesorregiões Metropolitana de Fortaleza, Noroeste, Centro-Sul e Sul Cearense são as menos afetadas. Os municípios com maior frequência de estiagem e seca, no decorrer dos 22 anos de dados analisados, são Tauá, Mombaça, Caridade, Catunda, Madalena, Pedra Branca, Acopiara e Pena Forte, localizados principalmente na Mesorregião dos Sertões Cearenses.

Conforme o Gráfico 1 e o Infográfico 1, durante o período analisado, o Estado do Ceará registrou episódios desse fenômeno no ano de 1993, e de 1999 até 2012. No entanto, a falta de registros nos anos de 1994 a 1998 não significa a não ocorrência do evento ou que o mesmo não tenha causado danos à população; mas há a possibilidade de o evento não ter ocorrido.

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



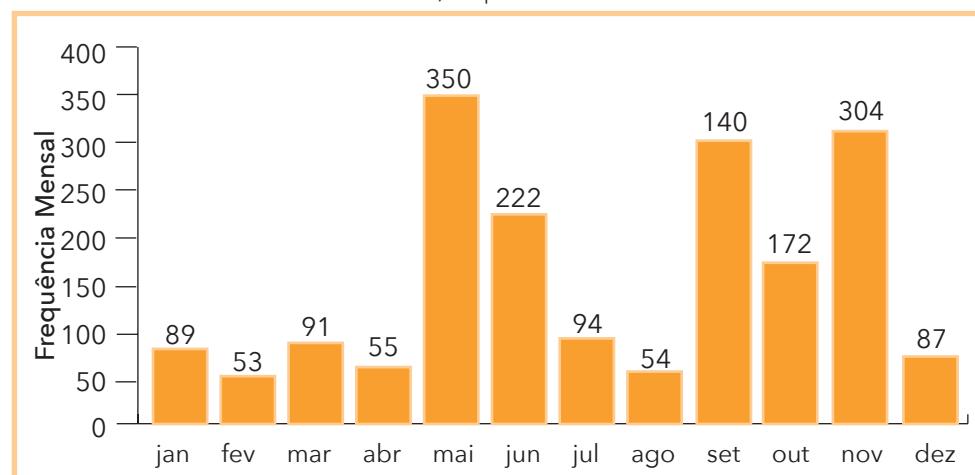
Fonte: Brasil (2013)

Os anos de maior frequência do evento são os de 1993, 2005, 2007, 2010 e 2012.

Segundo dados do CPTEC/INPE (2013), que registra as ocorrências do fenômeno *El Niño* desde 1877, dos anos com maiores registros de desastres, 1998 teve forte influência de *El Niño*, enquanto em 1995 e 2002 a intensidade foi moderada. O ano de 2001 não foi considerado de *El Niño*, porém durante o bimestre de maio e junho registraram-se precipitações abaixo da média histórica. A atuação de vórtices e cavados em altos níveis, no interior da Região Nordeste, e o predomínio de altas pressões sobre o continente resultaram em um cenário desfavorável a chuvas em quase toda a região (CPTEC/INPE, 2001).

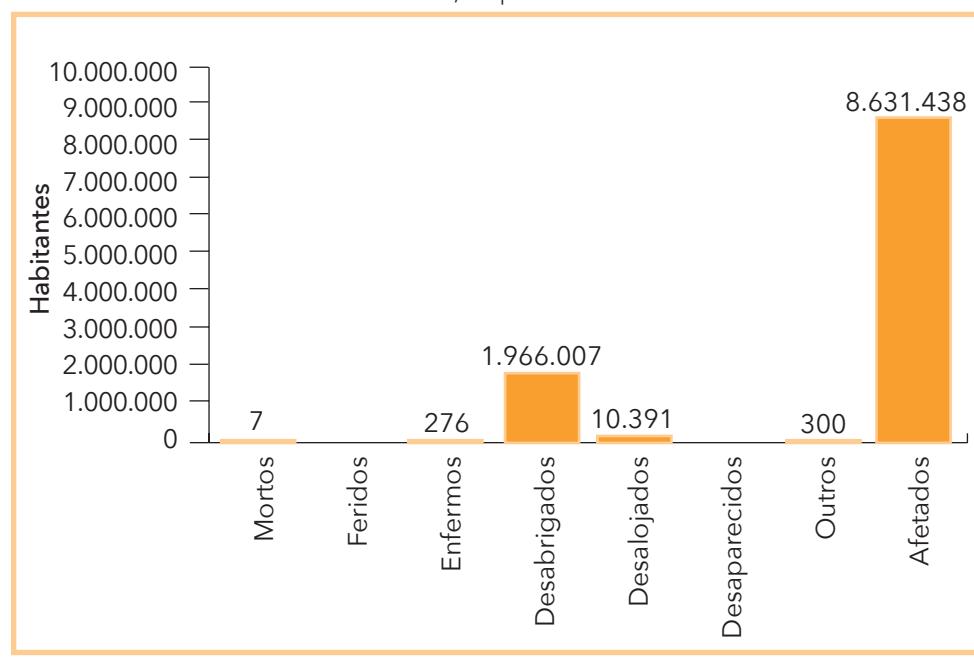
As precipitações diminuem entre os meses de julho a outubro. No entanto, as ocorrências de estiagem e seca são frequentes no estado durante todo o ano, havendo picos nos meses de maio, junho, setembro, outubro e novembro. O mês de maio, conforme o Gráfico 2, apresenta a segunda maior frequência de estiagem e seca.

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



De acordo com o Gráfico 3, em 22 anos, cerca de 8.631.438 pessoas foram afetadas, 10.391 desalojadas, 1.966.007 desabrigadas, 276 enfermas e 7 vieram a óbito.

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



Fonte: Brasil (2013)

Dos 7 óbitos registrados no estado, 6 ocorreram no ano de 2012, em Juazeiro do Norte, município da Mesorregião Sul Cearense.

O grande número de afetados provém dos problemas sociais e econômicos gerados aos municípios atingidos, dificuldades vivenciadas recorrentemente pelo estado.

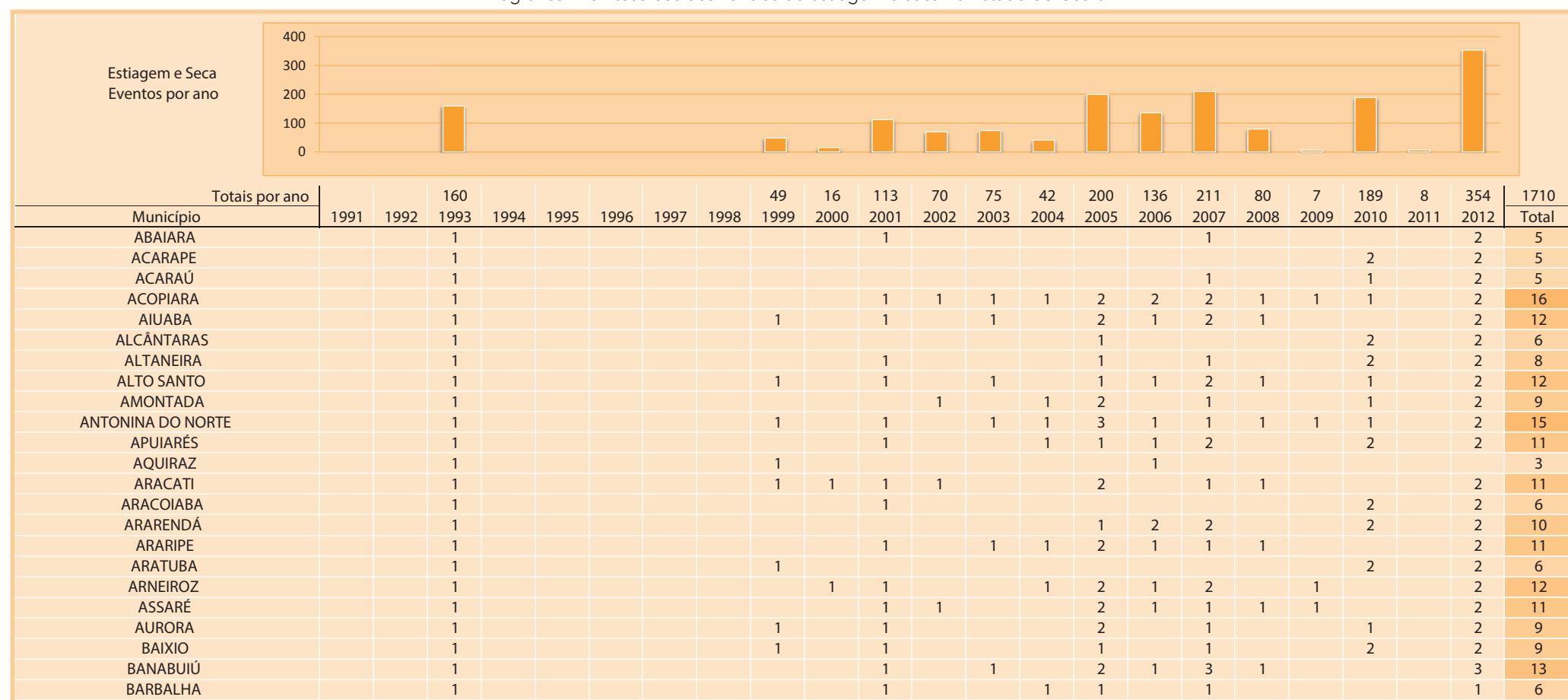
O uso inadequado dos recursos hídricos e do solo, a destruição da vegetação nativa e as queimadas são fatores da ação antrópica que podem intensificar a ocorrência de estiagem e seca, e ainda tornar mais vulneráveis os processos de desertificação em muitas áreas do semiárido nordestino (LEITE; SOARES; MARTINS, 1993).

Grande parte do nordeste brasileiro está inserida no Polígono das Secas, onde são identificados manejos insustentáveis dos recursos naturais. Este fato, aliado à fragilidade natural do ecossistema da região, acarreta graves problemas socioambientais, que culminam na geração e aumento da pobreza da população local (OLIVEIRA JUNIOR, 2012).

De acordo com Leite, Soares e Martins (1993), as características heterogêneas de distribuição da chuva no Estado do Ceará, culminando em secas, estão associadas a diferentes sistemas atmosféricos de meso e micro escala,

que geralmente ocorrem em ciclos de 8 a 12 anos. Somadas a outras características físicas, tais como solos rasos e embasamento cristalino, percebe-se a fragilidade e vulnerabilidade que afetam grande extensão territorial e produzem efeitos negativos e prolongados na economia e, principalmente, na sociedade (RIBEIRO; SILVA, 2010). A grande devastação da cobertura vegetal nativa, uso intensivo do solo, desmatamentos, queimadas e manejo incorreto do solo são fatores da ação antrópica que podem intensificar os eventos de seca na Região (LEITE; SOARES; MARTINS, 1993).

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



Fonte: Brasil (2013)

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

BARREIRA		1					1	1	1	1	2	1	1	2	10
BARRO		1			1		1	1	1	1	2			2	10
BARROQUINHA		1											1	2	4
BATURITÉ		1								1	1		2	2	7
BEBERIBE		1				1			1	2	1	1	2	2	9
BELA CRUZ		1					1	1	1	1	1	1	2	2	11
BOA VIAGEM		1		1			1	1	1	1	2	1		1	11
BREJO SANTO		1				1	1	2	2	2	1	2	1	2	13
CAMOCIM		1												2	3
CAMPOS SALES					1	1	2	2	1	2	1	2	1		2
CANINDÉ		1			1	1	1	1	2	1	3		1	2	14
CAPISTRANO		1				1			1	1	2	3	2	1	14
CARIDADE		1			1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	17
CARIRÉ									1	1			2	2	6
CARIRIAÇU		1				1			2	1	1		2	2	10
CARIÚS		1				1			2	1	1		2	2	10
CARNAUBAL		1					1		1		1		2	2	8
CASCACHEL		1				1			2	1	1	2		2	10
CATARINA						1			2	2	1	1		2	9
CATUNDA		1				1	1	2	1	2	2	1	1	1	16
CAUCAIA		1				1	1		1		2	1	1		2
CEDRO		1			1	1		1	2	1	2		2	2	13
CHAVAL									1				2	2	5
CHORÓ		1			1	1	1		1	2	2	2	1	2	14
CHOROZINHO		1				1	1	1		1			1	2	8
COREAÚ		1					1							2	4
CRATEús		1					1	1		1	2	2		1	2
CRATO		1					1	1		1		2		1	8
CROATÁ		1					1			1		1		2	2
CRUZ		1												2	3
DEPUTADO IRAPUAN PINHEIRO		1					1			2	2	2	1		2
ERERÉ		1			1	1	1		1	1	1		2	2	11
FARIAS BRITO		1				1			2		1		2	2	9
FORQUILHA		1					1	1	2	1	2	2	1	2	13
FORTALEZA							1								1
FORTIM		1					1		1	2	1	1		1	2
FRECHEIRINHA		1						1		1		1		2	2
GENERAL SAMPAIO		1				1	1		2		1		2	2	10
GRAÇA		1								1	1		2	2	7
GRANJA		1					1		1				2	2	7
GRANJEIRO		1					1	1		1	1	1		2	2
GROAÍRAS		1					1	1	1	2	1		2	2	11
GUIAIÚBA		1												2	3
GUARACIABA DO NORTE					1				1		1			2	5
GUARAMIRANGA		1				1			2	1	2	2			1
HIDROLÂNDIA		1				1			2	1	2	2	2	2	13

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

MORADA NOVA		2			1	1	1	1	1	2	1	2		2	15
MORAÚJO													2	2	6
MORRINHOS	1				1	1			1	2	2		1	2	11
MUCAMBO	1								1		1		1	2	6
MULUNGU			1										1	2	4
NOVA OLINDA	1				1	1	1		1	2	1	1		2	11
NOVA RUSSAS	1								1	2	2		2	2	10
NOVO ORIENTE	1							2	2		1		1	2	9
OCARA	1				1	1	1		1	2	2	1	1	2	12
ORÓS	1				1	1	1		2		2		1	2	11
PACAJUS	1												2	2	5
PACATUBA	1														1
PACOTI	1												1	2	4
PACUJÁ	1								1		1			2	5
PALHANO	1			1	1	1	1	1	2	1	1	1		2	13
PALMÁCIA	1												1	2	4
PARACURU	1				1				1				2	2	7
PARAIPABA	1													2	3
PARAMBU			1		1	1	1		2	1	3		2	2	14
PARAMOTI	1				1	1	1		2	1	2		1	2	12
PEDRA BRANCA	1			1	1	1		2	1	2	2	1	2	2	16
PENAFORTE	1				1	1	1	1	2	2	2		2	2	16
PENTECOSTE	1					1	1		1	2	2	1		2	13
PEREIRO	1				1	1	1	1		2		3		2	14
PINDORETAMA					1	1	1							2	2
PIQUET CARNEIRO	1				1	1	1		2	1	2	1	1	2	13
PIRES FERREIRA	1								1					2	4
PORANGA	1					1			1	1	1		2	2	9
PORTEIRAS	1					1	1		1	2		1		2	10
POTENGI	1					1	1	1		1			1	2	8
POTIRETAMA	1			1	1	1	2		1	2	1	1	1	1	2
QUITERIANÓPOLIS	1					1	1		2	1	1	1	1	2	11
QUIXADÁ	1					1	1	1	1	2	2	1	1	2	13
QUIXELÔ	1					1	1		1	2	1	1	1	2	11
QUIXERAMOBIM	1				1	1	1	1		1	2	2		2	13
QUIXERÉ	1			1	1				1	1	1		2	2	10
REDENÇÃO	1					1							2	2	6
RERIUTABA	1					1			1	2	1	1		2	9
RUSSAS	1				2		1	1	1	2	1	1		2	12
SABOEIRO	1					1			1	1	1		2	1	10
SALITRE	1					1	1	1		1	2	1	1	2	12
SANTA QUITÉRIA	1					1	1	1	1	2	1	2		3	15
SANTANA DO ACARAÚ		2					1	1	1		1		2	2	8
SANTANA DO CARIRI		2				1	1		1	1	1	1		2	10
SÃO BENEDITO									1		1			2	4
SÃO GONÇALO DO AMARANTE						1	1	1		2	2	1	1	1	2
															12

Fonte: Brasil (2013)

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

SÃO JOÃO DO JAGUARIBE		1				1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	15
SÃO LUÍS DO CURU		1					1	1	1	1	1	1	2		2	2	13	
SENADOR POMPEU		1				1	1	1	1	1	1	1	1		1	2	12	
SENADOR SÁ		1					1			1		1			2	2	8	
SOBRAL		1				1			1	1	1	1			2	2	9	
SOLONÓPOLE		1						1	1	1	1	1	3		1	2	12	
TABULEIRO DO NORTE						1		1	1	1	2	2	2	1	1	2	14	
TAMBORIL		1					1	1	1	1	1	2	2		1	2	13	
TARRAFAS						1		1	1			2			2	2	9	
TAUÁ		1					1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	2	19
TEJUÇUOCA		1						1	1		2	1	2	1	1	2	12	
TIANGUÁ		1							2			2			2	7		
TRAIRI		1						1	1		1	1	1	1	1	2	10	
TURURU		1							1				1			2	5	
UBAJARA		1														2	3	
UMARI		1				1		1		1	1	1	1		2	2	11	
UMIRIM		1							1	1	2	1	2	1		2	11	
URUBURETAMA		1													1	2	4	
URUOCA		1							1			1	1		2	2	8	
VARJOTA		1										1			2	2	6	
VÁRZEA ALEGRE		1						1			2	1	1		1	2	8	
VIÇOSA DO CEARÁ									1		2	1	1		1	2	8	

Fonte: Brasil (2013)

Referências

BONILLA, O. H.; MARTINS, C. M.; LEITE, M. S. Caracterização da vegetação costeira na reserva ecológica particular de Sapiranga - Fortaleza – CE. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, [S.I.], n. 2, 2010. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgcimang9_Bonilla.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2013.

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

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. Condições Climáticas no Brasil em Abril e Início de Maio de 2001. **Infoclima**, ano 8, n. 5, maio 2001. Disponível em: <<http://infoclima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 15 fev. 2013.

_____. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. La Niña: ocorrências de La Niña. In: **El Niño e La Niña**. 2013. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_lanina.shtml>. Acesso em: 27 ago. 2013.

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

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

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em Mapas**. Caracterização territorial: meio ambiente. Ceará: IPECE, 2007. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12.htm>>. Acesso em: 3 maio 2013

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

LEITE, F. R. B.; SOARES, A. M. L.; MARTINS, M. L. R. Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará – 2ª Aproximação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 1993. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte%4080/2008/05.19.18.22/doc/156-161.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2013.

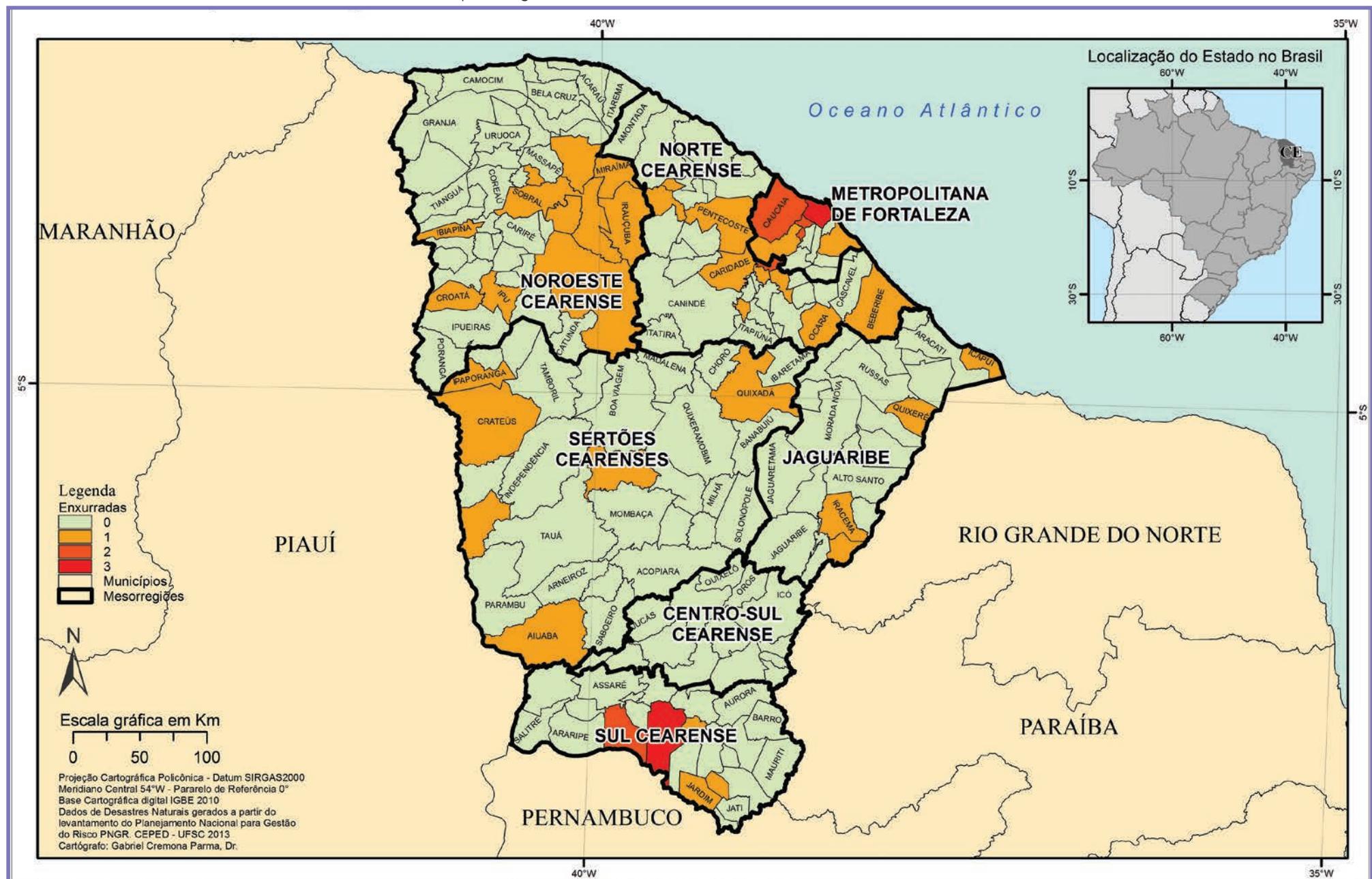
OLIVEIRA JÚNIOR, Israel de et al. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para mapeamento Geomorfológico do polo de Guananbi: subsídios para o estudo da Degradação ambiental e desertificação. **Revista Geonorte**, Amazonas, ed. esp., v. 2, n. 4, p. 173–186, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/iRMK29>>.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

RIBEIRO, E. de C. M.; SILVA, M^a. M. da C. **Um retrato do semi-árido cearense**. Fortaleza: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, 2010. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/textos_discussao/TD_76.pdf>. Acesso em: 2 maio 2013.

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

ENXURRADA

Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado do Ceará 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, diversas 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 inundação 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, estando muitas vezes associadas a alagamentos; e sua distinção se torna cada vez mais complexa.

Para NOAA (2010), independente de qual definição seja adotada, o sistema de alerta para as enxurradas deve ser diferenciado em relação aos outros tipos de processos hidrometeorológicos. Dessa maneira, a sua previsão é um dos maiores desafios para os pesquisadores e 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 do Ceará possui **48 registros oficiais** de enxurradas severas caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 3 apresenta a distribuição espacial dessas ocorrências no seu território.

As mesorregiões Norte Cearense, Nordeste Cearense e Metropolitana de Fortaleza concentram mais de 50% dos registros, com 23%, 21% e 19%, respectivamente. Observa-se no Mapa 3 que apenas a Mesorregião Centro Sul Cearense não registrou nenhuma enxurrada. Além disso, analisando a distribuição espacial dos eventos, nota-se uma dispersão nas mesorregiões centrais (Sertões Cearenses, Jaguaribe) e uma concentração de eventos em alguns municípios nas demais mesorregiões, principalmente na Metropolitana de Fortaleza.

Dos 184 municípios cearenses, apenas 21% registraram eventos, dos quais a capital, Fortaleza, e Crato apresentaram a maior frequência, com 3 eventos cada. Caucaia, Maracanaú, Palmácia e Santana do Cariri registraram 2 eventos cada e os demais municípios registraram apenas 1 evento.

Ao longo desses 22 anos (Gráfico 4), as enxurradas se concentraram em dois períodos distintos: de 2000 a 2005, com 27 registros, e de 2009 a 2012, com os outros 21 registros, com destaque para o ano de 2001, no primeiro período, e 2009, no segundo.

Em relação à distribuição mensal (Gráfico 5), observa-se uma concentração nos primeiros meses do ano, principalmente no final do verão até meados de outono. Os eventos de abril e maio estão associados aos registros de 2009.

No Estado do Ceará, vários sistemas atmosféricos atuam no tempo e no clima, sendo que o de maior importância é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável pelo estabelecimento do período chuvoso na região. A ZCIT atua de modo mais expressivo em meados do verão. De fevereiro a abril as chuvas são mais abundantes. Em maio, a ZCIT inicia o seu retorno em direção ao Hemisfério Norte, quando as precipitações pluviométricas diminuem, provocando secas na região (ZANELLA; MELLO, 2006).

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

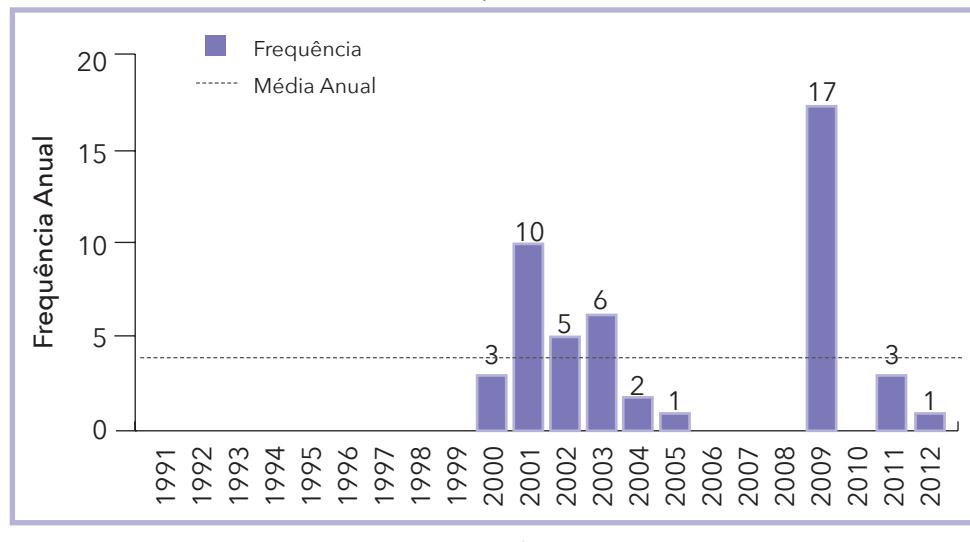
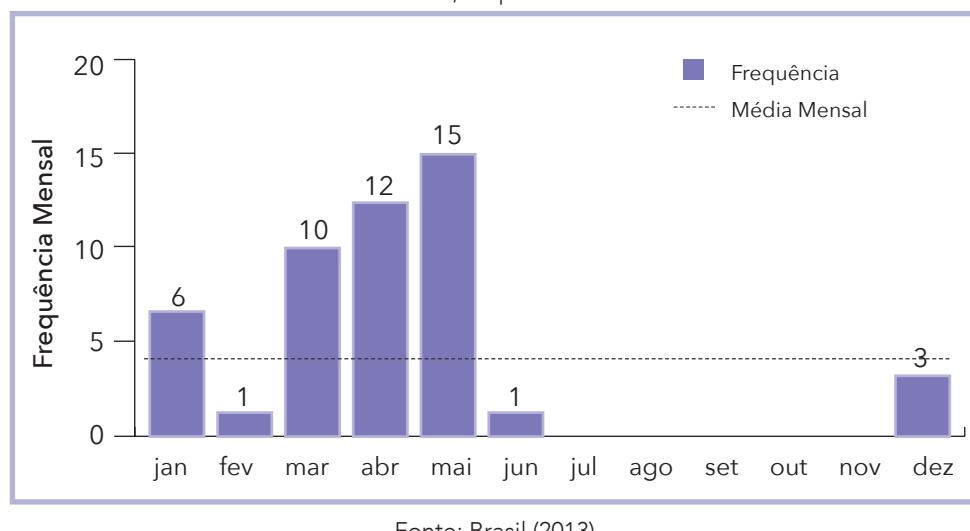
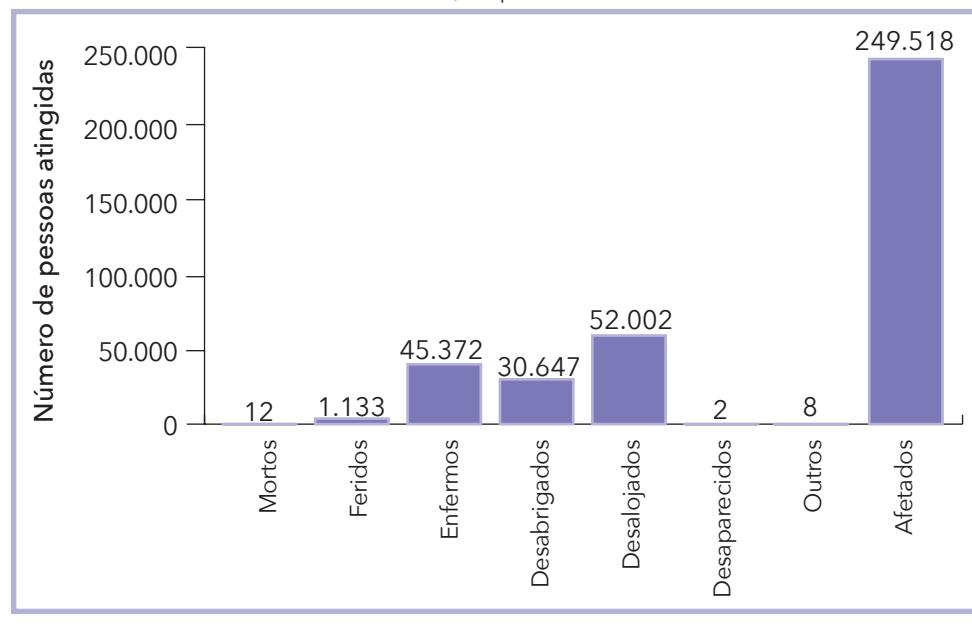


Gráfico 5: Frequência mensal de desastres por enxurradas no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



Outros sistemas secundários se manifestam na região e são também importantes nas ocorrências de chuvas. No caso, associados a dias de chuvas extremas, os processos convectivos de mesoescala são os que atuam no período chuvoso e ocorrem de forma isolada. Além de outros sistemas, as brisas também podem influenciar a formação de chuvas na zona costeira, principalmente na Mesorregião Metropolitana de Fortaleza (ZANELLA; MELLO, 2006). Essa mesorregião também está situada em área de clima tropical mais úmido que as outras do estado, favorecendo o aumento de precipitações pluviométricas (FUNCME, 2007).

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



Como se observa no gráfico 6, as enxurradas, no Estado do Ceará, afetaram aproximadamente 250 mil pessoas, deixando mais de 52 mil desabrigadas. 40% dessas pessoas afetadas estão associadas a apenas 1 evento ocorrido em Fortaleza, em março de 2004. Além disso, esse evento ocasionou o falecimento de 5 pessoas.

A Tabela 8 apresenta os 10 principais municípios em relação ao número de afetados, salientando-se o Município do Crato que, no evento de 2005, registrou um óbito. Por ser o município mais populoso do estado (IBGE, 2011) e estar situado em uma área de clima tropical úmido, Fortaleza possui uma suscetibilidade natural à ocorrência de enxurradas que pode estar associada a uma condição de vulnerabilidade social, justificando o elevado número de pessoas afetadas nos eventos de 2004 e 2002. Quiterianópolis, o terceiro em relação ao número de afetados, possui 19 mil habitantes, e registra que o evento de 2004 afetou mais de 47% da sua população.

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

Ano	Município	Desabrigados	Desalojados	Enfermos	Mortos	Afetados
2004	Fortaleza	3.756	8.439	26.914	5	100.502
2002	Fortaleza	24.767	37.150	18.284	6	68.110
2004	Quiterianópolis	21	-	-	-	9.562
2009	Quixeré	-	-	-	-	7.482
2009	Redenção	-	-	-	-	5.709
2009	Pedra Branca	-	16	-	-	5.670
2009	Itapagé	60	78	1	-	5.106
2012	Crato	5	-	-	-	5.000
2009	Palmácia	216	179	-	-	4.806
2009	Pacoti	115	2.900	2	-	4.768
2005	Crato	16	148	-	1	793

Fonte: Brasil (2013)

Em relação ao número de mortos, Fortaleza concentrou mais de 90% do total de falecimentos, em dois eventos. O Município do Crato registrou o outro falecimento, provocado por enxurrada.

A Tabela 9 apresenta os danos materiais registrados nos 48 eventos. Historicamente, a sociedade sempre se fixou próxima às margens dos rios. Assim, quando uma enxurrada ocorre, tende a ocasionar muitos danos às habitações, conforme demonstram as 1.410 habitações destruídas e as mais de 6 mil danificadas.

Por fim, a Tabela 10 apresenta os principais municípios afetados em relação aos danos materiais. A capital Fortaleza registrou os maiores da-

Tabela 9: Quantificação dos danos materiais (1991-2012)

Descrição Dano Material	Unidades Destruídas	Unidades Danificadas
Saúde	0	18
Ensino	0	15
Comunitários	1	0
Habitações	1.410	6.600
Infraestrutura	341	1.568
Total	1.752	8.201

Fonte: Brasil (2013)

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

Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2002	Fortaleza	Metropolitana de Fortaleza	770	3.794	4.564
2004	Fortaleza	Metropolitana de Fortaleza	343	1.949	2.292
2009	Palmácia	Norte Cearense	64	1.017	1.081
2002	Maracanaú	Metropolitana de Fortaleza	319	413	732
2002	Caridade	Norte Cearense	114	242	356

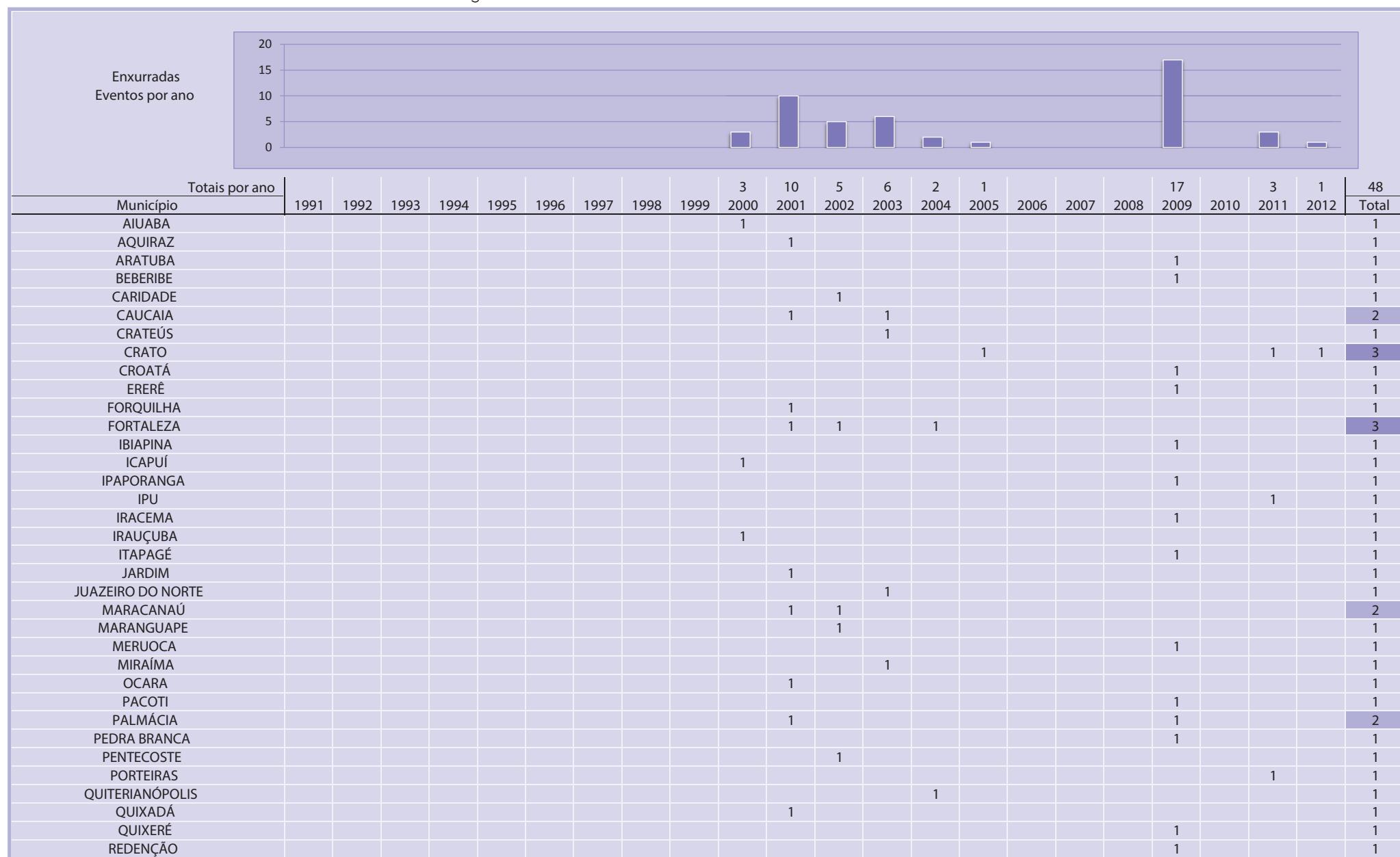
Fonte: Brasil (2013)

nos materiais, 96%, associados a habitações danificadas. O mesmo ocorre para o evento de 2004, com 95% dos danos materiais associados a habitações. Nota-se também que a Mesorregião Metropolitana de Fortaleza concentra 60% dos municípios com os maiores danos materiais.

O Estado do Ceará apresenta poucos registros de enxurradas ao longo dos 22 anos analisados. Em grande parte do estado predomina o clima semiárido, fazendo-o pouco suscetível a enxurradas sob a ótica climática. Contudo, intensas precipitações, mesmo que excepcionais, podem ocorrer em qualquer localidade. Dessa maneira, toda a sociedade deve estar preparada para esse tipo de evento, pois seu poder destrutivo é evidenciado pelo número de pessoas afetadas e falecimentos.

O Infográfico 2 apresenta uma síntese dos eventos ocorridos no Estado do Ceará.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

SANTA QUITÉRIA				1							1
SANTANA DO ACARAÚ					1						1
SANTANA DO CARIRI									2		2
SOBRAL					1						1
URUBURETAMA								1			1

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

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

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

BORG, M. et al. Realtime guidance for flash flood risk management. **FLOODSite**, T16-08-02, D16_1, v. 2, p. 1, 84 p. may. 2009.

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

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

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

FUNCENE - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Meio ambiente**: Tipos climáticos. Ceará: IPECE, 2007. Escala 1:25 000, 2007. 1 mapa. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/126.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

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., João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005. 10 p. CD-ROM.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse Censo**

Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 261 p.

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

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

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

MORALES, H. E. et al. **Elaboración de mapas de riesgo por inundaciones y avenidas súbitas en zonas rurales, con arrastre de sedimentos.**

Cidade do México: CENAPRED, 2006. 139 p.

NAKAMURA, E. T.; MANFREDINI, S. Mapeamento das áreas suscetíveis às enxurradas na Bacia do Córrego Taboão, município de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 5.411-5.418.

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION.

Flash Flood Early Warning System Reference Guide. Washington:

NOAA/COMET, 2010. 204 p. Disponível em: <http://www.meted.ucar.edu/communities/hazwarnsys/haz_fflood.php>. 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.

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

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

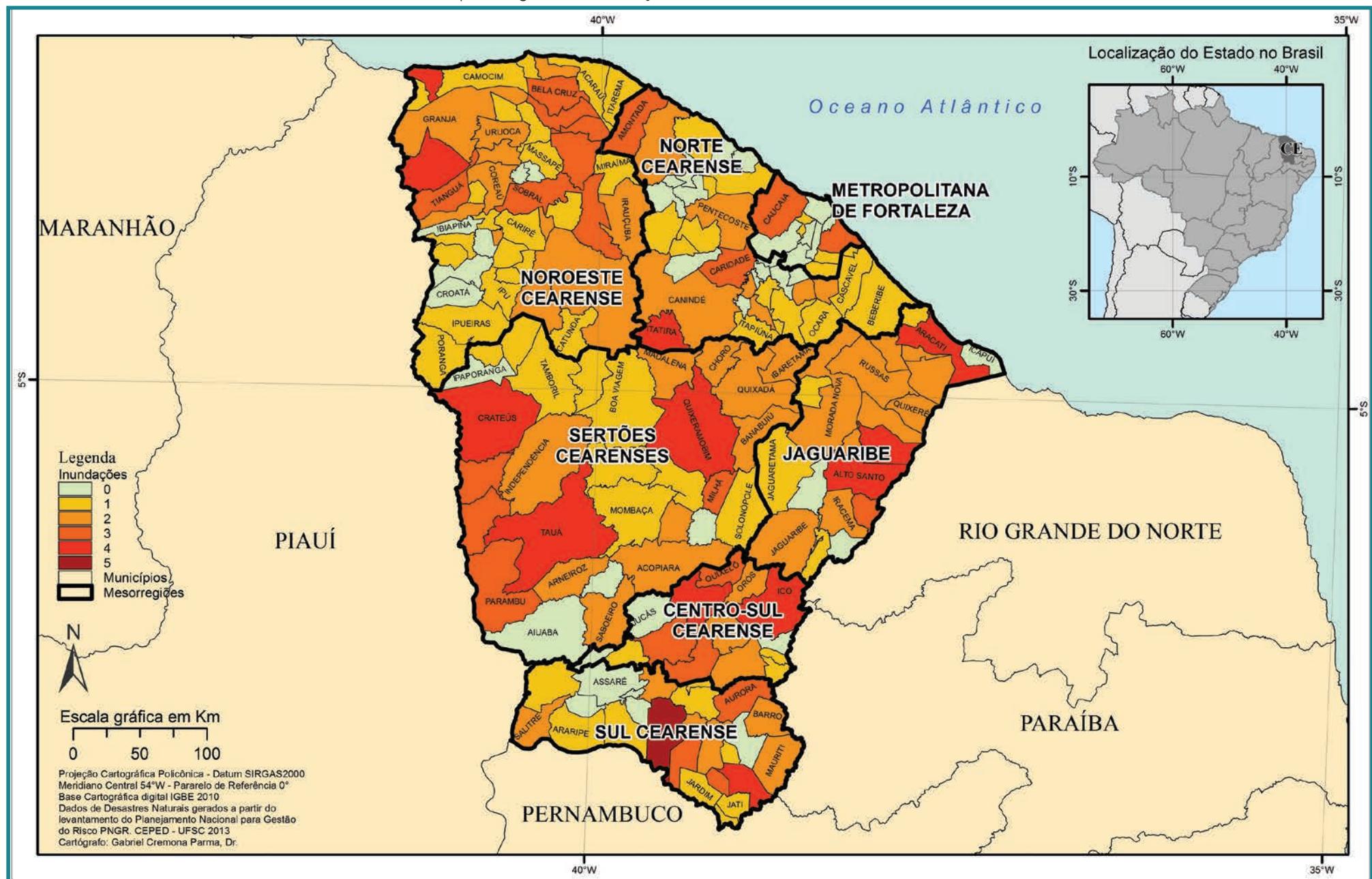
TAVARES, J. P. N. Enchentes repentinas na cidade de Belém-PA: condições climáticas associadas e impactos sociais no ano de 1987. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 28, p. 1-6, 2008.

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

ZANELLA, M. E.; MELLO, N. G. da S. Eventos Pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza episódio do dia 29/01/2004. In: SILVA, J. B. da et al. **Litoral e sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro.** Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. 403 p. Disponível em: <<http://www.posgeografia.ufc.br/images/stories/arquivos/livrospdf/litoralesertao.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2011.

INUNDAÇÃO

Mapa 4: Registros de inundações no Estado do Ceará 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 inundação dos seus terrenos marginais. Assim, elas ocorrem quando o fluxo de água em um trecho do rio é superior à capacidade de drenagem de sua calha normal, e então ocorre o transbordamento do corpo hídrico e a água passa a ocupar a área do seu leito maior (TUCCI, 1993; LEOPOLD, 1994).

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

Na língua inglesa o evento 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.

Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais

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

Fonte: Goerl e Kobiyama (2005)

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

A magnitude das inundações geralmente é intensificada por variáveis climatológicas de médio e longo prazo e pouco 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

O Estado do Ceará tem **273 registros oficiais** de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 4 mostra a distribuição espacial desses registros no território cearen-

se. A Mesorregião Noroeste Cearense, com 70 registros, concentra 25,6% das ocorrências de inundações no estado. A maior parte de seu território encontra-se compreendida na parte semiárida do Nordeste, com exceção de uma faixa bastante estreita do litoral e da presença de algumas áreas serranas que apresentam clima úmido e subúmido (NOBREGA et al., 2000).

De acordo com o Mapa 4, o município mais atingido por inundações extremas recorrentes é Crato, situado no Sul Cearense, com 5 ocorrências. Segundo os registros oficiais, este município foi afetado pelas inundações dos rios Granjeiro, Caras e Batateiras.

Crato contém em seu território as fontes Batateira e Luanda, que correspondem às nascentes do Rio da Batateira, principal recurso hídrico do município. O Rio da Batateira apresenta muitos problemas ambientais, desde suas nascentes, na escarpa superior da Chapada do Araripe, até o baixo curso na confluência com o Rio Granjeiro, seu principal afluente. Tais problemas referem-se à mobilização de formações superficiais e antigas aluviões, impermeabilização dos solos, modificações no escoamento das águas pluviais, aceleração do fluxo no rio durante as cheias, entre outros (MAGALHÃES; OLIVEIRA, 2009). Essas modificações são decorrentes das formas irregulares de uso e ocupação do solo que contribuem para o agravamento dos impactos gerados pelas inundações.

Os anos das inundações severas registradas no período de 1991 a 2012 são apresentados no Gráfico 7. Observa-se que o ano de 2009 se destaca, com 110 registros. Neste ano, de acordo com CPTEC/INPE (ESTABELECIDA..., 2009), o mês de abril foi marcado pelo excesso de chuva na maior parte das regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde a elevação do nível dos rios causou inundações. No Nordeste, o setor norte do Estado do Ceará foi uma das áreas mais afetadas pelos sistemas que favoreceram as chuvas intensas: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a formação de Linhas de Instabilidade (LI's) ao longo da costa e a propagação de cavados na média e alta troposfera.

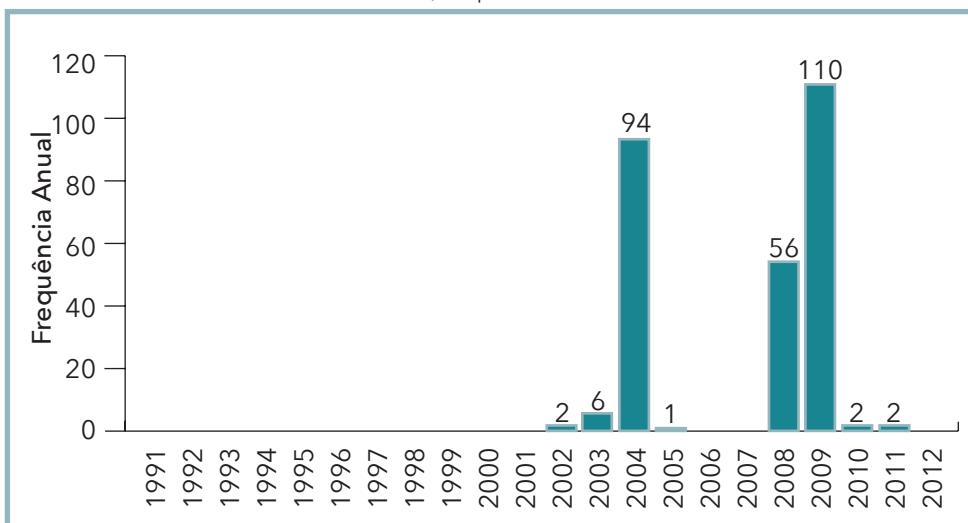
O ano 2004, com 94 registros de inundações, foi considerado atípico, segundo Xavier (2004), no sentido de que a atividade das frentes frias foi muito intensa, chegando a provocar chuvas em todo o Estado do Ceará.

Em 2008, foram feitos 56 registros de inundações. A atuação conjunta de vários sistemas meteorológicos contribuiu para a ocorrência de chuvas

acima da média histórica em grande parte da Região Nordeste do Brasil, especialmente no sul do Estado do Ceará, em que o mês de março foi considerado um dos mais chuvosos dos últimos 47 anos, conforme boletim de informações climáticas do CPTEC/INPE (CHUVAS..., 2008).

Os demais anos com ocorrências apresentam números inferiores de eventos. Verifica-se, portanto, que não há uma frequência anual de registros de desastres no estado, uma vez que existem muitas lacunas (Gráfico 7). Embora sejam poucos os registros no decorrer do período em análise, não significa que não tenham ocorrido desastres por inundações.

Gráfico 7: Frequência anual de desastres por inundações no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



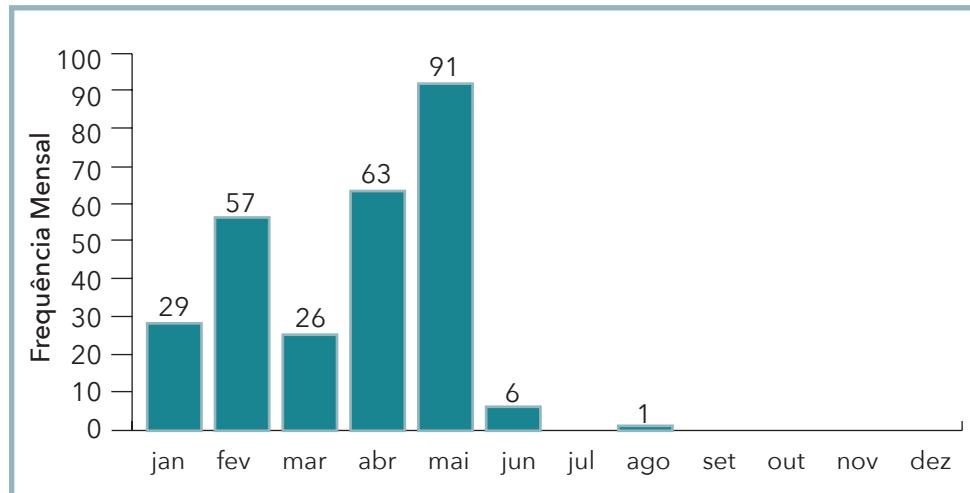
Fonte: Brasil (2013)

A partir do Gráfico 8 é possível observar a frequência mensal de todos os registros de inundações no estado. Verifica-se uma recorrência dos desastres entre os meses de janeiro a junho. Os meses de verão e outono representam 41% e 59%, respectivamente, do total de registros. O mês de maio foi o mais afetado ao longo do período em análise, com 91 registros. Das ocorrências desse mês, 84 correspondem aos eventos de inundações ocorridos no ano de 2009, registradas por municípios atingidos em todas as mesorregiões do Estado.

Com relação ao período de chuvas, climatologicamente o setor norte do Nordeste brasileiro, que engloba o Estado do Ceará, apresenta uma pré-estação de novembro a janeiro (ALVES; REPELLI; MELLO, 1993) e uma estação chuvosa propriamente dita, que se manifesta entre os meses de fevereiro a maio (ALVES; REPELLI, 1992). O regime de precipitação durante os períodos da pré-estação e estação chuvosa no Estado do Ceará é regulado pela atuação e/ou influência de diversos sistemas meteorológicos.

Os registros apresentados no Gráfico 8 mostram o período de inundações recorrentes no estado.

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

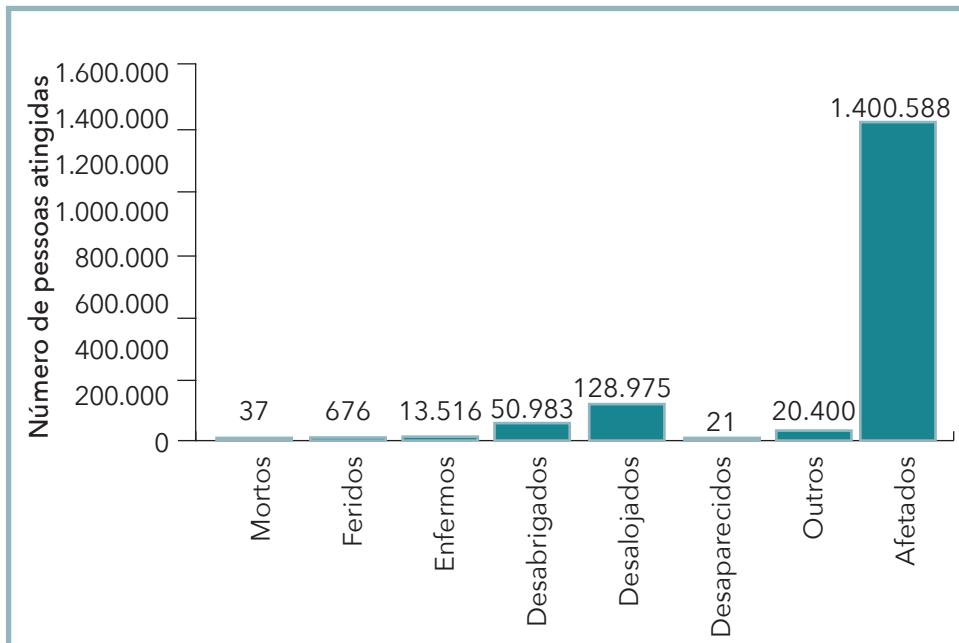


Fonte: Brasil (2013)

As precipitações prolongadas durante o período chuvoso podem originar consequências negativas para comunidades de alguns municípios, por conta da elevação do nível dos rios. Os danos humanos relacionados aos desastres por inundações são apresentados no Gráfico 9, que mostram mais de 1 milhão de pessoas afetadas ao longo dos anos analisados. No período de 1991 a 2012, foram registrados 37 mortos, 676 feridos, 13.516 enfermos, 50.983 desabrigados, 128.975 desalojados, 21 desaparecidos e 20.400 pessoas atingidas por outros tipos de danos.

O número considerável de enfermos pode ser reflexo da elevada densidade demográfica em áreas de risco, suscetíveis à inundação e, em decorrência, das doenças endêmicas, de pele, viroses, entre outras, ocasionadas pelo contato com água contaminada pelo lixo acumulado nas zonas inundadas.

Gráfico 9: Danos humanos causados por desastres de inundações no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



Com relação aos danos relacionados a desabrigados, mortos e afetados, a Tabela 11 mostra quais municípios foram mais atingidos, com os respectivos anos das inundações e os totais de pessoas afetadas. O Município de Icó registrou, na inundação de março de 2008, 660 desabrigados e 36.513 afetados. Esse evento extremo atingiu áreas dos setores urbano e rural, com a inundação do Rio Salgado e de outros cursos d'água que banham o município. Também no ano de 2008, a inundação de junho acarretou danos à população de Jaguaribe, com 34.596 pessoas afetadas. Segundo o documento oficial, as intensas precipitações excederam a mé-

dia histórica para o período que provocou a elevação do nível das águas dos cursos d'água e o transbordamento de reservatórios do município. No mês de abril, Moçamba, Aracati e Hidrolândia foram severamente afetados. E ainda, no mês de março, as inundações nos municípios de Lavras da Mangabeira e Cratéus também resultaram em danos humanos, com desabrigados e afetados, conforme demonstra a Tabela 11.

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

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Afetados
2008	Icó	Centro-Sul Cearense	660	-	36.513
2008	Jaguaribe	Jaguaribe	-	-	34.596
2004	Tauá	Sertões Cearenses	305	-	32.400
2008	Mombaça	Sertões Cearenses	-	-	25.445
2008	Aracati	Jaguaribe	47	-	24.027
2008	Crateús	Sertões Cearenses	754	-	23.207
2004	Iguatu	Centro-Sul Cearense	5.469	-	20.313
2002	Caucaia	Metropolitana de Fortaleza	2.330	-	19.878
2008	Hidrolândia	Noroeste Cearense	106	-	18.116
2008	Lavras da Mangabeira	Centro-Sul Cearense	295	-	18.088

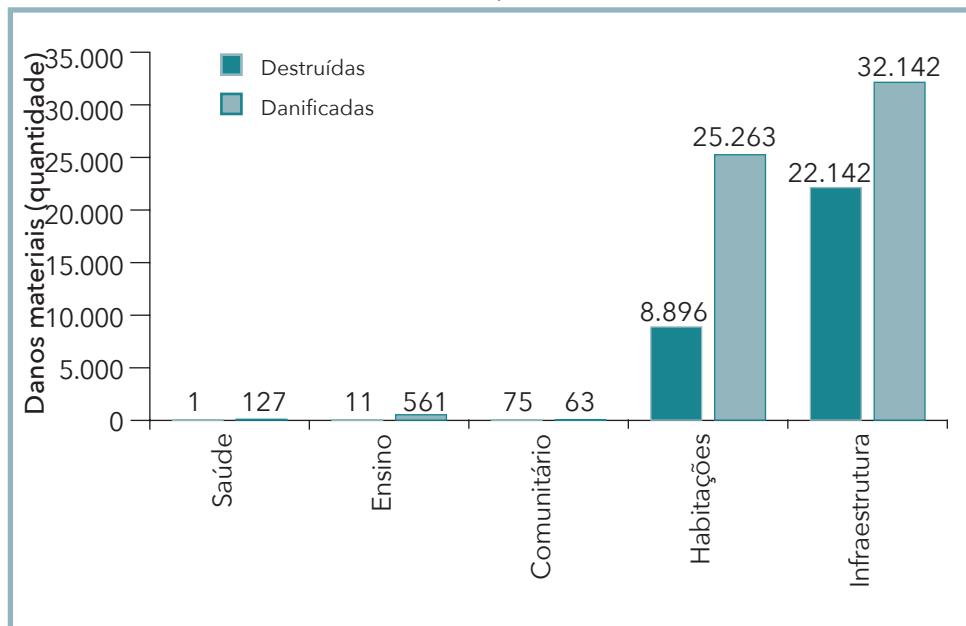
Fonte: Brasil (2013)

Há municípios que não estão entre os mais afetados da Tabela 11, no entanto, apresentaram registros de óbitos consideráveis por inundação: Santana do Acaraú e Salitre, com 3 mortes cada, no ano de 2004; e Sobral, com 4 mortes, e Russas, com 3 mortes, nas inundações de 2009.

Com relação aos danos materiais, o Estado do Ceará apresenta 89.281 registros de construções e sistemas de infraestrutura atingidos pelas inundações, entre os anos de 1991 e 2012. Observa-se no Gráfico 10 que os danos relativos aos sistemas de infraestrutura prevalecem sobre os demais, com o total de 32.142 danificados e 22.142 destruídos. Na sequência, as habitações, que registraram um total de 25.263 danificadas e 8.896 destruídas.

Na Tabela 12 estão os municípios afetados, com os danos materiais mais expressivos. O Município de Caucaia foi o mais afetado do Estado do Ceará, segundo os documentos oficiais levantados, com o total de 12.654 estabelecimentos e estruturas destruídos e danificados, referentes

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



Fonte: Brasil (2013)

à inundação de março de 2004. Nesse evento, os bairros periféricos com habitações populares, situadas nas áreas baixas às margens do rios Ceará, na sede do município, e Maranguapinho, na Grande Jurema, foram atingidos. O documento oficial descreve danos materiais e prejuízos em vias de acesso, em residências e em instalações de pequenos comércios.

Aracati também apresentou um número bastante expressivo de danos materiais, no total de 12.586, com a inundação do Rio Jaguaribe e de grande parte dos açudes que compõem a bacia. Esse evento ocasionou a destruição de residências, de estradas, de infraestruturas urbanas e rurais, de patrimônios públicos, de pequenas barragens e açudes, bem como de vários hectares de criação de camarão em cativeiro.

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

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

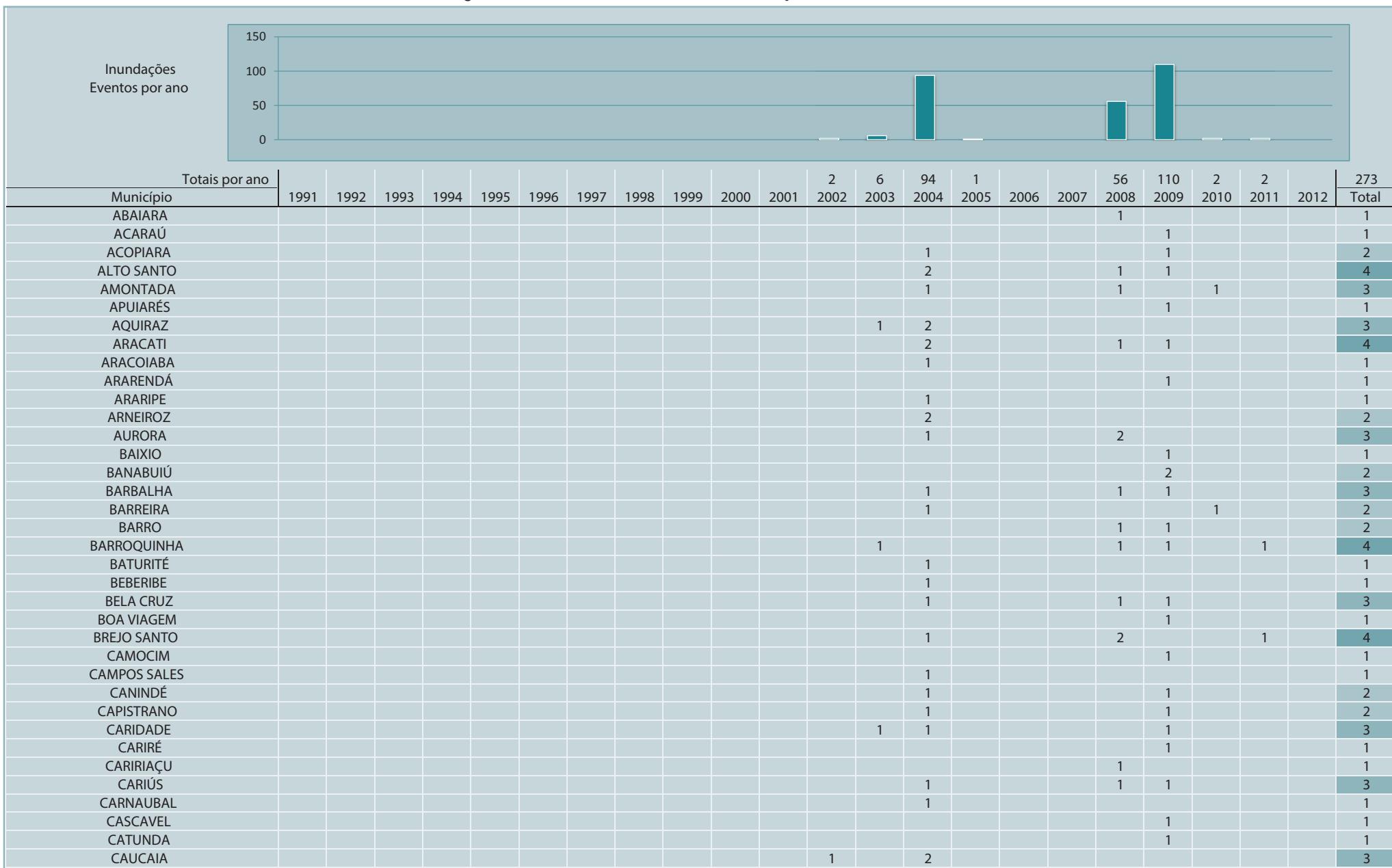
Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2004	Caucaia	Metropolitana de Fortaleza	25	12.629	12.654
2004	Aracati	Jaguaribe	10.206	2.380	12.586
2002	Caucaia	Metropolitana de Fortaleza	466	4.150	4.616
2004	Quixelô	Centro-Sul Cearense	6	4.200	4.206
2009	Marco	Noroeste Cearense	3.212	190	3.402
2008	Jaguaribe	Jaguaribe	2.637	78	2.715
2009	Jaguaribe	Jaguaribe	2.566	27	2.593
2004	Icó	Centro-Sul Cearense	330	1.780	2.110
2009	Granja	Noroeste Cearense	927	989	1.916
2008	Porteiras	Sul Cearense	1.706	79	1.785

Fonte: Brasil (2013)

habitantes passam a ser alvo dos desastres naturais relacionados com o aumento do nível dos rios.

O acompanhamento da evolução diária das condições meteorológicas, assim como o monitoramento do nível dos rios, permite antecipar a possibilidade das ocorrências de inundação e, consequentemente, a minimização dos danos, tanto humanos quanto materiais. No entanto, esta previsibilidade não faz parte de um processo de gestão do risco, aumentando a vulnerabilidade das comunidades ribeirinhas, bem como do perímetro urbano, aos desastres ocasionados por enchentes e inundações.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

CEDRO							1	1			2
CHAVAL								1			1
CHORÓ								2			2
CHOROZINHO						1		1			2
COREAÚ							1	1			2
CRATEús						2		1	1		4
CRATO					1	2		1	1		5
CRUZ							1	1			2
FARIAS BRITO						1			1		2
FORQUILHA								1			1
FORTIM								1			1
FRECHEIRINHA								1			1
GENERAL SAMPAIO								1			1
GRANJA							1	1			2
GRANJEIRO								1			1
GROAÍRAS						1		1			2
HIDROLÂNDIA								1	1		2
HORIZONTE								1			1
IBARETAMA						1		1			2
IBICUITINGA								1			1
ICÓ						2		1	1		4
IGUATU						2		1	1		4
INDEPENDÊNCIA								1	1		2
IPAUMIRIM								1			1
IPU								1			1
IPUEIRAS								1			1
IRACEMA						2					2
IRAUÇUBA						1			1		2
ITAIÇABA						1			1		2
ITAPIPOCA								1	1		2
ITAPIÚNA									1		1
ITAREMA									1		1
ITATIRA						2		1	1		4
JAGUARETAMA									1		1
JAGUARIBE									1		2
JAGUARUANA						1			1		2
JARDIM							1				1
JATI								1			1
JIIJOCÁ DE JERICÓACOARA									1		1
JUAZEIRO DO NORTE						1		1			2
LAVRAS DA MANGABEIRA						1		1			2
LIMOEIRO DO NORTE						1			1		2
MADALENA						1			1		2
MARACANAÚ							1				1
MARCO							2		1		3
MARTINÓPOLE									1		1

Fonte: Brasil (2013)

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

MASSAPÉ							1		1		
MAURITI										2	
MILHÃ							2		1		3
MIRAÍMA									1		1
MISSÃO VELHA							1		1		2
MOMBAÇA									1		1
MONSENHOR TABOSA									1		1
MORADA NOVA							1		1		2
MORAÚJO									1		2
MORRINHOS							1	1			3
MUCAMBO									1		1
MULUNGU							1		1		2
NOVA RUSSAS									1		1
NOVO ORIENTE							1		1		3
OCARA									1		1
ORÓS									1		2
PACAJUS									1		1
PACUJÁ									1		2
PALHANO							1		1		2
PARAMBU							2		1		3
PEDRA BRANCA							1				1
PENAFORTE									1		1
PENTECOSTE									1		2
PEREIRO									1		1
PINDORETAMA									1		1
PIQUET CARNEIRO							1		1		2
PIRES FERREIRA									1		1
PORANGA											1
PORTEIRAS							1	1			3
POTIRETAMA								2			3
QUITERIANÓPOLIS								1			3
QUIXADÁ								1			2
QUIXELO								1			3
QUIXERAMOBIM								2			4
QUIXERÉ								1			2
RERIUTABA											1
RUSSAS								1			2
SABOEIRO									1		2
SALITRE								2			2
SANTA QUITÉRIA									1		2
SANTANA DO ACARAÚ								2			3
SANTANA DO CARIRI								1			1
SÃO BENEDITO								1			1
SÃO GONÇALO DO AMARANTE										1	1
SÃO JOÃO DO JAGUARIBE									1		2
SÃO LUÍS DO CURU									1		1

Fonte: Brasil (2013)

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

SENADOR POMPEU					1		1		1
SENADOR SÁ						1			1
SOBRAL					2		1		3
SOLONÓPOLE							1		1
TABULEIRO DO NORTE					2		1	1	4
TAMBORIL							1		1
TARRAFAS								1	1
TAUÁ					1				1
TEJUÇUOCA					2		1	1	4
TIANGUÁ								1	1
TRAIRI					1		1	1	3
UBAJARA						1			1
URUOCA							1	1	2
VARJOTA								1	2
VÁRZEA ALEGRE					1				1
VIÇOSA DO CEARÁ						1	1		3
					1		1		4

Fonte: Brasil (2013)

Referências

ALVES, J. M. B. ; REPELLI, C. A. A variabilidade pluviométrica no setor norte do nordeste e os eventos El Niño/Oscilação Sul (ENOS). **Rev. Bras. de Meteorologia**, [S.I.], v. 7, n. 2, p. 583-592, 1992. Disponível em: <http://www.rbmw.org.br/port/revista/revista_dl.php?id_artigo=506&id_arquivo=874>. Acesso em: 25 maio 2013.

ALVES, J. M. B.; REPELLI, C. A.; MELLO, N. G. A pré-estação chuvosa no norte do Nordeste Brasileiro e sua relação com a temperatura dos oceanos adjacentes. **R. Bras. de Meteorologia**, [S.I.], v. 8, n. 1, p. 22-30, 1993. Disponível em: <http://www.rbmw.org.br/port/revista/revista_artigo.php?id_artigo=419>. Acesso em: 25 maio 2013.

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

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **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.

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 Gobernación. **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.

CHUVAS intensas no Nordeste e escassas no Sul do Brasil refletem a atuação do fenômeno La Niña no Oceano Pacífico. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 15, n. 4, abr. 2008. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200804.pdf>. Acesso em: 25 maio 2013.

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.

ESTABELECIDA uma Situação de Transição entre o Episódio *La Niña* e um possível *El Niño*. **Infoclima:** Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 16, n. 05, mai. 2009. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200905.pdf>. Acesso em: 25 maio 2013.

FLEMMING, G. How can we learn to live with rivers? The Findings of the Institution of Civil Engineers Presidential Commission on Flood-risk management. **Phil. Trans. R. Soc. Lond.**, London, v. 360, n. 1796, p.1.527-1.530, 2002.

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

GONTIJO, N. T. **Avaliação das relações de freqüência 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.

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

MAGALHÃES, A. O.; OLIVEIRA, V. P. V. Uso e Ocupação da Terra no Alto Curso do Rio da Batateira - Município do Crato/CE: impactos ambientais, potencialidades e limitações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2009. v. 1.

NÓBREGA, R. S. et al. O Fenomeno El-nino e a influênciia conjunta do dipolo do Atlântico no estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: CBMET, 2000.

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 jul. 2013.

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

_____. **Hidrologia:** ciéncia e aplicacão. Porto Alegre: Ed. da URGs, 1997. 943 p.

XAVIER, T. Ma. B. S. Chuvas Intensas em Janeiro/Fevereiro 2004 no Ceará e a Previsão em Anos de Neutralidade no Pacífico. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 28-29, p. 17-26, 2004.

ALAGAMENTO

Mapa 5: Registros de alagamento no Estado do Ceará de 1991 a 2012

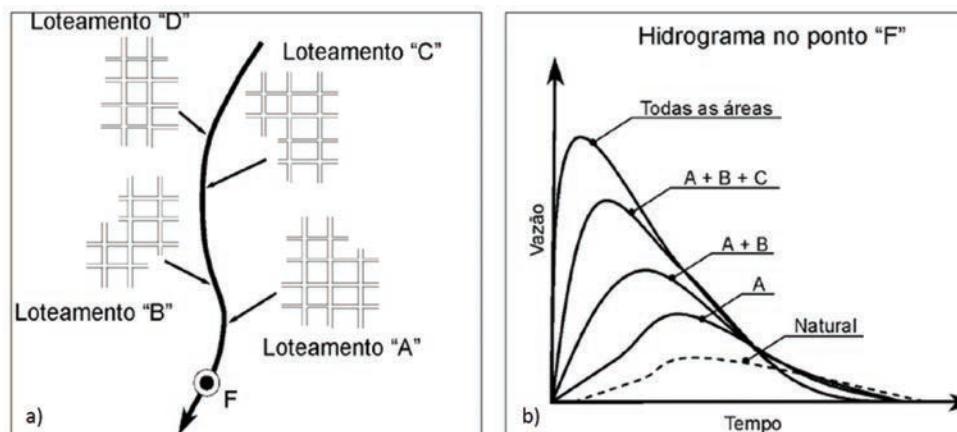


Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proposta em 2012, os alagamentos caracterizam-se pela "extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de 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 4: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma



Fonte: Tucci (2007)

Figura 5: a) Obstrução à drenagem



Fonte: Tucci (2005)

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 4 demonstra 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

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

Para suportar as modificações do uso do solo na bacia, são necessárias obras de ampliação do sistema de drenagem (medidas estruturais), cujos valores são tão altos que se tornam inviáveis. Tucci, 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 do Ceará possui apenas 4 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 cearense, cujos municípios atingidos foram Icapuí, Caucaia, Amontada e Ipaporanga.

Caucaia é o segundo município mais populoso do estado, com mais de 325 mil habitantes, enquanto Amontada possui 39.232 habitantes, sendo a 45ª cidade mais populosa (IBGE, 2011). As demais cidades, Icapuí e Ipaporanga, possuem menos que 20 mil habitantes. Isso evidencia que não apenas os condicionantes antrópicos (população) estão associados a ocorrências de desastres, mas também os condicionantes físicos, uma vez que municípios pouco populosos foram atingidos por alagamentos severos.

O Gráfico 11 apresenta a frequência anual de alagamentos registrados entre 1991 e 2012. A maior frequência é observada no ano de 2009.

Em relação à distribuição mensal, o Gráfico 12 mostra que os desastres ocorreram em apenas três meses: em março de 2003, abril de 2008 e 2009, e maio de 2009.

Os alagamentos podem originar consequências negativas para as comunidades cearenses. Reitera-se que estes eventos causam, de modo

Gráfico 11: Frequência anual de desastres por alagamentos no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012

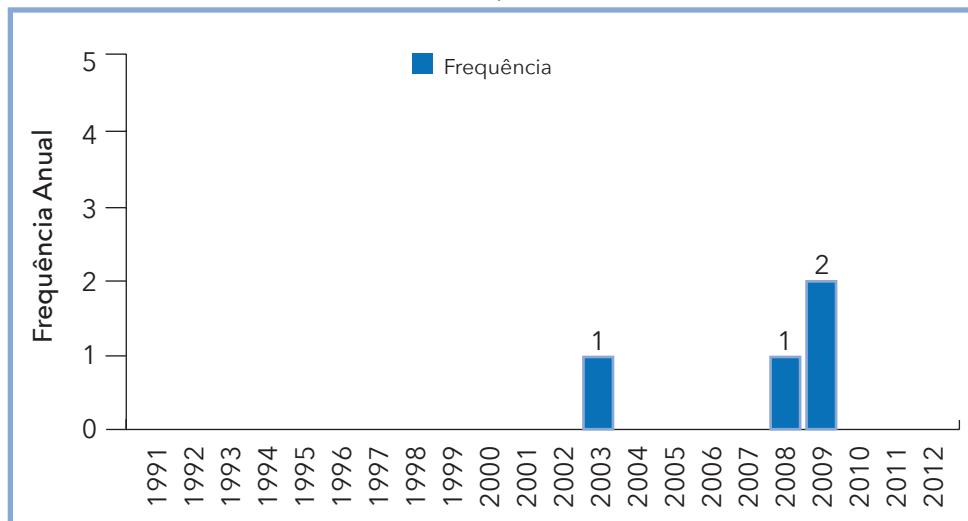
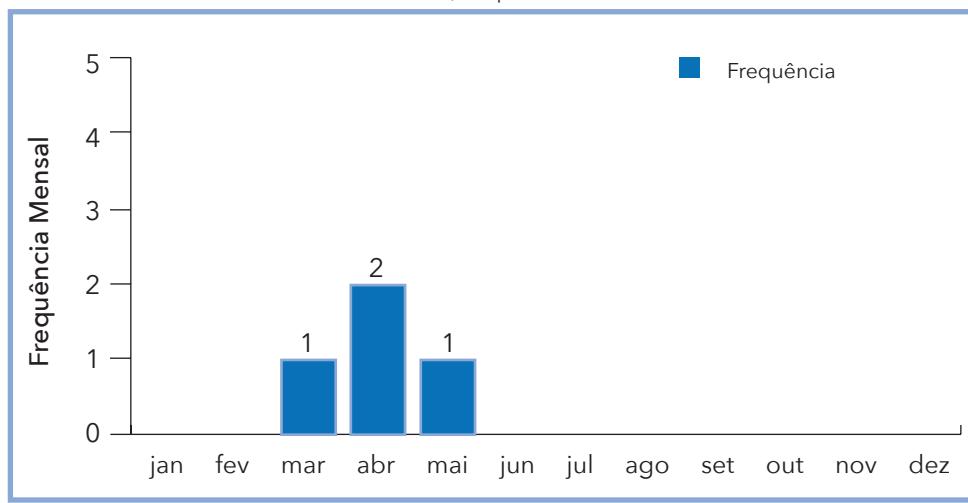
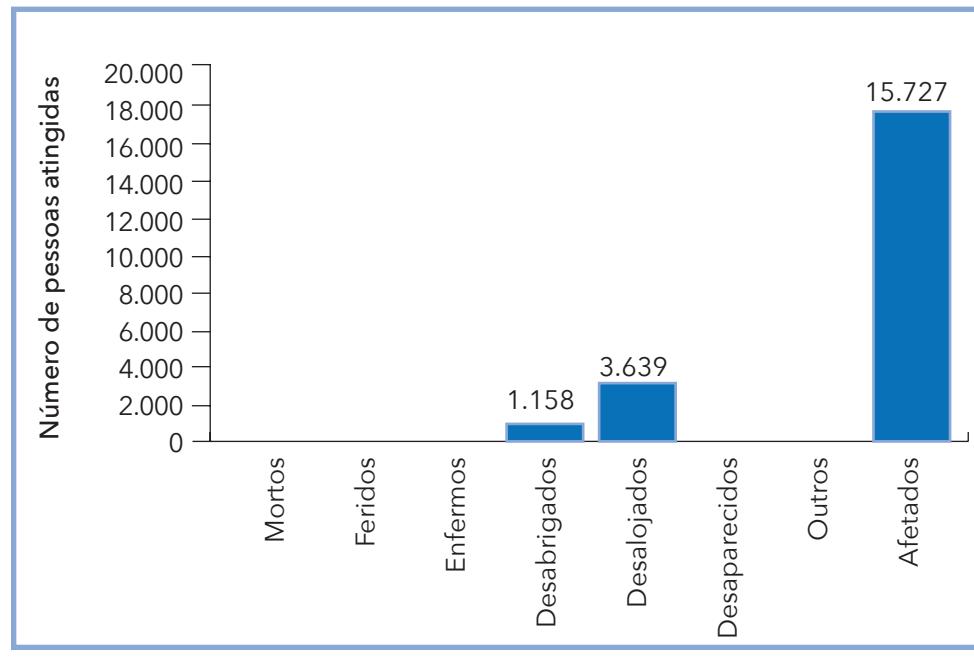


Gráfico 12: Frequência mensal de desastres por alagamentos no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



geral, poucos danos, já que a elevação do nível da água é relativamente baixa. Contudo, observa-se que mais de 15 mil pessoas foram afetadas, 3.639 desalojadas e 1.158 desabrigadas (Gráfico 13).

Gráfico 13: Danos humanos causados por desastres de alagamentos no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



A Tabela 13 apresenta a quantificação dos danos humanos por município, em que se observa que a cidade mais afetada foi Amontada, no Norte Cearense.

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

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Desalojados	Afetados
2003	Amontada	Norte Cearense	352	3.563	12.073
2003	Ipaporanga	Sertões Cearenses	-	-	2.288
2003	Caucaia	Metropolitana de Salvador	800	-	1.100
2003	Icapuí	Jaguaribe	-	76	266

Fonte: Brasil (2013)

Na descrição do desastre do Município de Amontada, o registro cita como causa as fortes chuvas sobre as nascentes do Rio Aracatiaçu, no Município de Sobral, que provocaram o transbordamento em todo o seu leito e comprometeram as comunidades ribeirinhas. Nota-se, pela descrição do evento, que o fenômeno ocorrido foi de inundações, que são naturais e cíclicas. O mesmo ocorre em Ipaporanga, que descreve 853 mm de chuvas que elevaram o nível dos rios. Assim, desastres que foram registrados como alagamentos, são, provavelmente, inundações que podem estar associadas a alagamentos.

O registro errôneo dos desastres é muito comum, conforme foi explicado no capítulo de 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. Assim, os alagamentos registrados no Estado do Ceará podem ser, de fato, inundações, que são eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d'água.

A Tabela 14 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 inundações, pois as comunidades se fixam nas margens e planícies de inundações dos rios.

Tabela 14: Quantificação dos danos materiais (1991-2012)

Descrição Dano Material	Unidades Destruídas	Unidades Danificadas
Saúde	-	2
Ensino	-	6
Habitações	82	680
Infraestrutura	7	13

Fonte: Brasil (2013)

A Tabela 15 apresenta os danos materiais registrados pelos municípios. Os registros de Caucaia e Icapuí não possuem danos materiais quantificados.

Tabela 15: Descrição danos materiais nos municípios afetados por alagamento no Estado do Ceará (1991-2012)

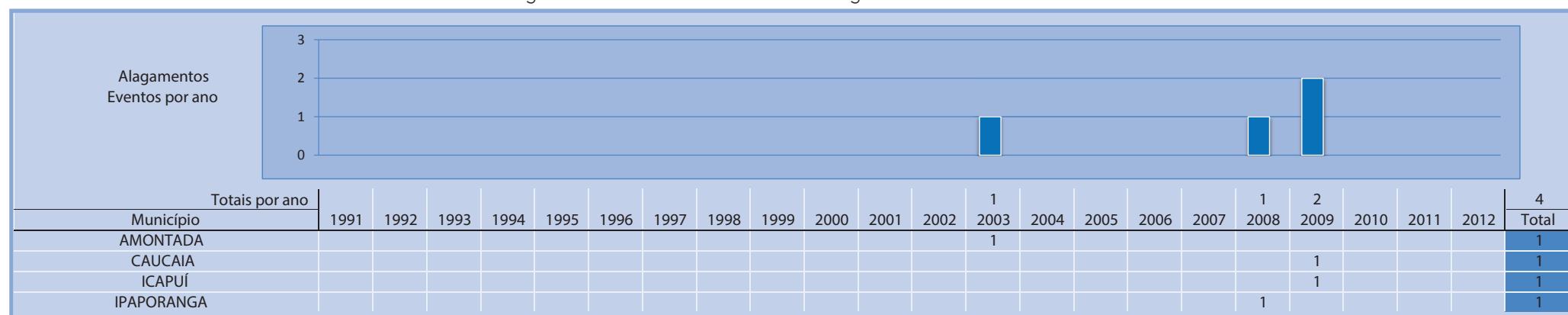
Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2003	Amontoada	Norte cearense	89	701	790
2003	Ipaporanga	Sertões cearenses	-	4	4
2003	Caucaia	Metropolitana de Salvador	-	-	-
2003	Icapuí	Jaguaribe	-	-	-

Fonte: Brasil (2013)

Ressalta-se que apesar de o Estado do Ceará ter apenas 4 desastres registrados, a ocorrência de alagamentos é cada vez mais frequente, com inúmeros pontos críticos de drenagem (SILVA et al., 2005). Embora não causem danos que caracterizem desastres, esses fenômenos geram inúmeros transtornos às pessoas. As causas desse 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, aliada a outras medidas não estruturais, colabora para a redução dos alagamentos e, consequentemente, dos transtornos e desastres.

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

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



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.

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 mar. 2013.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 261 p.

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

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

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

SILVA, A. P. et al. Metodologia para identificação de pontos críticos do sistema de drenagem urbana: o estudo de caso da bacia do riacho Pajeu, Fortaleza - Ceará. In: SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LINGUA OFICIAL PORTUGUÊS, 7., 2005, Evora. **Anais...** Evora: SILUSBA; APRH, 2005. Disponível em: <www.deha.ufc.br/ticianna/Arquivos/Publicacoes/Congressos/2005/silva_Identificacao%20de%20Pontos%20criticos%20de%20drenagem_20%20de%20fev.pdf>. Acesso em: 20 maio 2013.

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

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

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

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

VENDAVAL

Mapa 6: Registros de vendavais no Estado do Ceará 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 são acompanhados normalmente por raios e trovões e podem produzir intensas rajadas de ventos (VIANELLO; ALVES, 1991; VAREJÃO SILVA, 2001; CASTRO, 2003).

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

As variações bruscas na velocidade do vento denominam-se rajadas, as quais, normalmente, são acompanhadas também por mudanças bruscas na direção (VAREJÃO SILVA, 2001). Nas proximidades da interface superfície-atmosfera a intensidade dos ventos é altamente influenciada pelas características geométricas (rugosidade no terreno), sejam elas 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, no Estado do Ceará o 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 enquadrar 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 exacerbção 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).

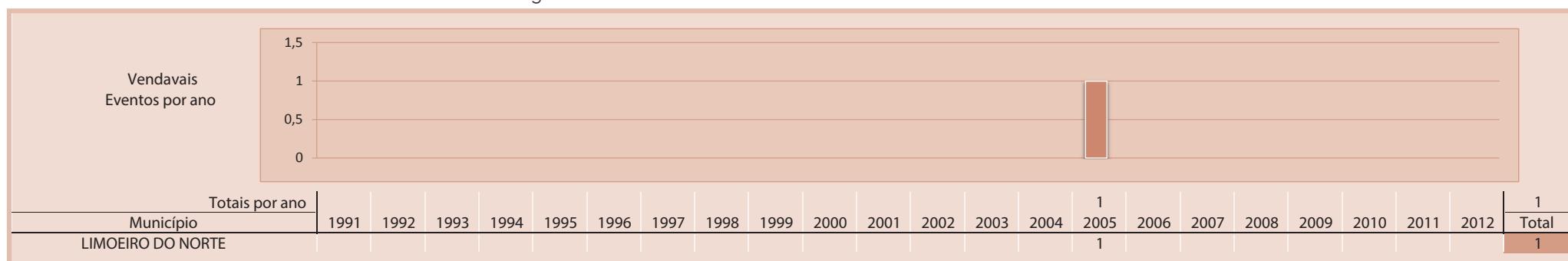
A magnitude dos danos causados por vendavais pode ser mitigada por meio de monitoramento e medidas de prevenção, que se dividem em emergenciais e de longo prazo. Com relação ao monitoramento, os serviços meteorológicos acompanham diariamente a evolução do tempo e têm condições de alertar a Defesa Civil 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.

A ocorrência de vendaval no Estado do Ceará, entre os anos de 1991 e 2012, teve apenas 1 registro oficial, espacializado no Mapa 6. O Município de Limoeiro do Norte, localizado na Mesorregião Jaguaribe, registrou o desastre no dia 19 de janeiro de 2005.

No documento oficial, não foram registrados danos humanos e danos materiais em decorrência do desastre por vendaval no Município de Limoeiro do Norte. No entanto, as chuvas com ventos que passaram de 60 km/h devastaram 390,5 hectares de plantações de banana, prejudicando cerca de 300 famílias de pequenos produtores e causando prejuízo de R\$ 5 milhões. A área atingida, o Perímetro Irrigado Jaguaribe Apodi, na Chapada do Apodi, e áreas circunvizinhas, sofre, em alguns anos mais que outras, com a ocorrência de vendavais que acompanham as chuvas de pré-estação e causam prejuízos aos produtores de banana (REGIONAL DIÁRIO DO NORDESTE, 2008; LIMOEIRO DO NORTE, 2010).

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



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.

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.

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

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

LIMOEIRO DO NORTE. Vendaval destrói plantação de bananas em Limoeiro. [S.l.], jan. 2010. Disponível em: <<http://limoeirodonorte.blogspot.com.br/2010/01/vendaval-destroi-plantacao-de-bananas.html>>. Acesso em: 12 maio 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.

REGIONAL DIÁRIO DO NORDESTE. Vendaval destrói plantações. [S.l.], fev. 2008. Disponível em: <<http://diariodonordeste.globo.com/m/materia.asp?codigo=515879>>. Acesso em: 12 maio 2013.

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

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

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

MOVIMENTO DE MASSA

Mapa 7: Registros de movimentos de massa no Estado do Ceará 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 6.

CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

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

Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento

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

prováveis para a deflagração deste tipo de dinâmica de superfície. Fernandes 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:

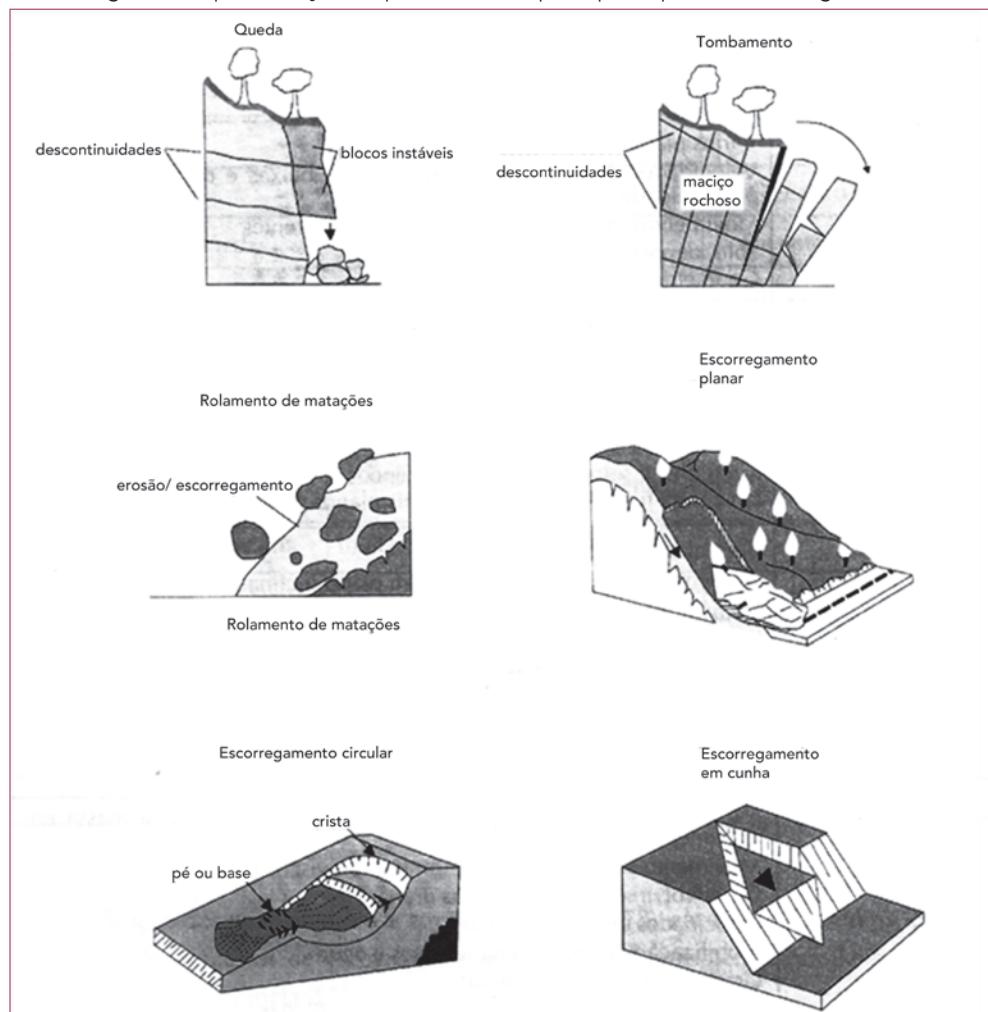
- As fraturas e as falhas representam um aspecto de destaque na medida em que afetam a dinâmica hidrológica, favorecem o intemperismo e podem também gerar uma barreira ao fluxo de água quando estes planos de fraqueza forem silicificados ou colmatados.

- 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 reliquiar herdada da rocha de origem e geralmente apresenta uma condutividade hidráulica maior, atuando muitas vezes como um dreno para os horizontes mais superficiais (FERNANDES; AMARAL, 1996). Estas estruturas reliquias são planos de fraqueza que podem condicionar os movimentos de massa.
- A morfologia da encosta pode condicionar de forma direta ou indireta os movimentos de massa. Existe uma correlação direta entre a declividade e os locais de movimentos de massa. Os escorregamentos translacionais observados na Serra do Mar estão associados às encostas retilíneas com inclinações superiores a 30° (Santos, 2004). No entanto, os escorregamentos não ocorrem necessariamente nas encostas mais íngremes. A atuação indireta da morfologia da encosta está relacionada ao seu formato, que determina a convergência ou a divergência dos fluxos de água subterrânea e de superfície.
- Os depósitos de talus e de colúvio são heterogêneos e geralmente apresentam um lençol d'água suspenso. A 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

Figura 6: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento



Fonte: MASS... (1968)

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

Entre as causas externas mais comuns estão os movimentos de massa induzidos por cortes excessivos no pé das encostas durante a construção de rodovias e 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 construção 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 7 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.

Figura 7: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP



Fonte: Arquivo IPT (1985 apud SANTOS, 1998)

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 sucção, faz com que ocorra um aumento da resistência ao cisalhamento do solo.

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

to entre as partículas do solo reduzindo assim a tensão efetiva e, consequentemente, a resistência ao cisalhamento disponível. Portanto, a infiltração da água pela superfície do solo e o aumento do nível do lenço freático reduzem a resistência ao cisalhamento de forma que pode ocorrer a ruptura da encosta sem haver a necessidade de que a mesma esteja saturada.

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

sistência ao cisalhamento disponível. O Quadro 7 apresenta a ação destes fatores associada aos fenômenos deflagradores de movimento de massa.

Quadro 7: Principais fatores deflagradores de movimentos de massa

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

Fonte: Varnes (1978)

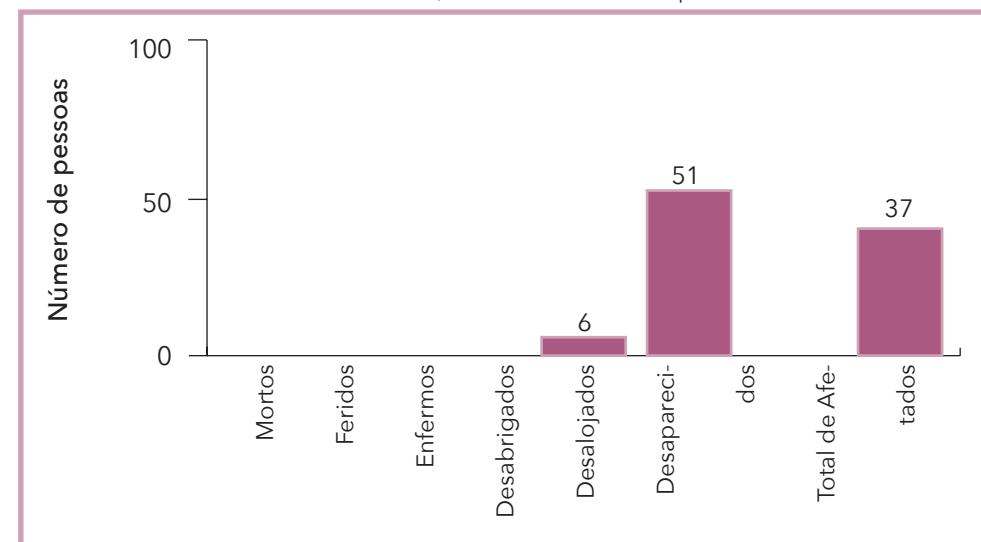
O único registro do Estado do Ceará, relacionado a movimento de massa no período de 1991 a 2012, se refere às rupturas de dois açudes localizados no Município de Guaiúba, Mesorregião Metropolitana de Fortaleza. O registro de movimento de massa por município ocorrido no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012, está apresentado no Mapa 7.

De acordo com o registro oficial desse desastre, as rupturas do açude Santo Antônio, com capacidade de armazenamento de 40.000 m³, e do açude José Alberto, com capacidade de armazenamento de 25.000 m³, foram causadas pelas fortes chuvas ocorridas ao longo do dia 1 de maio de 2002. Segundo os dados das médias pluviométricas mensais da Agência Nacional de Águas (ANA, 2010), os meses de maio e abril de 2002 foram os mais chuvosos, com valores de 227,0 mm e 232,52 mm, respectivamente.

Os moradores tentaram alertar o proprietário da Fazenda Santo Antônio de que o vertedouro do açude estava fechado; e isto, juntamente com o aumento da altura do açude, provavelmente foram os principais

causadores do desastre. A água invadiu as casas localizadas à jusante causando vários danos materiais. A ausência de vítimas fatais se deve ao fato de o desastre ter ocorrido durante as primeiras horas do dia, com a população já acordada, o que facilitou o abandono de suas residências (DIÁRIO DO NORDESTE REGIONAL, 2002). Os danos materiais relacionados a este acidente estão apresentados no Gráfico 14, onde se observa que 6 pessoas ficaram desabrigadas, 51 desalojadas e 37 foram afetadas.

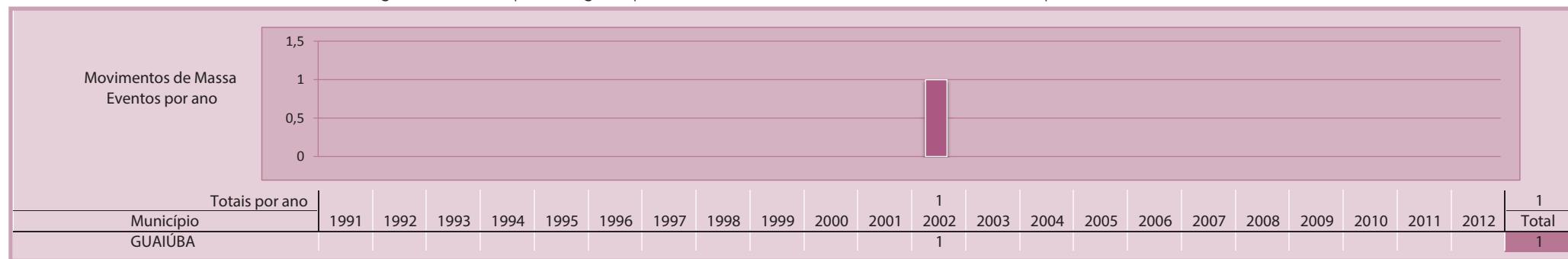
Gráfico 14: Danos humanos relacionados ao rompimento dos açudes de Santo Antônio e José Alberto, localizados no Município de Guaiúba/CE



Fonte: Brasil (2013)

O Estado do Ceará possui em torno de 30.000 açudes, ou seja, um açude a cada 5 km², sendo provavelmente o que apresenta a maior quantidade deste tipo de construção no Brasil (MENESCAL et al., 2001). Levantamento dos acidentes ocorridos em açudes no Estado do Ceará, a partir de 1917, constatam como principais causas de ruptura os galgamentos, surgências de água à jusante, trincas, piping, deslizamento de taludes e erosões. Esses acidentes estão relacionados à prática adotada nas barragens do semiárido de se construir sangradouros sem revestimento e ao dimensionamento dos pequenos barramentos para baixos períodos de retorno (100 anos) (MENESCAL et al., 2001).

Infográfico 6: Municípios atingidos por movimentos de massa no Estado do Ceará no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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.

DIÁRIO DO NORDESTE REGIONAL. **Reservatórios arrombam e destroem casas.** [S.I.], 3 maio 2002.

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

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

MENESCAL, R. A. et al. Acidentes e incidentes em barragens no Estado do Ceará. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, 24., 2001, Fortaleza - CE. **Anais...** Fortaleza – CE: [s.n.], 2001.

TERZAGHI, K. Mecanismos de escorregamentos de terra. Trad. de Ernesto Pichler. **Revista Politécnica**, São Paulo, n. 6, p. 167, 1952.

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

SANTOS, A. R. **A grande barreira da Serra do Mar:** da trilha dos tupiniquins à Rodovia dos Imigrantes. Rio de Janeiro: O Nome da Rosa Editora Ltda., 2004. 122 p.

VARNES, D. J. Slope movement types and processes. In: **Landslides Analysis and Control.** Washington: National Academy of Sciences, 1978.

EROSÃO

Mapa 8: Registros de erosões no Estado do Ceará 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).

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.

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)

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 orgânica (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

Quando gerados pela chuva, os processos erosivos 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)

O Brasil, por estar sujeito ao clima tropical, caracterizado por elevada pluviosidade e taxa de intemperismo químico, é mais suscetível ao fenômeno da 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 A 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 enchentes e inundações) (BRASIL, 2007).

EROSÕES ASSOCIADAS A REGIÕES COSTEIRAS SOB A AÇÃO DO MAR

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

Esta nova ação, chamada de erosão costeira e/ou marinha, através da atuação dos movimentos das águas oceânicas sobre as bordas litorâneas, provoca um modelamento destrutivo do relevo, bem como construtivo, resultando em acumulação marinha e, como consequência, originando praias, recifes, restingas e tómbolos (CASTRO, 2003).

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

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

Os processos erosivos atuantes na costa estão relacionados: às características geológicas do relevo litorâneo e topográficas da faixa de contato entre o mar e o litoral; à intensidade, duração e sentido dos ventos dominantes na região; à intensidade e sentido das correntes marinhas locais; à intensidade e altura das marés; à 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 (2013)

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 probabi-

lidade (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 do Ceará, foram enquadrados os registros em conformidade com 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 do Ceará

Terminologia	Quantidade de Ocorrências/Registros
Erosão Costeira/Marinha	07
Erosão Continental	01

Fonte: Brasil (2013)

Conforme a Tabela 16, a maioria dos registros aponta a erosão marinha como o principal desastre dentre os processos erosivos e suas tipologias no Estado do Ceará, contabilizando 7 ocorrências contra apenas 1 registro promovido 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 a precipitações intensas, pode promover o aprofundamento de canais de escoamento superficial do solo; quando este não apresenta cobertura vegetal o fenômeno é agravado e o processo erosivo se intensifica, causando muitos transtornos à população e à economia.

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

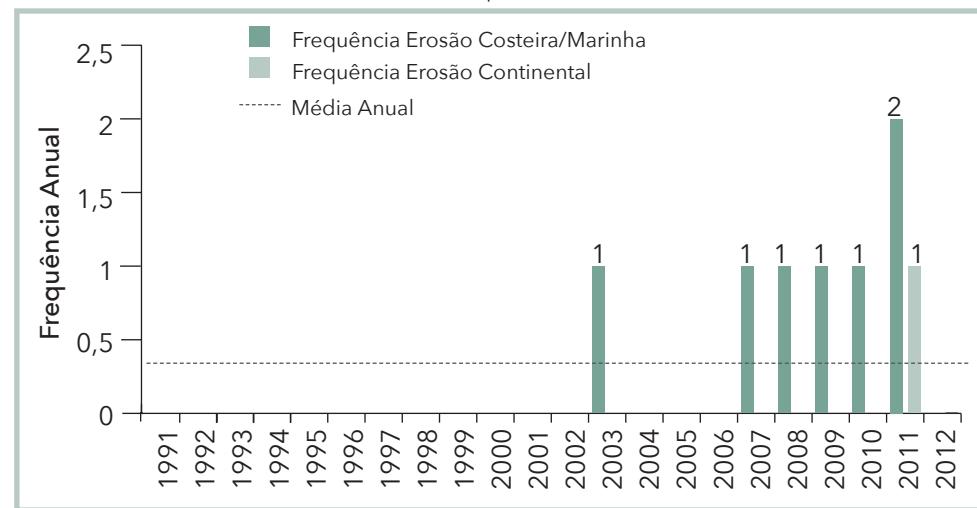
registros compilados pelo CEPED UFSC e CENAD/SEDEC/MI, no Estado do Ceará, são mostrados no Mapa 8.

Os eventos relacionados a processos erosivos ocorrem apenas nas mesorregiões Norte Cearense, Metropolitana de Fortaleza e Jaguaribe, região litorânea do Estado do Ceará. A Mesorregião Metropolitana de Fortaleza, por ser uma região com maior concentração urbana, possui a maioria dos registros; e o Município de Caucaia é o mais recorrente.

Ao analisar os registros de erosão e suas tipologias atuantes no Estado do Ceará, referente ao período de 1991 a 2012, observam-se 7 registros oficiais de desastres causados por erosão marinha, dos quais 4 no Município de Caucaia, 2 em Icapuí, e 1 em Cascavel, ocorridos entre 2003 a 2011. O Município de Aracati foi o único a registrar 1 ocorrência causada por erosão continental, no ano de 2011. Por ser um evento pontual no espaço de tempo de 22 anos, percebe-se que é um desastre natural não recorrente no estado. Não é possível, portanto, realizar uma análise da frequência desse evento adverso.

O Gráfico 15 apresenta a frequência anual dos desastres vinculados aos processos erosivos ocorridos no Estado do Ceará, entre 1991 a 2012.

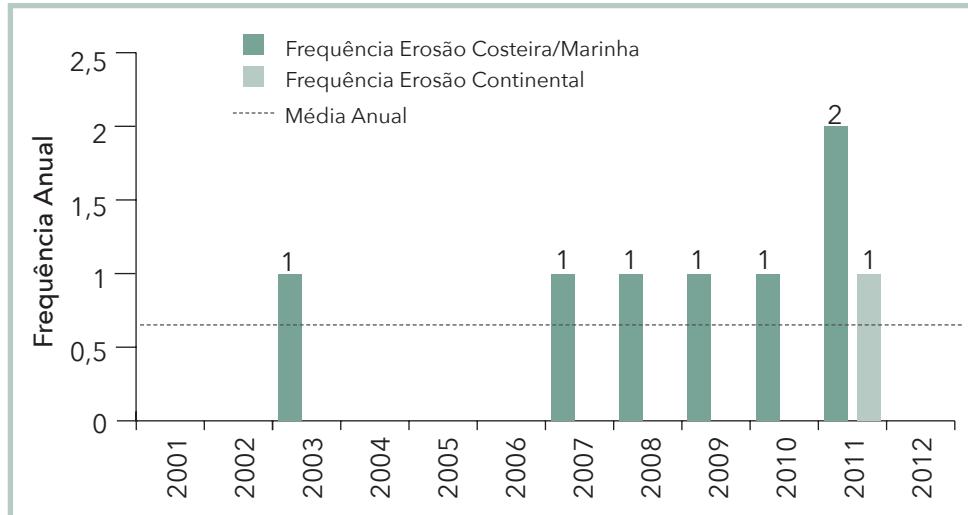
Gráfico 15: Frequência anual de desastres por erosão no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Conforme o Gráfico 16, a partir da última década de registros, a média de ocorrências passa a ser mais significativa. Observa-se uma intensificação dos registros a partir do ano de 2007.

Gráfico 16: Frequência anual de desastres por erosão no Estado do Ceará, no período de 2001 a 2012



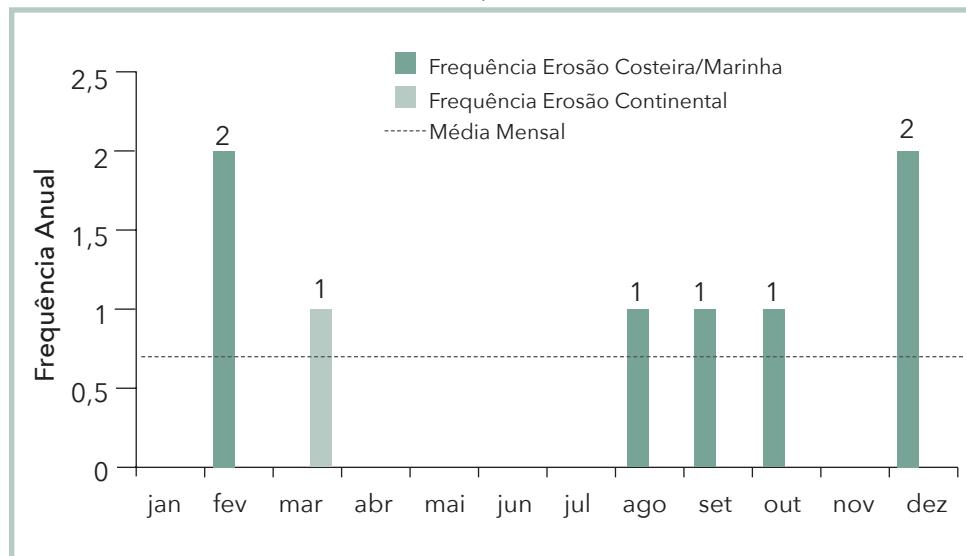
Fonte: Brasil (2013)

O Gráfico 17 demonstra a frequência mensal de desastres por erosão no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012.

Conforme esse gráfico, é difícil estabelecer um padrão de análise da frequência mensal dos eventos relacionados com erosões fluvial e continental, uma vez que o número de registros é reduzido no período. De forma geral, os eventos de ambos os tipos ocorrem principalmente entre os meses de agosto a março, com destaque para a erosão marinha, que apresenta maior recorrência.

De acordo com os documentos oficiais, as ocorrências dos anos de 2007 e 2008, no Município de Caucaia, têm como causa a construção de espigões para retenção de areia ao longo da orla marítima, que reduz sensivelmente a sua circulação. Associada à ocupação desordenada das dunas e construções de barramentos, a alimentação eólica e fluvial na re-

Gráfico 17: Frequência mensal de desastres por erosão no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

gião é reduzida drasticamente, tendo como consequência o intenso processo erosivo na área. A erosão se agrava no ano posterior. Com isso, foi necessário elaborar novo AVADAN do desastre causado por erosão marinha. O evento do ano de 2009, no referido município, também foi influenciado pela ocupação desordenada e planejamento inadequado do litoral, o que provocou forte recuo na linha da costa nas praias do município.

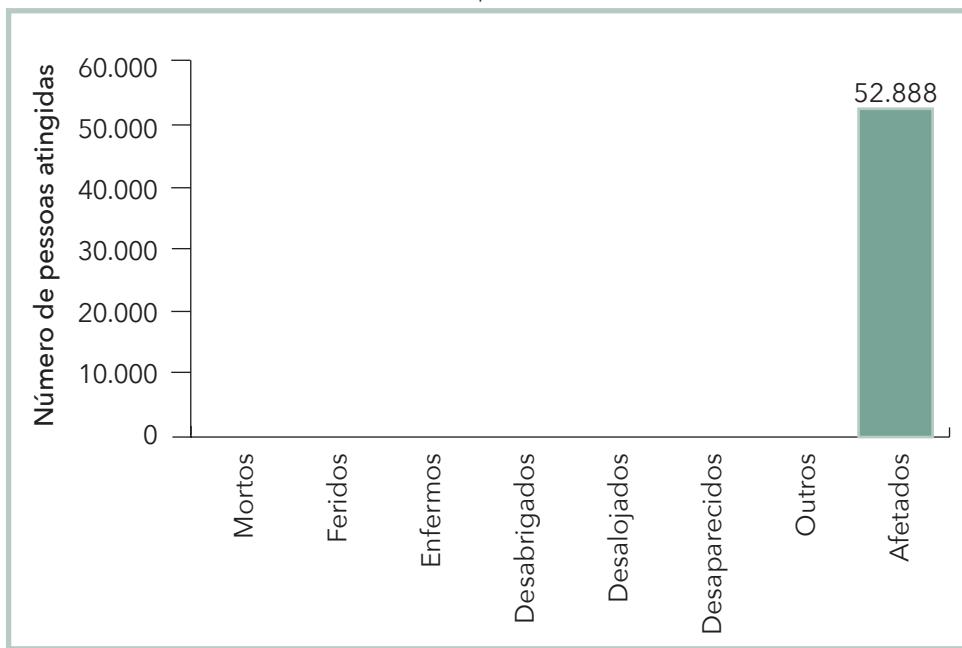
O Estado do Ceará, como em quase todo o Nordeste do país, apresenta grande diversidade de paisagens naturais, como dunas, praias, falésias e mangues. Contudo, a especulação imobiliária e o incremento de atividades produtivas têm gerado conflitos socioambientais com expressiva degradação ambiental e comprometimento da estrutura funcional das paisagens litorâneas (IDELFONSO; CARVALHO, 2009).

Os fenômenos naturais associados à ação antrópica na zona costeira representam um cenário de grande atividade econômica e alta concentração populacional, que vêm sofrendo com a intensificação dos processos erosivos (OLIVEIRA, 2006).

Entre as causas que provocam erosão marinha no Estado do Ceará estão o aumento da frequência e intensidade das tempestades no Atlântico Norte e/ou os distúrbios gerados no extremo sul do continente africano. Também influenciam diretamente a entrada de ondas swell, de alta energia no nordeste setentrional brasileiro, principalmente no primeiro semestre do ano (INNOCENTINI et al., 2003, 2005; MELO et al., 1995 apud MORAIS et al., 2008).

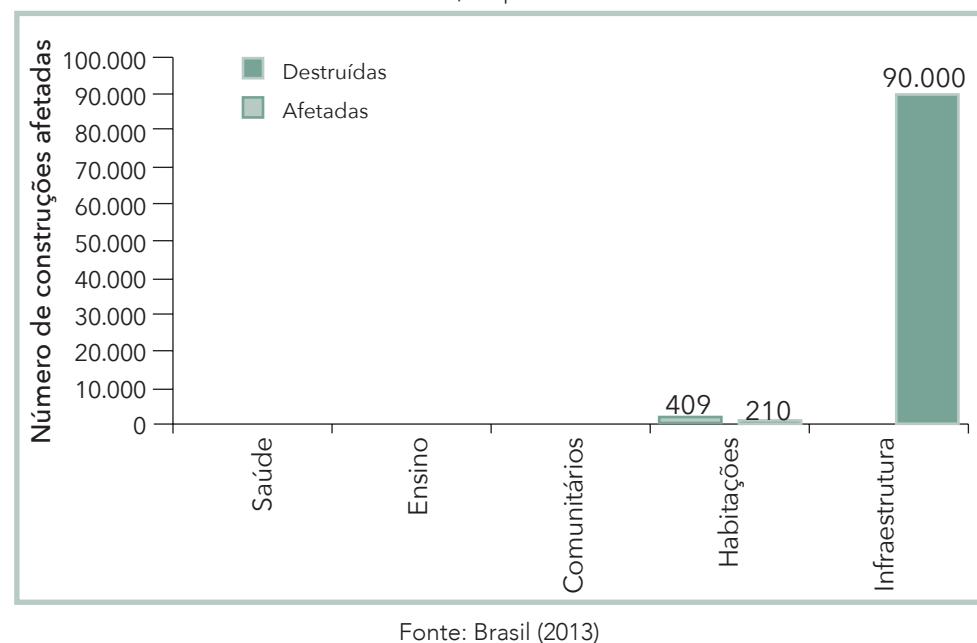
Segundo os documentos oficiais, os processos erosivos ao longo dos 22 anos causaram danos humanos apenas nas ocorrências do Município de Caucaia. De acordo com o Gráfico 18, durante os 4 episódios ocorridos por erosão marinha no município, 52.888 pessoas foram afetadas. Embora os processos erosivos sejam naturais e não representem problema algum quando ocorrem 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 dinâmico.

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



Quanto aos danos materiais por processos erosivos, o Estado do Ceará apresenta sua maior perda relacionada à infraestrutura, registrando 90.000 propriedades destruídas no Município de Caucaia, no período de 1991-2012, decorrentes de erosões marinhas, conforme o Gráfico 19.

Gráfico 19: Danos materiais causados por desastres por erosão no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



O Infográfico 7 apresenta um resumo de todos os registros oficiais do Estado do Ceará.

Infográfico 7: Síntese das ocorrências de erosão no Estado do Ceará



Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

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

_____. 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 mar. 2013.

DOYLE, L. J. et al. **Living With the West Florida Shore**. Durham, North Carolina: Duke University Press, 1984. 222 p.

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.

IDELFONSO, I. C. S.; CARVALHO, R. G. de. Problemas de uso e ocupação do solo e degradação ambiental no núcleo urbano de Tibau-RN. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/077.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2013.

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 mar. 2013.

MORAIS, J. O. et al. Erosão costeira em praias adjacentes às desembocaduras fluviais: o caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, Maceió, v. 8, n. 2, p. 61-76, 2008. Disponível em: http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-132_moraes.pdf. Acesso em: 24 mar 2013.

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

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

OLIVEIRA, C. R. P. de. Impactos causados pela ocupação desordenada na zona costeira de Maria Farinha-PE. In: SAPIS – SEMINÁRIO ÁREAS PROTEGIDAS E INCLUSÃO SOCIAL, 2., 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: EICOS, 2006. Disponível em: <<http://www.ivt-rj.net/sapis/2006/pdf/CinthiaOliveira.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2013.

PILKEY Jr., O.H. et al. **Living With the East Florida Shore.** Durham, North Carolina: Duke University Press, 1984. 255 p.

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

INCÊNDIO FLORESTAL

Mapa 9: Registros de incêndios no Estado do Ceará 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).

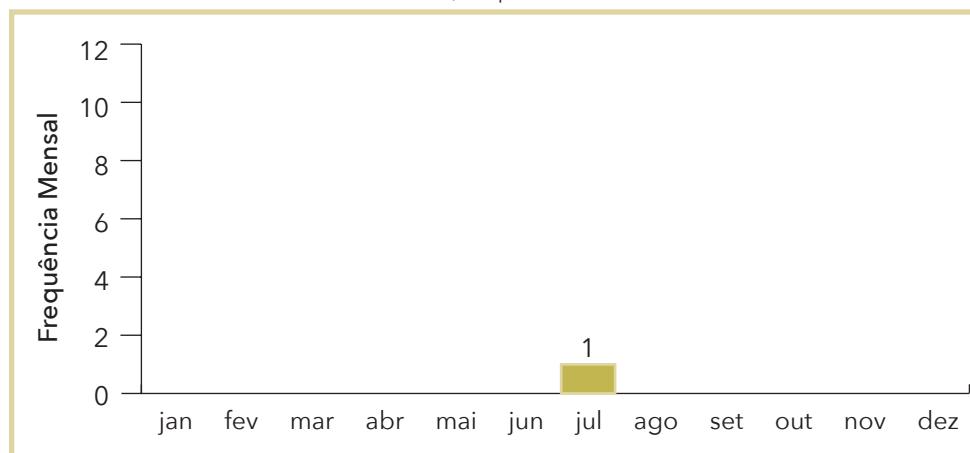
Os incêndios atingem áreas florestadas e de savanas, como os cerrados e caatingas. De uma maneira geral, queimam mais facilmente: os restos vegetais; as gramíneas, os liquens e os pequenos ramos e arbustos ressecados. A combustão de galhos grossos, troncos caídos, húmus e raízes é mais lenta (CASTRO,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

O Estado do Ceará, entre os anos de 1991 a 2012, teve apenas 1 registro de desastre de incêndio florestal. Esse registro foi espacializado no Mapa 9, onde pode ser localizado o município afetado.

Ainda de acordo com o Mapa 9, o Município de Horizonte, localizado na Microrregião Metropolitana de Fortaleza, foi o único dentre os 184 municípios do estado a ser atingido por esse tipo de desastre.

Ao analisar o aspecto climático como predominante na deflagração desse tipo de evento adverso, verifica-se no Gráfico 20 que julho foi o único mês que apresentou ocorrência. Os períodos de seca e estiagem são mais suscetíveis à ocorrência e ao aumento da frequência de incêndios.

Gráfico 20: Frequência mensal de registro de incêndio florestal no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



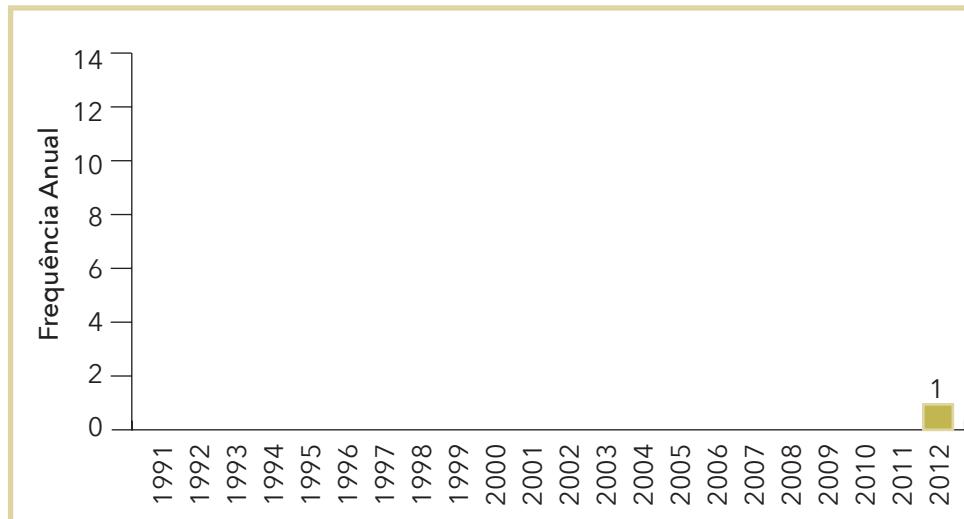
Fonte: Brasil (2013)

Em relação à frequência anual de incêndios, conforme se pode observar no Gráfico 21, nos vintes primeiros anos da pesquisa, não foram registrados desastres causados por incêndios florestais em documentos oficiais da Defesa Civil. O ano de 2012 é o único a apresentar um registro de desastre natural por incêndio florestal.

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

O Infográfico 8, referente ao período de 1991 a 2012, de desastres naturais causados por incêndios, apresenta o único registro no ano de 2012.

Gráfico 21: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



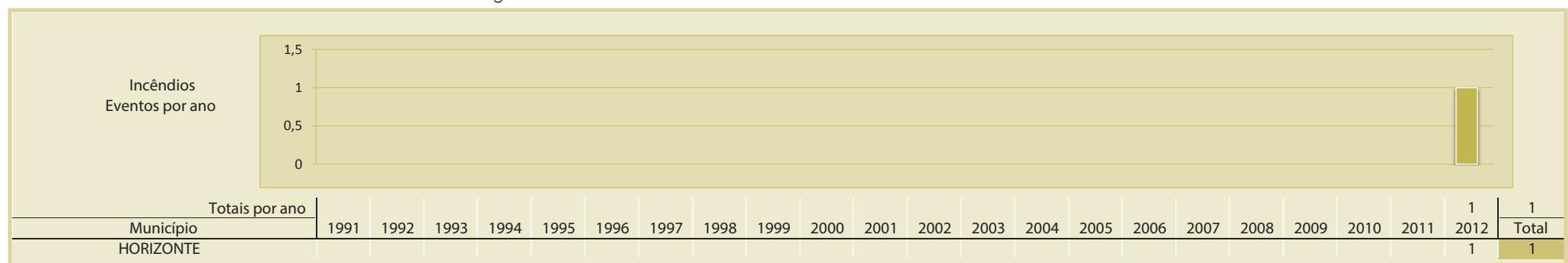
Fonte: Brasil (2013)

Figura 8: Incêndio no Estado do Ceará



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

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



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 jul. 2013.

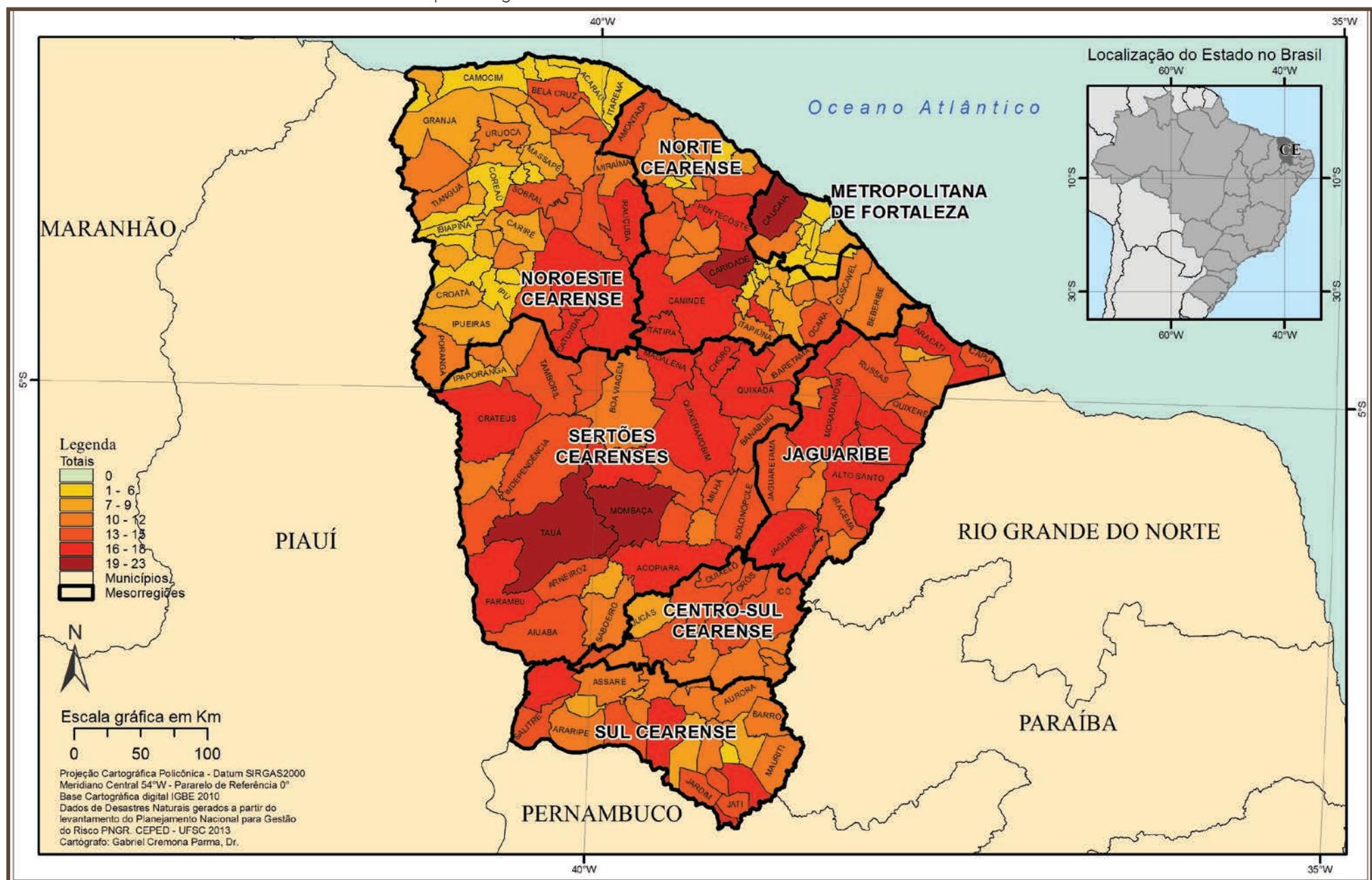
_____. Governo do Estado do Ceará. Coordenadoria Estadual de Defesa. **Acervo Fotográfico**. 2011.

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 DO CEARÁ

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



Ao analisar os 2.046 registros oficiais de desastres naturais que afetaram o Estado do Ceará, ao longo de vinte e dois anos (1991-2012), verifica-se a ocorrência dos seguintes eventos naturais: estiagem e seca; inundação; enxurrada; alagamento; movimento de massa; erosão; incêndio e vendaval, alguns deles recorrentes.

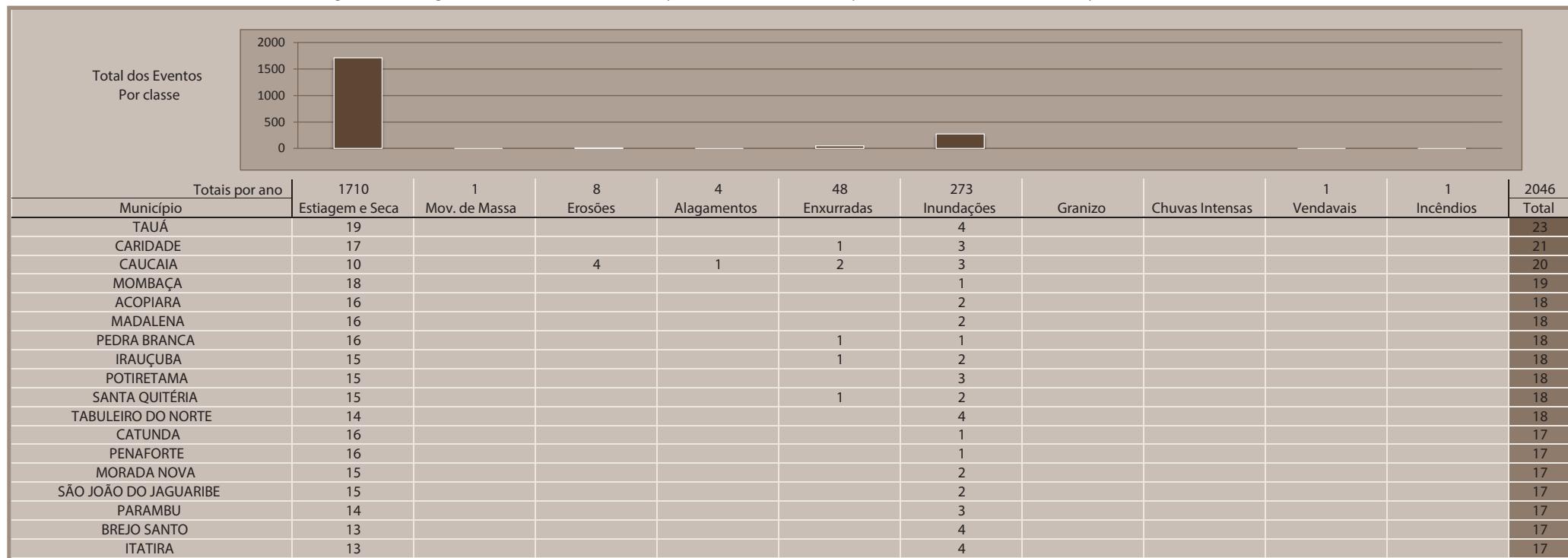
O Mapa 10 espacializa todos os registros de desastres por município no estado e mostra que 183 municípios foram atingidos por algum tipo de evento no decorrer da escala temporal adotada. Somente o Município de Eusébio, na Mesorregião Metropolitana de Fortaleza, não tem nenhum tipo de registro no período.

O maior número de ocorrências se evidencia na faixa centro-oeste do território cearense, nas mesorregiões Sertões e Noroeste, com 430 e 418 registros, respectivamente. A localização geográfica dos municípios

situados nessas mesorregiões influencia diretamente no número elevado de registros, uma vez que estão distribuídos em regiões semiáridas, de acordo com a delimitação dos climas do estado (IPECE, 2007a). Os municípios de Tauá e Mombaça (Sertões Cearenses); Caridade (Norte Cearense) e Caucaia (Metropolitana de Fortaleza) apresentam a maior frequência de desastres, conforme apresentado no Mapa 10, dispostos na classe de 19-23 ocorrências.

Ao analisar a Infográfico 9 verifica-se que grande parte dos registros nos municípios localizados nas mesorregiões mais afetadas é decorrente de eventos de estiagens e secas. Como exemplo, tem-se o Município de Tauá. Do total de 23 registros, 19 ocorrências referem-se somente a eventos adversos de estiagens e secas. Da mesma maneira, no Município de Caridade, dentre 21 registros, 14 são relativos a eventos dessa categoria.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

QUIXERAMOBIM	13				4					17
CAMPOS SALES	15				1					16
CANINDÉ	14				2					16
CAPISTRANO	14				2					16
CHORÓ	14				2					16
JAGUARIBE	14				2					16
LIMOÉIRO DO NORTE	13				2			1		16
PENTECOSTE	13			1	2					16
QUIXADÁ	13			1	2					16
ALTO SANTO	12				4					16
ARACATI	11		1		4					16
CRATEÚS	11			1	4					16
CRATO	8			3	5					16
ANTONINA DO NORTE	15									15
JATI	14				1					15
PEREIRO	14				1					15
BANABUIÚ	13				2					15
CEDRO	13				2					15
FORQUILHA	13			1	1					15
HIDROLÂNDIA	13				2					15
PALHANO	13				2					15
PIQUET CARNEIRO	13				2					15
MILHÃ	12				3					15
ICÓ	11				4					15
IGUATU	11				4					15
QUITERIANÓPOLIS	11			1	3					15
JAGUARETAMA	13				1					14
SÃO LUÍS DO CURU	13				1					14
TAMBORIL	13				1					14
ARNEIROZ	12				2					14
OCARA	12			1	1					14
RUSSAS	12				2					14
SALITRE	12				2					14
BELA CRUZ	11				3					14
IRACEMA	11			1	2					14
MORRINHOS	11				3					14
QUIXELO	11				3					14
PORTEIRAS	10			1	3					14
AIUABA	12				1					13
ITAPAGÉ	12			1						13
MONSENHOR TABOSA	12				1					13
SÃO GONÇALO DO AMARANTE	12				1					13
SENADOR POMPEU	12				1					13
SOLONÓPOLE	12				1					13
TEJUÇUOCA	12				1					13
GROAÍRAS	11				2					13
IBARETAMA	11				2					13
INDEPENDÊNCIA	11				2					13
JARDIM	11			1	1					13
ORÓS	11				2					13

Fonte: Brasil (2013)

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

CARIÚS	10				3					13
QUIXERÉ	10			1	2					13
SANTANA DO CARIRI	10			2	1					13
AMONTADA	9		1		3					13
ICAPUÍ	9	2	1	1						13
SOBRAL	9			1	3					13
JAGUARIBARA	12									12
PARAMOTI	12									12
APIUARÉS	11				1					12
ARARIPE	11				1					12
BOA VIAGEM	11				1					12
ERERÉ	11			1						12
IBICUITINGA	11				1					12
IPAUMIRIM	11				1					12
BARREIRA	10				2					12
BARRO	10				2					12
CASCABEL	10	1			1					12
MISSÃO VELHA	10				2					12
SABOEIRO	10				2					12
AURORA	9				3					12
NOVO ORIENTE	9				3					12
SANTANA DO ACARAÚ	8			1	3					12
VIÇOSA DO CEARÁ	8				4					12
ASSARÉ	11									11
DEPUTADO IRAPUAN PINHEIRO	11									11
NOVA OLINDA	11									11
UMARI	11									11
UMIRIM	11									11
ARARENDA	10				1					11
CARIRIAÇU	10				1					11
FORTIM	10				1					11
GENERAL SAMPAIO	10				1					11
GRANJEIRO	10				1					11
ITAPIÚNA	10				1					11
NOVA RUSAS	10				1					11
TRAIRI	10				1					11
BEBERIBE	9			1	1					11
FARIAS BRITO	9				2					11
ITAPIPOCA	9				2					11
JAGUARUANA	9				2					11
LAVRAS DA MANGABEIRA	9				2					11
MAURITI	9				2					11
MIRAIAMA	9			1	1					11
VÁRZEA ALEGRE	8				3					11
BAIXIO	9				1					10
MARANGUAPE	9			1						10
PORANGA	9				1					10
RERIUTABA	9				1					10
TARRAFAS	9				1					10
CHOROZINHO	8				2					10

Fonte: Brasil (2013)

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

URUOCA	8				2					10
MARCO	7				3					10
TIANGUÁ	7				3					10
CATARINA	9									9
JUCÁS	9									9
CARNAUBAL	8				1					9
CROATÁ	8			1						9
SENADOR SÁ	8				1					9
GRANJA	7				2					9
ITAIÇABA	7				2					9
BARBALHA	6				3					9
JUAZEIRO DO NORTE	6			1	2					9
ALTANEIRA	8									8
MILAGRES	8									8
POTENGI	8									8
BATURITÉ	7				1					8
FRECHEIRINHA	7				1					8
IPUEIRAS	7				1					8
IPAPORANGA	6		1	1						8
MORAÚJO	6				2					8
BARROQUINHA	4				4					8
GRAÇA	7									7
PARACURU	7									7
ARACOIABA	6				1					7
ARATUBA	6			1						7
CARIRÉ	6				1					7
MARTINÓPOLE	6				1					7
MASSAPÊ	6				1					7
MUCAMBO	6				1					7
REDENÇÃO	6			1						7
VARJOTA	6				1					7
PACUJÁ	5				2					7
AQUIRAZ	3			1	3					7
ALCÂNTARAS	6									6
ABAIIARA	5				1					6
ACARAÚ	5				1					6
CHAVAL	5				1					6
ITAREMA	5				1					6
MÉRUOCA	5			1						6
PACAJUS	5				1					6
COREAÚ	4				2					6
IPU	4			1	1					6
MULUNGU	4				2					6
PALMÁCIA	4			2						6
ACARAPE	5									5
GUARACIABA DO NORTE	5									5
TURURU	5									5
PACOTI	4			1						5
PINDORETAMA	4				1					5

Fonte: Brasil (2013)

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

PIRES FERREIRA	4				1					5
SÃO BENEDITO	4					1				5
URUBURETAMA	4				1					5
CRUZ	3					2				5
UBAJARA	3					2				5
MARACANAÚ	2				2	1				5
CAMOCIM	3					1				4
GUAIÚBA	3	1								4
IBIAPINA	3				1					4
JIJOCA DE JERICÓACOARA	3					1				4
FORTALEZA	1				3					4
PARAIPABA	3									3
HORIZONTE	1					1			1	3
GUARAMIRANGA	1									1
ITAITINGA	1									1
PACATUBA	1									1

Fonte: Brasil (2013)

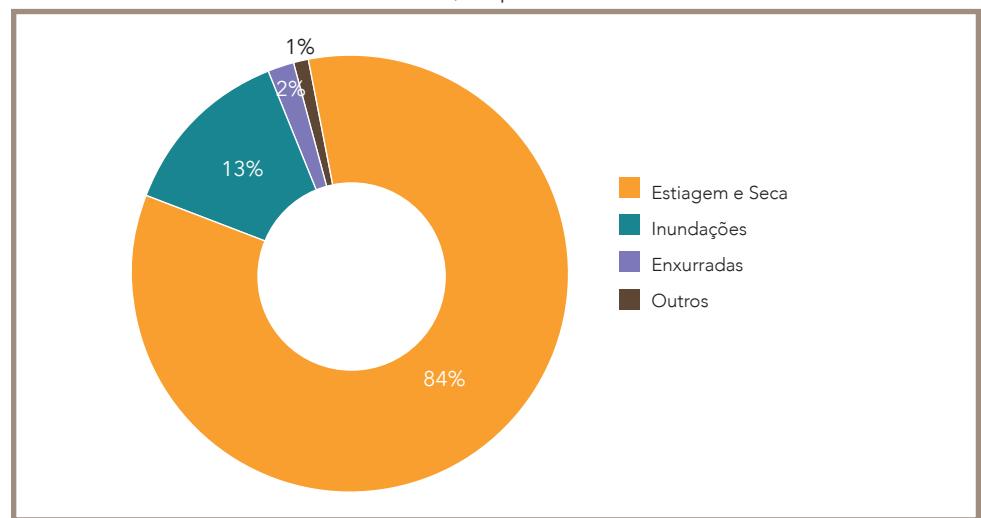
Estiagens e secas, diretamente relacionadas à redução das precipitações pluviométricas, estão entre os desastres naturais mais frequentes e tidos como um dos maiores problemas do estado. Esses fenômenos correspondem a 1.710 registros, equivalentes a 84% dos desastres naturais do Estado do Ceará, conforme demonstra o Gráfico 22. Considerando as características climáticas predominantes nesse estado, somadas a outras características físicas, como solos rasos e embasamento cristalino, percebe-se a fragilidade e vulnerabilidade que afetam grande extensão territorial e produzem efeitos negativos e prolongados na economia e, principalmente, na sociedade (RIBEIRO; SILVA, 2010).

O Estado do Ceará sofre anualmente com a escassez das chuvas e, por outro lado, com o excesso também, em virtude das precipitações concentradas em períodos curtos de tempo, em diversos municípios, afetando tanto áreas rurais como urbanas. Os desastres relativos às inundações apresentam-se como o segundo desastre natural de maior ocorrência, com um total de 273 registros, equivalentes a 13% dos desastres ocorridos, afetando mais de um milhão de pessoas.

Os desastres naturais relacionados a enxurradas estão em terceiro lugar, perfazendo um total de 48 registros, que corresponde somente a 2% dos desastres ocorridos no período em análise.

Os demais tipos de desastres naturais como erosão, alagamento, vendaval e movimento de massa são pouco expressivos na escala temporal adotada. Foram classificados, portanto, na categoria Outros, com 14 ocorrências, representada no Gráfico 22 por 1% do total.

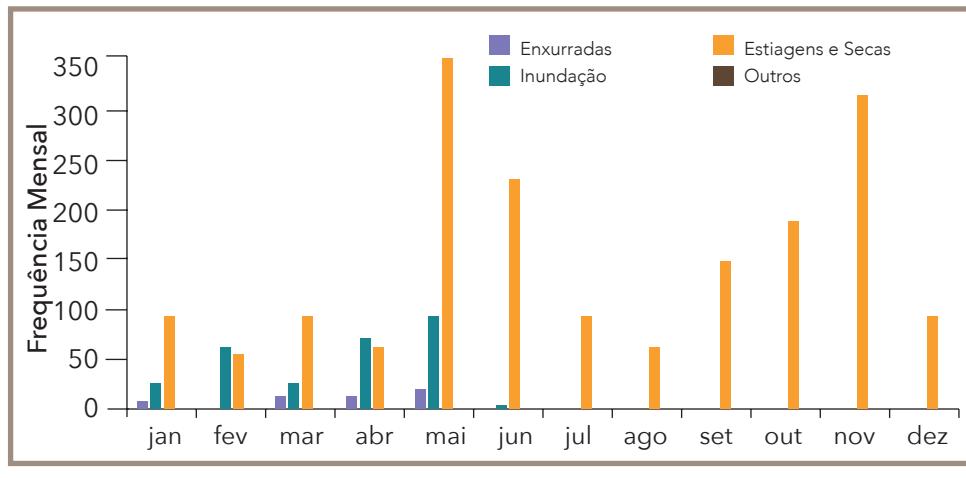
Gráfico 22: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Os registros dos desastres naturais mais recorrentes foram distribuídos em uma frequência mensal ao longo dos anos de 1991 a 2012, no Gráfico 23. É possível identificar que os desastres relativos ao excesso de chuvas, como inundações e enxurradas, concentram-se nos meses do período chuvoso do estado, novembro a maio, apresentando maior frequência mensal de janeiro a maio.

Gráfico 23: Frequência mensal dos desastres mais recorrentes no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

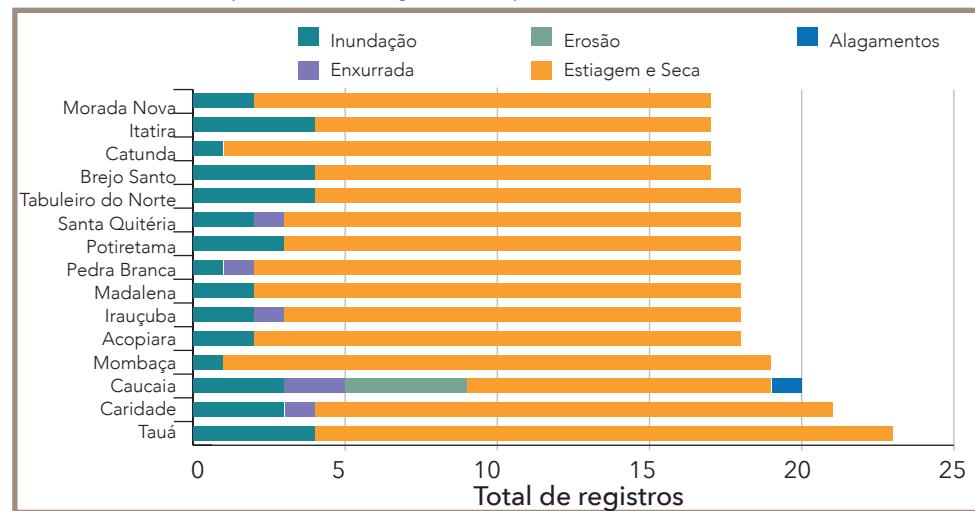
Por outro lado, os desastres por estiagens e secas encontram-se distribuídos em todos os meses do ano; no entanto, a maior frequência do evento está nos meses do período de pouca chuva no estado, entre junho e outubro. Ressalta-se que o clima tropical quente semiárido prevalece em aproximadamente 68% do território do Estado do Ceará, abrangendo 98 municípios. Este tipo climático apresenta pluviosidade menor que 950 mm anuais (IPECE, 2007a; FUNCeme, 2007).

É necessário ressaltar, também, que o mês de maio, apesar de corresponder ao período chuvoso, apresenta um dos maiores picos de eventos severos de estiagens e secas, com o total de 350 registros (Gráfico 23). Estes se referem, em grande parte, a municípios que apresentam déficit hídrico durante o ano inteiro, situados no semiárido cearense. Caracteri-

zam-se por baixos índices de pluviosidade, onde as estiagens prolongadas podem ocorrer durante longos períodos de tempo, por alguns meses, e inclusive em mais de uma estação do ano.

Ao considerar todos os registros oficiais de desastres naturais ocorridos no Estado do Ceará, foram selecionados os quinze municípios mais atingidos pelas tipologias mais recorrentes, de acordo com o Gráfico 24. O Município de Tauá lidera o ranking dos municípios com o maior número de registros, com 23 ocorrências, das quais 19 correspondem a desastres por estiagens e secas. O Município de Caridade aparece em segundo lugar, com 21 ocorrências, 17 de estiagens e secas. Na terceira posição, o Município de Caucaia, com 20 ocorrências, 10 delas correspondendo a estiagens e secas.

Gráfico 24: Municípios mais atingidos no Estado do Ceará, classificados pelo total de registros, no período de 1991 a 2012



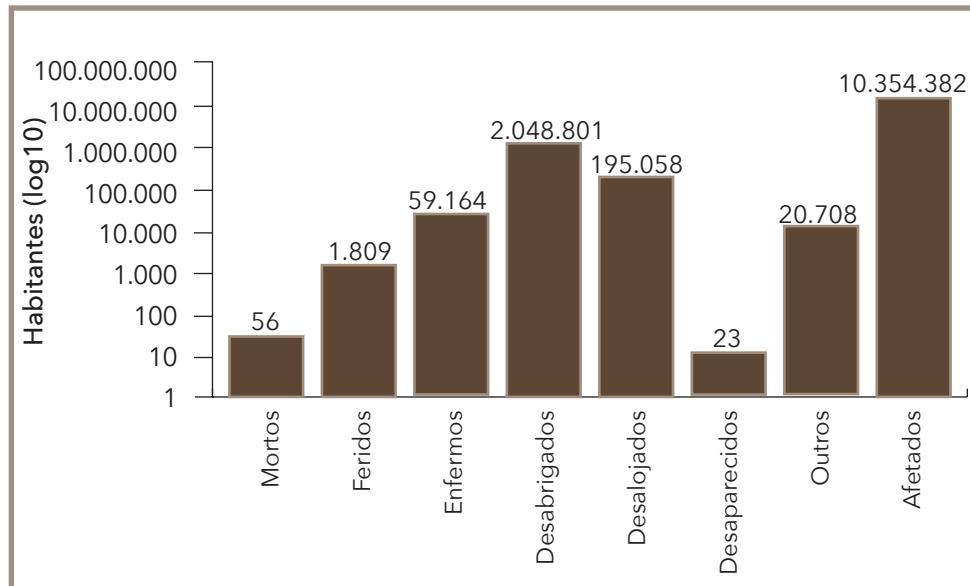
Fonte: Brasil (2013)

O Município de Caucaia é o único que apresenta registros dos cinco tipos de desastres demonstrados no Gráfico 24. Os demais possuem um cenário semelhante entre si, com grande recorrência de registros relacionados a estiagens e secas.

Com relação aos danos humanos ocasionados pelos eventos adversos, o Gráfico 25 expressa os totais registrados no período de análise,

com base nos dados disponíveis. Diretamente, mais de 10 milhões de pessoas foram afetadas, com registros de 56 mortos, 1.809 feridos, 59.164 enfermos, 2.048.801 desabrigados, 195.058 desalojados, 23 desaparecidos e 20.708 pessoas atingidas por outros tipos de danos.

Gráfico 25: Total de danos humanos no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

A Tabela 17 apresenta os municípios que mais registraram falecimentos devido aos desastres naturais no território cearense. Fortaleza, a capital do estado, apresenta 11 registros de mortes, resultado de severas enxurradas ocorridas nos anos de 2002 e 2004.

Com base nos registros levantados é possível diagnosticar que o Estado do Ceará possui, no âmbito dos desastres naturais, uma grande problemática proveniente de eventos adversos de estiagens e secas. É fato que os registros apresentaram-se, para alguns municípios, de forma constante, não somente no período característico das secas. Aliás, os municípios mais atingidos, como citado anteriormente, situam-se na região do estado marcada por um severo período de seca, em razão do clima

Tabela 17: Falecimentos registrados pelos municípios cearenses entre 1991 e 2012, ocasionados pelos desastres naturais

Mesorregião	Município	Mortos
Metropolitana de Fortaleza	Fortaleza	11
Sul Cearense	Juazeiro do Norte	6
Noroeste Cearense	Sobral	5
Jaguaribe	Russas	4
Sul Cearense	Salitre	3
Noroeste Cearense	Santana do Acaraú	3
Noroeste Cearense	Bela Cruz	2
Noroeste Cearense	Cariré	2
Sertões Cearenses	Crateús	2
Jaguaribe	Iracema	2
Sertões Cearenses	Parambu	2
Norte Cearense	Tejuçuoca	2
Noroeste Cearense	Acaraú	1
Metropolitana de Fortaleza	Caucaia	1

Fonte: Brasil (2013)

tropical quente semiárido (IPECE, 2007a). O estado apresenta seu espaço territorial inserido predominantemente no chamado Polígono das Secas, na região semiárida do Nordeste (BONILLA; MARTINS; LEITE, 2010). Isto torna a população vulnerável aos fenômenos da seca, caracterizada principalmente pela irregularidade temporal-espacial e escassez pluviométrica em determinados períodos do ano. O regime de chuvas é altamente concentrado, com cerca de 90% dos totais anuais, incidindo dentro do período de seis meses, mas seu efeito é potencializado pelas altas taxas de evaporação/evapotranspiração (IPECE, 2007b; RIBEIRO; SILVA, 2010).

Esses fenômenos, portanto, são eventos naturais comuns ao estado. Causam danos à população cearense na medida em que são muitos os registros confirmados e caracterizados como desastres. Isso porque qualquer desequilíbrio mais acentuado no regime hídrico local gera impactos significativos sobre a dinâmica econômica, ambiental e social.

Cabe ressaltar que as condições de seca na Região Nordeste são registradas desde o tempo da colonização, trazendo há anos prejuízos à população (RIBEIRO; SILVA, 2010). Contudo, nem todos os fenômenos serão

considerados perigos (hazards), mas sim apenas aqueles que estão relacionados ou ocorrendo em áreas ocupadas pelo homem, gerando danos.

Para a UNDP (2004), desastre natural é o resultado de um perigo natural em conjunto com a vulnerabilidade humana, e a capacidade da sociedade em lidar com os danos recebidos. Dessa maneira, a interação de perigos naturais e o sistema humano provocam os desastres naturais.

O modelo de planejamento da ocupação nas áreas urbanas, às margens de rios e nas encostas, bem como a estruturação da rede de drenagem, pode agravar o impacto gerado pelo aumento e acúmulo de chuvas no município ou na área atingida. É necessário compreender que a recorrência das inundações e de outros desastres naturais não é proveniente apenas de fatores climáticos e meteorológicos, mas resulta de um conjunto de elementos naturais e, principalmente, antrópicos.

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

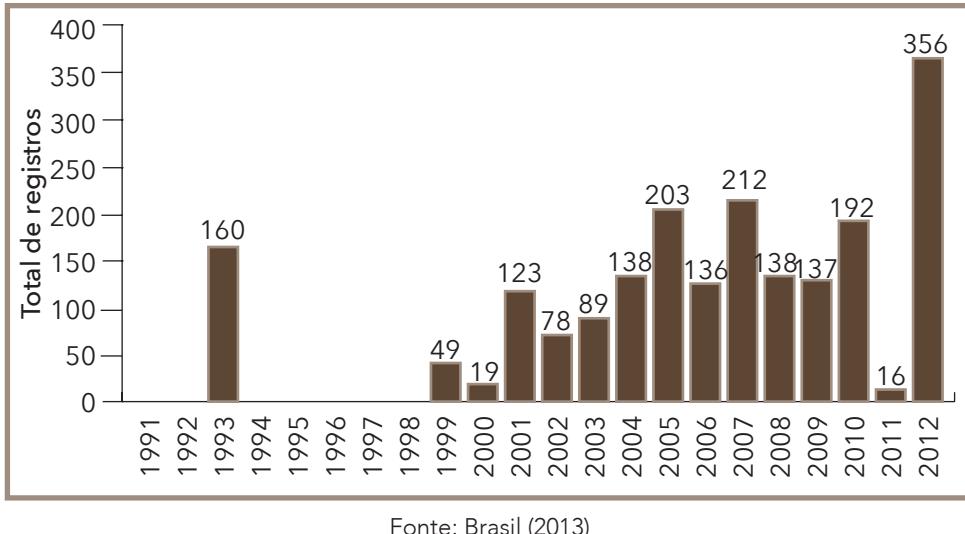
As inconsistências encontradas retratam certa fragilidade histórica do sistema nacional de defesa civil, principalmente pela ausência de profissionais especializados em âmbito municipal e pela falta de unidade e de padronização das informações declaradas pelos documentos de registros de desastres. É,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

Os dados coletados no Estado do Ceará e publicados neste volume demonstram que os registros de ocorrência de desastres aumentaram na última década em relação à década passada, particularmente a partir de 1999, conforme ilustra o Gráfico 26, mas não permitem, sem uma análise mais detalhada, afirmar que houve um aumento de ocorrências na mesma proporção do aumento de registros.

Apesar de não poder assegurar a relação direta entre registros e ocorrências, o presente documento permite uma série de importantes análises, ao oferecer informações – nunca antes sistematizadas – que ampliam as discussões sobre as causas das ocorrências e a intensidade dos desastres. Com

Gráfico 26: Total de registros de desastres coletados no Estado do Ceará, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

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 do Ceará, por exemplo, percebe-se a incidência frequente das estiagens e secas, que possibilitam verificar a sazonalidade e recorrência dessa categoria de desastre, e assim subsidiar os processos decisórios para direcionar recursos e reduzir danos e prejuízos, assim como perdas humanas.

A partir das análises que se derivem deste Atlas, é possível afirmar que este estudo é mais um passo na produção do conhecimento necessário para a construção de comunidades resilientes e sustentáveis.

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

Referências

BONILLA, O. H.; MARTINS, C. M.; LEITE, M. S. Caracterização da vegetação costeira na reserva ecológica particular de Sapiranga - Fortaleza - CE. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, [S.I.], n. 2, 2010. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgcimang9_Bonilla.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2013.

BRASIL. Governo do Estado do Ceará. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. **Acervo fotográfico**. 2011.

_____. 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 jul. 2013.

CEARÁ (Estado). Secretaria de Turismo. **Acervo fotográfico**. 2011.

FUNCENE - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Meio ambiente**: tipos climáticos. Ceará: IPECE, 2007. Escala 1:25 000, 2007. 1 mapa. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/126.htm>>. Acesso em: 14 jun. 2013.

IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em Mapas** - Caracterização territorial: meio ambiente – tipos climáticos. Ceará: IPECE, 2007a. Escala 1:5.000.000. 1 mapa. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/126x.htm>>. Acesso em: 31 set. 2013.

_____. **Ceará em Mapas** - Caracterização territorial: meio ambiente. Ceará: IPECE, 2007b. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

RIBEIRO, E. de C. M.; SILVA, M. M. da C. **Um retrato do semiárido**

cearense. Fortaleza: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, 2010. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/textos_discussao/TD_76.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2013.

UNDP – UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. **A Global Repor:**

Reducing disaster risk a challenge for development. New York: UNDP, 2004. 130 p. Disponível em: <http://www.undp.org/cpr/whats_new/rdr_english.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2013.