



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 Rio de Janeiro

2ª 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/Use 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.
120 p. : il. color. ; 22 cm.

Volume Rio de Janeiro.

I. Desastres naturais. 2. Estado do Rio de Janeiro - 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 (815.3).

Catálogo na publicação por Graziela Bonin – CRB14/1191.

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

Humberto Viana
Secretário Nacional de Defesa Civil

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

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

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

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

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

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

Este volume apresenta os mapas temáticos de ocorrências de desastres naturais no Estado do Rio de Janeiro. 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 Rio de Janeiro, espacializados nos mapas temáticos que, juntamente com a análise dos registros e com os danos humanos, permitem uma visão global dos desastres ocorridos, de forma a subsidiar o planejamento e a gestão das ações de minimização.

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

EXECUÇÃO DO ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES

COORDENAÇÃO DO PROJETO

Professor Antônio Edésio Jungles, Dr.

SUPERVISÃO DO PROJETO

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Jairo Ernesto Bastos Krüger

EQUIPE DE ELABORAÇÃO DO ATLAS

AUTORES

Gerly Mattos Sanchez

Mari Angela Machado

Michely Marcia Martins

Professor Orlando Martini de Oliveira, Dr.

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Regiane Mara Sbroglia

Rita de Cássia Dutra

Roberto Fabris Goerl

Rodrigo Bim

GEOPROCESSAMENTO

Professor Gabriel Oscar Cremona Parma, Dr.

REVISÃO TÉCNICA DE CONTEÚDO

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Professor Orlando Martini de Oliveira, Dr.

Professora Janete Abreu, Dra.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Graziela Bonin

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL

Patrícia Regina da Costa

Pedro Paulo de Souza

EQUIPE DE CAMPO, COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Ana Caroline Gularte

Bruna Alinne Classen

Daniela Gesser

Karen Barbosa Amarante

Maria Elisa Horn Iwaya

Larissa Mazzoli

Luiz Gustavo Rocha dos Santos

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Denise Aparecida Bunn

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Joice Balboa

EQUIPE DE APOIO

Adriano Schmidt Reibnitz

Eliane Alves Barreto

Érika Alessandra Salmeron Silva

Evillyn Kjellin Patussi

Paulo Roberto dos Santos

Sérgio Luiz Meira

FOTOS CAPA

Foto superior: Defesa Civil de Rio do Sul - SC

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

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

Lista de Figuras

Figura 1: Registro de desastres.....	13
Figura 2: Consequências das extremas inundações bruscas ocorridas no Estado do Rio de Janeiro	40
Figura 3: Inundação no município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro	54
Figura 4: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma	61
Figura 5: a) Obstrução à drenagem b) Lixo retido na drenagem.....	61
Figura 6: Município de Araruama, RJ.....	63
Figura 7: Destelhamento pelo forte vendaval	72
Figura 8: Processo de formação de granizo	79
Figura 9: Hortaliças prejudicadas pela queda de granizo.....	82
Figura 10: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento	88
Figura 11: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP	89
Figura 12: Eventos extremos de deslizamentos na região serrana do Estado do Rio de Janeiro	90
Figura 13: Deslizamento extremo, que provocou situação de calamidade pública no Estado do Rio de Janeiro	92

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Frequência anual de desastres causados por estiagem e seca no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	34
Gráfico 2: Frequência mensal de estiagem e seca no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	35
Gráfico 3: Danos humanos ocasionados por estiagem e seca no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	35
Gráfico 4: Frequência anual de desastres por enxurradas no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	41
Gráfico 5: Frequência mensal de desastres por enxurradas no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	42
Gráfico 6: Danos humanos causados por enxurradas no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	42
Gráfico 7: Edificações destruídas e danificadas pelas enxurradas no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	43
Gráfico 8: Frequência anual de desastres por inundações no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	53

Gráfico 9: Frequência mensal de desastres por inundações no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	53
Gráfico 10: Danos humanos causados por desastres de inundações no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	54
Gráfico 11: Danos materiais causados por desastres de inundações no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	55
Gráfico 12: Frequência anual de desastres por alagamentos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	63
Gráfico 13: Frequência mensal de desastres por alagamentos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	64
Gráfico 14: Danos humanos causados por desastres de alagamentos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	64
Gráfico 15: Edificações destruídas e danificadas pelos alagamentos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	65
Gráfico 16: Frequência mensal de registros de vendaval no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	73
Gráfico 17: Frequência anual de vendaval no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	73
Gráfico 18: Danos humanos causados por vendavais no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	74
Gráfico 19: Danos materiais causados por vendavais no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	74
Gráfico 20: Frequência mensal de registros de granizo no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	80
Gráfico 21: Frequência anual de registros de granizo no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	80
Gráfico 22: Danos humanos causados por granizos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	81
Gráfico 23: Danos materiais causados por granizos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	82
Gráfico 24: Frequência mensal de movimentos de massa no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	91
Gráfico 25: Danos humanos ocasionados por movimentos de massa no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	91
Gráfico 26: Frequência anual de desastres por erosão no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	100
Gráfico 27: Frequência mensal de desastres por erosão no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	101
Gráfico 28: Danos humanos causados por erosão no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	101
Gráfico 29: Danos materiais causados por desastres por erosão no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	102
Gráfico 30: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	107
Gráfico 31: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	108

Gráfico 32: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	116
Gráfico 33: Frequência mensal dos desastres mais recorrentes no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	116
Gráfico 34: Municípios mais atingidos do Estado do Rio de Janeiro, classificados pelo total de registros, no período de 1991 a 2012.....	117
Gráfico 35: Total de danos humanos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	117
Gráfico 36: Total de registros de desastres coletados no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012	119

Lista de Infográficos

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de estiagem e seca no Estado do Rio de Janeiro	36
Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Rio de Janeiro	44
Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado do Rio de Janeiro	56
Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado do Rio de Janeiro.....	66
Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado do Rio de Janeiro	75
Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado do Rio de Janeiro	83
Infográfico 7: Municípios atingidos por movimentos de massa no Estado do Rio de Janeiro no período de 1991 a 2012.....	92
Infográfico 8: Síntese das ocorrências de erosão no Estado do Rio de Janeiro	102
Infográfico 9: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012.....	113

Lista de Mapas

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado do Rio de Janeiro	20
Mapa 2: Registros de estiagem e seca no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012.....	32
Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012.....	38
Mapa 4: Registros de inundações no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012	50
Mapa 5: Registros de alagamento no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012.....	60
Mapa 6: Registros de vendavais no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012.....	70

Mapa 7: Registros de granizos no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012.....	78
Mapa 8: Registros de movimentos de massa no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012.....	86
Mapa 9: Registros de erosões no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012.....	96
Mapa 10: Registros de incêndios no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012	106
Mapa 11: Registros do total dos eventos no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012	112

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.....	39
Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais.....	51
Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento.....	87
Quadro 7: Principais fatores deflagradores de movimentos de massa	90
Quadro 8: Classificação da erosão pelos fatores ativos.....	97
Quadro 9: Terminologia de processos erosivos em relação à sua forma de ocorrência.....	98
Quadro 10: Codificação processos erosivos segundo a COBRADE.....	99

Lista de Tabelas

Tabela 1: População, taxa de crescimento e taxa de população urbana e rural, segundo a Região Sudeste e Unidades da Federação – 2000/2010.....	23
Tabela 2: População, taxa de crescimento, densidade demográfica e taxa de urbanização, segundo as Grandes Regiões do Brasil – 2000/2010	23
Tabela 3: Produto Interno Bruto <i>per capita</i> , segundo a Região Sudeste e Unidades da Federação – 2004/2008	24
Tabela 4: Déficit Habitacional Urbano em Relação aos Domicílios Particulares Permanentes, Segundo Brasil, Região Sudeste e Unidades da Federação – 2008	24
Tabela 5: Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano por faixas de renda média familiar mensal, segundo Região Sudeste e Estado do Rio de Janeiro – FJP/2008	25
Tabela 6: Pessoas de 25 anos ou mais de idade, total e respectiva distribuição percentual, por grupos de anos de estudo – Brasil, Região Sudeste e Estado do Rio de Janeiro – 2009..	25

Tabela 7: Taxas de fecundidade total, bruta de natalidade, bruta de mortalidade, de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer, por sexo - Brasil, Região Sudeste e Unidades da Federação – 2009	25
Tabela 8: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)	42
Tabela 9: Mortes relacionadas aos eventos de enxurrada (1991-2012)	43
Tabela 10: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012)	44
Tabela 11: Os municípios mais severamente atingidos no Estado do Rio de Janeiro (1991-2012)	55
Tabela 12: Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012)	55
Tabela 13: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)	64
Tabela 14: Mortes relacionadas aos eventos de alagamentos (1991-2012)	64
Tabela 15: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012)	65
Tabela 16: Os municípios mais afetados por eventos de granizos entre os anos de 1991 a 2012	74
Tabela 17: Os municípios mais afetados por eventos de granizos entre os anos de 1991 a 2012	81
Tabela 18: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado do Rio de Janeiro	100
Tabela 19: Falecimentos registrados pelos municípios fluminenses entre 1991 e 2012, ocasionados por desastres naturais	117
Tabela 20: Danos humanos registrados por municípios fluminenses, ocasionados pelos desastres naturais de janeiro de 2011 (dados oficiais disponíveis)	118

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

13

O ESTADO DO
RIO DE JANEIRO

19

DESASTRES NATURAIS
NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO DE 1991 A 2012

29

ESTIAGEM E SECA

31

ENXURRADA

37

INUNDAÇÃO

49

ALAGAMENTO

59

VENDAVAL

69

EROSÃO

95

GRANIZO

77

INCÊNDIO FLORESTAL

105

MOVIMENTO DE MASSA

85

DIAGNÓSTICO DOS
DESASTRES NATURAIS NO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

III

INTRODUÇÃO

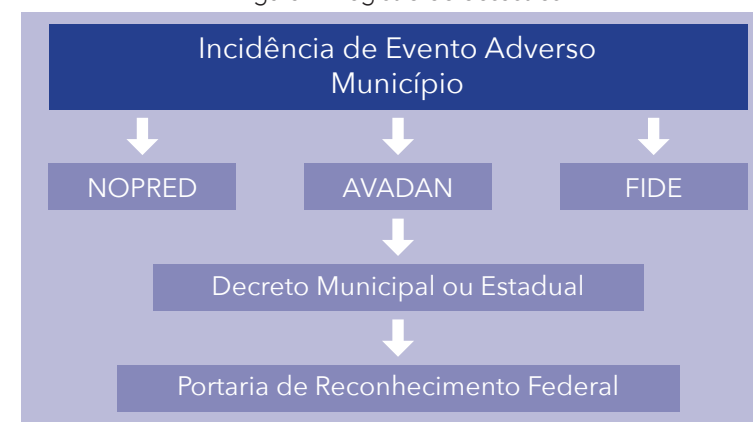
○ *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* é um produto de pesquisa realizada por meio de um acordo de cooperação celebrado entre o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria Nacional de Defesa Civil.

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

Tipo		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

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

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

PRODUÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS

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

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

ANÁLISE DOS DADOS

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

Assim, a análise dos desastres, associada a informações complementares, permitiu a descrição do contexto onde os eventos ocorreram e subsidia 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

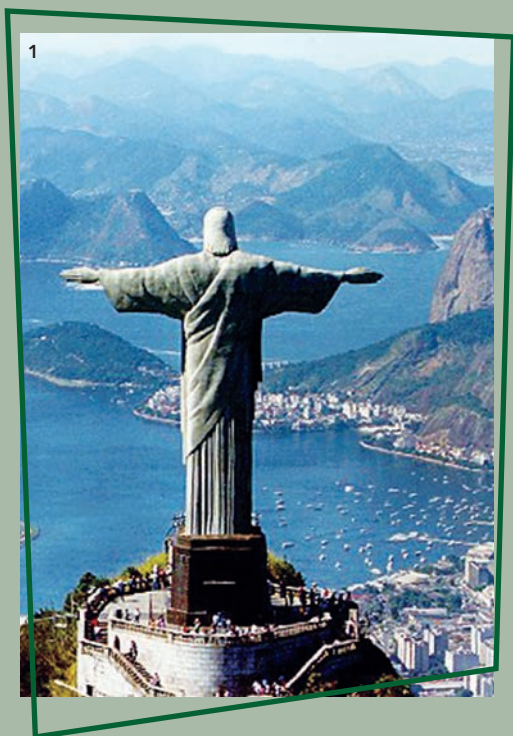
As principais dificuldades encontradas na pesquisa foram as condições de acesso aos documentos armazenados em meio físico, já que muitos deles se encontravam sem proteção adequada e sujeitos às intempéries, resultando em perda de informações valiosas para o resgate histórico dos registros.

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:

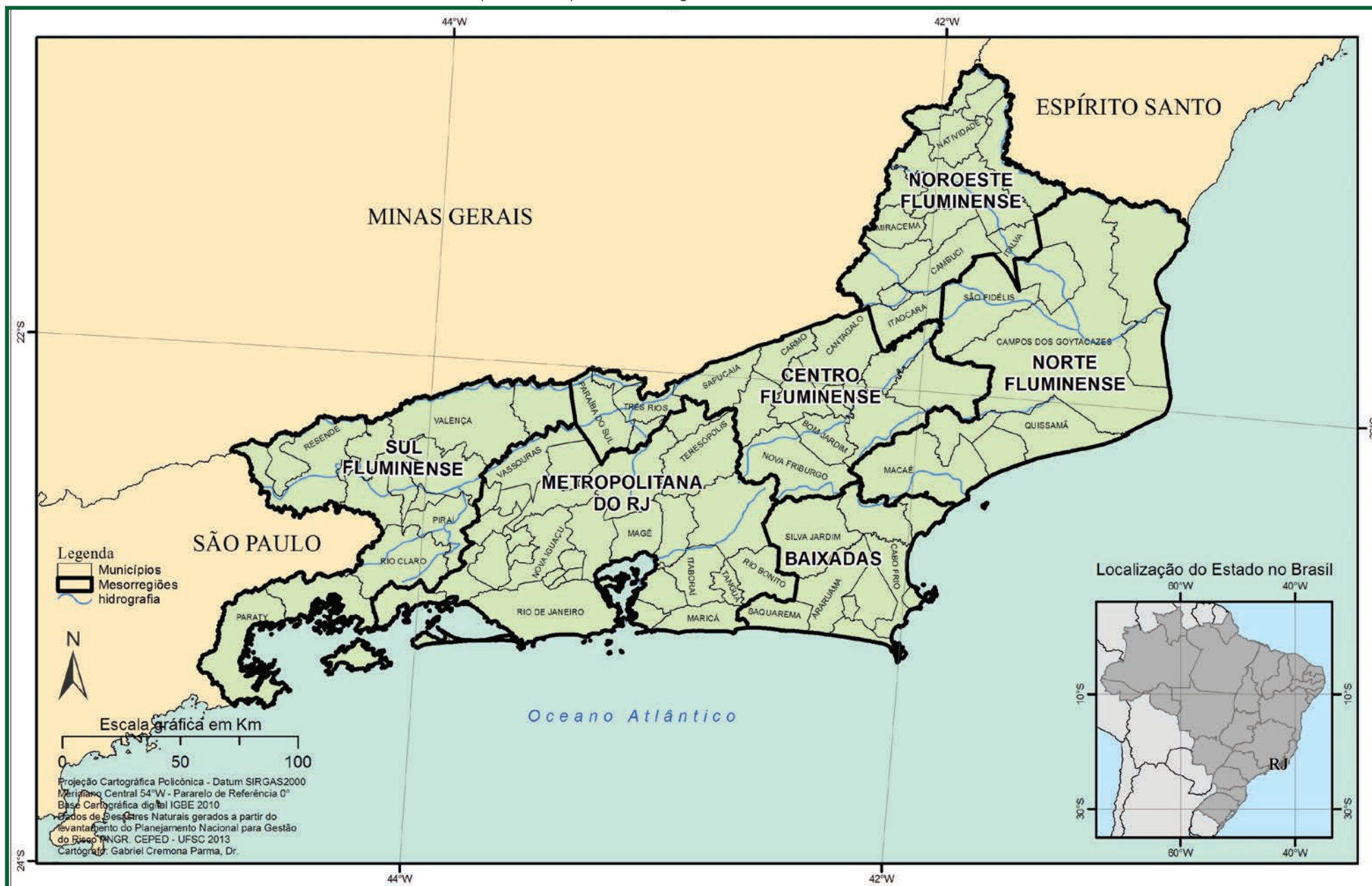
- Ausência de unidades e campos padronizados para as informações declaradas nos documentos;
- Ausência de método de coleta sistêmica e armazenamento dos dados;
- Falta de cuidado quanto ao registro e integridade histórica;
- Dificuldades na interpretação do tipo de desastre pelos responsáveis pela emissão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




○ ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado do Rio de Janeiro



CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

 Estado do Rio de Janeiro pertence à Região Sudeste do Brasil, que é composta pelos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, e localiza-se entre os paralelos 20°45'49"S e 23°22'02"S e os meridianos 40°57'23"W e 44°53'19"W (IBGE, 2010a).

O Estado do Rio de Janeiro apresenta uma extensão territorial de 43.780,172 km², sendo o 24º maior estado brasileiro em dimensão territorial, correspondente a 0,51%, da área do país, e 4,73%, da Região Sudeste (IBGE, 2010a).

Localiza-se na costa do país, em sua porção leste, e limita-se ao Norte, com o Estado do Espírito Santo, ao Sul e ao Leste, com o Oceano Atlântico e a Oeste, com os Estados de São Paulo e Minas Gerais, conforme apresenta o Mapa 1.

Ao todo são 92 municípios no estado, com a capital na cidade do Rio de Janeiro. De acordo com suas características geográficas, é dividido em seis mesorregiões: Sul Fluminense, Metropolitana do Rio de Janeiro, Baixadas Litorâneas, Centro Fluminense, Norte Fluminense e Noroeste Fluminense (Mapa 1).

A Mesorregião Sul Fluminense corresponde àquela área fronteira aos estados de São Paulo e Minas Gerais e às mesorregiões Centro Fluminense e Metropolitana do Rio de Janeiro. É subdividida em microrregiões da Baía da Ilha Grande, de Barra do Piraí e do Vale do Paraíba Fluminense (SEPLAG, 2010). Composta por 14 municípios, a mesorregião apresenta uma população de 1.062.237 habitantes, distribuídos em uma área de 7.942 km². A maior cidade dessa região é Volta Redonda, com 257.803 habitantes (IBGE, 2010b).

A Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro faz fronteira com o Oceano Atlântico e com as Mesorregiões Sul Fluminense, Baixadas Litorâneas e Centro Fluminense. É formada por 30 municípios agrupados em cinco microrregiões: Itaguaí, Macacu-Caceribu, Rio de Janeiro, Serrana e Vassouras (SEPLAG, 2010). É a maior mesorregião, mais rica e mais densamente povoada do estado, com 1.227 habitantes por km² e população de 12.578.485 habitantes. Nela localiza-se a capital, Rio de Janeiro, com 6.320.446 habitantes (IBGE, 2010b).

A mesorregião Baixadas Litorâneas faz divisa com o Oceano Atlântico e com as mesorregiões Metropolitana do Rio de Janeiro, Centro Fluminense e Norte Fluminense. Subdivide-se em duas microrregiões, Bacia de São João e Lagos, e possui 10 municípios (SEPLAG, 2010). A mesorregião apresenta uma população de 700.842 habitantes distribuídos em uma área de 3.645 km². A maior cidade é Cabo Frio, com 186.227 habitantes (IBGE, 2010b).

A Mesorregião Centro Fluminense faz fronteira com o estado de Minas Gerais e apenas não é limítrofe da mesorregião Sul Fluminense. É formada por 16 municípios agrupados em quatro microrregiões: Cantagalo-Cordeiro, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena e Três Rios (SEPLAG, 2010). Possui uma população de 481.357 habitantes distribuídos em 6.823 km². Suas principais cidades são Nova Friburgo, Três Rios e Paraíba do Sul (IBGE, 2010b).

A Mesorregião Norte Fluminense faz divisa com o Oceano Atlântico e as com mesorregiões Baixadas Litorâneas, Centro Fluminense e Noroeste Fluminense. É composta por 9 municípios agrupados em dois microrregiões, Campos dos Goytacazes e Macaé (SEPLAG, 2010). Apresenta uma população de 849.515 habitantes e uma área de 9.745 km² (IBGE, 2010b). É a mesorregião com maior Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* do estado, devido à grande exploração de petróleo (SEPLAG, 2010). A principal cidade é Campos dos Goytacazes, com 463.731 habitantes (IBGE, 2010b).

Por fim, a Mesorregião Noroeste Fluminense faz fronteira com os estados do Espírito Santo e Minas Gerais e com as mesorregiões Centro Fluminense e Norte Fluminense. É formada por 13 municípios agrupados em duas microrregiões, Itaperuna e Santo Antônio de Pádua e concentra os maiores índices de pobreza do estado (SEPLAG, 2010). Possui uma população de 317.493 habitantes, distribuída em 5.373 km². As principais cidades são Itaperuna e Santo Antônio de Pádua, com uma população de 95.841 e 40.589, respectivamente (IBGE, 2010b).

O relevo do Estado do Rio de Janeiro é muito variado, apresentando escarpas elevadas, mares de morros, colinas e vales, planícies, além de uma extensa área de planalto que ocorre em todo oeste do território. No estado, é possível encontrar duas unidades de relevo, denominadas:

baixada Fluminense e planalto Fluminense. A primeira ocupa quase a metade do território estadual, e a segunda, se estabelece no interior do mesmo. Há extensas áreas próximas ao nível do mar, como a baixada litorânea e a região norte do estado, e áreas montanhosas com altitudes acima de 1.500 metros (DANTAS *et al.*, 2005).

O ponto mais elevado do Estado do Rio de Janeiro é o Pico das Agulhas Negras, localizado no município de Resende, com 2.791,5 metros de altura, na Serra do Itatiaia, sendo o 5º ponto mais alto do Brasil. O segundo ponto mais elevado é o Morro do Couto, na Serra das Prateleiras, com 2.680 metros de altura, o 8º ponto mais alto brasileiro (IBGE, 2010a).

O relevo fluminense se destaca por apresentar monumentos geológicos notáveis, como algumas montanhas que adquiriram renome internacional pelas suas silhuetas e situação privilegiada, tais como o Pão de Açúcar e o Corcovado, ambas na capital, Rio de Janeiro; como também a Serra dos Órgãos (RIO DE JANEIRO, 2011a).

Segundo a classificação de Köppen (1948), o Estado do Rio de Janeiro apresenta diversidade climática, já que é dividido de maneira ampla em Clima Tropical (A), ao norte e ao leste, e Clima Temperado (C), a oeste e ao sul do estado. Em relação ao Clima Tropical, o estado é composto pelas subclassificações Af – clima tropical úmido ou clima equatorial, Am – clima de monção e Aw – clima tropical com estação seca de inverno. Em relação ao Clima Temperado, é presente no estado as subclassificações Cfa – clima temperado úmido com verão quente (pequena área ao leste), e Cwa – clima temperado úmido com inverno seco e verão quente (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007).

No decorrer do ano, a distribuição de chuvas é mais concentrada no verão (cerca de 70% a 80%), sendo a estação chuvosa, de outubro a março. E a estação seca no inverno (com 20% a 30% das precipitações), entre os meses de abril e setembro (ANDRÉ *et al.*, 2008).

A topografia do estado tem uma influência marcante no regime de precipitação. Na área de relevo mais plano, a leste do estado, o clima predominante é o tropical semiúmido, com elevados índices de pluviosidade no verão e inverno seco. A temperatura média desse território é de 24°C e a média de chuvas anuais é de cerca de 1.250 mm.

Entre a baixada Fluminense e o planalto ocorre o clima tropical de altitude que deriva invernos rigorosos e verões quentes com grande ocorrência de chuvas, atingindo aproximadamente 2.200 mm ao ano, e temperatura média de 16°C.

Nos planaltos prevalece o clima tropical de altitude, que promove verões quentes e úmidos (chuvosos) e invernos secos e frios. A temperatura média anual nesses locais é de 20°C e índices pluviométricos que variam de 1.500 a 2.000 mm anuais.

A rede hidrográfica do Estado do Rio de Janeiro, constituída principalmente pela bacia do rio Paraíba do Sul, que se estende pelo território de três estados: São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, é considerada, em superfície, uma das três maiores bacias hidrográficas secundárias do Brasil, abrangendo uma área aproximada de 57.000 km² (RIO DE JANEIRO, 2011b).

Formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, o rio Paraíba do Sul nasce na Serra da Bocaina, no Estado de São Paulo, fazendo um percurso total de 1.120 km, até sua foz no Oceano Atlântico em Atafona, na Mesorregião Norte Fluminense. No Estado do Rio de Janeiro, o rio Paraíba do Sul percorre 37 municípios. Esse importante manancial tem como afluentes os rios Piabinha, Piraí e Paraibuna, em sua margem direita, e Pomba e Muriaé, na margem esquerda (RIO DE JANEIRO, 2011b).

O Estado do Rio de Janeiro está inserido no Bioma Mata Atlântica. A cobertura vegetal do estado está diretamente relacionada com a hidrografia, o relevo e as condições climáticas e edáficas de cada região. Apresenta, em geral, quatro tipos de coberturas vegetais bem distintas: Floresta Ombrófila, Formações Pioneiras, Campos de Altitude e Campos de Planície (RIO DE JANEIRO, 2011c).

Os ambientes fluminenses, onde se instala a Floresta Ombrófila Densa (ou Mata Atlântica), possuem precipitações bem distribuídas ao longo do ano, em torno de 1.500 mm, sem período seco. Essa região apresenta cinco formações em todo o Brasil, mas, no Estado do Rio de Janeiro, estão representadas apenas quatro: Floresta das Terras Baixas, Floresta Submontana, Floresta Montana e Floresta Alto-Montana (RIO DE JANEIRO, 2011c).

As formações pioneiras localizam-se na planície litorânea do estado, e compreendem os ecossistemas associados à Mata Atlântica, que foram

caracterizados em três áreas: Áreas com Influência Marinha (restingas), Áreas com Influência Fluviomarina (manguezais) e Áreas com Influência Fluvial (brejos e planícies alagáveis) (RIO DE JANEIRO, 2011c).

Em regiões mais elevadas ocorrem os campos de altitude, que estão inseridos no Bioma Mata Atlântica. Os campos de altitude desenvolvem-se em condições ambientais peculiares, decorrentes dos efeitos da altitude e do relevo acidentado (MOCOCHINSKI; SCHEER, 2008). No Estado do Rio de Janeiro ocorrem nas serras, como a Serra do Mar e Serra dos Órgãos e nas áreas mais elevadas.

Os campos de planície, áreas de intenso uso antrópico, têm cobertura herbácea e herbácea arbustiva, ligados predominantemente às planícies fluviais (IBGE, 1992).

DADOS DEMOGRÁFICOS

A Região Sudeste do Brasil, onde o Estado do Rio de Janeiro se insere, possui uma densidade demográfica de 86,92 hab/km², a maior do Brasil, e uma taxa de crescimento de 10,97%, no período de 2000 a 2010, um pouco abaixo do percentual nacional de 12,33%. Já o Estado do Rio de Janeiro apresenta população de 15.993.583 habitantes, uma elevada densidade demográfica de 365,23 hab/km² e taxa de crescimento de 11,13%, no mesmo período (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: População, taxa de crescimento e taxa de população urbana e rural, segundo a Região Sudeste e Unidades da Federação – 2000/2010

Abrangência Geográfica	População		Crescimento (2000-2010) %	Taxa de População Urbana (2010) %	Taxa de População Rural (2010) %
	2000	2010			
Brasil	169.799.170	190.732.694	12,33	84,3	15,7
Região Sudeste	72.412.411	80.835.724	10,97	86,92	92,95
Minas Gerais	17.891.494	19.595.309	9,52	83,38	16,62
Espírito Santo	3.097.232	3.512.672	13,41	85,29	14,51
Rio de Janeiro	14.391.282	15.993.583	11,13	96,71	3,29
São Paulo	37.032.403	41.252.160	11,39	95,88	4,12

Fonte: IBGE (2010b)

A população fluminense é predominantemente urbana, com uma taxa de 96,71% da população, característica esta também encontrada na Região Sudeste, com 92,95%, e Brasil, com 84,3% (Tabela 2).

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

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

Fonte: IBGE (2010b)

PRODUTO INTERNO BRUTO

O PIB¹ *per capita* do Estado do Rio de Janeiro, segundo dados apresentando na Tabela 4, cresceu em média 47%, entre 2004 e 2008, ficando próximo da média da Região Sudeste, 51%, e da média do Brasil, em torno de 50%.

No ano de 2008, o PIB *per capita* era de – R\$ 21.621,36 – valor muito próximo à média regional – R\$ 21.182,68 – porém maior do que a média

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 sendo, também, equivalente à soma das rendas primárias. Pode, portanto, ser expresso por três óticas: a) da produção – o PIB é igual ao valor bruto da produção, a preços básicos, menos o consumo intermediário, a preços de consumidor, mais os impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos; b) da demanda – o PIB é igual à despesa de consumo das famílias, mais o consumo do governo, mais o consumo das instituições sem fins de lucro a serviço das famílias (consumo final), mais a formação bruta de capital fixo, mais a variação de estoques, mais as exportações de bens e serviços, menos as importações de bens e serviços; c) da renda – o PIB é igual à remuneração dos empregados, mais o total dos impostos, líquidos de subsídios, sobre a produção e a importação, mais o rendimento misto bruto, mais o excedente operacional bruto (IBGE, 2008).

nacional – R\$ 15.989,75, ficando como o segundo maior entre os estados da Região Sudeste. No mesmo período, a variação foi de 47% (Tabela 3).

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

Abrangência Geográfica	PIB <i>per capita</i> em R\$					Taxa de Variação 2008/2004
	2004	2005	2006	2007	2008	
Brasil	10.692,19	11.658,10	12.686,60	14.464,73	15.989,75	50%
Sudeste	14.009,42	15.468,74	16.911,70	19.277,26	21.182,68	51%
Minas Gerais	9.335,97	10.013,76	11.024,70	12.519,40	14.232,81	52%
Espírito Santo	11.997,94	13.854,91	15.234,76	18.002,92	20.230,85	69%
Rio de Janeiro	14.663,82	16.057,40	17.692,59	19.245,08	21.621,36	47%
São Paulo	16.157,79	17.975,61	19.550,37	22.667,25	24.456,86	51%

Fonte: IBGE (2008)

INDICADORES SOCIAIS BÁSICOS

DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL²

No Brasil, em 2008, o déficit habitacional estimado, que engloba aquelas moradias sem condições de serem habitadas em razão da precariedade das construções ou do desgaste da estrutura física, correspondeu a 5.546.310 de domicílios, dos quais 4.629.832 estão localizados nas áreas urbanas. Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do país, o déficit corresponde a 9,6%. No Estado do Rio de Janeiro, em 2008, o déficit habitacional foi de 426.518 domicílios, dos quais 420.853

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

estavam localizados nas áreas urbanas e 5.665 nas áreas rurais. Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do Estado, o déficit habitacional corresponde a 8,1%. Se comparados aos percentuais de domicílios particulares dos demais estados da região, fica abaixo apenas do percentual de São Paulo, com 8,2%, assim como da média nacional, 9,6%, conforme a Tabela 4.

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

Abrangência Geográfica	Déficit Habitacional - Valores Absolutos – 2008			
	Total	Urbano	Rural	Percentual em relação aos domicílios particulares permanente %
Brasil	5.546.310	4.629.832	916.478	9,6%
Sudeste	2.046.312	1.969.424	76.888	8,1%
Minas Gerais	474.427	437.401	37.026	7,8%
Espírito Santo	84.868	77.717	7.151	8,0%
Rio de Janeiro	426.518	420.853	5.665	8,1%
São Paulo	1.060.499	1.033.453	27.046	8,2

Fonte: Brasil (2008, p. 31)

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

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

Embora o Estado do Rio de Janeiro apresente altos indicadores econômicos, as desigualdades sociais são expressas pelos indicadores do déficit habitacional, segundo faixa de renda. Os dados mostram que a renda familiar mensal das famílias pobres é muito baixa, onde 88,9% recebem uma renda mensal de até 3 salários mínimos. Na região Sudeste, representa 87,5%, enquanto a média no Brasil é de 89,6% das famílias pobres (Tabela 5).

Tabela 5: Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano por faixas de renda média familiar mensal, segundo Região Sudeste e Estado do Rio de Janeiro – 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	89,6	7,0	2,8	0,6	100%
Sudeste	87,5	8,7	3,2	0,6	100%
Minas Gerais	92,5	5,2	1,9	0,3	100%
Espírito Santo	90,1	7,4	1,9	0,3	100%
Rio de Janeiro	88,9	6,6	3,6	0,8	100%
São Paulo	84,5	11,1	3,7	0,6	100%

Fonte: Brasil (2008)

ESCOLARIDADE

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

O indicador de escolaridade do Estado de Rio do Janeiro pode ser visto pelo percentual de analfabetos (7,1%), de analfabetos funcionais (9,2%), ou seja, pessoas com até três anos de estudos, e os de baixa escolaridade (23,1%), compondo um indicador formado pelos sem escolaridade, com muito baixa e baixa escolaridade, que na soma corresponde a 39,4% da população acima de 25 anos (Tabela 6).

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

Abrangência Geográfica	Pessoas de 25 anos ou mais de idade - 2009			
	Total (1 000 pessoas)	Distribuição percentual, por grupos de anos de estudo (%)		
		Sem instrução e menos de 1 ano de estudo	1 a 3 anos	4 a 7 anos
Brasil	111.952	12,9	11,8	24,8
Sudeste	49.920	8,5	9,9	25,2
Minas Gerais	12.086	11,3	12,7	29,6
Espírito Santo	2.056	12,4	12,0	25,4
Rio de Janeiro	10.231	7,1	9,2	23,1
São Paulo	25.549	7,5	8,7	23,9

Fonte: IBGE (2009a)

ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER³

No Estado do Rio do Janeiro, o indicador esperança de vida ao nascer, em 2009, apresentou variações em relação à média regional e nacional (Tabela 7). Os indicadores: taxa de mortalidade infantil e taxa bruta de natalidade apresentam médias significativamente abaixo da média nacional; nos demais indicadores, os valores são próximos.

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 Sudeste e Unidades da Federação – 2009

Abrangência Geográfica	Taxa de fecundidade total	Taxa bruta de natalidade (%)	Taxa bruta de mortalidade (%)	Taxa de mortalidade infantil (%)	Esperança de vida ao nascer		
					Total	Homens	Mulheres
Brasil	1,94	15,77	6,27	22,50	73,1	69,4	77,0
Sudeste	1,75	13,65	6,44	16,60	74,6	70,7	78,7
Minas Gerais	1,67	15,12	6,13	19,10	75,1	71,8	78,6
Espírito Santo	1,88	16,53	5,97	17,70	74,3	70,7	78,0
Rio de Janeiro	1,63	11,97	7,37	18,30	73,7	69,4	78,1
São Paulo	1,78	13,32	6,28	14,50	74,8	70,7	79,0

Fonte: IBGE (2009b)

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

Referências

- ANDRÉ, R. G. B. *et al.* Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 23, n. 4, dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862008000400009>. Acesso em: 20 ago. 2013.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Déficit habitacional no Brasil 2008**. Brasília, DF: Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações. 2008. 129 p. (Projeto PNUD-BRA-00/019 – Habitar Brasil – BID). Disponível em: <<http://www.fjp.gov.br/index.php/servicos/81-servicos-cei/70-deficit-habitacional-no-brasil>>. Acesso em: 19 ago. 2013.
- DANTAS, M. E. *et al.* Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. In: OFICINA INTERNACIONAL DE ORDENAMENTO TERRITORIAL MINEIRO - CYTED (Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo Cooperacion Ibero Americana), 1., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005. 1 CD-ROM. (Sessão 4, 35 p.)
- _____. **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.
- _____. **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 19 ago. 2013.

- _____. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ManuaisdeGeociencias/Manual%20Tecnico%20da%20Vegetacao%20Brasileira%20n.1.pdf>>. Acesso em: 21 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 set. 2013.
- _____. **População**: censo demográfico 2010 – Estados. Brasília: IBGE, 2010a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rj>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- _____. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse.pdf>>. Acesso em: 5 set. 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/sinteseindicais2009/indic_sociais2009.pdf>. Acesso em: 10 set. 2013.
- RIO DE JANEIRO (Estado). Instituto Estadual do Meio Ambiente - INEA. **Geomorfologia e paisagens**. 2011a. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/mata/patrimonio-natural_geomorfologia-e-paisagem.asp> Acesso em: 20 set. 2013.
- _____. **Rio Paraíba do Sul**. 2011b. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/fma/bacia-rio-paraiba-sul.asp>> Acesso em: 20 set. 2013.

_____. **Vegetação**. 2011c. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/mata/conteudo.asp>> Acesso em: 20 set. 2013.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 466 p.

MOCOCHINSKI, A. Y.; SCHEER, M. B. Campos de altitude na serra do mar paranaense: aspectos florísticos. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 4, p. 625-640, out./dez, 2008. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/13158>>. Acesso em: 20 set. 2013.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, [S.l.], n. 11, p. 1.633-1.644, 2007.

SEPLAG – SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO. **Municípios em dados**. Rio de Janeiro: SEPLAG, 2010. Disponível em: <http://download.rj.gov.br/documentos/10112/378073/DLFE23925.pdf/municipios_dados_II.pdf>. Acesso em: 18 set. 2013.





DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO DE 1991 A 2012

ESTIAGEM E SECA

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



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

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

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

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

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

De acordo com Campos (1997), o fenômeno da seca pode ser classificado em três tipos:

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

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

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

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

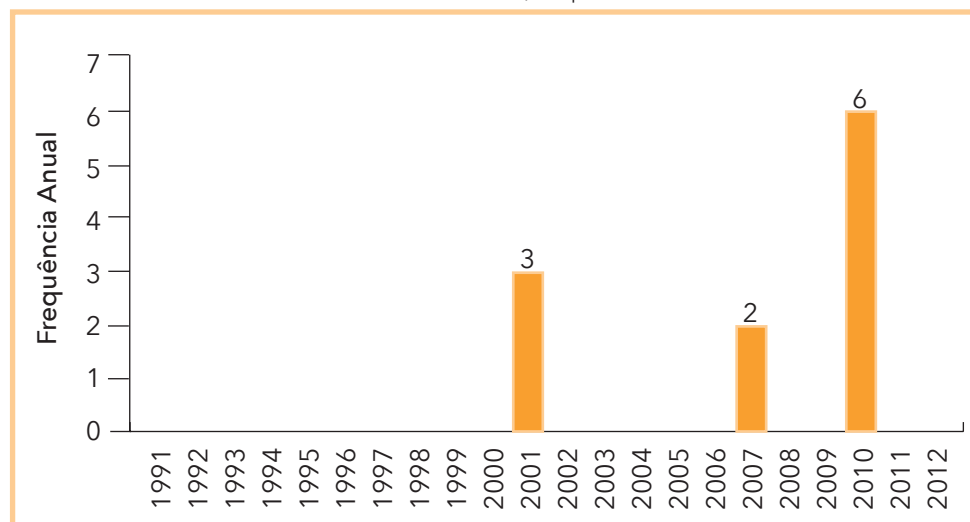
Dessa forma, situações de secas e de estiagens não são necessariamente conseqüências somente de índices pluviométricos abaixo do normal ou de teores de umidade de solos e ar deficitários. Pode-se citar como outro condicionante o manejo inadequado de corpos hídricos e de toda uma bacia hidrográfica, o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

No decorrer do período entre 1991 a 2012 ocorreram **12 registros oficiais** de estiagem e seca no Estado do Rio de Janeiro. Conforme as informações no Mapa 2, esses registros correspondem a ocorrências em oito municípios do estado.

Os municípios mais atingidos foram Natividade e Itaperuna, com três e dois registros de seca e estiagem no período analisado, respectivamente. Os municípios de Quissamã, Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, Italva, São Francisco de Itabapoana e Miracema foram afetados uma vez cada um e pertencem às Mesorregiões Noroeste Fluminense e Norte Fluminense, na porção norte do estado.

Ao analisar o Gráfico 1 e o Infográfico 1, verifica-se que o total de ocorrências foi registrado somente na última década da pesquisa, entre os anos de 2000 e 2012. O ano que apresentou o maior número de ocorrências foi 2010, com seis eventos adversos, nos municípios de Campos dos Goytacazes, Italva, Itaperuna, Miracema, Natividade e São Francisco de Itabapoana. Em 2007, foram dois eventos nos municípios de Itaperuna e Natividade, enquanto no ano de 2001, foram registrados três eventos em Cardoso Moreira, Quissamã e São Francisco de Itabapoana.

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



Fonte: Brasil (2013)

O maior número de ocorrências no último ano da escala temporal da pesquisa pode estar associado à falta de registros oficiais de estiagens extremas nos anos anteriores ou ao aumento no número de municípios que passaram, recentemente, a decretar situação de emergência. De qualquer forma, essa elevação do número de desastres por estiagens e secas no Estado do Rio de Janeiro indica que a população está mais vulnerável ao evento.

Como pode ser observado no Gráfico 2, os meses afetados foram fevereiro, abril, maio, setembro, outubro e novembro. O mês de fevereiro pertence ao período mais seco e os registros do ano de 2010 e, conforme CPTEC/INPE (PREVISÃO..., 2010), coincidem com a diminuição dos índices de pluviosidade mensais na Região Sudeste nesse mês, quando na primeira quinzena de fevereiro a posição dos Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) contribuiu para as chuvas abaixo da média histórica na maior parte do Brasil. No caso dos registros do mês de outubro, dois deles foram registrados em 2007. Esse período foi caracterizado principalmente pelo domínio de uma intensa circulação anticiclônica na baixa troposfera sobre o Brasil, inibindo a formação de nuvens que, em consequência, causou déficit pluviométrico em grande parte do país. Esse fenômeno esteve associado à formação de um bloqueio atmosférico sobre o Pacífico Sudeste, em decorrência da intensificação do fenômeno *La Niña* (O FENÔMENO..., 2007).

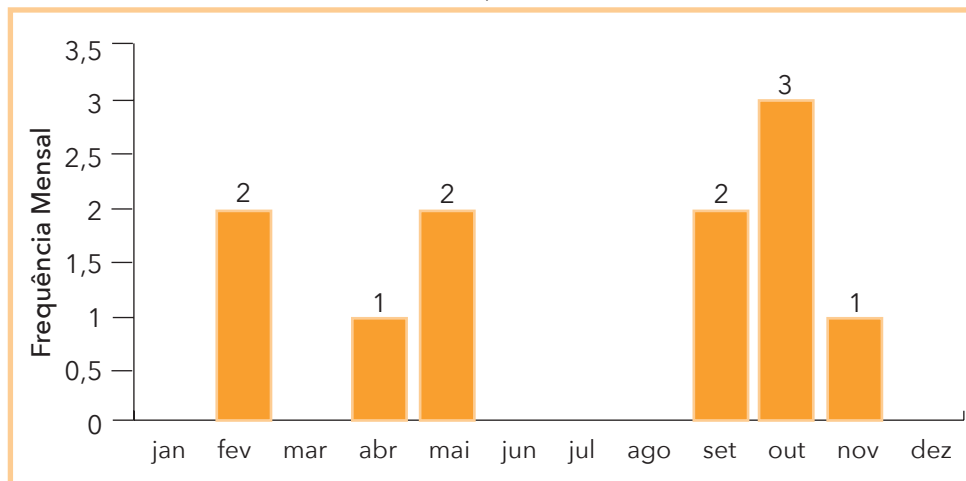
Com base nos totais de registros distribuídos ao longo dos meses, deve-se considerar que, para a caracterização de um desastre natural por estiagem ou seca no Estado do Rio de Janeiro, é necessário, no mínimo, algumas semanas com déficit hídrico. Portanto, os registros do trimestre setembro, outubro e novembro possivelmente refletem as situações de emergência após o período menos chuvoso no Estado.

Os eventos de estiagem e seca estão entre os fenômenos que causam desastres naturais com os maiores períodos de duração se comparados com o tempo de duração de inundações, movimentos de massa entre outros eventos (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2004), podendo, assim, atingir um número maior de pessoas.

Conforme apresenta o Gráfico 3, entre os anos de 1991 a 2010 foi registrado um total de 41.872 habitantes afetados pelas estiagens.

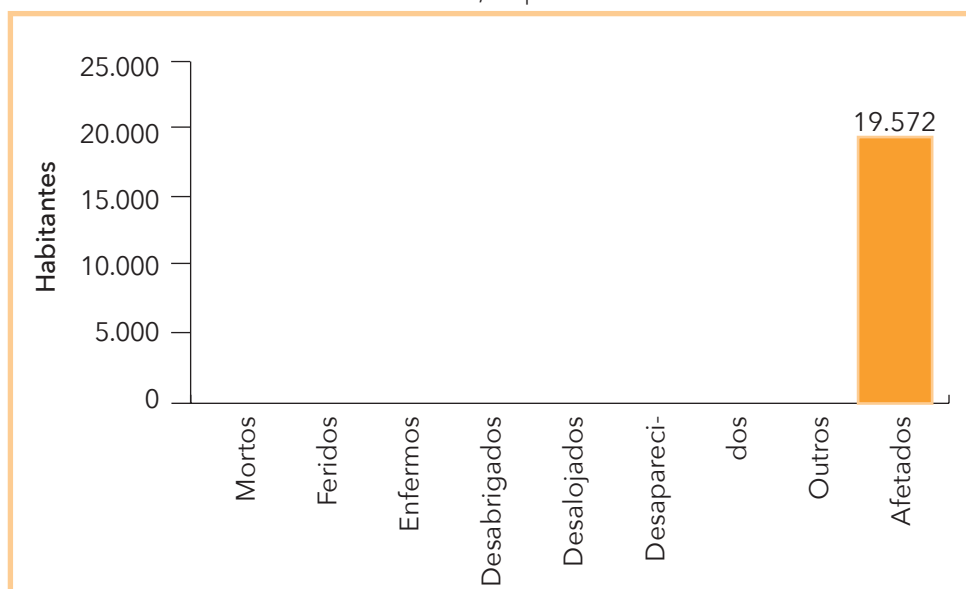
O município que apresentou o maior número de afetados foi Itaperuna, localizado na Mesorregião Noroeste Fluminense. Segundo os do-

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



Fonte: Brasil (2013)

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

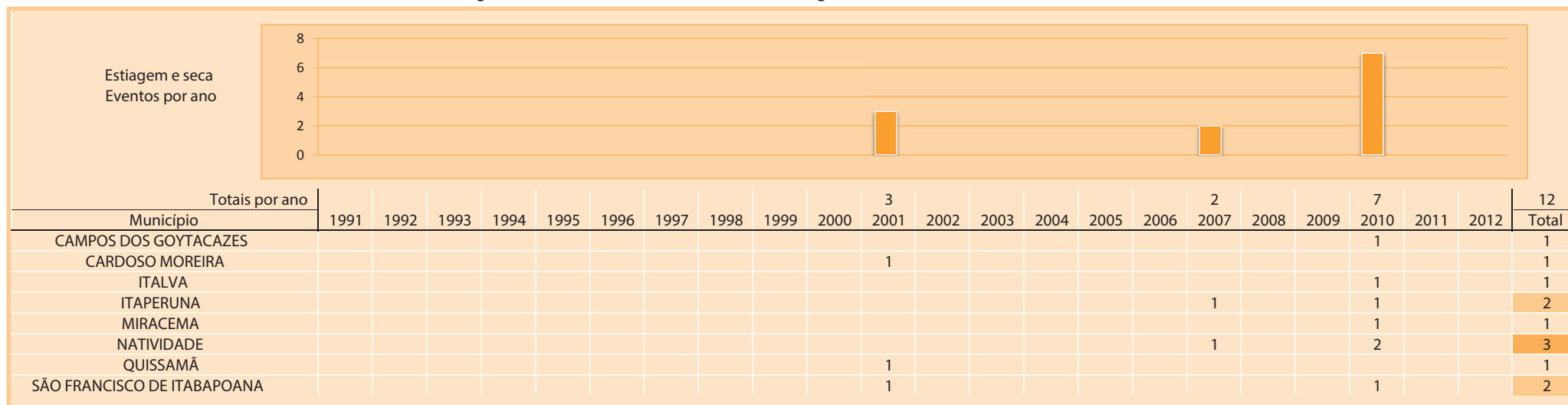


Fonte: Brasil (2013)

cumentos oficiais, a estiagem foi causada pela ausência das precipitações previstas para os meses de junho, julho e agosto, setembro e outubro do ano de 2007.

Essa tipologia de desastre favorece uma considerável redução nos níveis de água dos rios e provoca o ressecamento do leito de outros de menor porte. Afeta as áreas produtivas, provocando perdas nas lavouras com prejuízo aos agricultores; compromete os reservatórios de água, resultando em sede, fome, e na perda de rebanho, bem como em problemas de risco à vida humana. Atinge ainda, de modo negativo, a dinâmica ambiental e a conservação ambiental, à medida que a falta de chuva aumenta também o risco de queimadas.

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



Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

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

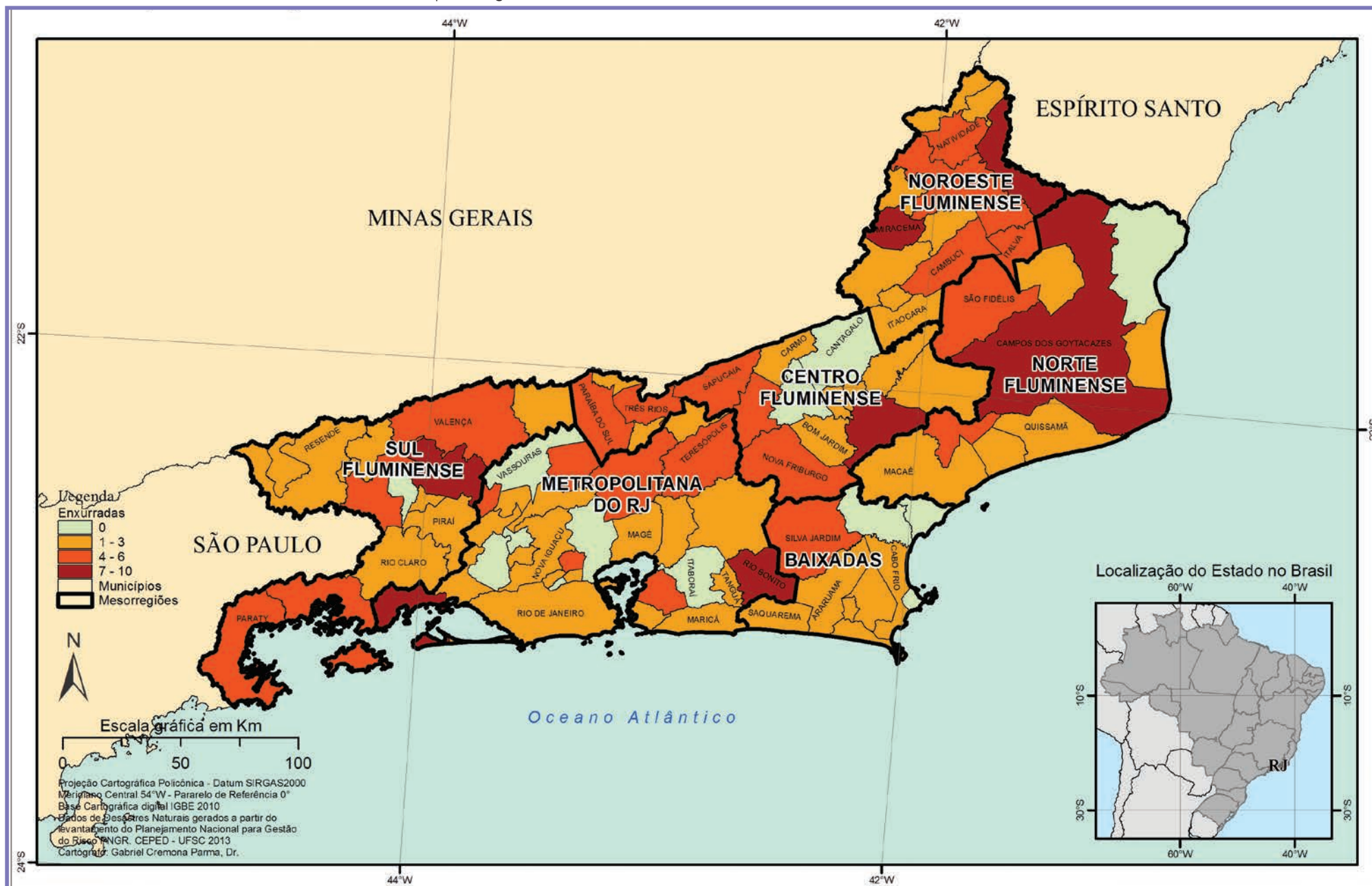
KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p.

O FENÔMENO *La Niña* deve continuar atuando sobre o pacífico equatorial nos próximos meses. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, São Paulo, ano 14, n. 10, out. 2007. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200710.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2013.

PREVISÃO de declínio do fenômeno *El Niño* no início do inverno de 2010. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, São Paulo, n. 3, ano 17, mar. 2010. Disponível em: <<http://infoclima1.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 30 jul. 2013.

ENXURRADA

Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado do Rio de Janeiro 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).

São diversas as definições utilizadas para o termo enxurrada. Em inglês, o termo *flash flood* é amplamente empregado para nomear as enxurradas (KOBIYAMA; GOERL, 2007). Já em espanhol, utiliza-se o termo *avenidas súbitas, avenidas repentinas, avenidas, crecidas repentinas, inundaciones súbitas* (MORALES *et al.*, 2006; SALINAS; ESPINOSA, 2004; CORTES, 2004). No Brasil, observa-se na literatura termos como inundações relâmpago, inundações ou enchente repentina e inundações bruscas como sinônimos de enxurradas (TACHINI; KOBIYAMA; FRANK, 2009; TAVARES, 2008; GOERL; KOBIYAMA, 2005; MARCELINO; GOERL; RUDORFF, 2004).

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

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

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

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

Quadro 4: Termos e definições propostos para as enxurradas

Termo	Autor	Definição
<i>Flash flood</i>	National Disaster Education Coalition (2004)	Inundações bruscas que ocorrem dentro de 6 horas, após uma chuva, ou após a quebra de barreira ou reservatório, ou após uma súbita liberação de água armazenada pelo atolamento de restos ou gelo.
<i>Flash flood</i>	NWS/NOAA (2005)	Uma 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 inundação 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 inundação. 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 <i>et al.</i> (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>	Kömüşçü <i>et al.</i> (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 Gruntest (2002) enumeram os seguintes atributos das enxurradas: ocorrem de maneira súbita, com pouco tempo de alerta; seu deslocamento é rápido e violento, resultando em muitas perdas de vida e em danos à infraestrutura e às propriedades; sua área de ocorrência é pequena; geralmente está associada a outros eventos como os fluxos de lama e de detritos.

Em relação ao seu local de ocorrência, Amaral e Ribeiro (2009) argumentam que os vales encaixados (em V) e vertentes com altas declividades predispoem as águas a atingirem grandes velocidades em curto tempo, causando inundações bruscas e mais destrutivas. Dessa maneira, as enxurradas tendem a ocorrer em áreas ou bacias hidrográficas pequenas e declivosas, com baixa capacidade de infiltração ou solos rasos que saturam rapidamente ou ainda em locais urbanizados (TUCCI; COLLISCHOON, 2006; SUN; ZHANG; CHENG, 2012).

Atualmente, devido à redução da capacidade de infiltração associada à urbanização irregular ou sem planejamento, as enxurradas têm se tornado frequentes em diversos centros urbanos, estando muitas vezes associadas a alagamentos, sendo que sua distinção se torna cada vez mais complexa.

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

Figura 2: Consequências das extremas inundações bruscas ocorridas no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Brasil (2011a)

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

As enxurradas, conforme já visto, estão associadas a pequenas bacias de relevo acidentado ou ainda a áreas impermeabilizadas caracterizadas pela rápida elevação do nível dos rios. Contudo, essas características indicam os locais mais susceptíveis a sua ocorrência, podendo ocorrer em qualquer local.

O Estado do Rio de Janeiro possui **251 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 território fluminense.

A mesorregião metropolitana do Rio de Janeiro foi a mais afetada, com 27% das enxurradas registradas, o que pode estar relacionado à sua maior concentração populacional e densidade demográfica em relação às outras mesorregiões do estado. Após, as Mesorregiões mais afetadas são as do noroeste e centro fluminenses, com 20%. O sul fluminense registrou 19% das ocorrências, ao passo que o norte fluminense e a região das baixadas registraram entre 9% e 5% de todas as enxurradas do estado, respectivamente.

Observa-se que 86% dos municípios fluminenses registraram pelo menos um desastre relacionado às enxurradas. O município de Bom Jesus do Itabapoana é o mais afetado, com dez desastres no período analisado. Após, nota-se o município de Barra do Piraí, que registrou nove enxurradas severas. Os municípios de Miracema e Trajano de Moraes possuem oito desastres, enquanto Campo dos Goytacazes, Mangaratiba e Rio Bonito possuem sete desastres. Os demais municípios registraram entre um e seis desastres.

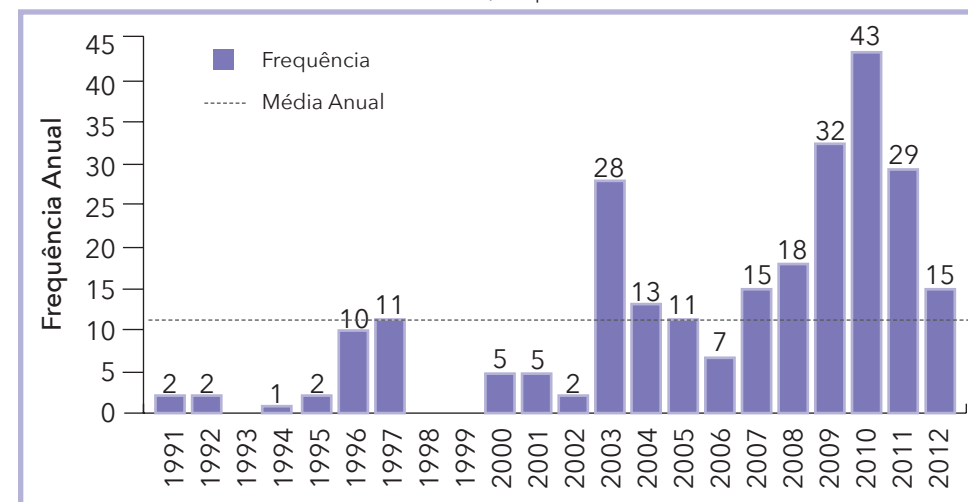
Todos os municípios citados possuem mais de 25 mil habitantes, com exceção de Trajano de Moraes, que possui 10.289 habitantes de acordo com o último censo e é somente o 84º município mais populoso do estado (IBGE, 2011). Dessa maneira, a ocupação de áreas próximas aos rios e córregos, bem como a urbanização desordenada pode estar contribuindo para a deflagração de desastres cada vez mais intensos.

O Gráfico 4 apresenta a frequência anual das enxurradas no Estado do Rio de Janeiro. Observa-se que somente os anos de 1998 e 1999 não houve registros de desastres. Os anos de 2003 e 2004, bem como o período de 2007 a 2012, foram anos com desastres acima da média anual (11,24 desastres/ano).

Em 2010, os meses com as maiores ocorrências de inundações bruscas registradas foram: dezembro (17 registros), abril (sete registros) e novembro (seis registros). Esse número elevado de registros em apenas um ano é explicado pelos índices pluviométricos acima do normal, particularmente no mês de dezembro, e de médias pluviométricas em torno de 50 mm, nos demais meses, concentradas em poucas horas ou dias.

Segundo o *Boletim de Informações Climáticas* do CPTEC/INPE, o ano de 2010 foi marcado pela ocorrência de temporais que causaram perdas humanas e materiais no Estado do Rio de Janeiro, com destaque para Angra dos Reis. Essas chuvas estiveram associadas principalmente ao aumento da convergência de umidade no setor central do Brasil, reforçada pela formação

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



Fonte: Brasil (2013)

de um centro de baixa pressão adjacente à costa e pela configuração de vórtices ciclônicos na média e alta troposfera (MELO, 2010).

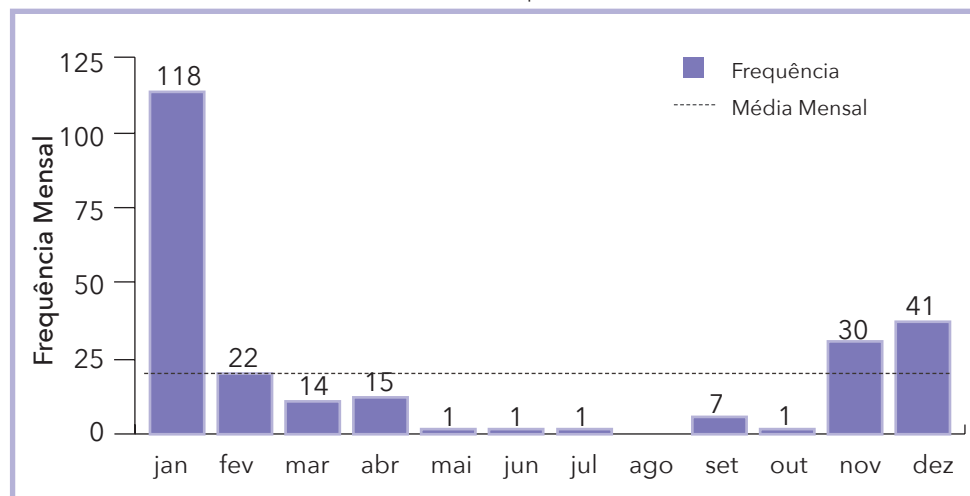
O mesmo boletim afirma que, no decorrer do mês de dezembro, as chuvas acumuladas excederam a média, principalmente, no leste da Região Sudeste. Esse fato se deve à atuação de sistemas típicos dos meses de verão na América do Sul, com destaque para o estabelecimento da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Esse sistema favoreceu a ocorrência de chuvas mais intensas e persistentes no leste de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, onde os totais mensais excederam a climatologia para dezembro (MELO, 2011).

Já em abril, a gênese pluviométrica foi motivada pela incursão de uma frente fria que atuou sobre o estado no começo do mês, resultando em chuvas intensas em parte da Região Sudeste, conforme analisam Pascoalino e Almeida (2011). Em apenas dois dias, a precipitação acumulada foi superior a 300 mm.

No Gráfico 5, pode-se observar que as estações mais propícias para a ocorrência de enxurradas são verão e primavera, que concentram 90% dos registros. Nesse sentido, Dereczynski, Oliveira e Machado (2009) ve-

rificaram que a maior parte (77%) dos episódios de precipitações intensas na cidade do Rio de Janeiro, em um período de dez anos, foi provocada por sistemas frontais (SFs). Esses sistemas ocorreram durante todo o ano, com menor frequência no inverno, sendo que foi observada uma queda acentuada em agosto (apenas dois SFs). O período mais chuvoso do estado ocorre entre dezembro e fevereiro, quando a precipitação média mensal varia entre 340 e 240 milímetros nas altitudes mais elevadas ao sul, e entre 240 e 150 milímetros para o norte (COELHO NETO *et al.*, 2011).

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

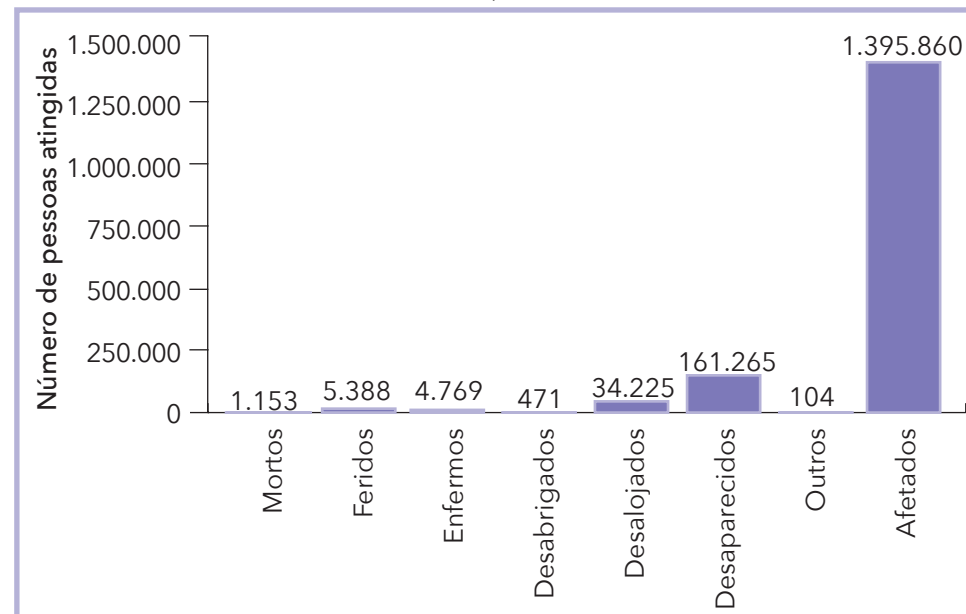


Fonte: Brasil (2013)

As 251 enxurradas afetaram mais de 1 milhão e 395 mil pessoas, deixando mais de 161 mil desalojados, 34 mil desabrigados, 5.388 pessoas feridas, mais de 4 mil enfermos, ocasionando o expressivo número de 1.153 falecimentos (Gráfico 6). Nota-se que 77% das mortes estão relacionados aos desastres registrados no ano de 2011.

A Tabela 8 relaciona os dez piores desastres registrados em termos de danos humanos. O desastre registrado em Niterói, em 2010, foi o que afetou o maior número de pessoas em um único evento no Estado do Rio de Janeiro. O desastre foi tão severo que quase metade (48%) da

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



Fonte: Brasil (2013)

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

Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Desabrigados	Desalojados	Afetados
2010	Niterói	Metropolitana do Rio de Janeiro	166	4.921	5.193	235.695
2010	Mesquita	Metropolitana do Rio de Janeiro	-	2	245	120.000
2010	Barra Mansa	Sul Fluminense	-	4.000	4.000	60.000
2010	Resende	Sul Fluminense	-	-	630	55.000
2010	Barra Mansa	Sul Fluminense	-	2	4.500	54.000
2011	Petrópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	71	187	6.956	50.000
2008	Petrópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	9	81	1.800	45.000
2010	Resende	Sul Fluminense	-	-	461	43.650
2010	Barra Mansa	Sul Fluminense	-	-	2.500	40.000
2009	Três Rios	Centro Fluminense	-	40	1.502	35.000

Fonte: Brasil (2013)

população da cidade foi declarada como afetada. Observa-se, também, que metade dos desastres registrados em Barra Mansa está entre os dez

eventos mais severos, pois essa cidade figura na lista três vezes, com os três eventos ocorridos em um único ano (janeiro, março e dezembro de 2010). O município de Petrópolis aparece duas vezes dentre os piores danos, com um evento em 2008 e outro em 2011.

Municípios com menos afetados também tiveram falecimentos registrados. Dessa forma, a Tabela 8 apresenta os eventos que registraram a maior quantidade de mortos. Nesta tabela, observa-se que as cidades de Nova Friburgo e Teresópolis, embora não estejam entre as dez cidades com maior quantidade de pessoas afetadas, possuem registros de falecimentos bem superiores do que as demais cidades. Isto demonstra a magnitude e severidade destes eventos de 2011 (COELHO NETO *et al.*, 2011). Além disso, as enxurradas de 2011 na região serrana do Estado do Rio de Janeiro foram intensificadas por inúmeros deslizamentos, o que amplificou a magnitude do desastre. A enxurrada registrada no município de Sumidouro, em 2007, afetou 74% da sua população e ocasionou oito falecimentos. Ressalta-se que o registro de desastre do município de São Gonçalo apresenta a quantificação dos falecimentos (dez), mas não apresenta o total de pessoas afetadas pelo desastre, o que não possibilita sua inserção ou comparação com os municípios da Tabela 9.

Tabela 9: Mortes relacionadas aos eventos de enxurrada (1991-2012)

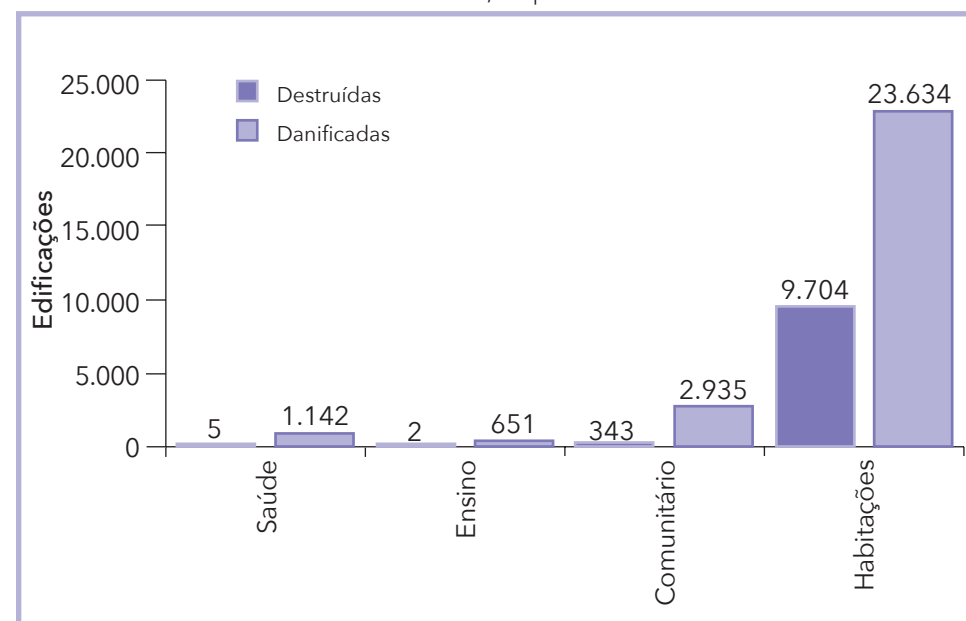
Ano	Município	Desabrigados	Desalojados	Mortos	Afetados
2011	Nova Friburgo	789	4.528	428	18.000
2011	Teresópolis	6.727	9.110	387	17.000
2010	Niterói	4.921	5.193	166	235.695
2011	Petrópolis	187	69.56	71	50.000
2003	Petrópolis	88	20	17	1.512
2002	Teresópolis	81	172	14	9.200
2010	São Gonçalo	8.288	43.787	10	-
2008	Petrópolis	81	1.800	9	45.000
2007	Sumidouro	209	260	8	11.000

Fonte: Brasil (2013)

O Gráfico 7 apresenta os prejuízos registrados no Estado do Rio de Janeiro, em que as edificações mais afetadas foram as habitações, com mais de 23 mil danificadas e 9,7 mil destruídas, das quais, em sua maioria,

estão associadas às enxurradas de 2010 e 2011, demonstrando a magnitude e severidade desses eventos. Observa-se o elevado número de edificações de saúde e ensino danificadas. Escolas tendem a ser locais de abrigos durante eventos extremos e tanto os postos de saúde quanto os hospitais ficam sobrecarregados devido ao alto número de pessoas afetadas. Assim, a escolha dos locais para a construção de escolas, bem como postos de saúde e outros serviços essenciais, deve sempre levar em consideração se são ou não áreas susceptíveis a ocorrências de enxurradas ou outros tipos de eventos extremos.

Gráfico 7: Edificações destruídas e danificadas pelas enxurradas no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Observou-se, também, o elevado número de estruturas comunitárias afetadas, em que mais de 2.900 foram danificadas e 343 totalmente destruídas.

Por fim, na Tabela 10 são descritos os principais municípios em relação aos danos materiais. De maneira geral, a grande parte das edificações danificadas e/ou destruídas dos municípios trata-se de habitações.

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

Ano	Município	Mesorregião	Total destruídas	Total danificadas	Total
2010	São Gonçalo	Metropolitana do Rio de Janeiro	6.050	24	6.074
2010	Niterói	Metropolitana do Rio de Janeiro	2.335	2.289	4.624
2003	Miracema	Noroeste Fluminense	52	2.941	2.993
2003	Engenheiro Paulo de Frontin	Metropolitana do Rio de Janeiro	100	1.340	1.440
2001	Paracambi	Metropolitana do Rio de Janeiro	50	1.238	1.288
2007	São Fidélis	Norte Fluminense	1	1.077	1.078
2010	Maricá	Metropolitana do Rio de Janeiro	65	830	895
2008	Petrópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	26	805	831
2003	Bom Jesus do Itabapoana	Noroeste Fluminense	17	773	790
2010	Barra Mansa	Sul Fluminense	20	701	721

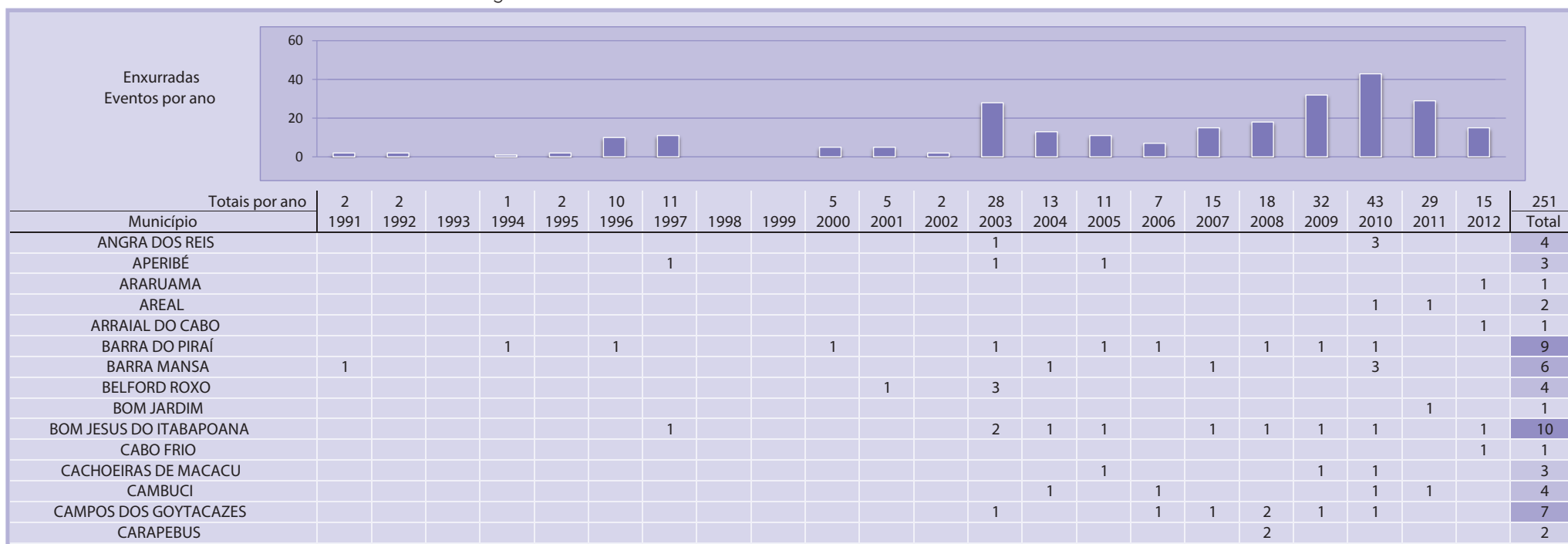
Fonte: Brasil (2013)

Destacam-se os municípios de São Gonçalo e Niterói, que, juntos, possuem 86% de todas as habitações destruídas no Estado do Rio de Janeiro.

As enxurradas estão associadas a chuvas intensas em bacias hidrográficas declivosas. Contudo, elas podem ocorrer em qualquer lugar. Nota-se que nem sempre a sua ocorrência está associada aos municípios mais populosos. Dessa maneira, além dos fatores antrópicos (população) as características do relevo, a intensidade das chuvas bem como a umidade e precipitação antecedente devem ser levadas em consideração ao se analisar este tipo de desastres.

O Infográfico 2 apresenta uma síntese de todas as ocorrências de enxurradas no Estado do Rio de Janeiro.

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Rio de Janeiro

CARDOSO MOREIRA						1				1							1		3
CARMO														1			1	1	3
COMENDADOR LEVY GASPARIAN										1					1	1			3
CONCEIÇÃO DE MACABU						1			2									1	4
CORDEIRO					1														1
ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN					1					1									2
GUAPIMIRIM																1			1
IGUABA GRANDE																		1	1
ITAGUAÍ					1														1
ITALVA						1										1	1	1	4
ITAOCARA														1		1			2
ITAPERUNA						1					2					1	1	1	6
ITATIAIA								1								1			2
LAJE DO MURIAÉ						1					1								2
MACAÉ													1						1
MACUCO										1								2	3
MAGÉ											1								1
MANGARATIBA										1	1			1	1	2		1	7
MARICÁ																	1		1
MENDES					1	1				1					1	1			5
MESQUITA													1				1		2
MIGUEL PEREIRA										1									1
MIRACEMA					1					2				1		3		1	8
NATIVIDADE						1						1			1	1		1	5
NITERÓI																	2		2
NOVA FRIBURGO											1	2						1	4
NOVA IGUAÇU													1	1					2
PARACAMBI								1		1					1				3
PARAÍBA DO SUL		1							1						1		1	1	6
PARATY						1										2	1	2	6
PATY DO ALFERES		1			1					2							1		5
PETRÓPOLIS								1		1					1			3	6
PINHEIRAL										1									1
PIRAÍ																1			1
PORCIÚNCULA						1													1
PORTO REAL								1										1	2
QUATIS								1								1	1		3
QUEIMADOS																	1		1
QUISSAMÃ															1				1
RESENDE												1					2		3
RIO BONITO														1	1	2	3		7
RIO CLARO						1											1	1	3
RIO DAS FLORES						1				2									3
RIO DE JANEIRO						1													1
SANTA MARIA MADALENA																1		1	3

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Rio de Janeiro

SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA													1		1							2
SÃO FIDÉLIS												1			1	1	1					4
SÃO GONÇALO														1			1	3				5
SÃO JOÃO DA BARRA												1										1
SÃO JOÃO DE MERITI					1																	1
SÃO JOSÉ DE UBÁ												1			1							2
SÃO JOSÉ DO VALE DO RIO PRETO																			1			1
SÃO PEDRO DA ALDEIA																	2					2
SÃO SEBASTIÃO DO ALTO																			1			1
SAPUCAIA																	3	1				4
SAQUAREMA																				1		1
SILVA JARDIM											1		1				1	1		1		5
SUMIDOURO															1			2	2	1		6
TANGUÁ																	1	1				2
TERESÓPOLIS	1									1									1	1		4
TRAJANO DE MORAES					1						1		1				1	1	2	1		8
TRÊS RIOS												1					2		1	1		5
VALENÇA											1				1	1	1					4
VARRE-SAI															1		1					2

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 vértico em Sumé (Pb). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 22, p. 743-749, 1998.

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

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

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

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

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

_____. 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.

COELHO NETTO, A. *et al.* January 2011: the extreme landslide disaster in Brazil. In: THE SECOND WORLD LANDSLIDE FORUM, 2011, Roma. **Anais...** Roma: [s.n.], 2011. p. 1-6.

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

DERECZYNSKI, C.; OLIVEIRA, J.; MACHADO, C. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S.l.], v. 24, n. 1, p. 24-38, 2009.

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

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

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

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

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

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

MELO, A. B. C. de. Mantida a previsão de chuvas acima da média para o centro-sul do Brasil. **Infoclima: Boletim de Informações Climáticas**, Brasília, DF, ano 17, n. 1, jan. 2010. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201001.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2013.

_____. As chuvas podem continuar escassas no extremo sul do Brasil. **Infoclima: Boletim de Informações Climáticas**, Brasília, DF, ano 18, n. 1, jan. 2011. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201101.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2013.

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

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

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

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

PASCOALINO, A.; ALMEIDA, L. Q. Eventos climáticos e a gestão do risco em cidades brasileiras: considerações sobre os desastres ocorridos no Rio de Janeiro, Pernambuco e Alagoas. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE HISTÓRIA DO AMBIENTE: DESASTRES AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE & GISDAY, 2., 2011, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2011. p. 1-12.

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

REIS, P. E. 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.

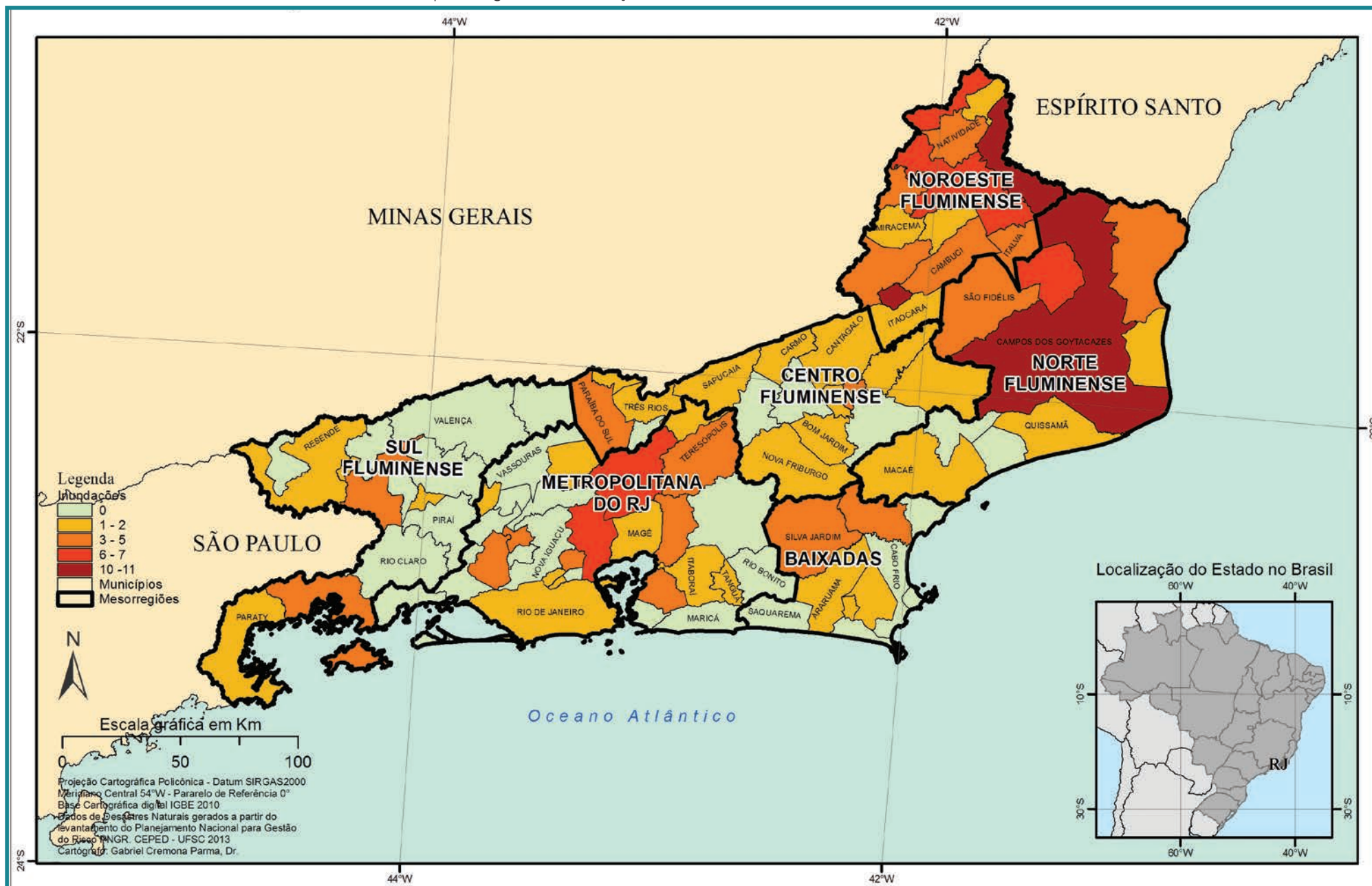
TACHINI, M.; KOBAYAMA, M.; FRANK, B. Descrição dos desastres: as enxurradas. In: FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (Org.). **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí**: água, gente e política. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009. p. 93-101.

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

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

INUNDAÇÃO

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



As inundações, anteriormente denominadas como “enchentes ou inundações graduais” compõem o grupo dos desastres naturais hidrológicos, segundo a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Referem-se à

Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície. (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 depois escoarem gradualmente. São eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d'água, sendo características das grandes bacias hidrográficas e dos rios de planície, como o Amazonas. O fenômeno evolui de forma facilmente previsível e a onda de cheia desenvolve-se de montante para jusante, guardando intervalos regulares.

Na língua inglesa, o evento inundação é denominado *flood* ou *flooding*. No Quadro 5, pode-se observar algumas definições utilizadas para as inundações graduais.

É possível perceber algumas características em comum nas diversas definições. Elas ocorrem nas áreas adjacentes às margens dos rios que por determinados períodos permanece seca, ou seja, na planície de inundação. 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 inundação brusca. Contudo, devido a sua área de abrangência, a quantidade total de danos acaba sendo elevada.

Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais

Termo	Autor	Definição
<i>Flood</i>	NFIP (2005)	Uma condição geral ou temporária de parcial ou completa inundação de dois ou mais acres de uma terra normalmente ou de duas ou mais propriedades (uma das quais é a sua propriedade), proveniente da inundação de águas continentais ou oceânicas.
<i>Flood</i>	National Disaster Education Coalition (2004)	Inundações ocorrem nas chamadas planícies de inundação, 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.
<i>Flood</i>	NWS/NOAA (2005)	A inundação 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.
<i>Flood</i>	FEMA (1981)	Inundação 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.
<i>River Flood</i>	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 inundação.
Inundações Ribeirinhas	Tucci e Bertoni (2003)	Quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoar 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.
<i>Flood</i>	Office of Technology Assessment (1980)	Uma inundação de terra normalmente não coberta pela água e que são usadas ou utilizáveis pelo homem.
<i>River Flood</i>	Kron (2002)	É o resultado de intensas e/ou persistentes chuvas por alguns dias ou semanas sobre grandes áreas, algumas vezes combinadas com neve derretida. Inundações de rios que se elevam gradualmente, algumas vezes em um curto período de tempo.

Fonte: Goerl e Kobiyama (2005)

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

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

A *International Strategy for Disaster Reduction* considera as inundações como desastres hidrológicos, ou seja, relacionados a desvios no ciclo hidrológico (BELOW; WIRTZ; GUHA-SAPIR, 2009). No entanto, antes de serem desastres, as inundações são fenômenos naturais, intrínsecas ao regime dos rios. Quando esse fenômeno entra em contato com a sociedade, causando danos, passa a ser um desastre.

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

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

No Estado do Rio de Janeiro foram registrados **190 registros oficiais** de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 4 demonstra a distribuição espacial desses re-

gistros no território fluminense. A Mesorregião Noroeste Fluminense foi a mais afetada com um total de 62 registros, que representa 33% das ocorrências de desastres no estado. Na sequência, tem-se a Metropolitana do Rio de Janeiro, com 55 registros e a Norte Fluminense, com 55 registros, que se destacam entre as demais.

A Região do Norte-Noroeste Fluminense abrange a porção fluminense das bacias dos rios Pomba, Muriaé e Itabapoana e o baixo curso do rio Negro. Segundo estudos geoambientais (DANTAS *et al.*, 2000), as restritas e descontínuas planícies fluviais embutidas nos fundos de vales desses rios e dos tributários principais precisam de uma recomposição da mata ciliar, tendo em vista a mitigação de inundações que assolam periodicamente vários municípios desse setor do estado. Esses mesmos estudos citam como agravante a este problema, o intenso desmatamento das bacias dos rios Pomba e Muriaé, tanto em território fluminense, quanto em território mineiro, acelerando, assim, o escoamento superficial e aumentando os picos de vazão destes rios.

De acordo com o Mapa 4, os municípios mais atingidos por eventos recorrentes encontram-se entre o Norte e o Noroeste Fluminense. Bom Jesus do Itabapoana registrou 11 ocorrências de inundações do rio Itabapoana; Aperibé registrou dez ocorrências devido às inundações dos rios Pomba e Paraíba do Sul; e Campos dos Goytacazes que também registrou dez ocorrências relativas às inundações dos rios Ururaí e da Lagoa Feia e dos canais São Bento, Flexa, Coqueiros, Quintiguta, Saquarema, Cambaiba, Onça e vários outros pequenos canais. Outros municípios dessas mesorregiões fluminenses também registraram totais razoáveis de desastres, como Itaperuna e Cardoso Moreira com sete registros; Itaúva com cinco registros e Santo Antônio de Pádua com quatro registros.

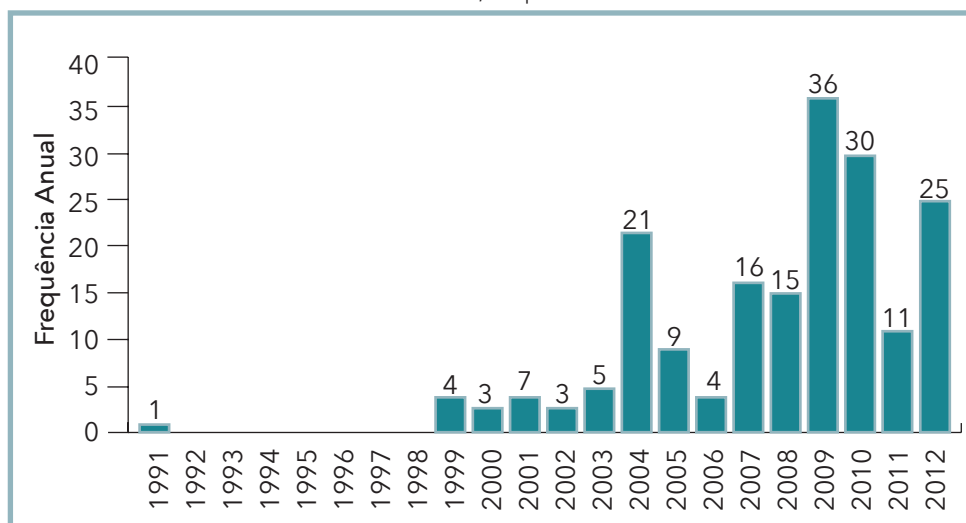
Os anos das inundações severas registrados no período de 1991 a 2012 são apresentados no Gráfico 8. Verifica-se uma frequência anual de registros no estado a partir do ano 1999, haja vista que existem lacunas na década que antecede este ano. Embora haja poucos eventos registrados na década dos anos de 1990, não significa que não tenham ocorrido desastres por inundações.

O ano de 2009 se destaca com 36 registros. Nesse ano, as situações de emergência foram decretadas em 22 municípios diferentes. A prefeitura de

Bom Jesus do Itabapoana, por exemplo, decretou situação de emergência seis vezes no decorrer desse ano, devido ao aumento do nível do rio Itabapoana, que corta o município. 2009 foi um ano marcado pela influência de sistemas meteorológicos que causaram chuvas intensas no estado e, consequentemente, inundações registradas nos meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro (CONDIÇÕES..., 2013)

O ano de 2010 também apresentou um número expressivo de desastres por inundações, total de 30 ocorrências, assim como o de 2012, com 25 ocorrências de inundações. Dessas ocorrências, 20 referem-se aos eventos ocorridos no mês de janeiro. No início de janeiro de 2012, a configuração de regiões de convergência de umidade e a influência de oscilações intrassazonais contribuíram para o excesso de chuvas e grandes transtornos à população do Estado do Rio de Janeiro. Estas chuvas estiveram associadas ao deslocamento para noroeste de sistemas meteorológicos típicos dos meses de verão: a Alta da Bolívia e os Vórtices do Nordeste, favorecendo, por sua vez, a persistência de episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre o estado (MELO, 2012).

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

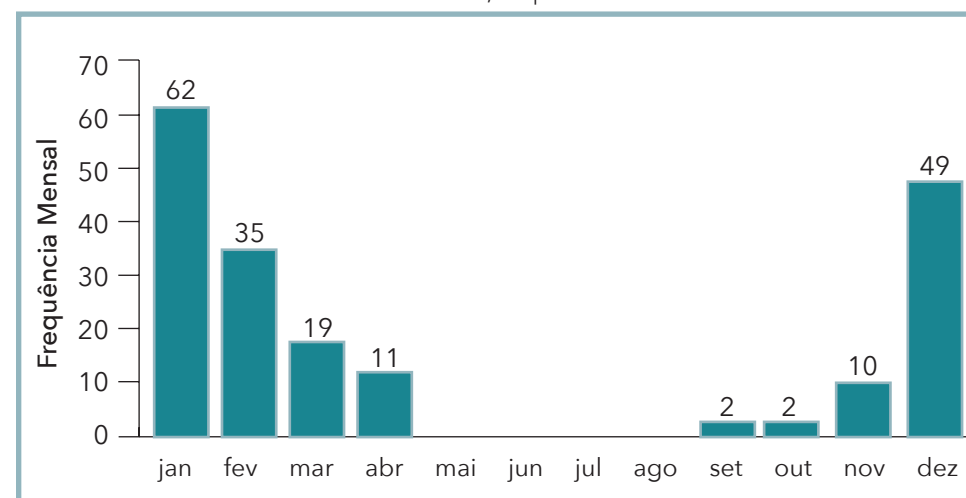


Fonte: Brasil (2013)

A previsão das maiores concentrações de precipitação no Estado do Rio de Janeiro pode ser esperada para os meses de verão, tendo característica sazonal (ANA, 2010). Nesse sentido, os meses que apresentaram a maior frequência de desastres por inundações, são aqueles da estação chuvosa, devido ao aumento dos acumulados pluviométricos.

A partir dos dados apresentados no Gráfico 9 é possível observar a frequência mensal de todos os registros de inundações no estado. Os meses sem registros de desastres são relativos aos meses de menores acumulados pluviométricos no estado. Verifica-se uma recorrência maior dos desastres entre os meses de dezembro e fevereiro. Os meses de verão representam 61% do total de registros. O mês de janeiro foi o mais afetado ao longo do período em análise, com 62 eventos adversos. Das ocorrências desse mês, 22 correspondem aos eventos de inundações ocorridos no ano de 2012, sendo a maior parte registrada por municípios do Noroeste Fluminense.

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

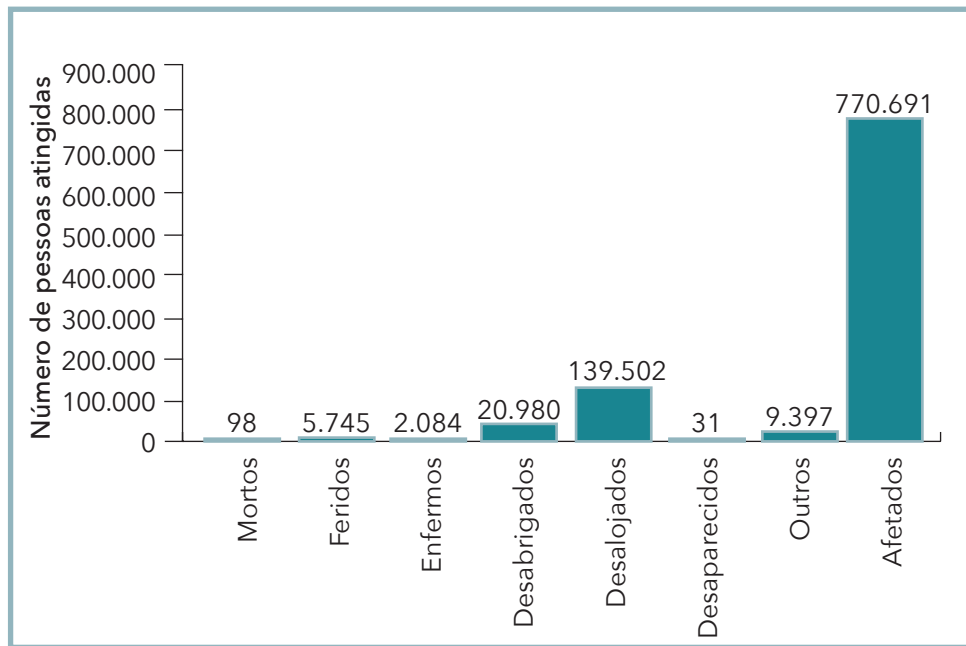


Fonte: Brasil (2013)

As precipitações prolongadas durante o período chuvoso podem originar consequências negativas para comunidades de alguns municípios, por conta da elevação dos níveis dos rios no estado. Nesse sentido, os danos

humanos relacionados aos desastres por inundações são apresentados no Gráfico 10. Verificam-se mais de 770 mil pessoas afetadas ao longo dos anos analisados. No período de 1991 a 2012, foram registrados, oficialmente, 98 mortos, 5.745 feridos, 2.084 enfermos, 20.980 desabrigados, 139.502 desalojados, 31 desaparecidos e 9.397 pessoas atingidas por outros tipos de danos.

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



Fonte: Brasil (2013)

Com relação aos danos relacionados a desabrigados, mortos e afetados, a Tabela 11 demonstra os municípios mais atingidos, com os respectivos anos das inundações e os totais de danos em número de pessoas. O município de Nova Friburgo registrou, na inundação de janeiro de 2007, 464 desabrigados, 11 mortos e 80.000 habitantes afetados, segundo o registro oficial. Esse evento extremo atingiu todos os distritos do município, com inundações do rio Bengalas, no Distrito de Conselheiro Paulino; do rio Grande, em Riograndina e de alguns córregos, atingindo várias resi-

Figura 3: Inundação no município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio de Janeiro (BRASIL, 2011b)

dências ribeirinhas às margens desses cursos d'água. O elevado índice pluviométrico, de 254 mm em 72 horas, foi responsável pela elevação do nível das águas dos rios que causou danos ao serviço de transporte público, com a paralisação de alguns itinerários; e nos sistemas de abastecimento de água e energia, que afetaram a população durante 48 horas.

O município de Campos dos Goytacazes também registrou danos humanos expressivos em eventos de inundação no ano de 2008, principalmente os relacionados ao número de desabrigados. No episódio do mês de dezembro foram registrados 3.208 desabrigados e 45.000 habitantes afetados, enquanto no mês de novembro foram 2.181 desabrigados e 40.000 afetados. A população de áreas urbanas e rurais foi afetada com as precipitações acima da média normal, que causaram o transbordamento do rio Ururá e de diversos cursos d'água menores, integrantes da bacia hidrográfica da Lagoa Feia.

Há municípios que não estão entre os mais afetados da Tabela 11, no entanto apresentaram totais de óbitos por inundação relevantes. O município de Angra dos Reis, no Sul Fluminense, registrou 35 mortes no

evento de dezembro de 2002. Petrópolis, na mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro, registrou 38 mortes no evento de dezembro de 2001.

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

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Afetados
2007	Nova Friburgo	Centro Fluminense	464	11	80.000
2009	Belford Roxo	Metropolitana do Rio de Janeiro	124	-	52.636
2010	Teresópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	48	-	50.000
2008	Itaperuna	Noroeste Fluminense	136	-	45.000
2008	Campos dos Goytacazes	Norte Fluminense	3.208	-	45.000
2008	Campos dos Goytacazes	Norte Fluminense	2.181	-	40.000
2010	Tanguá	Metropolitana do Rio de Janeiro	248	-	22.800
2008	Santo Antônio de Pádua	Noroeste Fluminense	463	-	20.742
2010	Araruama	Baixadas	139	-	20.000
2007	Mesquita	Metropolitana do Rio de Janeiro	187	1	19.800

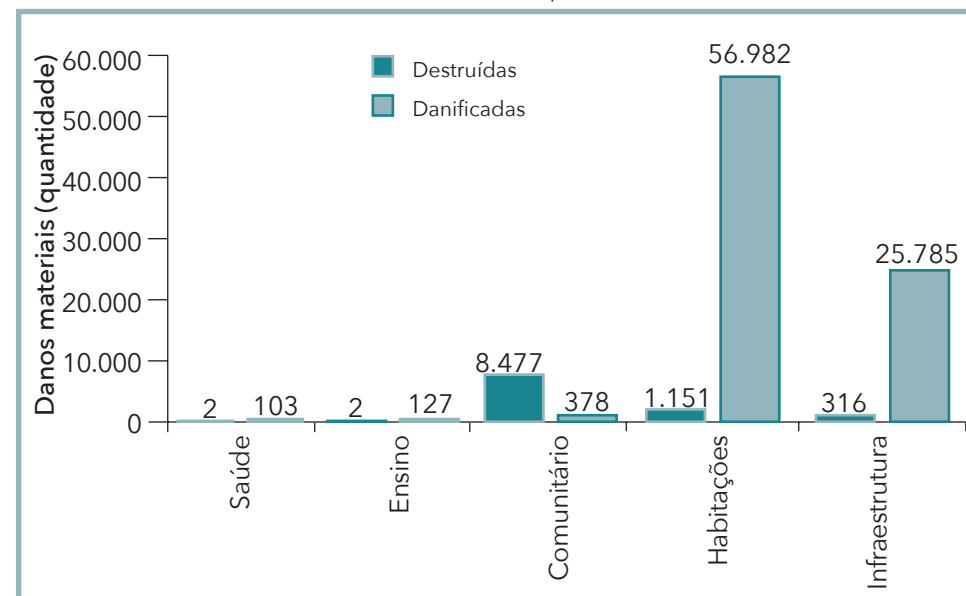
Fonte: Brasil (2013)

Nesse episódio, as inundações estiveram associadas a movimentos gravitacionais de massa e enxurradas, desencadeados pelas chuvas constantes que atingiram 300 mm em 24 horas.

Com relação aos danos materiais, o Estado do Rio de Janeiro apresenta 93.323 registros de construções e sistemas de infraestrutura atingidos pelas inundações, entre os anos de 1991 e 2012. Observa-se no Gráfico 11 que os danos relativos às habitações prevalecem sobre os demais, com o total de 56.982 residências danificadas e 1.151 destruídas. Na sequência, os sistemas de infraestrutura que registraram um total de 25.785 estruturas danificadas e 316 destruídas.

Na Tabela 12, é possível notar os municípios afetados, com os danos materiais mais expressivos. O município de São Francisco de Itabapoana apresenta-se como o mais afetado do Estado do Rio de Janeiro, segundo os documentos oficiais levantados, com o total de 22.900 estabelecimentos e estruturas danificados e destruídos, referente à inundação de março de 2005. Nesse evento, houve o transbordamento do rio Itabapoana, cujo leito atravessa a sede do segundo distrito (Barra do Itabapoana), que atin-

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



Fonte: Brasil (2013)

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

Ano	Município	Mesorregião	Total Danificados	Total Destruídos	Total
2005	São Francisco de Itabapoana	Norte Fluminense	22.863	37	22.900
2009	Duque de Caxias	Metropolitana do Rio de Janeiro	15.300	4	15.304
2010	Duque de Caxias	Metropolitana do Rio de Janeiro	-	8.195	8.195
2010	Araruama	Baixadas	5.000	2	5.002
2010	Seropédica	Metropolitana do Rio de Janeiro	2.688	45	2.733
2008	Porciúncula	Noroeste Fluminense	2.509	8	2.517
2008	Campos dos Goytacazes	Norte Fluminense	2.353	2	2.355
2005	Macaé	Norte Fluminense	2.210	-	2.210
2009	Nilópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	2.200	-	2.200
2008	Campos dos Goytacazes	Norte Fluminense	2.024	4	2.028

Fonte: Brasil (2013)

giu três metros acima da cota normal. O documento oficial, como causa do agravamento do evento, descreve o assoreamento do leito do rio e as retenções do caudal devido à amplitude da maré no período.

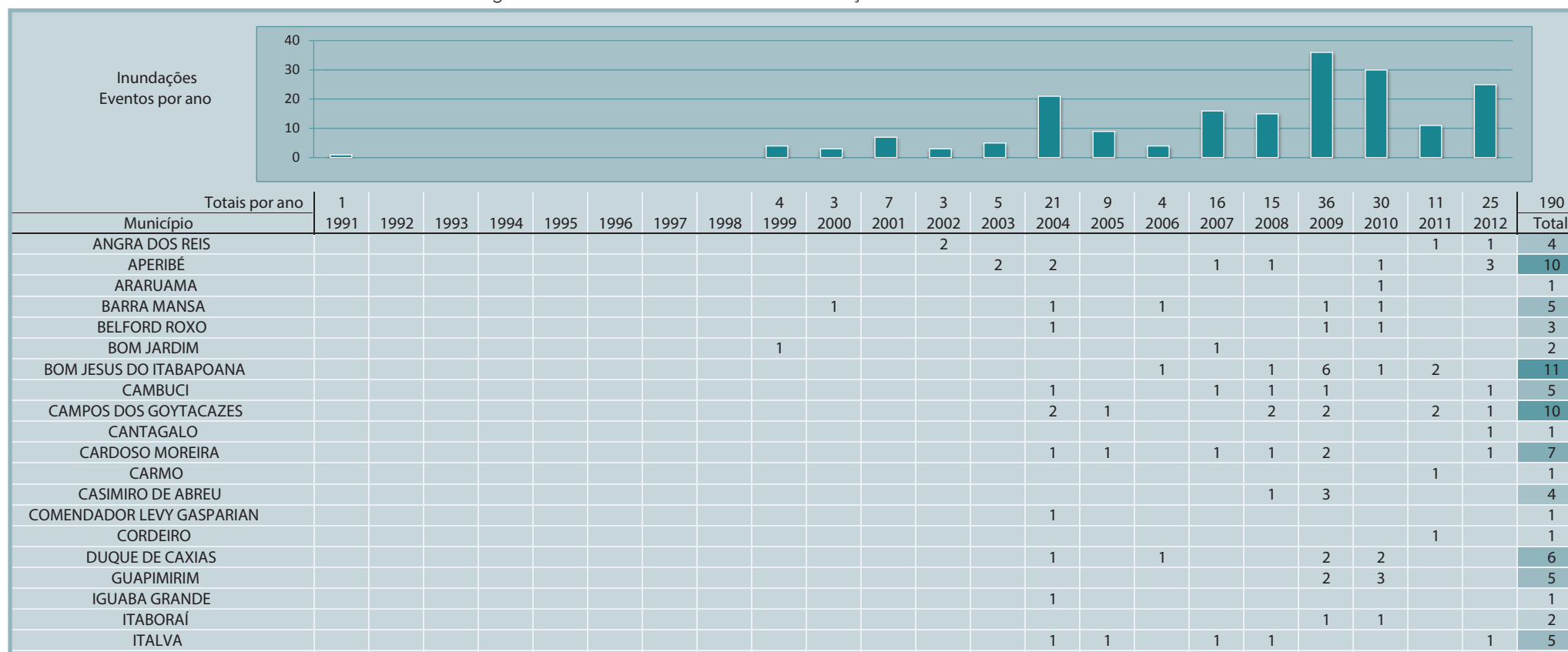
O município Duque de Caxias apresenta-se como o segundo mais afetado, com registro de 15.300 habitações danificadas e quatro destruídas na inundação de dezembro de 2009. Em abril do ano seguinte, outro episódio de inundação ocasionou 8.195 estruturas comunitárias destruídas.

Os episódios de inundação, em geral, são recorrentes nas áreas urbanas, principalmente quando essas áreas apresentam ocupação desordenada em planícies de inundação. Dessa forma, as moradias e seus

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

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

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado do Rio de Janeiro

ITAOCARA																					1	1
ITAPERUNA													1	1		2	1			1	1	7
JAPERI									1		1							1	2			5
LAJE DO MURIAÉ																1	1	2			1	5
MACAÉ														1								1
MACUCO													1	1		1	1			1		5
MAGÉ									1													1
MEENDES									2													2
MESQUITA																1		1				2
MIRACEMA													1									1
NATIVIDADE												1	1				1				1	4
NILÓPOLIS																		1	1			2
NOVA FRIBURGO																1						1
PARAÍBA DO SUL								1										2	2			5
PARATY											1											1
PATY DO ALFERES																		1			1	2
PETRÓPOLIS									1				2					1	1		1	6
PINHEIRAL																			1			1
PORCIÚNCULA														1		1	1	1		1	1	6
PORTO REAL								1														1
QUISSAMÃ														1								1
RESENDE									1													1
RIO DE JANEIRO	1							1														2
SANTA MARIA MADALENA																					1	1
SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA													1				1		1		1	4
SÃO FIDÉLIS													1						1		1	3
SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA												1		1		1		1			1	5
SÃO GONÇALO																	1	3			1	5
SÃO JOÃO DA BARRA																1					1	2
SÃO JOSÉ DE UBÁ																					1	1
SÃO JOSÉ DO VALE DO RIO PRETO																1						1
SÃO PEDRO DA ALDEIA																		1				1
SÃO SEBASTIÃO DO ALTO																					1	1
SAPUCAIA																1						1
SEROPÉDICA									1						1		1		1			4
SILVA JARDIM																		2	1			3
TANGUÁ																		1	1			2
TERESÓPOLIS									1										4			5
TRÊS RIOS								1														1
VARRE-SAI														1							1	2

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

_____. 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: 20 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.

CONDIÇÕES oceânicas globais favorecem ocorrência de chuvas sobre o sul do Brasil. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, DF, ano 20, n. 9, set. 2013. Disponível em: <<http://infoclima1.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 29 set. 2013.

DANTAS, M. E. et al. **Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2000. Disponível em: <<http://www.viomundo.com.br/voce-escreve/as-udancas-no-mapa-do-idh-brasileiro.html>>. Acesso em: 30 jul. 2013.

FLEMMING, G. How can we learn to live with rivers? The Findings of the Institution of Civil Engineers Presidential Commission on Flood-risk management. **Phil. Trans. R. Soc. Lond.**, London, v. 360, n. 1.796, p.1.527-1.530, 2002.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Consideração sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 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 jul. 2013.

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

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

MELO, A. B. C. Declínio do fenômeno *La Niña* ocorrerá durante o outono de 2012. **Infoclima**. Boletim de Informações Climáticas, Brasília, DF, ano 19, n. 2, fev. 2012. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201202.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2013.

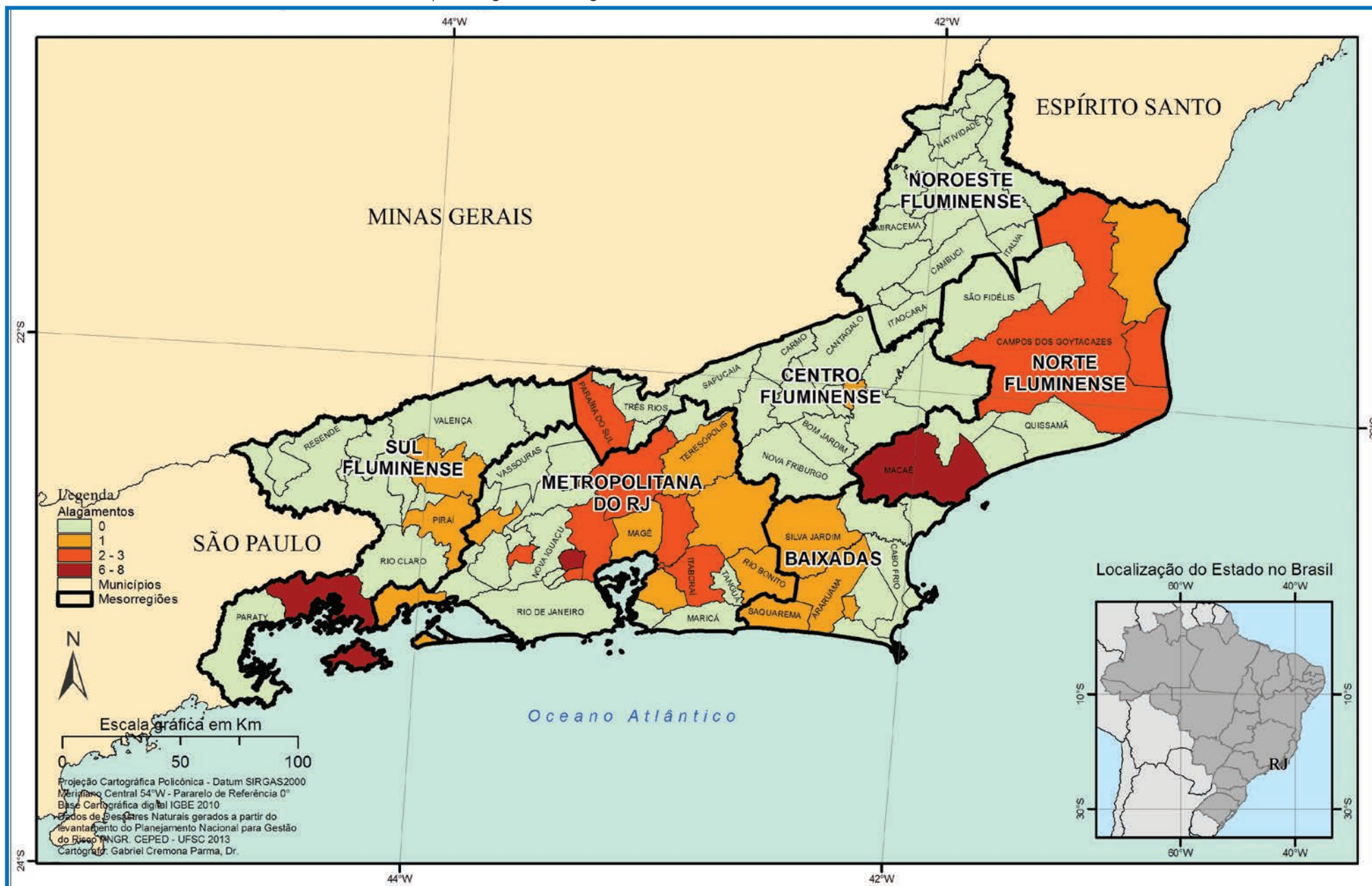
TAVARES, A. C.; SILVA, A. C. F. Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 3, n.1, p. 4-15, jan.-jun. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/viewArticle/1223>>. Acesso em: 28 jul. 2013.

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

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

ALAGAMENTO

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

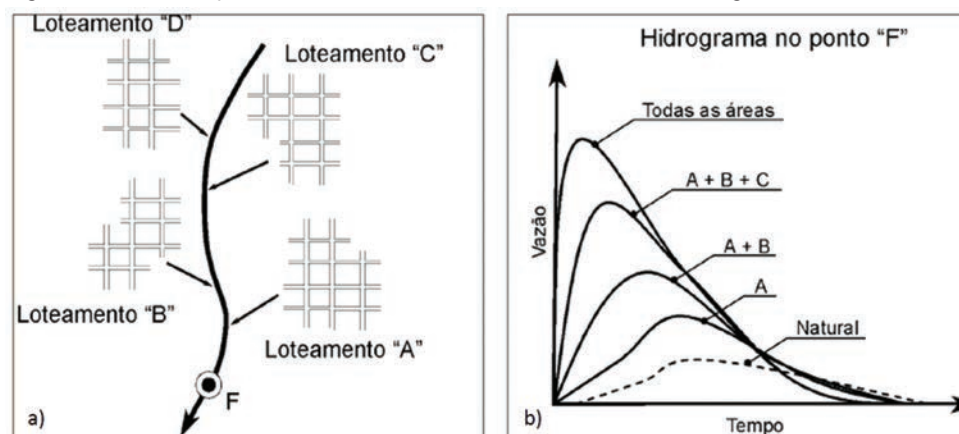


Segundo a Classificação e a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proposta em 2012, os alagamentos caracterizam-se pela “Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas [...]” (BRASIL, 2012, p. 73) e da topografia suave (CERRI, 1999). Sua ocorrência está diretamente relacionada com os sistemas de Drenagem Urbana, que são entendidos como o conjunto de medidas que objetivam a redução dos riscos relacionados às enchentes, bem como à redução dos prejuízos causados por elas (TUCCI *et al.*, 2007).

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

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

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



Fonte: Tucci (2007)

Figura 5: a) Obstrução à drenagem



b) Lixo retido na drenagem



Fonte: Tucci (2005)

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

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

Outro grande problema dos sistemas de drena-

gem está relacionado à própria gestão do saneamento. O carreamento de lixo e de sedimentos para as sarjetas, as bocas de lobo e para as galerias acaba obstruindo as entradas e as tubulações de drenagem, colaborando na ocorrência de alagamentos localizados. Ademais, interligações clandestinas de esgoto contribuem para a insuficiência das redes de dre-

nagem, com possibilidade de rompimento das tubulações. Essas condições, mesmo em pequenos volumes pluviométricos, são capazes de gerar alagamentos intensos em cidades urbanizadas, com diversos transtornos e possibilidade de desastres.

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

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2010) indica que a eficiência dos sistemas de drenagem de águas pluviais – e a consequente prevenção de desastres com enchentes e alagamentos – está diretamente relacionada à existência dos dispositivos de controle de vazão, pois eles atenuam a energia das águas e o carreamento de sedimentos para os corpos receptores, onde há a disposição final dos efluentes da drenagem pluvial. A ausência desses dispositivos é facilmente perceptível nos dados divulgados pelo IBGE (2010), pois mostram que um em cada três municípios tem áreas urbanas de risco que demandam drenagem especial. Dentre os municípios que relataram a existência de áreas de risco, somente 14,6% utilizam informações meteorológicas e/ou hidrológicas, o que limita ainda mais as condições de manejo das águas pluviais e da drenagem urbana.

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

Nessa temática, Pompêo (1999) afirma que se deve relacionar a sustentabilidade com a drenagem urbana, por meio do reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade. Essa postura exige que a drenagem e o controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceitualizadas em termos técnicos e gerenciais. Essa definição eleva o conceito de drenagem a

este: **drenagem urbana sustentável**. A drenagem urbana sustentável visa imitar o ciclo hidrológico natural controlando o escoamento superficial o mais próximo da fonte, através de técnicas estruturais e não estruturais, com o objetivo de reduzir a exposição da população aos alagamentos e às inundações e a, consequente, minimização dos impactos ambientais.

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

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

O Estado do Rio de Janeiro possui **56 registros oficiais** de alagamentos excepcionais caracterizados como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 5 demonstra a distribuição espacial desses registros no território fluminense, onde se nota que 50% das ocorrências foram registradas na região metropolitana do Rio de Janeiro, seguida pela Mesorregião Norte e Sul fluminenses, com 23% e 14%, respectivamente. As mesorregiões menos atingidas são as baixadas e a centro fluminense, que registraram 7% e 5% das ocorrências.

O município mais afetado foi Macaé, que registrou oito desastres. Após, aparecem as cidades de Angra dos Reis e Belford Roxo, com seis alagamentos severos. Ainda, os municípios de Duque de Caxias, Petrópolis e São João de Meriti figuram com três desastres cada um. As demais cidades possuem a frequência de um ou dois alagamentos.

Todas as cidades citadas com maior frequência possuem mais de 150 mil habitantes, conforme IBGE (2011). O aumento populacional promove o consequente aumento da impermeabilização, o que acaba por gerar um maior volume escoado superficialmente. Assim, os municípios populosos tornam-se mais susceptíveis à ocorrência de alagamentos severos.

Figura 6: Município de Araruama, RJ

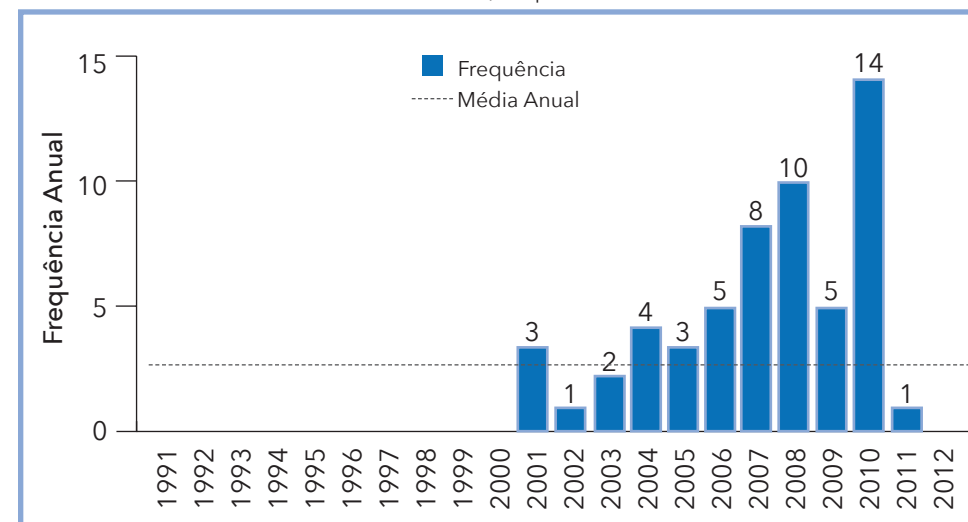


Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio de Janeiro (BRASIL, 2011)

O Gráfico 12 apresenta a frequência anual de alagamentos registrados entre 1991 e 2012. Foram observados desastres somente a partir do ano 2001, o que torna a média anual desse tipo de desastre baixa, (2,67 desastres/ano). A ausência de registros entre 1991-2000 e o aumento da ocorrência na década seguinte podem evidenciar que houve um aumento nos desastres observados ou, então, que houve uma melhoria significativa no registro desses desastres.

O ano de 2010, ano em que houve maiores ocorrências de desastres por alagamentos, teve índices pluviométricos acima do normal: quatro desastres em janeiro, quatro em dezembro, três em abril e um desastre em fevereiro, março e julho. As precipitações que ocorreram no final de dezembro de 2009 e início de janeiro de 2010 trouxeram consequências desastrosas à região Sudeste do Brasil, conforme analisam Pascoalino e Almeida (2011). Os autores informam que, nesses meses, a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), aliada ao escoamento de umidade pelo interior

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



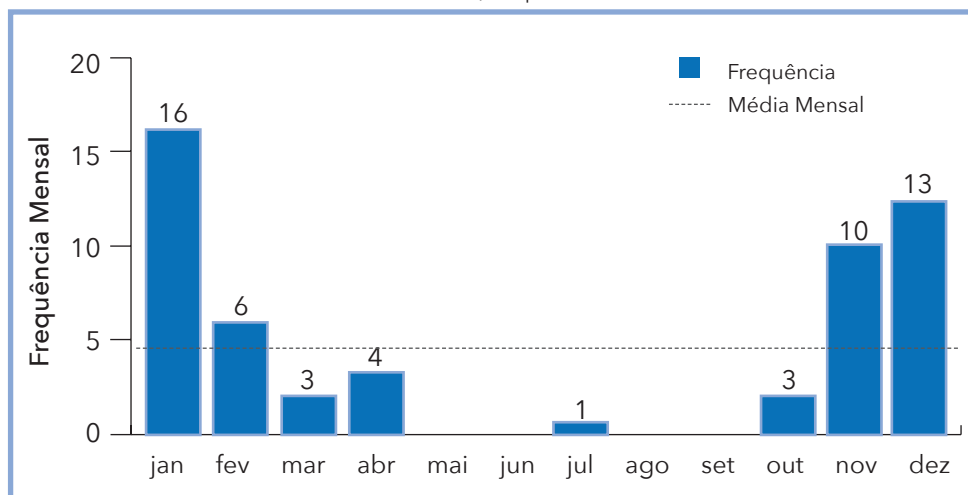
Fonte: Brasil (2013)

do país e um ciclone com características subtropicais, centrado ao leste da Região Sudeste, ocasionaram altos volumes pluviométricos. Já no mês de abril, o excesso de chuva foi desencadeado pela incursão de uma frente fria que atuou sobre o estado no começo do mês, resultando em chuvas intensas em parte da região Sudeste. Em apenas dois dias do mês de abril, a precipitação acumulada foi superior a 300 mm.

O Gráfico 13 apresenta a frequência mensal de alagamentos registrados entre 1991 e 2012. Observa-se que o mês de maior destaque foi janeiro, seguido dos meses de dezembro, novembro e fevereiro, que registraram desastres acima da média. Nos meses de maio, junho, agosto e setembro não houve registro de desastres relacionado aos alagamentos.

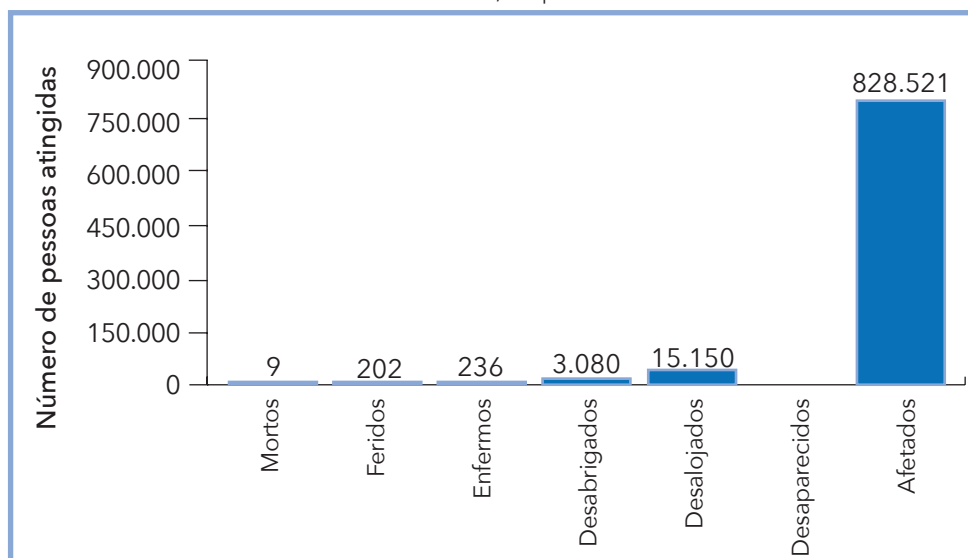
Os alagamentos desencadearam consequências negativas para as comunidades fluminenses. Reitera-se que esses eventos originam, de modo geral, poucos danos, já que a elevação do nível da água é relativamente baixa. Contudo, é possível verificar que os desastres deixaram mais de 825 mil pessoas afetadas, 3.080 desabrigadas, 15.150 desalojadas, 236 enfermos, 202 feridos e nove mortos (Gráfico 14).

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



Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

A Tabela 13 apresenta os dez municípios mais afetados, nos quais se destacam os alagamentos ocorridos em Belfort Roxo em 2007, que afetou 39% da população dessa cidade. Metade dos desastres registrados no município figura dentre os piores danos humanos dentro do estado. Macaé possui a mesma proporção, com quatro dos seus oito desastres registrados dentre os eventos humanos mais severos, afetando sempre um grande número de habitantes. É possível observar, também, que o desastre registrado em Petrópolis, em 2010, aparece como o 7º pior desastre do Estado do Rio de Janeiro no que se refere aos danos humanos.

Tabela 13: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Desalojados	Afetados
2007	Belfort Roxo	Metropolitana do Rio de Janeiro	384	2.317	181.300
2007	Macaé	Norte Fluminense	-	104	143.117
2008	Macaé	Norte Fluminense	14	8	105.000
2007	Macaé	Norte Fluminense	5	161	85.268
2009	Macaé	Norte fluminense	-	10	75.000
2008	Belfort Roxo	Metropolitana do Rio de Janeiro	-	-	30.000
2010	Petrópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	-	-	30.000
2006	Belfort Roxo	Metropolitana do Rio de Janeiro	7	13	27.000

Fonte: Brasil (2013)

Apesar da gravidade dos eventos supracitados, nenhum dos municípios apresentados como mais afetados em relação aos danos humanos registrou falecimento por alagamento. Todos os nove falecimentos ocorridos no Estado do Rio de Janeiro aconteceram da cidade de Duque de Caxias, conforme elencado na Tabela 14. Não foi registrado o total de afetados no evento de 2001 e 2002, o que não possibilita a comparação com os municípios mais afetados.

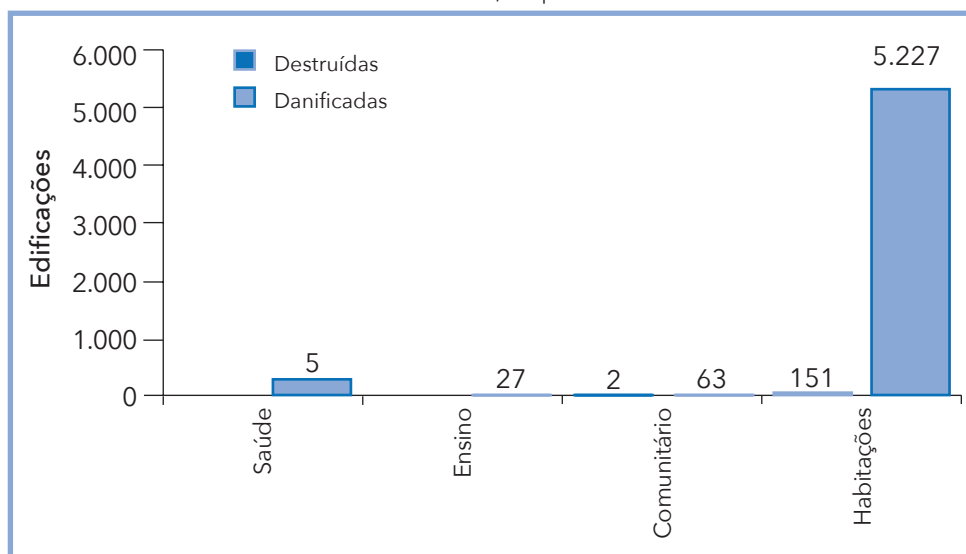
Tabela 14: Mortes relacionadas aos eventos de alagamentos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Afetados
2001	Duque de Caxias	Metropolitana do Rio de Janeiro	6	-
2003	Duque de Caxias	Metropolitana do Rio de Janeiro	2	1.435
2002	Duque de Caxias	Metropolitana do Rio de Janeiro	1	-

Fonte: Brasil (2013)

O Gráfico 15 apresenta os prejuízos registrados no Estado do Rio de Janeiro, em que as edificações mais afetadas foram as habitações, com 5.227 danificadas e 151 destruídas. Além disso, cinco unidades de saúde, 27 de ensino e 63 estruturas comunitárias foram danificadas. Dessas últimas, tem-se também duas estruturas totalmente destruídas.

Gráfico 15: Edificações destruídas e danificadas pelos alagamentos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

No que se refere aos danos materiais, a Tabela 15 traz a quantificação dos municípios mais atingidos. O município de São João do Meriti, que declarou somente 100 pessoas afetadas no desastre de 2003, registrou mais de 1.850 estruturas danificadas, cujo total refere-se unicamente às habitações.

Ressalta-se, novamente, que os alagamentos causam poucos danos, o que pode sugerir que esses eventos podem ter sido registrados, erroneamente, como inundações ou enxurradas ou podem ter ocorrido simultaneamente a esses eventos.

Assim, analisaram-se as causas dos desastres relatados nos registros, cuja maioria cita as chuvas intensas em um curto espaço de tempo. O re-

Tabela 15: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Total destruídas	Total danificadas	Total
2003	São João de Meriti	Metropolitana do Rio de Janeiro	-	1.857	1.857
2007	Araruama	Baixadas	-	894	894
2001	Duque de Caxias	Metropolitana do Rio de Janeiro	51	470	521
2004	Macuco	Centro Fluminense	6	402	408
2003	Duque de Caxias	Metropolitana do Rio de Janeiro	40	320	360
2009	Itaboraí	Metropolitana do Rio de Janeiro	5	282	287
2001	Barra do Piraí	Sul Fluminense	5	202	207
2008	Campos dos Goytacazes	Norte Fluminense	2	200	202
2009	São Francisco de Itabapoana	Norte Fluminense	-	167	167
2004	Petrópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	6	135	141

Fonte: Brasil (2013)

gistro do município de Macuco cita uma tromba d'água que transbordou córregos, cuja correnteza derrubou postes. Este evento assemelha-se às enxurradas, conforme a descrição detalhada encontrada no capítulo referente a esses eventos. O registro do município de Cachoeira do Macau, em 2004, cita o rompimento de 03 diques, que alagou plantações agrícolas. Diversos outros municípios citam o transbordamento de rios (inundações ou enxurradas), alguns acrescentam o assoreamento dos rios como agente deflagrador.

Cita-se, também, a causa do registro de Queimados em 2009: a deficiência da rede de drenagem. No ano seguinte, em 2010, esse município registrou novo desastre, onde relata a redução da infiltração natural do solo urbano provocada por pavimentação de ruas, construções adensadas e caóticas, deposição inadequada de lixo e insuficiência da rede de galerias pluviais.

Nesse sentido, de reconhecer o saneamento falho como causa dos alagamentos, também, observou-se no registro de São João do Meriti. O registro relata que os sistemas de esgotos, que carregam água pluvial, foram sobrecarregados pelo excesso pluvial. Novos desastres ocorreram no município nos anos seguintes, com as mesmas causas, inclusive.

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

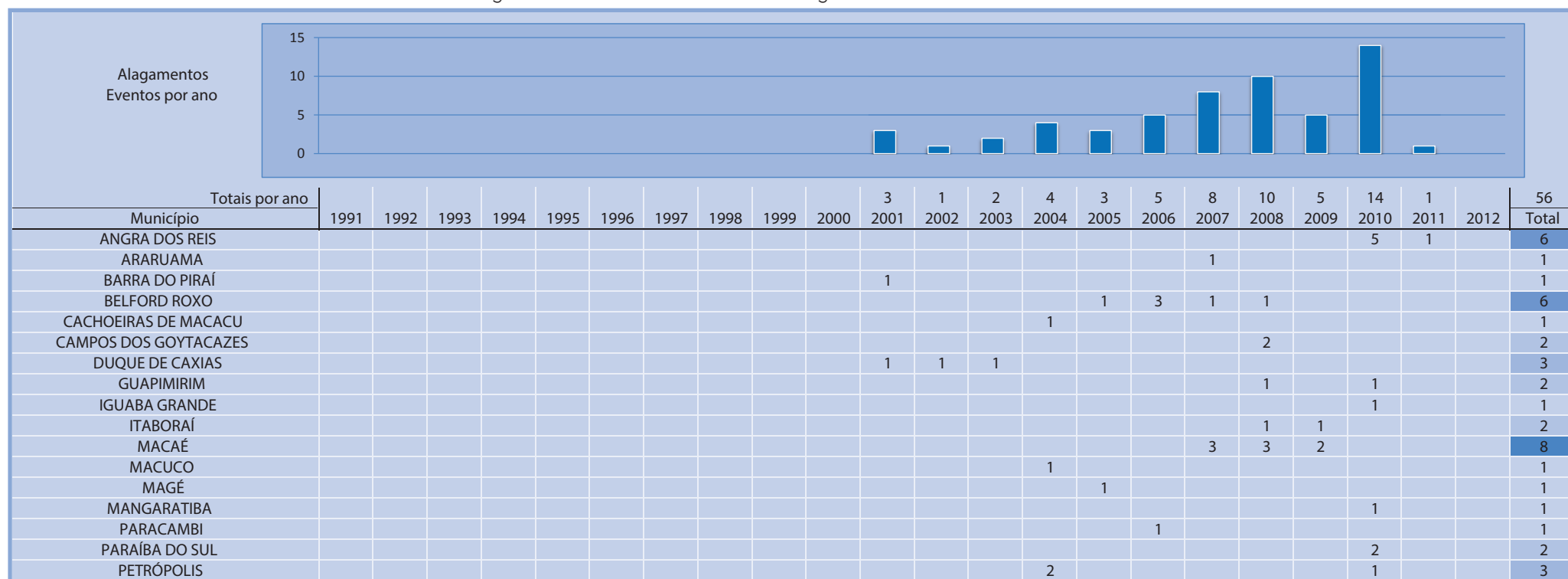
associados à dificuldade de escoamento da água, problema intensificado pela urbanização, cujo nível da água é baixo e causa poucos danos. As enxurradas são características de pequenas bacias com relevo acidentado, cujo escoamento da água possui alta energia, o que pode gerar danos vultosos. Já nas inundações, o transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície. Assim, parte dos alagamentos registrados no Estado do Rio de Janeiro podem ser de fato, inundações ou enxurradas, o que explica o alto número de afetados.

O reconhecimento, por parte de alguns municípios, do saneamento, da drenagem e da urbanização como causas dos alagamentos, é importante para o planejamento e tomada de decisões a longo prazo, para que se diminua a ocorrência dos desastres.

A ocorrência de alagamentos, como fenômenos, é frequente, principalmente, nas cidades mais urbanizadas. 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 nos municípios, aliada a outras medidas não estruturadas, colabora para que a redução dos alagamentos e, conseqüentemente, dos transtornos e desastres.

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

Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado do Rio de Janeiro

PIRAÍ										1									1
QUEIMADOS																1	1		2
RIO BONITO												1							1
SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA																1			1
SÃO GONÇALO											1								1
SÃO JOÃO DA BARRA													1	1					2
SÃO JOÃO DE MERITI										1							1		3
SAQUAREMA																	1		1
SILVA JARDIM														1					1
TERESÓPOLIS														1					1

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PASCOALINO, A.; ALMEIDA, L. Q. Eventos climáticos e a gestão do risco em cidades brasileiras: considerações sobre os desastres ocorridos no Rio de Janeiro, Pernambuco e Alagoas. *In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE HISTÓRIA DO AMBIENTE: DESASTRES AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE & GISDAY*, 2., 2011, Florianópolis.

Anais... Florianópolis: UFSC, 2011. p. 1-12.

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

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

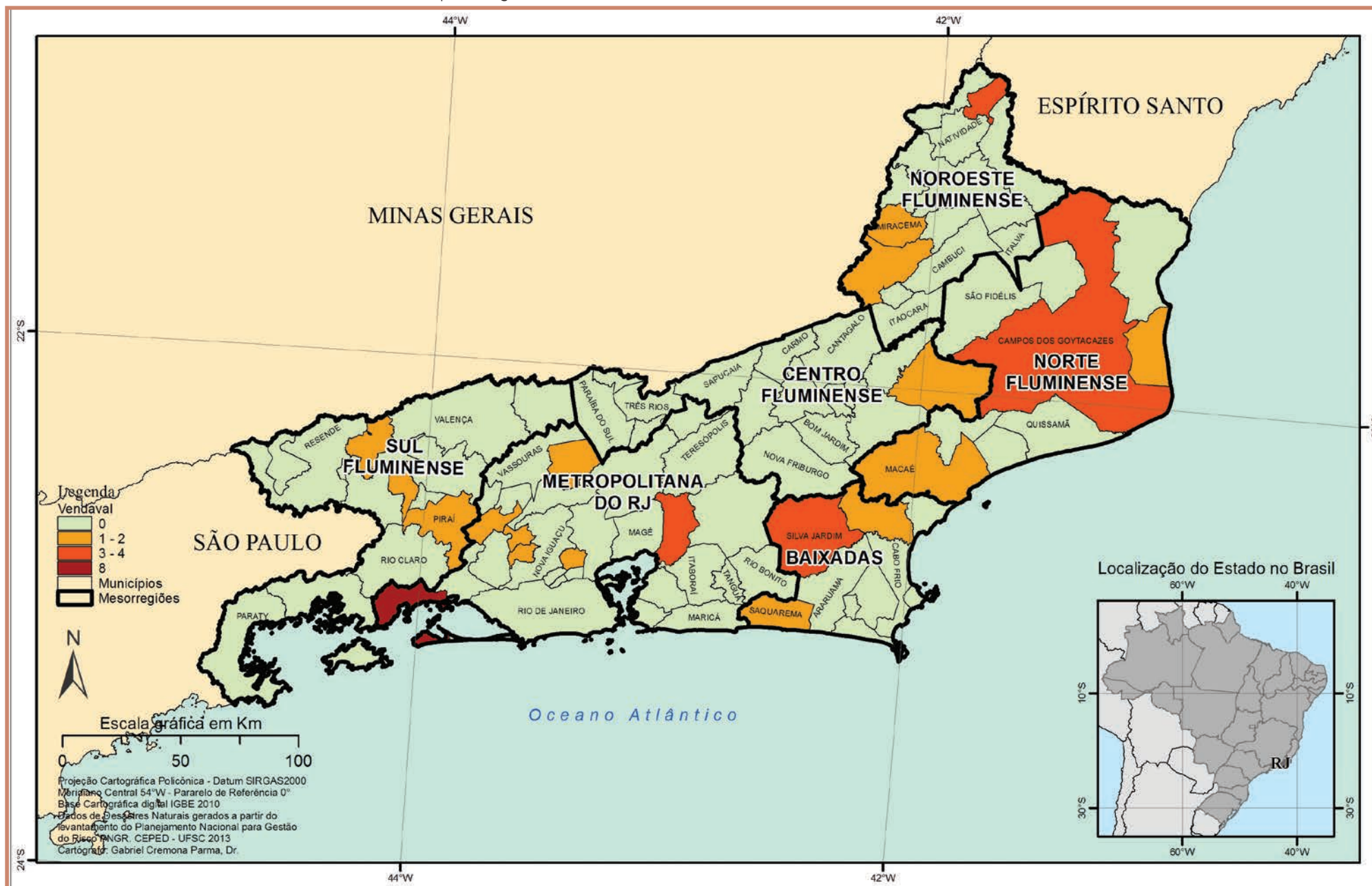
TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília, DF: Ministério das Cidades; Global Water Partnership; Wolrd Bank; Unesco, 2005. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs_resid_solidos/GestaoAguasPluviaisUrbanas.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2013.

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

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

VENDAVAL

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



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

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

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

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

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

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

A ocorrência de sistemas frontais (frentes frias), sistemas convectivos isolados (tempestades de verão), ciclones extratropicais, entre outros, podem ocasionar vendavais intensos. No entanto, para o Estado do Rio de Janeiro o único registro refere-se somente ao desastre causado por vendaval em tempestade convectiva local.

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

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

Com base nos danos causados, foi construída a escala Beaufort que varia de 0 a 12. O grau 12 classifica os ventos acima de 120 km/h. Ventos com maior velocidade são considerados com intensidade de furacão e passam a se enquadrar em outra escala, chamada de escala Saffir-Simpson, que utiliza os mesmos princípios da Beaufort (KOBIYAMA *et al.*, 2006).

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

Em situações extremas, os vendavais podem ainda se caracterizar como muito intensos ou ciclones extratropicais e como extremamente intensos, furacões, tufões ou ciclones tropicais. Os vendavais muito intensos correspondem ao grau 11 da Escala de Beaufort, compreendendo ventos cujas velocidades variam entre 102,0 a 120,0 km/h. Além das chuvas concentradas, esses vendavais vêm acompanhados por inundações, ondas gigantes, raios, naufrágios e incêndios provocados por curtos-circuitos. Os vendavais muito intensos surgem quando há uma exacerbação das condições climáticas, responsáveis pela gênese do fenômeno, incrementando a sua magnitude. Quando apresentam ventos de velocidades superiores a 120,0 km/h, correspondendo ao grau 12 da Escala de Beaufort, causam severos danos à infraestrutura e aos humanos (CASTRO, 2003).

A magnitude dos danos causados por vendavais pode ser mitigada por meio de monitoramento e de medidas de prevenção que se dividem em emergenciais e as de longo prazo. Com relação ao monitoramento, os serviços 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 sobre a caracterização de formações convectivas. Normalmente, nessas condições, a queda acentuada da pressão barométrica, em uma determinada área, e o estabelecimento de um forte gradiente de pressão, com uma frente em deslocamento, são um prenúncio de vendaval (CASTRO, 2003).

Figura 7: Destelhamento pelo forte vendaval



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio de Janeiro. Foto: Valdinei Ferreira (BRASIL, 2011b)

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

Nesse sentido, as ocorrências de vendaval no Estado do Rio de Janeiro, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram apenas **42 registros oficiais**. Para melhor visualização, os registros foram espacializados no Mapa 6 onde pode ser vista a localização dos municípios afetados e seus respectivos números de registro.

A espacialização dos registros está bem distribuída em todo o território fluminense. O município de Mangaratiba, situado na Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro, foi o município que mais vezes fora atingido, com oito registros. Os registros foram entre os anos de 2006 e 2010, sendo registrados desastres três vezes no primeiro ano e duas vezes no último.

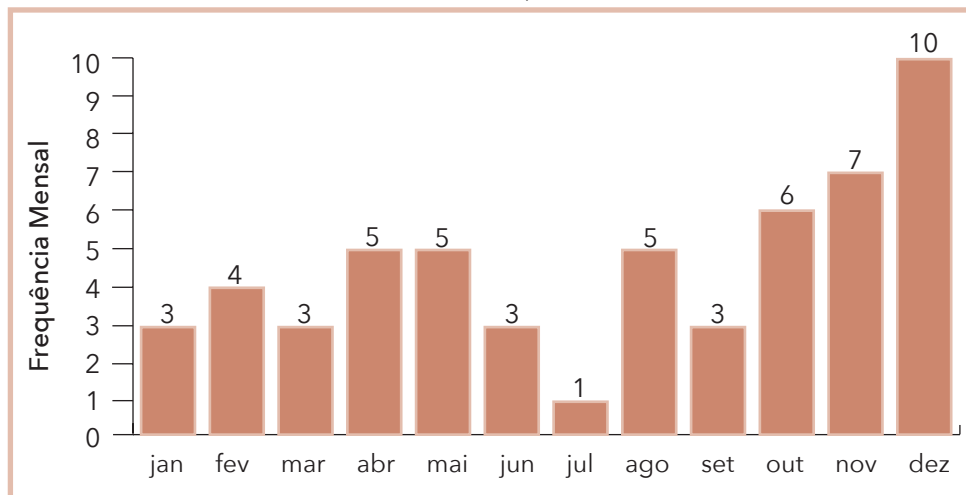
A mesorregião mais afetada foi a Metropolitana do Rio de Janeiro, que concentrou 20 ocorrências em cinco municípios: Belford Roxo, Guapimirim, Japeri, Mangaratiba e Paracambi. Esse fato pode estar relacionado, além das características geográficas, à ocupação e ao crescente número de habitantes nesta mesorregião, a mais populosa do estado, aumentando a suscetibilidade à ocorrência de danos humanos e materiais oriundos de vendavais.

Com relação à frequência mensal dos vendavais, os registros se distribuem entre todos os meses do ano, de acordo com o Gráfico 16. Destaca-se o mês de dezembro, com dez ocorrências. Tal mês pertence à estação chuvosa no estado. Os meses mais quentes e chuvosos são propícios à ocorrência de precipitação intensa, algumas vezes com granizos e ventos fortes.

Os meses de verão são os mais propícios à ocorrência de vendavais, pois são fenômenos típicos da estação chuvosa e se caracterizam por ventos com altas intensidades, considerados fortes em relação aos que geralmente são registrados no Estado do Rio de Janeiro.

A seguir, os principais sistemas meteorológicos que afetam o tempo e suas relações com a ocorrência de eventos adversos na Região Sudeste do Brasil: os Ciclones Extratropicais, perturbações que se originam na baixa troposfera e podem causar ressacas, chuvas intensas e ventos fortes; os Sistemas Convectivos Isolados, que ocorrem geralmente no verão e podem se associar aos Sistemas Frontais gerando muita chuva, venda-

Gráfico 16: Frequência mensal de registros de vendaval no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



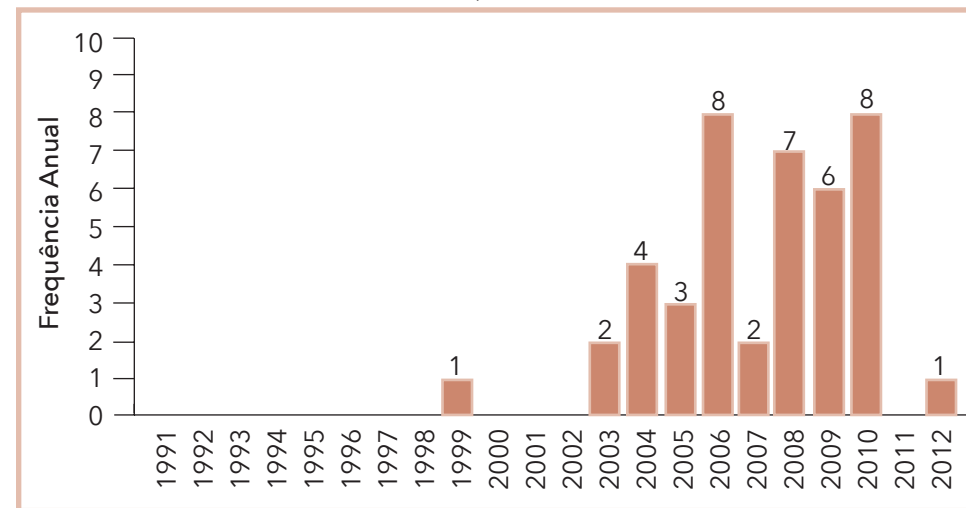
Fonte: Brasil (2013)

vais e granizo; os Complexos Convectivos de Mesoescala, sistemas com intensidade suficiente para gerar chuvas fortes, ventos, tornados, granizo, etc., ou seja, também capazes de desencadear desastres naturais; A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), bem caracterizada nos meses de verão; E, por fim, os Sistemas Frontais, que geram tempo instável. Esses sistemas podem ocorrer o ano inteiro, mas é no inverno que a sua atuação é mais frequente e intensa (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009). As instabilidades associadas às passagens de Sistemas Frontais podem provocar vendavais intensos e até tornados. Durante o verão, podem interagir com o ar tropical quente e úmido, gerando convecção profunda com precipitação intensa, causando inundações, escorregamentos, algumas vezes com ventos fortes e granizo (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009).

Em relação à frequência anual de vendavais, conforme se pode observar no Gráfico 17, o primeiro registro foi no ano de 1999 em Japeri, localizado na Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro. Após esse registro, verifica-se recorrência de registros de vendavais a partir de 2003, com exceção de 2011.

Os anos com maior número de ocorrências foram 2006 e 2010, com oito registros em cada ano. Em 2006, quatro municípios registraram de-

Gráfico 17: Frequência anual de vendaval no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

sastre por vendaval, sendo que Guapimirim registrou o evento em janeiro, fevereiro e setembro, e Mangaratiba em fevereiro, maio e agosto. Em 2010, ocorreu o mesmo com os municípios de: Mangaratiba, Campos dos Goytacazes e Silva Jardim, que decretaram situação de emergência duas vezes (Infográfico 5). Os anos de 2008 e 2009 também apresentaram números expressivos, total de sete e seis registros, respectivamente.

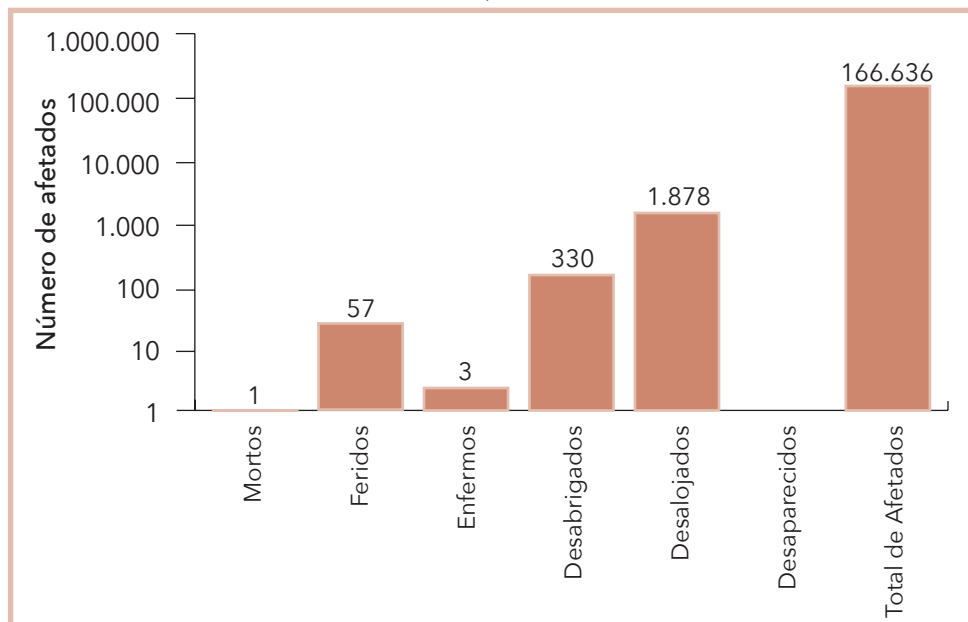
Os danos humanos causados por desastres naturais associados a eventos adversos de causa eólica deixaram mais de 166 mil pessoas afetadas nos municípios com registros do Estado do Rio de Janeiro.

Conforme se pode observar no Gráfico 18, durante as ocorrências de vendavais registradas, 166.636 pessoas foram afetadas, uma desaparecida, 1.878 desalojadas, 330 desabrigadas, três enfermas, 57 feridas e uma morta ao longo dos anos analisados.

O óbito, expresso no Gráfico 18, foi registrado em Volta Redonda, município localizado na Mesorregião Sul Fluminense, em novembro de 2008, devido aos vendavais intensos associados à elevada precipitação pluviométrica – de 707 mm no dia 13 de novembro de 2008, segundo o documento oficial. O evento atingiu os bairros: Retiro, Açude, Jardim Vila

Rica, Belo Horizonte, Jardim Amália, ocasionando deslizamentos, quedas de muros e desabamento de residências.

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



Fonte: Brasil (2013)

Em relação ao total de mortos, feridos, desalojados e afetados, é possível observar na Tabela 16 os cinco municípios do Estado do Rio de Janeiro que tiveram mais danos devido aos desastres naturais por vendavais. Entre os atingidos, Campos dos Goytacazes, localizado na Mesorregião Norte Fluminense, foi o que apresentou o maior número de afetados – 50.000 habitantes pelo evento registrado em abril de 2008. De acordo com o documento oficial, várias localidades foram atingidas por ventos fortes, correspondente ao número 10 na escala Beaufort, acompanhados de precipitações hídricas intensas.

Com relação aos danos materiais, o Estado do Rio de Janeiro apresentou um total de 2.590 construções danificadas e 167 destruídas por vendavais no período de 1991 a 2012. De acordo com o Gráfico 19, a

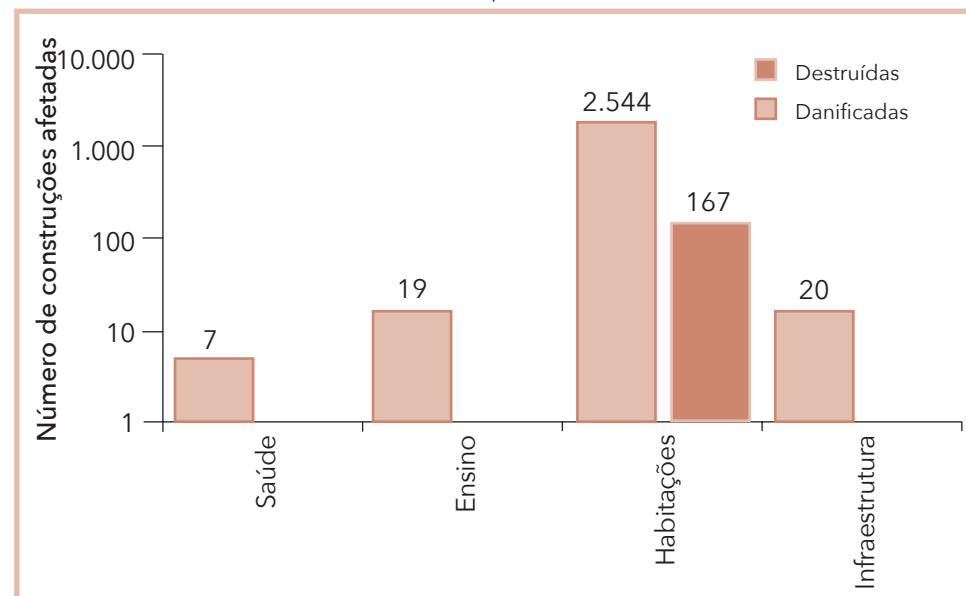
Tabela 16: Os municípios mais afetados por eventos de granizos entre os anos de 1991 a 2012

Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Feridos	Desalojados	Total de Afetados
2008	Volta Redonda	Sul Fluminense	1	0	22	22
2008	Campos dos Goytacazes	Norte Fluminense	0	0	300	50.000
2010	Mangaratiba	Metropolitana do Rio de Janeiro	0	0	60	20.000
2005	Santo Antônio de Pádua	Noroeste Fluminense	0	0	6	20.000
2006	Belford Roxo	Metropolitana do Rio de Janeiro	0	0	14	15.600
1991-2012	Estado do Rio de Janeiro		1	57	1.878	166.636

Fonte: Brasil (2013)

maior parte dos danos materiais foi nas habitações, com destaque ao município de Saquarema, localizado na mesorregião Baixadas, com o maior número de habitações danificadas – 506, e destruídas – 48.

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

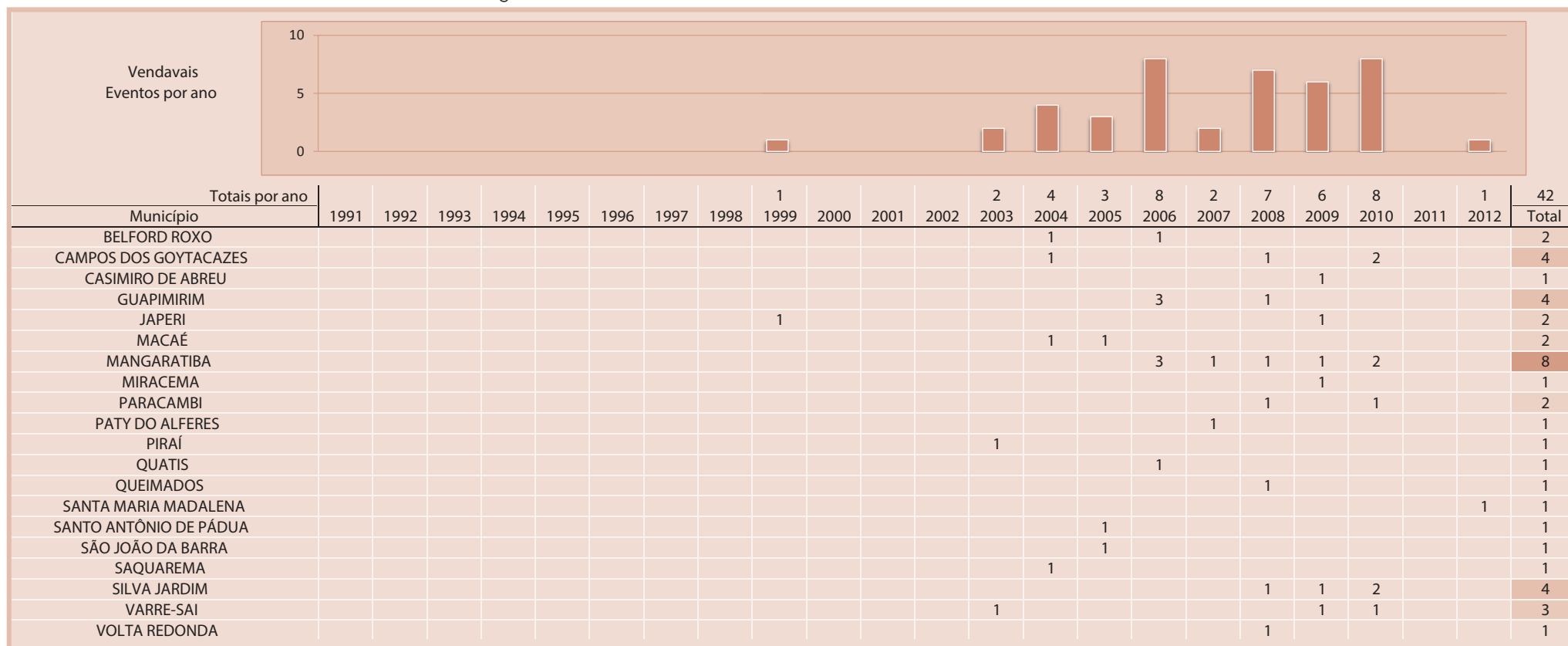


Fonte: Brasil (2013)

O município foi atingido em maio de 2004, por intensa precipitação com granizos e ventos fortes, com velocidade de aproximadamente 80 km/h e duração de 5 a 10 minutos. O fenômeno causou danos nos bairros do Centro, Itaúna, Gravatá, Boqueirão, Barra Nova e Jaconé, que apre-

sentaram edificações parcialmente destelhadas, quedas de árvores, postes de energia elétrica e muros, além de casas destruídas parcialmente e totalmente, com maior gravidade no bairro Barra Nova onde se concentram construções vulneráveis.

Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema F. A. et al. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 135-147.

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: Organic Trading. 109 p. 2006. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 8 abr. 2013.

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

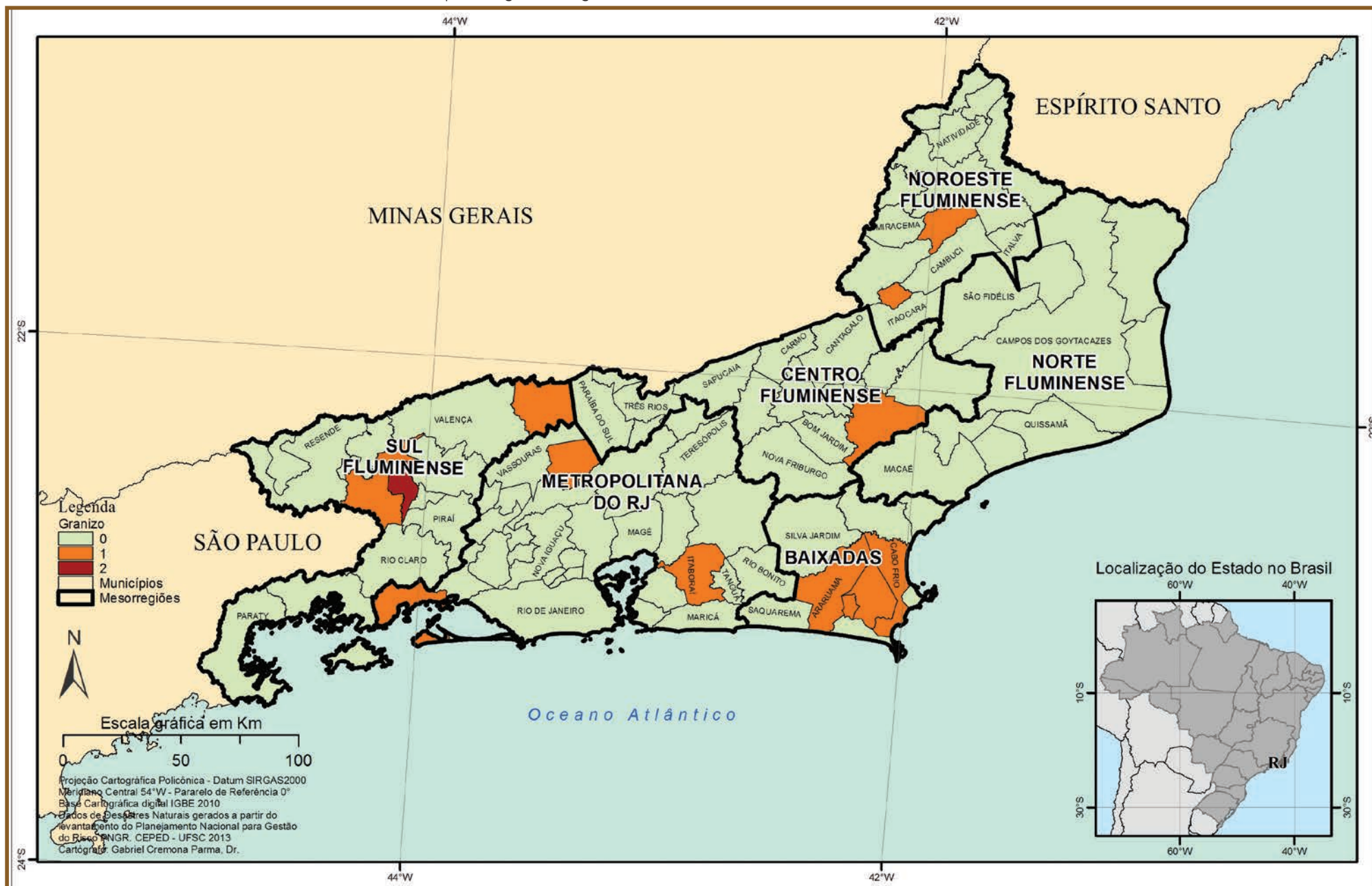
TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2013.

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

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

GRANIZO

Mapa 7: Registros de granizos no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012



Os granizos, também conhecidos por saraivada, de acordo com a COBRADE compõem o grupo de desastres naturais meteorológicos relacionados às tempestades. Esses eventos são caracterizados por precipitação sólida de pedras de gelo, transparentes ou translúcidas, de forma esférica ou irregular, de diâmetro igual ou superior a 5 mm (VAREJÃO-SILVA, 2001).

As condições que propiciam a formação de granizo acontecem na parte superior de nuvens convectivas do tipo cúmulos-nimbus. Essas nuvens apresentam temperaturas extremamente baixas no seu topo e elevado desenvolvimento vertical, podendo alcançar alturas de até 1.600 m, condições propícias para a transformação das gotículas de água em gelo.

A precipitação de granizos ocorre, em geral, durante os temporais. Uma grande gota de chuva na parte inferior da nuvem, numa forte corrente de ascensão, é levada para cima e, ao alcançar temperaturas menores na linha isotérmica de 0°C, transforma-se em gelo. As gotas congeladas ao crescerem, pelo processo de coalescência (agrupamento com outras gotas menores), movimentam-se com as correntes subsidentes. Nessa movimentação, ao se chocarem com gotas mais frias, crescem rapidamente até alcançarem um peso máximo, ao ponto de não serem mais suportadas pelas correntes ascendentes, quando ocorre a precipitação, conforme apresenta a Figura 8 (KULICOV; RUDNEV, 1980; KNIGHT; KNIGHT, 2001).

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

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

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

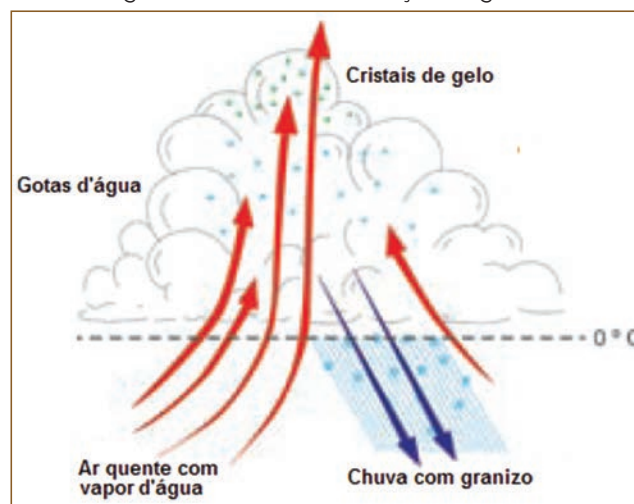
A agricultura é um dos setores econômicos que mais sofre com esse fenômeno, pois plantações inteiras podem ser destruídas dependendo da quantidade e dos tamanhos das pedras de gelo. De acordo com Tavares (2009), no Brasil, as culturas de frutas de clima temperado, como maçã, pera, pêssego e kiwi e a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

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

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

Apesar de o Estado do Rio de Janeiro se encontrar em uma área de clima tropical, menos propício à formação de granizos, em comparação com o clima temperado, o estado apresentou **14 registros oficiais** do fenômeno, espacializados no Mapa 7.

Figura 8: Processo de formação de granizo



Fonte: Tavares (2009)

Devido à sua localização, o estado sofre influência da maritimidade e de relevo, diante desses fatores predomina o clima tropical úmido nas áreas litorâneas, e, no interior, o clima tropical de altitude. Normalmente, a ocorrência de granizo em regiões tropicais se dá em áreas de maior altitude em regiões continentais.

No entanto, há municípios atingidos próximos ao litoral. As mesorregiões mais atingidas foram a Baixadas e Sul Fluminense, com quatro registros cada. Nesta última mesorregião, localiza-se o município que foi mais vezes atingido, Volta Redonda, com dois registros, em agosto de 2006 e junho de 2008.

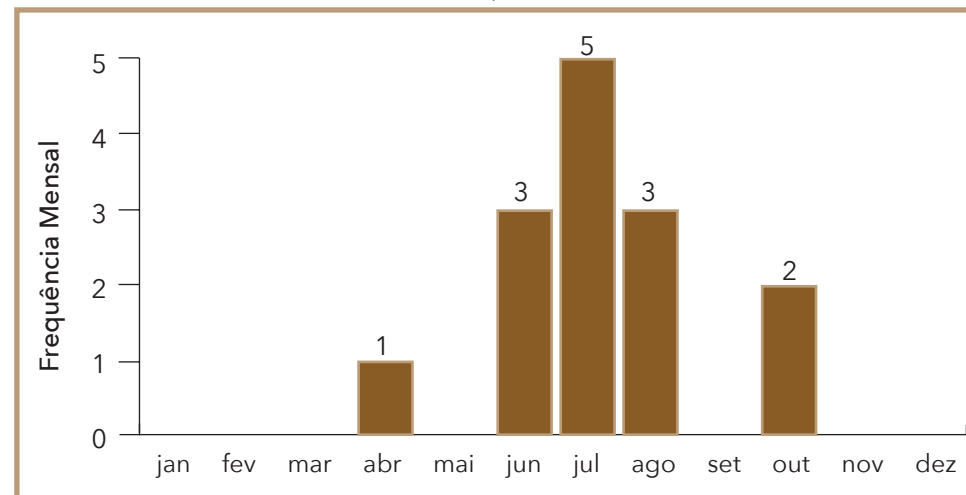
As ocorrências de granizos podem estar relacionadas com as Frentes Frias (FFs) ou Sistemas Frontais oriundas das latitudes subtropicais, que atingem o Sudeste e induzem a formação de nebulosidade convectiva sobre essa região. São caracterizados por uma banda de nuvens que se deslocam de sudoeste para nordeste sobre o continente e o Oceano Atlântico. As nuvens se formam na confluência da massa de ar frio mais densa, que penetra sob uma massa de ar quente, quando avançam em direção ao norte. Durante os meses mais quentes, podem interagir com o ar tropical quente e úmido, gerando convecção profunda com precipitação intensa, algumas vezes com ventos fortes e granizo (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009).

Essa tipologia de desastre natural é considerada comum na época das chuvas que ocorre nos meses de primavera e verão em Minas Gerais e que, além da queda de granizos, podem acarretar inundações, vendavais, raios e trovões. Chuvas severas são frequentes durante a estação chuvosa no Brasil, todavia, temporais com rajadas de vento, trovoadas e ocorrência de granizo na estação fria, sobretudo na Região Sudeste brasileira, são mais raros (PEREIRA, 2006).

Nesse sentido, com relação à frequência mensal dos registros, observa-se no Gráfico 20, que o trimestre junho, julho e agosto foi o que apresentou o maior número de desastres, com três, cinco e três, respectivamente.

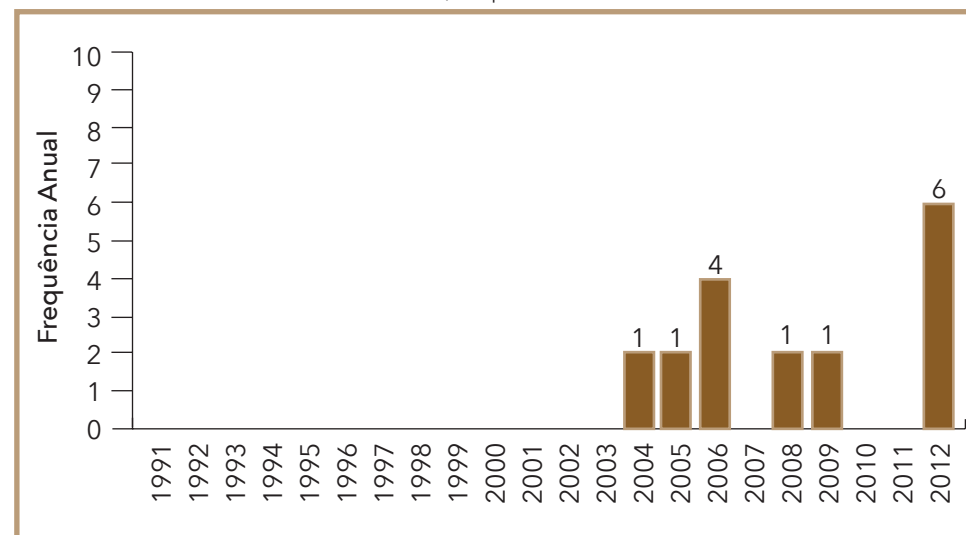
No Gráfico 21, é possível notar a distribuição anual dos eventos de granizos, percebe-se que os registros de desastres por granizos foram feitos a partir de 2004, na segunda década da pesquisa (2000-2010), com destaque para o ano de 2006, com quatro registros, nos municípios de Barra Mansa, Mangaratiba, Rio das Flores e Volta Redonda.

Gráfico 20: Frequência mensal de registros de granizo no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 21: Frequência anual de registros de granizo no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Em 19 de agosto de 2006, data das ocorrências de Rio das Flores, Volta Redonda e Barra Mansa, a aproximação de uma frente fria pelo oceano, próximo ao litoral do Estado de São Paulo, gerou instabilidade atmosférica. Essa instabilidade se deslocou do sul de Minas Gerais e ocasionou pancadas de chuva e quedas de granizo no Estado do Rio de Janeiro, assim como em São Paulo e no próprio Estado de Minas Gerais. A umidade relativa do ar elevada e a forte instabilidade em altos níveis, indicados nos modelos de previsão, são as possíveis causas da ocorrência de granizo na região (PEREIRA, 2006).

O ano que mais teve ocorrências foi 2012, com seis registros. Em cinco dessas ocorrências, o desastre por granizo foi registrado no dia 12 de julho, em Araruama, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia, localizados na mesorregião Baixadas; e Itaboraí, localizado na mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro. Segundo os documentos oficiais, nesses municípios os desastres registrados pelas quedas de granizo estavam associados às fortes chuvas e a ventos intensos.

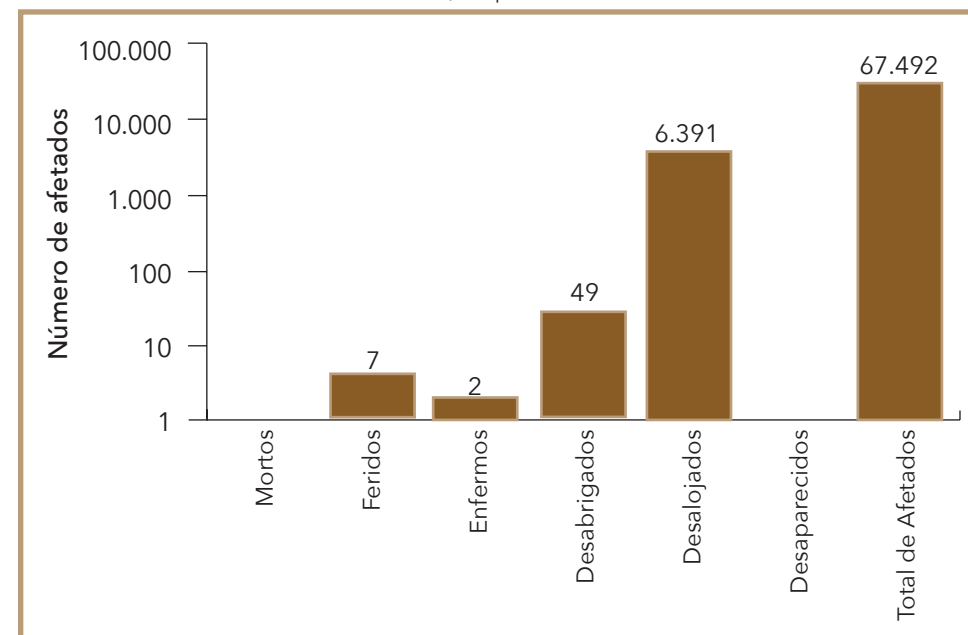
Os poucos registros de desastres na escala temporal adotada podem estar associados ao fato de esses episódios, geralmente, serem acompanhados por vendavais e tempestades, o que dificulta definir isoladamente as consequências para se decretar uma situação de emergência (CASTRO, 2003).

Os danos humanos causados por desastres naturais associados a eventos de granizos deixaram mais de 67 mil pessoas afetadas nos municípios com registros do Estado do Rio de Janeiro.

Conforme se pode observar no Gráfico 22, durante as ocorrências de granizos registradas, 67.492 pessoas foram afetadas, 6.391 desalojadas, 49 desabrigadas, duas enfermas e sete feridas ao longo dos anos analisados.

Em relação ao total de feridos, desabrigados, desalojados e afetados, é possível observar pelos dados mostrados na Tabela 17 os cinco municípios do Estado do Rio de Janeiro que tiveram mais danos devido aos desastres naturais por granizos. Entre os atingidos, Cabo Frio, localizado na Mesorregião Baixadas, foi o que apresentou o maior número de afetados – 30.000 habitantes no evento registrado em julho de 2012. Segundo o documento oficial, ocorreu tempestade com fortes chuvas (15 mm), com ventos intensos, raios e queda de granizo, causando danos em toda a área urbana de Cabo Frio.

Gráfico 22: Danos humanos causados por granizos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Tabela 17: Os municípios mais afetados por eventos de granizos entre os anos de 1991 a 2012

Ano	Município	Mesorregião	Feridos	Desabrigados	Desalojados	Total de Afetados
2012	Cabo Frio	Baixadas	0	24	420	30.000
2006	Barra Mansa	Sul Fluminense	0	0	0	24.000
2012	Iguaba Grande	Baixadas	0	0	3.360	6.001
2005	Paty do Alferes	Metropolitana do Rio de Janeiro	2	0	0	3.432
2012	Trajano de Moraes	Centro Fluminense	5	2	2.300	2.307
1991-2012	Estado do Rio de Janeiro		7	49	6.391	67.492

Fonte: Brasil (2013)

De maneira geral, o granizo, como desastre, causa grandes danos e prejuízos econômicos à agricultura e danos materiais e econômicos (Figura 9). Dentre os danos às culturas citados nos documentos oficiais, estão os danos nas lavouras de tomate, pepino e pimentão, no município de São José de Ubá, localizado na Mesorregião Noroeste Fluminense, em junho 2004.

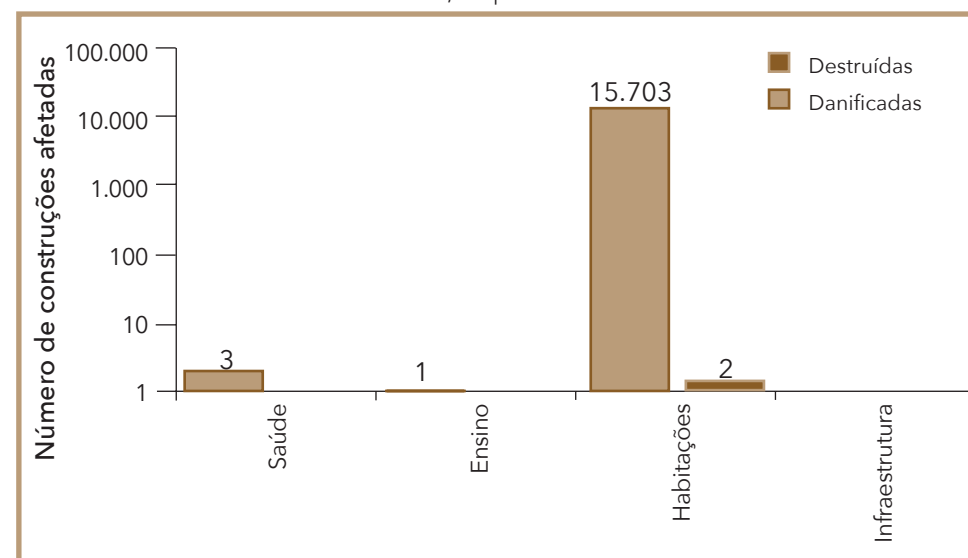
Figura 9: Hortaliças prejudicadas pela queda de granizo



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio de Janeiro (BRASIL, 2011b)

Com relação aos danos materiais, o Estado do Rio de Janeiro teve um total de 15.737 construções danificadas e duas destruídas por granizos no período de 1991 a 2012. De acordo com o Gráfico 23, a maior parte dos danos materiais foi nas habitações, com destaque ao município de Araruama, localizado na Mesorregião Baixadas, com o maior número de habitações danificadas; e Aperibé, localizado na Mesorregião Noroeste Fluminense, com o total de habitações destruídas.

Gráfico 23: Danos materiais causados por granizos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012

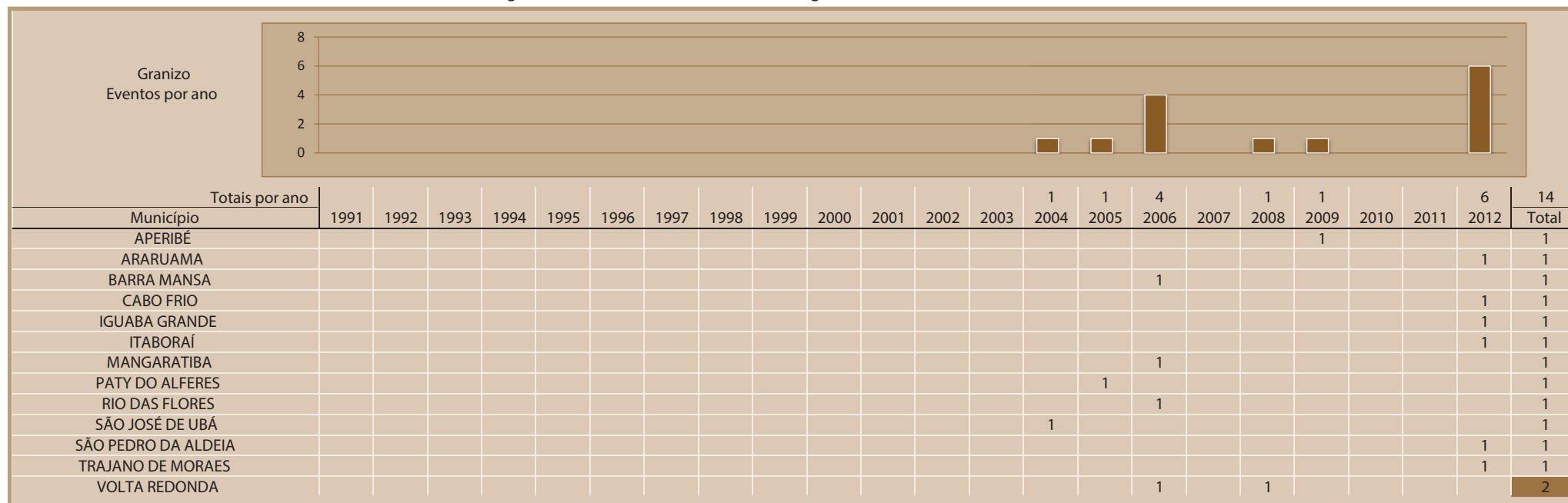


Fonte: Brasil (2013)

O município de Araruama foi atingido em julho 2012, em maior parte na área urbana. Precipitação elevada (superior a 31,2 mm em período inferior a 30 minutos), e queda de granizos de variados tamanhos e pesos, causaram danos nos telhados de diversas habitações, totalizando 6.200 danificadas.

O município de Aperibé registrou intensa precipitação pluviométrica, acompanhada de ventos fortes e queda de granizos em outubro de 2010. O evento danificou diversas edificações residenciais, havendo destruição de vários telhados com cobertura de telhas de amianto e cerâmica, totalizando assim a destruição de total de duas residências e danos em outras 60.

Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

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

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

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

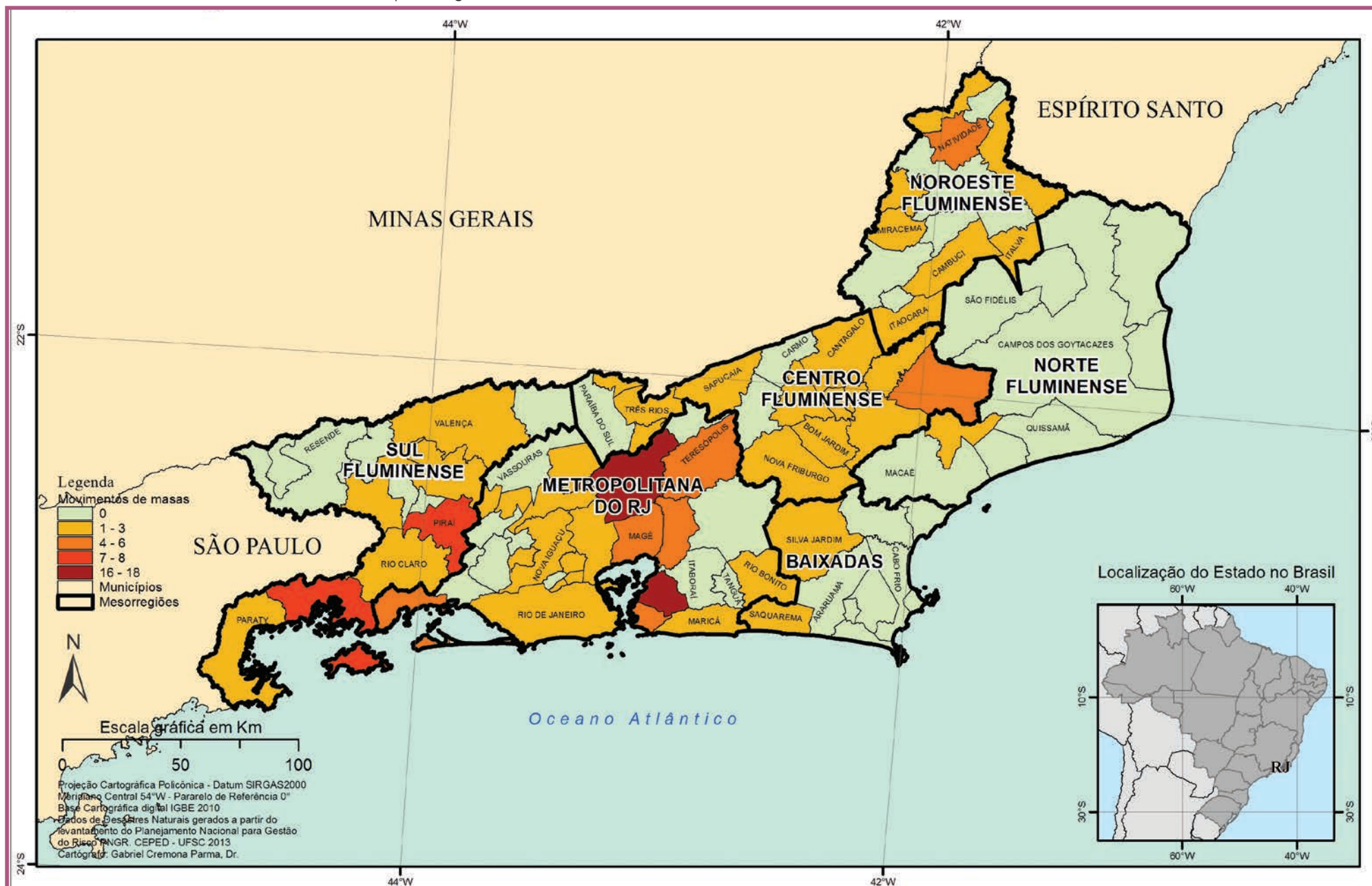
PEREIRA, Roberto Carlos Gomes. Chuva de granizo em São Paulo, um estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2006, FLORIANÓPOLIS. **Anais...** Florianópolis: CBMET, 2006. Disponível em: <<http://www.cbmec.com/cbm-files/14-1949d7d6eed6591cdfa3d99fed4d19ab.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2013.

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

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

MOVIMENTO DE MASSA

Mapa 8: Registros de movimentos de massa no Estado do Rio de Janeiro 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 deste material 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 a ação do homem relativa às formas de uso e ocupação do solo (TOMINAGA, 2007). Esse tipo de desastre assume grande importância em função de sua interferência na evolução das encostas e pelas implicações socioeconômicas associadas aos seus impactos sobre a sociedade.

CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE MASSA

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

Augusto Filho (1992) ajustou a classificação dos movimentos de massa proposta por Varnes (1978) à dinâmica ambiental brasileira, relacionando os diferentes tipos desses movimentos com suas características, material envolvido e geometria, conforme apresentado no Quadro 6. Os diferentes tipos de movimentos de massa, indicados no Quadro 6, estão esquematicamente representados na Figura 10.

CONDICIONANTES GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS

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

Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento

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

Fonte: Augusto Filho (1992)

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

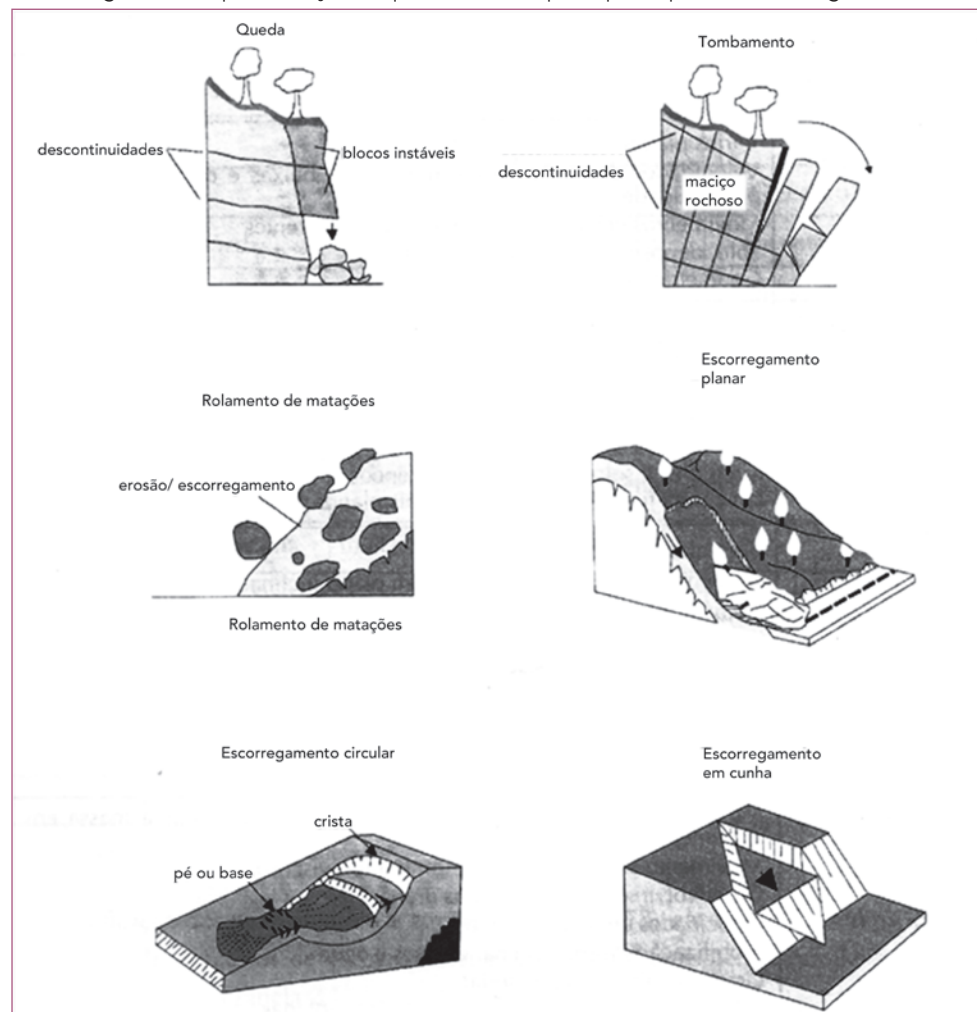
- As fraturas e as falhas representam um aspecto de destaque na medida em que afetam a dinâmica hidrológica, favorecem o intemperismo e podem também gerar uma barreira ao fluxo de água quando esses planos de fraqueza forem silicificados ou colmatados.

- As foliações e bandejamento são importantes em locais onde afloram rochas metamórficas e estas discontinuidades interceptam a superfície da encosta com uma atitude desfavorável.
- As discontinuidades do solo estão presentes nos solos residuais no horizonte saprolítico também conhecido como horizonte residual jovem. Esse horizonte tem como principal característica o fato de apresentar estrutura reliquiar herdada da rocha de origem e geralmente apresentam uma condutividade hidráulica maior atuando muitas vezes como um dreno para os horizontes mais superficiais (FERNANDES; AMARAL, 1996). Essas estruturas reliquias são planos de fraqueza que podem condicionar os movimentos de massa.
- A morfologia da encosta pode condicionar de forma direta ou indireta os movimentos de massa. Existe uma correlação direta entre a declividade e os locais de movimentos de massa. Os escorregamentos translacionais observados na Serra do Mar estão associados às encostas retilíneas com inclinações superiores a 30° (SANTOS, 2004). No entanto, os escorregamentos não ocorrem necessariamente nas encostas mais íngremes. A atuação indireta da morfologia da encosta está relacionada ao seu formato que determina a convergência ou a divergência dos fluxos de água subterrânea e de superfície.
- Os depósitos de talús e de colúvio são heterogêneos e geralmente apresentam um lençol d'água suspenso. A instabilização desses depósitos só ocorre por intervenção humana por meio 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 10: 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 a deposição de material na parte superior da encosta (TERZAGHI, 1952).

Entre as causas externas mais comuns estão os movimentos de massa induzidos por cortes excessivos no pé das encostas durante a construção de rodovias e à forma de ocupação desordenada das encostas pelo homem. Nesse tipo de ocupação os principais problemas estão associados aos cortes e aterros, efetuados para se criar uma região plana para a construção de moradias, problemas de drenagem das águas servidas e águas pluviais e ao lançamento inadequado de lixo.

As causas externas provocam um aumento das tensões de cisalhamento ao longo da superfície potencial de ruptura. Se essas tensões induzidas se igualarem à resistência ao cisalhamento disponível, do material da encosta, ocorrerão os movimentos de massa

A foto apresentada na Figura 11 ilustra vários escorregamentos translacionais ocorridos na Serra do Mar em São Paulo, no vale do Rio Mogi em 1985. Esse evento deflagrado pelas chuvas está também relacionado à ação indireta do homem. Foi constatado que a floresta dessa região do vale apresentava um acelerado processo de deterioração devido à poluição atmosférica gerada pelo polo industrial de Cubatão. Vários estudos revelaram que a cobertura vegetal impede o acesso ao solo de até 20% do total pluviométrico precipitado (SANTOS, 2004).

As causas internas são aquelas que provocam um movimento de massa sem que haja 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 do poro pressão, decréscimo da coesão do material do talude e variações do lençol freático (TERZAGHI, 1952).

As causas internas estão relacionadas principalmente à presença da água que pode afetar a estabilidade da encosta de diferentes maneiras. No interior

Figura 11: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP



Fonte: Arquivo IPT (1985 *apud* SANTOS, 1998)

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 atrai uma de encontro a outra. Essa força adicional entre as partículas do solo, denominada de sucção, faz com que ocorra um aumento da resistência ao cisalhamento do solo.

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

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

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

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

Quadro 7: Principais fatores deflagradores de movimentos de massa

Ação	Fatores	Fenômenos geológicos/antrópicos
Aumento da sollicitação	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)

No Estado do Rio de Janeiro, os desastres relacionados aos movimentos de massa somam **153 registros oficiais**. Esses desastres atingiram 54 dos 92 municípios deste estado. Dos 153 registros, quatro estão relacionados a quedas, tombamentos ou rolamentos de blocos de rocha, três correspondem a corridas de massa (solo, lama) e os 143 restantes estão associados a deslizamentos de solo e ou rocha. No Mapa 8 estão indicados os municípios do Estado do Rio de Janeiro atingidos por movimentos de massa, com suas respectivas quantidades, no período de 1991 a 2012.

Os municípios de Petrópolis e São Gonçalo, localizados na Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro, foram os mais atingidos por movimentos de massa no período de 1991 a 2012, com 18 e 16 registros, respectivamente. Petrópolis está localizada em uma região montanhosa, no topo da Serra da Estrela, pertencente ao conjunto da Serra dos Órgãos, com média de 845 metros de altitude. A frequência dos fenômenos de movimentos de massa na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, formada pelos municípios de Nova Friburgo, Teresópolis, Petrópolis, Itaipava, Sumidouro, São José do Vale do Rio Preto e Bom Jardim, está relacionada com o declive das encostas, muito acentuado e com elevada rede de drenagem que

Figura 12: Eventos extremos de deslizamentos na região serrana do Estado do Rio de Janeiro

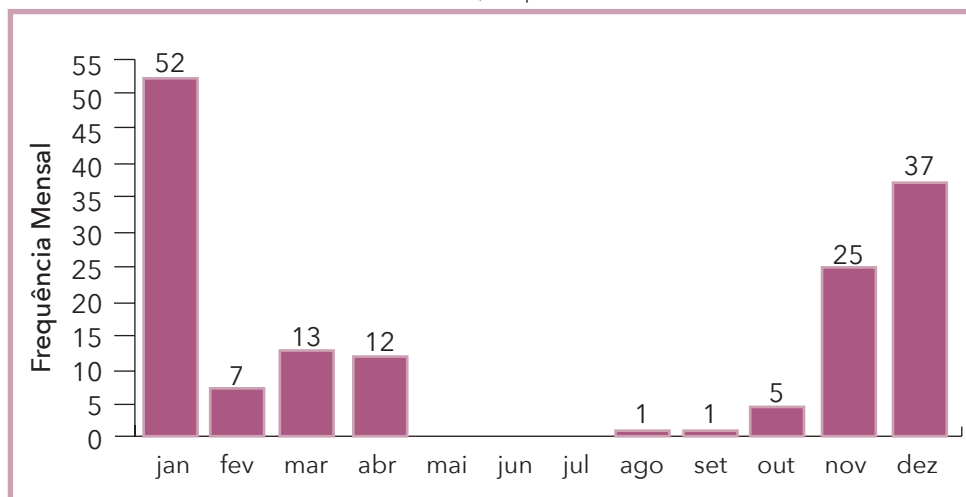


Fonte: Secretaria Nacional de Defesa Civil. Foto: Osmar Castro (BRASIL, 2011a)

ocupa vales profundos. As escarpas são imponentes e foram produzidas por falhas geológicas cujos movimentos pós-cretáceo formaram a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar (ROSS, 1995). Esses fatores propiciam maior intensidade dos processos morfodinâmicos e, conseqüentemente, aumentam a suscetibilidade à erosão e aos movimentos de massa.

Na região tropical úmida brasileira, a ocorrência dos escorregamentos está associada à estação das chuvas, principalmente às chuvas intensas que ocorrem durante a estação chuvosa. No Estado do Rio de Janeiro, essa estação ocorre entre os meses de outubro e março, com chuvas mais intensas na estação do verão que corresponde ao período de dezembro a março. No Gráfico 24 está apresentada a frequência mensal dos movimentos de massa ocorridos no Estado do Rio de Janeiro entre os anos de 1991 e 2012. Observa-se, uma quantidade maior de movimentos de massa nos meses do verão com destaque para dezembro e janeiro, com respectivamente 37 e 52 registros. Esse fato evidencia a relação direta entre os movimentos de massa e as estações chuvosas, sendo a chuva o principal agente deflagrador desses movimentos.

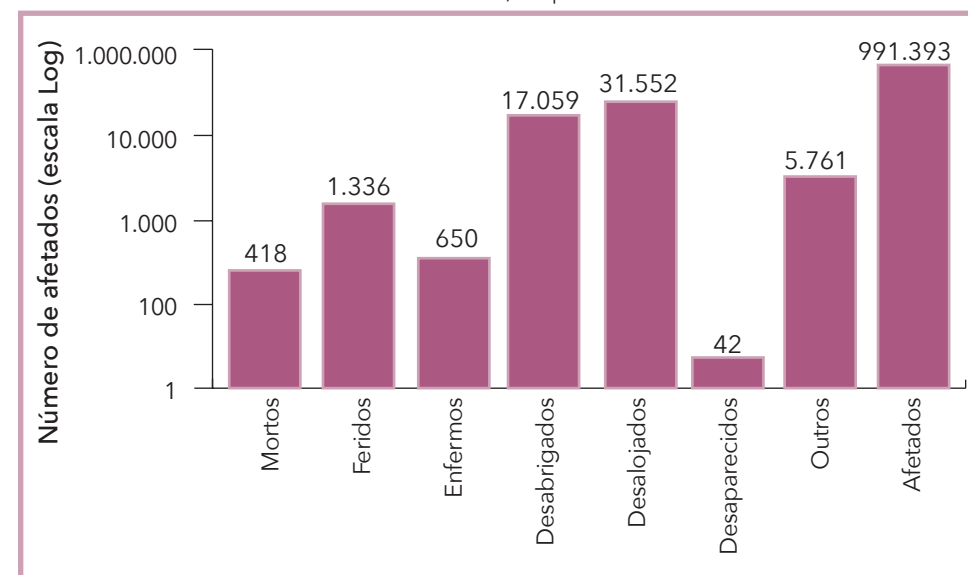
Gráfico 24: Frequência mensal de movimentos de massa no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Os danos humanos associados aos 153 registros de movimentos de massa ocorridos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012, estão apresentados no Gráfico 25. Observa-se que ocorreram 418 mortes, deixando 1.336 pessoas feridas, 17.059 pessoas desabrigadas, afetando direta ou indiretamente 991.393 pessoas.

Gráfico 25: Danos humanos ocasionados por movimentos de massa no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Em torno de 66% dos casos de mortes foram registrados em apenas três dos 153 desastres associados a movimentos de massa. No dia 30 de dezembro de 2009, o Município de Angra dos Reis, localizado na Mesorregião Sul Fluminense, foi atingido por chuvas duradouras e intensas que tiveram início às 15h00min e se prolongaram até o dia 1º de janeiro de 2010; com um total acumulado de 400 mm de chuva, quando a média para ao mês de dezembro é de 225,3 mm. Nesse evento extremo de chuva morreram 52 pessoas.

O segundo maior evento, em termos de número de mortos, ocorreu em cinco de abril de 2010 no Município do Rio de Janeiro, localizado na Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro. Os altos índices de precipitação pluvio-

métrica alcançaram a cifra de 306,6 mm de chuva acumulada em 24 horas na região do Jardim Botânico. Essas chuvas tiveram como consequência a ocorrência de inúmeros deslizamentos de encostas, rolamento de blocos, destruição de moradias com diversas vítimas, além de alagamentos, inundações e enchentes, que causaram as interdições de diversas vias da cidade, impedindo o fluxo do trânsito e acarretando a paralisação dos sistemas de transporte de massa, além do colapso nos serviços de abastecimento de água e de energia elétrica e nos sistemas de telefonia. Nesse evento morreram 57 pessoas.

O evento com o maior número de vítimas fatais ocorreu no município de Niterói, localizado na Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro. As fortes chuvas que assolaram esse município tiveram início no final da tarde do dia 5 de abril e vieram acompanhadas de ventanias com velocidade de até 70 km/h. Um dos locais mais gravemente afetados foi o morro do Bumba, um antigo lixão desativado desde 1981. Essas fortes chuvas ocorridas no município de Niterói foram caracterizadas como um caso de calamidade pública, associado a muitos danos materiais e com 165 vítimas fatais. Nas Figuras 12 e 13 observam-se os danos materiais associados aos dois diferentes movimentos de massa ocorridos no Estado do Rio de Janeiro.

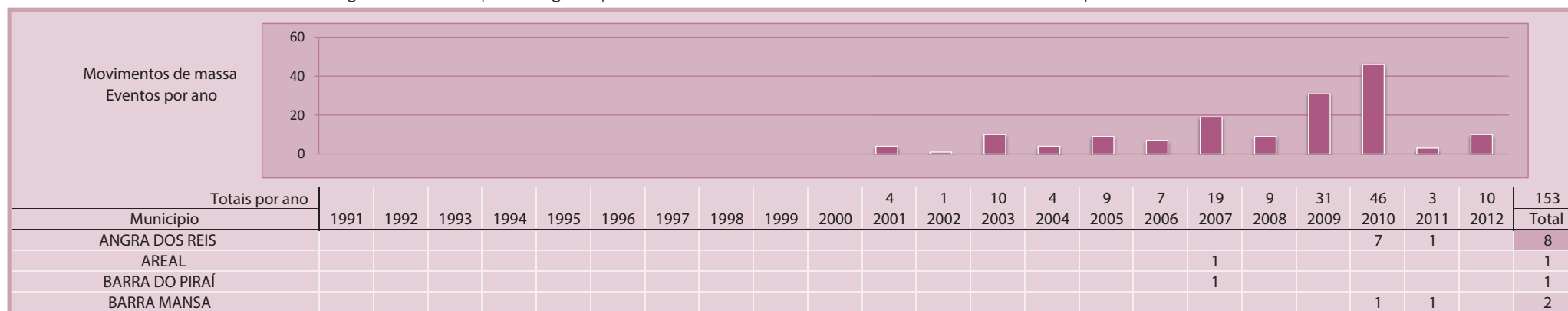
No Infográfico 7 estão todos os municípios atingidos por movimentos de massa no período de 1991 a 2012, com suas respectivas quantidades de eventos e a frequência anual desses eventos. Os anos de 2009 e 2010 apresentaram a maior quantidade de registros com respectivamente 31 e 46 eventos.

Figura 13: Deslizamento extremo, que provocou situação de calamidade pública no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Secretaria Nacional de Defesa Civil (BRASIL, 2011a)

Infográfico 7: Municípios atingidos por movimentos de massa no Estado do Rio de Janeiro no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Municípios atingidos por movimentos de massa no Estado do Rio de Janeiro no período de 1991 a 2012

BELFORD ROXO															1		1	1			3
BOM JARDIM																			1		1
BOM JESUS DO ITABAPOANA											1						1				2
CAMBUCI														1							1
CANTAGALO									1		1				1						3
COMENDADOR LEVY GASPARIAN															1						1
CONCEIÇÃO DE MACABU																	1				1
CORDEIRO															2					1	3
DUAS BARRAS															1						1
DUQUE DE CAXIAS											1										1
ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN									1												1
GUAPIMIRIM												1	1				3				5
ITALVA												1									1
ITAOCARA												1									1
LAJE DO MURIAÉ												1									1
MACUCO																1	1		1		3
MAGÉ											1						1	2			4
MANGARATIBA											1		1	1		1	1				5
MARICÁ																	1				1
MENDES									1					1							2
MIGUEL PEREIRA																				1	1
MIRACEMA															1						1
NATIVIDADE											1					1	2	1			5
NILÓPOLIS																		1			1
NITERÓI												1					1	3			5
NOVA FRIBURGO																				1	1
NOVA IGUAÇU																1	1				2
PARATY																		1			1
PATY DO ALFERES																	2				2
PETRÓPOLIS									1		1	3	2		2		3	5		1	18
PIRAÍ											1			1		1	3	1			7
PORCIÚNCULA											2										2
QUEIMADOS																	1	1			2
RIO BONITO															1		2				3
RIO CLARO																	1	2			3
RIO DE JANEIRO															1			2			3
SANTA MARIA MADALENA															1	1	1	1		1	5
SÃO GONÇALO													2					14			16
SÃO JOÃO DE MERITI															1		1				2
SÃO SEBASTIÃO DO ALTO															1					1	2
SAPUCAIA																				1	1
SAQUAREMA																1		2			3
SILVA JARDIM																1	2				3
TERESÓPOLIS									1					2	1		1			1	6
TRAJANO DE MORAES															1					1	2
TRÊS RIOS															1						1
VALENÇA																	1		1		2

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

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

ROSS, Jurandyr L. S. Os fundamentos da geografia da natureza. In: _____. **Geografia do Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1995.

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

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

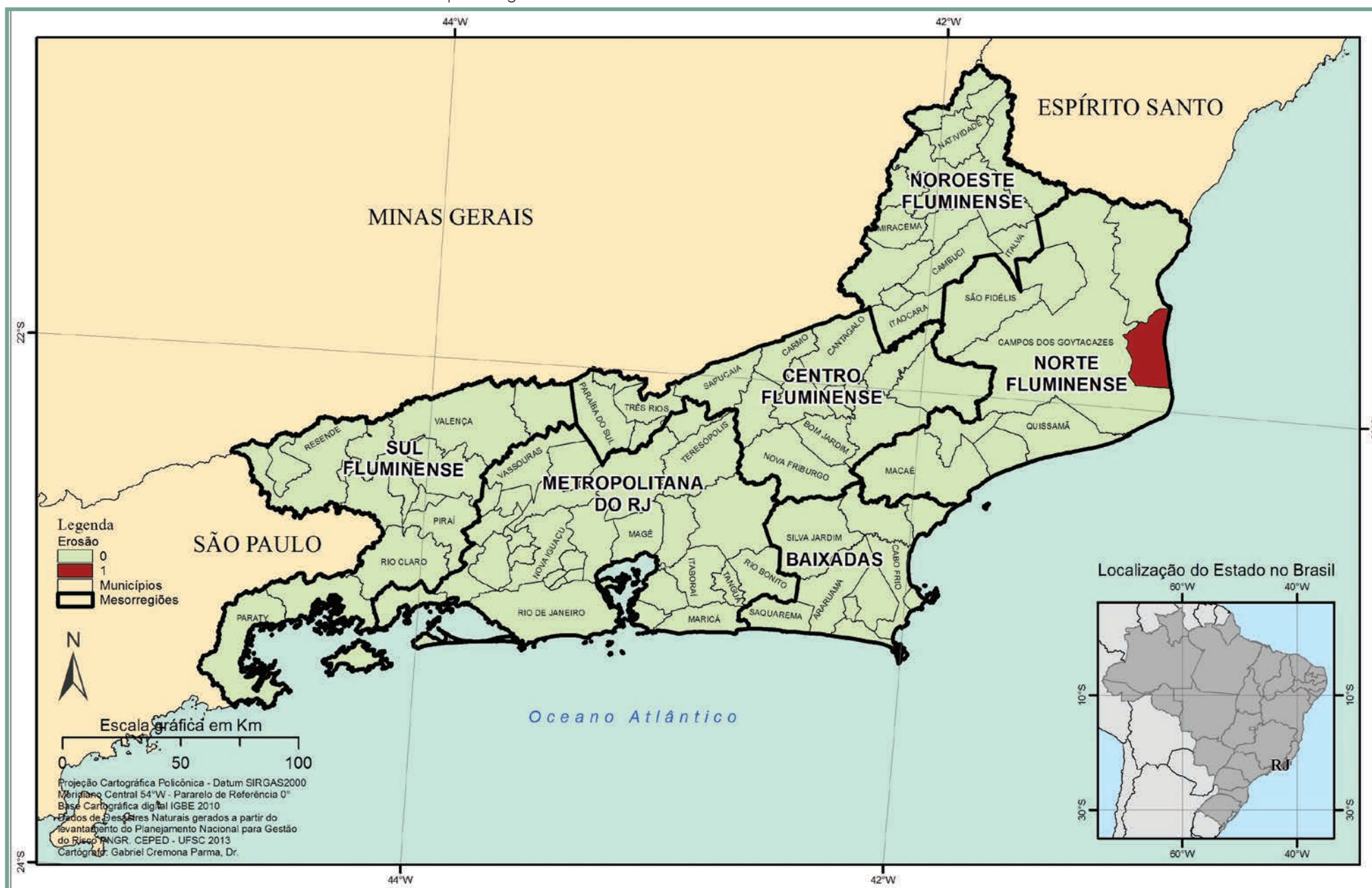
TERZAGHI, K. **Mecanismos de escorregamentos de terra**. Tradução Ernesto Pichler. São Paulo: Grêmio Politécnico, 1952. 41 p.

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

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

EROSÃO

Mapa 9: Registros de erosões no Estado do Rio de Janeiro 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, atuando de modo conjugado com processos pedogenéticos.

Dentre os conceitos de erosão dada 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 detríticos provenientes da decomposição e desagregação das rochas e solos das camadas mais superficiais da crosta terrestre (CARVALHO *et al.*, 2006).
- Destruição das reentrâncias ou saliências do relevo, tendendo a um nivelamento (GUERRA, 1993).
- Desagregação, o transporte e a deposição do solo, subsolo e rochas em decomposição, pelas águas ventos ou geleiras (GALETI, 1982).
- Processo de desagregação, transporte e deposição de partículas componentes do solo causados pela ação da água ou pelo vento, que tem início na remoção da cobertura vegetal pelo homem para cultivar o solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).
- Consiste no desgaste, afrouxamento do material rochoso e na remoção dos detritos através dos processos atuantes na superfície da Terra (BIGARELLA, 2003).

Segundo Oliveira 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). No Quadro 8 está apresentada a proposta de Zachar (1982) para a classificação das erosões relacionando os principais tipos com os seus fatores ativos.

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, com relação à forma como surgem as erosões, o mais comum é classifica-las em quatro grandes grupos: erosão hídrica, erosão eólica, erosão glacial e erosão orgânogênica. (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 sob a ação do mar, os processos erosivos modelam a paisagem e ocasionam desastres pela proximidade humana.

Enquanto a dinâmica da erosão segue uma evolução natural, o sistema ambiental mantém-se em equilíbrio dinâmico. Porém, a partir das intervenções antrópicas, o processo de erosão tende a se acelerar (TOMINAGA *et al.*, 2009). Exemplo disso é a ocupação do solo de forma desordena pelo homem, podendo ocasionar a perda de solos férteis, assoreamento, poluição, e redução dos corpos d'água, redução do volume de água de abaste-

cimento, diminuição da agropecuária e ocorrências de desastres urbanos com perda de vidas humanas. Ocorrendo de modo direto e previsível, os processos erosivos são capazes de destruir habitações e obras de infraestrutura, dos quais são apontados como um dos principais problemas nas áreas urbanas, destacando-se pela rapidez como ocorrem, pelas dimensões que atingem e pelos problemas que geram. (CARVALHO *et al.*, 2006).

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

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

EROSÕES ASSOCIADAS À PRECIPITAÇÃO DE CHUVAS

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

Para Carvalho *et al.* (2006), a classificação da erosão depende do seu estado evolutivo, podendo ser classificadas em três tipos: superficial (laminar), erosão interna e erosão linear (sulco, ravina, voçoroca). O Quadro 9 estabelece alguns parâmetros mensuráveis em relação à terminologia e a forma de ocorrência dos tipos de erosões.

O Brasil é um país susceptível aos processos de erosão devido ao fato de estar sujeito ao clima tropical, caracterizado por elevada pluviosidade e taxa de intemperismo químico. As regiões como o Noroeste do Paraná, Planalto Central, Oeste Paulista, Campanha Gaúcha, Triângulo Mineiro e

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)

médio Vale do Paraíba do Sul, são as mais críticas quanto à incidência de processos erosivos (BOTELHO; GUERRA, 2003).

EROSÕES ASSOCIADAS A CANAIS DE DRENAGEM DOS RIOS

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

Outros termos conhecidos na bibliografia associados a esse 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 enchen-tes 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).

Essa nova ação, chamada de erosão costeira e/ou marinha, atua através dos movimentos das águas oceânicas sobre as bordas litorâneas, modelando o relevo de forma destrutiva ou construtiva, resultando em acumulação marinha e, como consequência, originando praias, recifes, restingas e tómbolos (CASTRO, 2003).

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

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

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

CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE)

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

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

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

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 delas será fundamental avaliar o perigo, ou seja, o que pode ocorrer, em que condições e com que proba-

bilidade (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 e 2012 no Estado do Rio de Janeiro, foram enquadrados os registros em conformidade com a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Dentre as tipologias atuantes no estado (Tabela 18), foram registradas apenas uma ocorrência relacionada à erosão marinha.

Tabela 18: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado do Rio de Janeiro

Terminologia	Quantidade de Ocorrências/Registros
Erosão Costeira/Marina	01

Fonte: Brasil (2013)

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, como casas ou muros, num ambiente que é naturalmente variável (MORTON *et al.*, 1983; DOYLE *et al.*, 1984; PILKEY Jr. *et al.*, 1984).

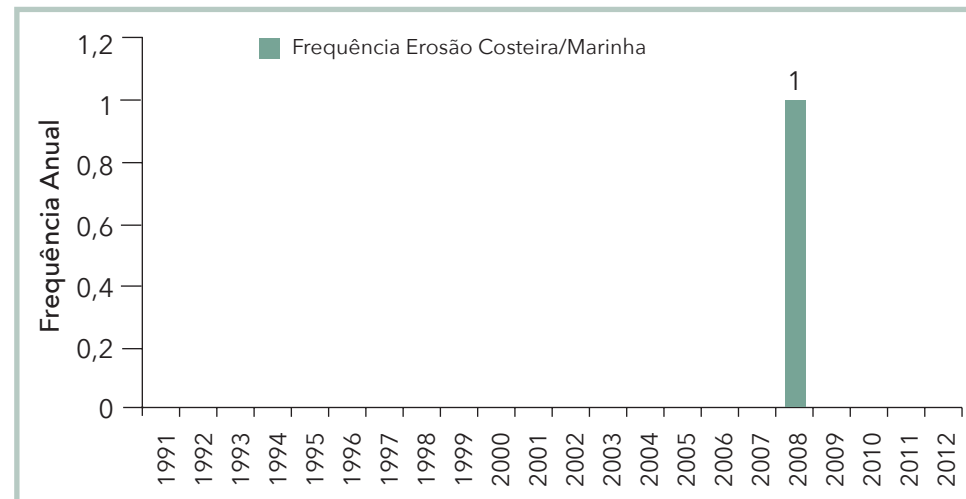
Os fenômenos naturais associados à ação antrópica na zona costeira representam um cenário de grande atividade econômica e de alta concentração populacional, que vêm sofrendo com a intensificação dos processos erosivos (OLIVEIRA, 2006).

Assim, dependendo da intensidade e da vulnerabilidade encontrada na área, os processos erosivos podem causar impactos significativos, caracterizando uma situação de emergência. A distribuição de eventos relatados nos bancos de dados compilados pelo CEPED UFSC e CENAD/SEDEC/MI no Estado do Rio de Janeiro está elencada no Mapa 9.

O município de São João da Barra, pertencente à Mesorregião Norte Fluminense, foi o único a registrar ao menos um evento relacionado à erosão marinha. O município não apresenta grande concentração demográfica, possuindo apenas 0,2% de toda a população do Estado do Rio de Janeiro, conforme censo de 2010 (IBGE, [201-]).

A região atingida, segundo os dados oficiais (BRASIL, 2013), está localizada na região litorânea de Atafona, situada na Rua Feliciano Sodré, próximo ao bairro Pontal de Atafona. Conforme o Gráfico 26, o evento adverso ocorreu no ano de 2008.

Gráfico 26: Frequência anual de desastres por erosão no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

São João da Barra apresenta 34,47 km de extensão da linha divisória com o Oceano Atlântico (IBGE, [201-]). Porém, a área mais atingida do município é o pontal de Atafona, na foz do rio Paraíba do Sul. Desde os anos de 1950, Atafona vem sofrendo um processo de erosão das praias que atinge, também, as residências e infraestrutura. Desde aquela época, a ação do mar derrubou construções, como uma igreja, uma escola, um posto de gasolina, diversas casas de comércio, faróis da marinha e moradias, sendo que a área atingida corresponde ao tamanho de 40 campos de futebol (FIGUEIREDO JUNIOR. *et al.*, [20--?]).

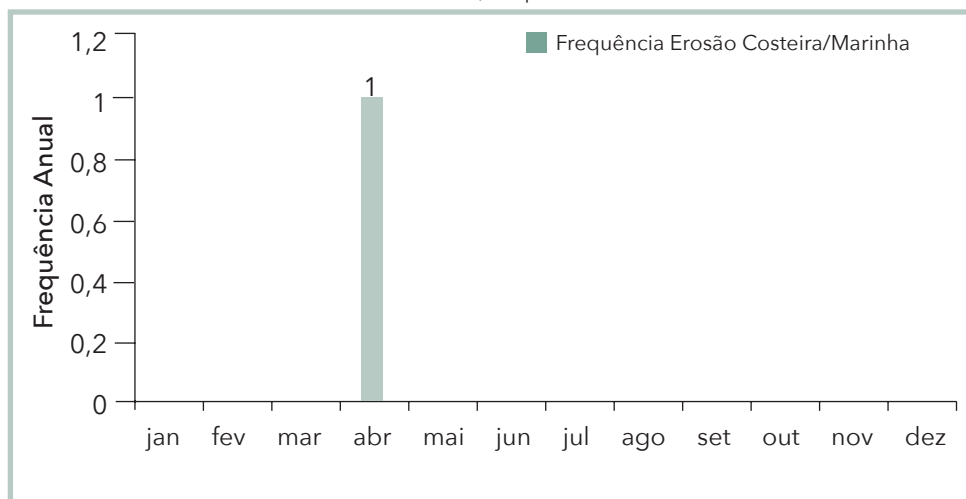
A velocidade de erosão é variável ao longo do ano e pode ser mais intensa em alguns anos e menos em outros, no entanto, a maior atividade erosiva ocorre de novembro a março. O mar avança quase três metros por ano sobre Atafona, mas essa velocidade de erosão não é igual para toda

a área, ou seja, as áreas mais baixas são erodidas com maior velocidade do que as mais elevadas (FIGUEIREDO JUNIOR. *et al.*, [20--?]).

Atualmente, docentes, pesquisadores e estudantes das universidades: Federal Fluminense (UFF), Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) e Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) desenvolvem, desde o ano de 2004, o “Projeto Atafona: avaliação do processo de erosão marinha”, em parceria com o IBAMA, Prefeitura de São João da Barra e Defesa Civil Municipal. O projeto executa atividades relativas ao mapeamento cartográfico, com apoio de tecnologias digitais de geoprocessamento, tendo como base a análise evolutiva do processo erosivo observado no pontal. De acordo com o folder do projeto, o processo erosivo marinho vem se intensificando nos últimos anos, especialmente em 2007 e 2008, com velocidade acima de cinco metros ao ano (UFF, [200-]). O registro de apenas um desastre pode estar associado à perda de documentos oficiais, ou de o processo erosivo, por costumeiro, não ter afetado diretamente a população.

Quanto à frequência mensal, é difícil estabelecer um padrão de análise, uma vez que o número de registros é reduzido. A única ocorrência foi registrada no mês de abril, conforme demonstra o Gráfico 27.

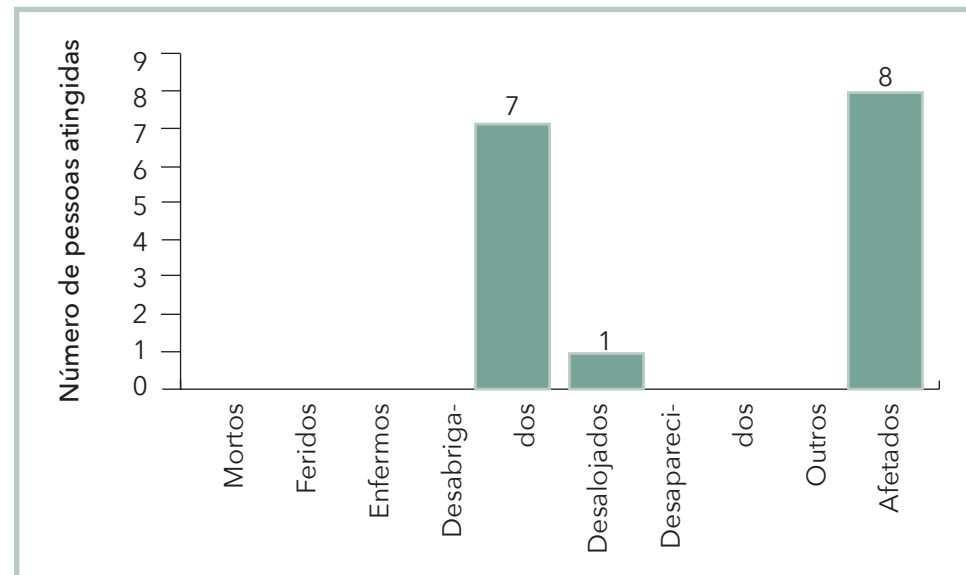
Gráfico 27: Frequência mensal de desastres por erosão no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

O evento de erosão marinha ao longo dos 22 anos atingiu oito pessoas que residem na área afetada pelo processo de erosão ocorrido na orla. Conforme apresenta o Gráfico 28, os registros oficiais mostram que sete pessoas foram desabrigadas e uma foi desalojada.

Gráfico 28: Danos humanos causados por erosão no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



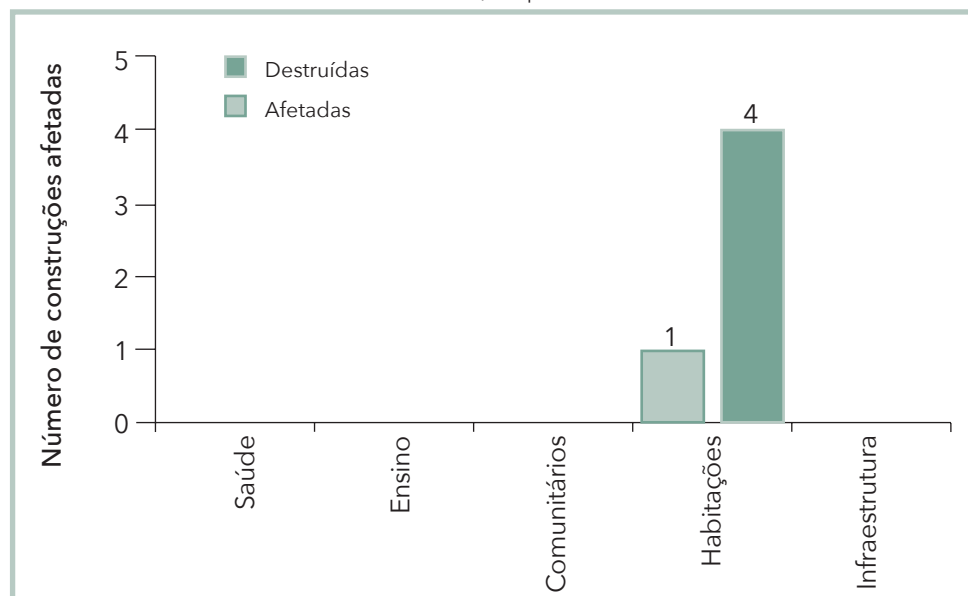
Fonte: Brasil (2013)

Com relação aos danos materiais por processos erosivos, o Estado do Rio de Janeiro apresenta sua maior perda relacionada à habitação, registrando uma propriedade afetada e quatro destruídas no período de 1991-2012, conforme Gráfico 29.

Cabe destacar que o litoral do município de São João da Barra apresenta características que lhe conferem um alto grau de vulnerabilidade, causado principalmente pela ocupação inadequada da linha de costa e em área de dunas, além de uma geologia que favorece a erosão marinha.

Nesse sentido, evidencia-se no litoral, principalmente nas áreas ocupadas e urbanizadas, uma tendência de o fenômeno tornar-se recorrente no estado, devido à dinâmica costeira e às intervenções antrópicas. Uma vez

Gráfico 29: Danos materiais causados por desastres por erosão no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012

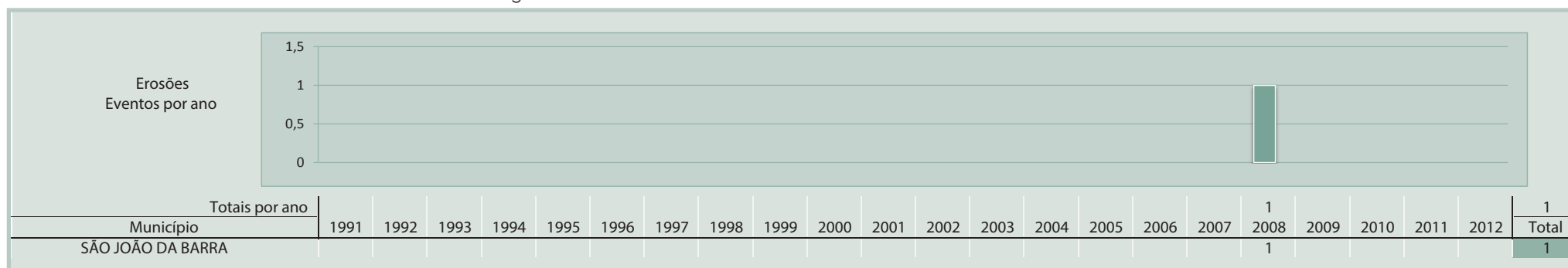


Fonte: Brasil (2013)

alterada a faixa de costa pela ocupação humana, os sedimentos costeiros ao transporte são indisponibilizados, causando o processo erosivo marinho.

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

Infográfico 8: Síntese das ocorrências de erosão no Estado do Rio de Janeiro



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, DF: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

_____. Ministério da Integração Nacional. **Defesa Civil reconhece estado de calamidade pública em Natal**. Disponível em: <<http://goo.gl/Xt0eYU>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

_____. 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: 20 mar. 2013.

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

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

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

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

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

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

FIGUEIREDO JR., A. G. de. et al. **Ponto de interesse geológico**: erosão marinha em Atafona. Rio de Janeiro: DRM, [20--?]. Disponível em: <http://www.caminhosgeologicos.rj.gov.br/novo/PDF_A3/Atafona.pdf>. Acesso em: 26 maio 2013.

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: IBGE, 1993.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Rio de Janeiro. [201-]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/download/mapa_e_municipios.php?uf=rj> . Acesso em: 20 jun. 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: Organic Trading, 2006. 109 p. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 13 maio 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 jun. 2013.

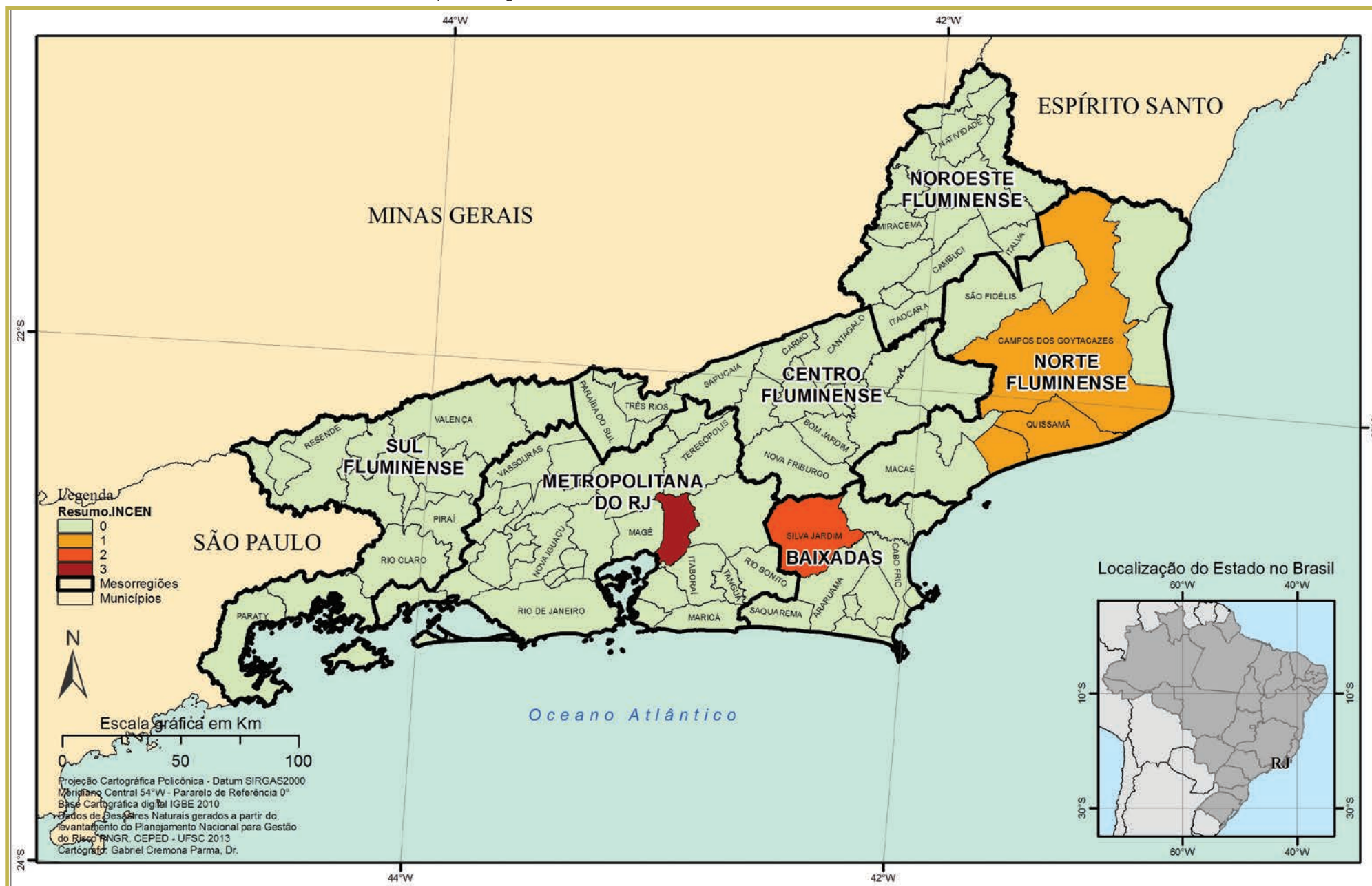
PILKEY JR, O. H. *et al.* **Living with the East Florida Shore.** Durham, North Carolina: Duke University Press, 1984. 255 p.

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

UFF – UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. **Projeto Atafona:** avaliação do processo de erosão marinha. Rio de Janeiro: UFF, [200-]. Disponível em: <http://www.atafona.uerj.br/folder_projeto.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2013.

INCÊNDIO FLORESTAL

Mapa 10: Registros de incêndios no Estado do Rio de Janeiro de 1991 a 2012



Os 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 ligada com a redução da umidade ambiental e ocorre com maior frequência e intensidade nos períodos de estiagem e de seca.

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

Esse fenômeno pode ser provocado por: causas naturais, como raios, reações fermentativas exotérmicas, concentração de raios solares por pedaços de quartzo ou cacos de vidro em forma de lente e outras causas; imprudência e descuido de caçadores, mateiros ou pescadores, por meio da propagação de pequenas fogueiras feitas em seus acampamentos; fagulhas 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. Os incêndios podem começar de forma espontânea ou em consequência de ações e/ou omissões humanas. Mesmo neste último caso, os fatores climatológicos e ambientais são decisivos para incrementá-los, pois facilitam a sua propagação e dificultam o seu controle (CASTRO, 2003).

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

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

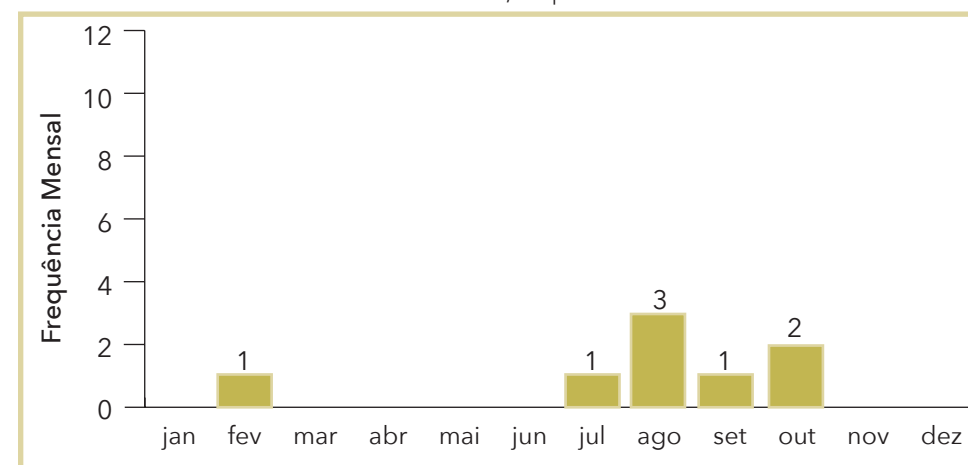
As ocorrências de incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram **oito registros oficiais**. Para melhor visualização, os registros foram espacializados no Mapa 10, onde

pode ser vista a localização dos municípios afetados e seus respectivos números de registros.

De acordo com o Mapa 10, verifica-se que, dos 92 municípios somente cinco deles (5%) foram atingidos por incêndios florestais. Ainda pode-se observar que os municípios atingidos localizam-se na Mesorregião Norte fluminense, Metropolitana e Baixada. Entre os atingidos estão Guapimirim e Silva Jardim, com três e dois registros decretados de desastre natural por incêndio, respectivamente.

Ao analisar o aspecto climático como predominante na deflagração desse tipo de evento adverso, verifica-se no Gráfico 30, que no terceiro trimestres ocorreu o maior número de registro de incêndios florestais (julho, agosto e setembro).

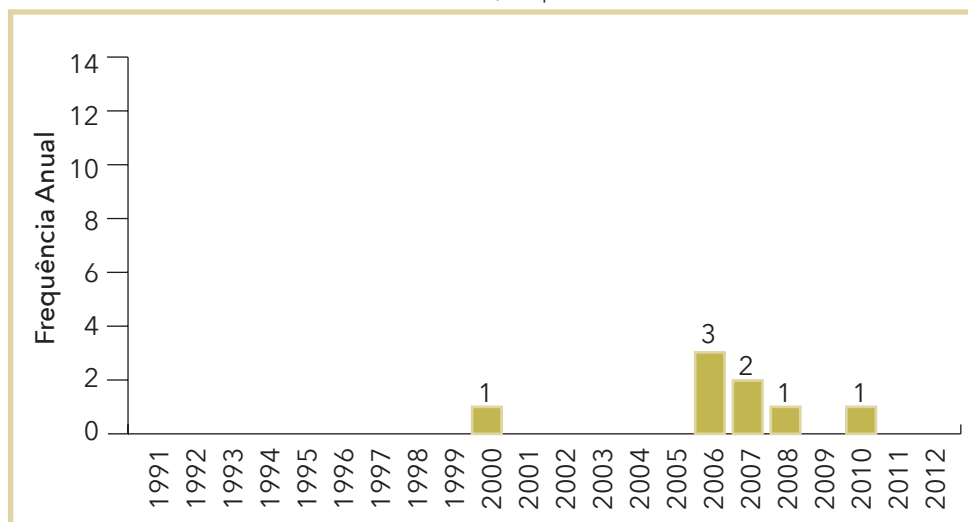
Gráfico 30: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Em relação à frequência anual de incêndios, conforme se observa no Gráfico 31, nos nove primeiros anos da pesquisa, não foram registrados desastres causados por incêndios florestais em documentos oficiais da Defesa Civil. Destacam-se os anos de 2006 e 2007 por serem os maiores a apresentarem registros de desastre natural por incêndio florestal, sendo, no total, três registros em 2006, e dois em 2007.

Gráfico 31: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

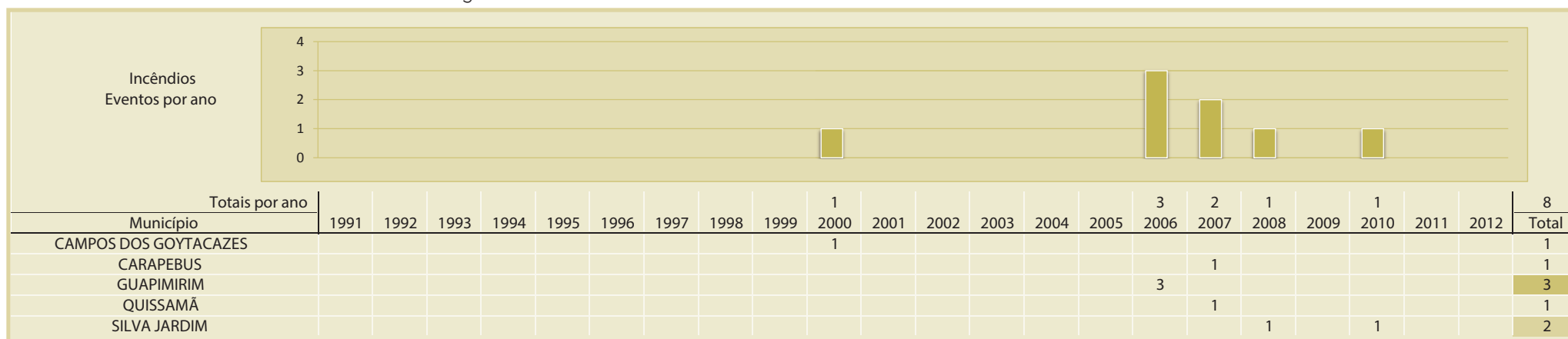
Os incêndios, em condições naturais, podem ser iniciados localmente como consequência direta de condições meteorológicas propícias, como a falta de chuva, altas temperaturas, baixa umidade do ar, déficit hídrico e ventos fortes (JUSTINO; ANDRADE, 2000).

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

Conforme o Infográfico 9 foi registrado, no Estado do Rio de Janeiro, um total de oito focos de incêndio, referentes ao período de 1991 a 2012. Nos nove primeiros anos da pesquisa não há registro de desastres causados por incêndios florestais, em documentos oficiais da Defesa Civil.

No ano de 2006, o desastre foi registrado três vezes, no município de Guapimirim, e, em 2007, foi registrando dois registros de incêndios florestais em cidades diferentes.

Infográfico 9: Síntese das ocorrências de incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Brasil (2013)

Referências

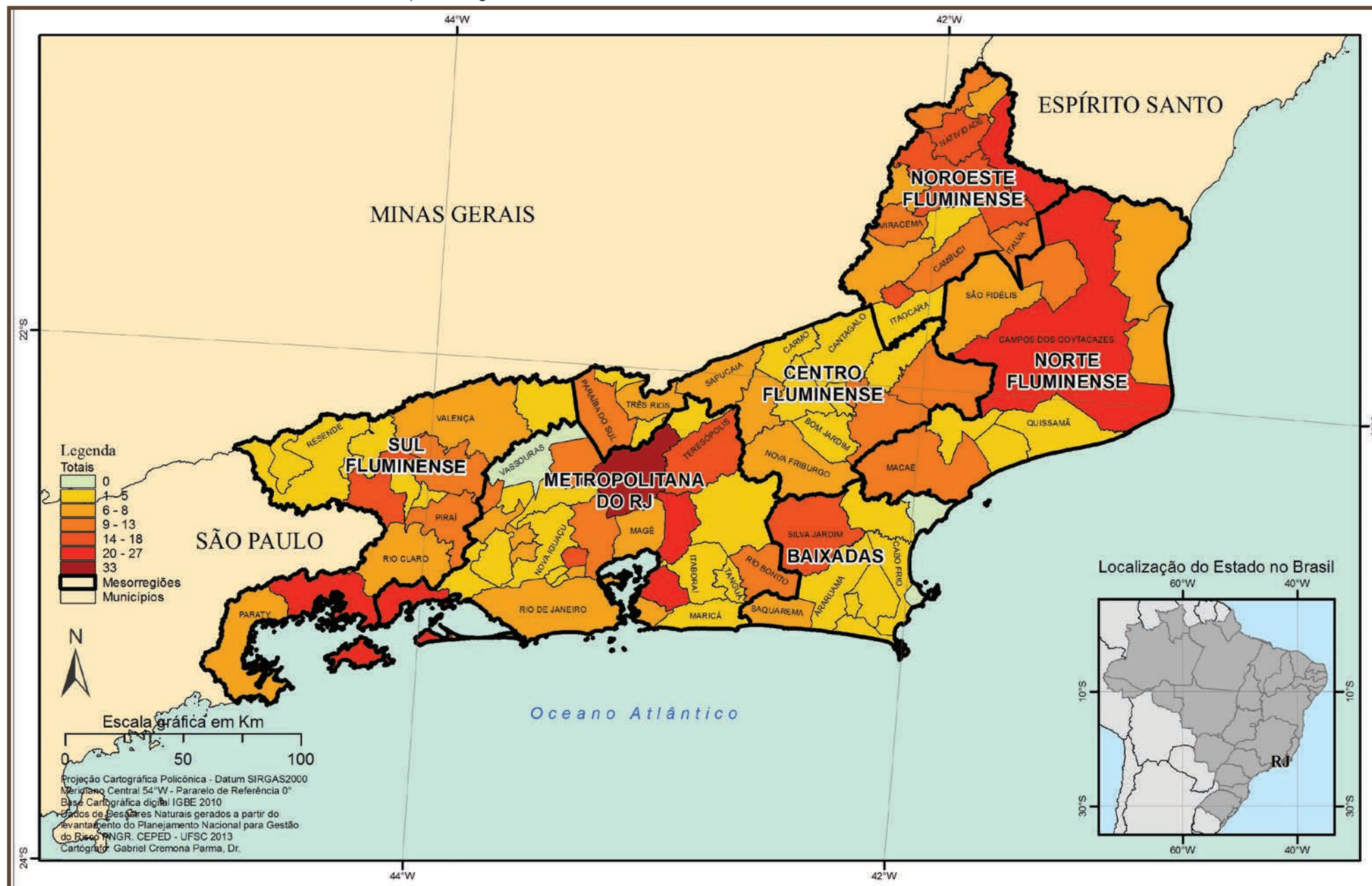
BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres – S2ID. 2013. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

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

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

DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

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



Ao analisar os desastres naturais que afetaram o Estado de Rio de Janeiro ao longo de 22 anos (1991-2012), nota-se a ocorrência dos seguintes eventos naturais adversos: estiagens e secas, inundação, enxurrada, alagamento, erosão, incêndios, granizo, tornado, vendaval, movimento de massa. Estes eventos somam **727 registros oficiais** relativos a desastres naturais.

O Mapa 11 espacializa os registros levantados por município no Estado do Rio de Janeiro e mostra que dos 92 municípios do estado, 89 foram atingidos por algum tipo de evento, no decorrer da escala temporal adotada. Esse total representa 97% dos municípios do estado.

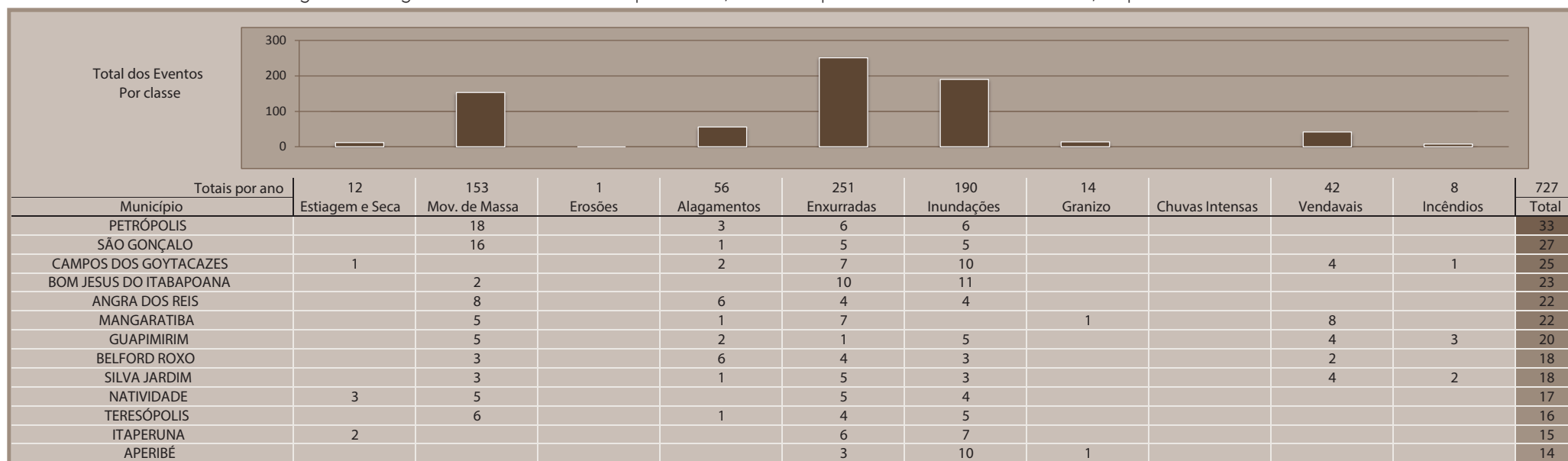
Com relação aos totais de registros, o maior número de ocorrências se evidencia na Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro, com 260 registros. Nessa mesorregião está contido o setor serrano do estado, com encostas declivosas e com extensa rede de drenagem que ocupa vales profundos (ROSS, 1995). Geograficamente, a região é caracterizada por inserir-se no conjunto montanhoso da Serra da Mantiqueira e da Serra

do Mar, com relevo bastante acidentado, de declividades que variam, na maioria das vezes, entre 20° e 80°, e altitude média de 845 metros. Há variações climáticas expressivas, com diferenciações nos índices térmicos e pluviométricos, com baixas temperaturas ao longo do ano e chuvas concentradas de outubro a março, quando ocorre a maioria dos eventos catastróficos (BONATTO; GUERRA; LOPES, 2006).

Ainda, de acordo com o Mapa 11, o Noroeste Fluminense foi a segunda mesorregião mais afetada, com 141 registros. Na sequência, o Centro Fluminense, com 101 registros; o Sul com 99 registros; o Norte com 82 registros e, por último, as Baixadas Litorâneas com 44 registros de desastres.

O Infográfico 9 apresenta todos os municípios do estado afetados e especifica o número de ocorrências oficiais que possuem para cada tipologia de desastre natural abordada neste Atlas. A partir dele, verifica-se que os municípios com maior número de registros apresentam recorrências, principalmente, de eventos de enxurradas e inundações.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

BARRA MANSA		2			6	5	1			14
PARAÍBA DO SUL				2	6	5				13
MACAÉ				8	1	1			2	12
MACUCO		3		1	3	5				12
MIRACEMA	1	1			8	1			1	12
BARRA DO PIRAÍ		1		1	9					11
CARDOSO MOREIRA	1				3	7				11
ITALVA	1	1			4	5				11
PATY DO ALFERES		2			5	2	1		1	11
RIO BONITO		3		1	7					11
TRAJANO DE MORAES		2			8		1			11
CAMBUCI		1			4	5				10
DUQUE DE CAXIAS		1		3		6				10
PIRAÍ		7		1	1				1	10
SANTA MARIA MADALENA		5			3	1			1	10
MENDES		2			5	2				9
PORCIÚNCULA		2			1	6				9
LAJE DO MURIAÉ		1			2	5				8
PARATY		1			6	1				8
SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA	2			1		5				8
JAPERI						5			2	7
MAGÉ		4		1	1	1				7
NITERÓI		5			2					7
SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA					2	4			1	7
SÃO FIDÉLIS					4	3				7
SÃO JOÃO DA BARRA			1	2	1	2			1	7
TRÊS RIOS		1			5	1				7
VARRE-SAI					2	2			3	7
NOVA FRIBURGO		1			4	1				6
PARACAMBI				1	3				2	6
QUEIMADOS		2		2	1				1	6
RIO CLARO		3			3					6
RIO DE JANEIRO		3			1	2				6
SÃO JOÃO DE MERITI		2		3	1					6
SAPUCAIA		1			4	1				6
SAQUAREMA		3		1	1				1	6
SUMIDOURO					6					6
VALENÇA		2			4					6
CASIMIRO DE ABREU						4			1	5
COMENDADOR LEVY GASPARIAN		1			3	1				5
CONCEIÇÃO DE MACABU		1			4					5
CORDEIRO		3			1	1				5
ITABORAÍ				2		2	1			5
ARARUAMA				1	1	1	1			4
BOM JARDIM		1			1	2				4
CACHOEIRAS DE MACACU				1	3					4
CANTAGALO		3				1				4
CARMO					3	1				4
IGUABA GRANDE				1	1	1	1			4
ITAOCARA		1			2	1				4

Fonte: Brasil (2013)

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

MESQUITA				2	2					4
NOVA IGUAÇU		2		2						4
QUATIS				3				1		4
QUISSAMÃ	1			1	1				1	4
RESENDE				3	1					4
RIO DAS FLORES				3		1				4
SÃO JOSÉ DE UBA				2	1	1				4
SÃO PEDRO DA ALDEIA				2	1	1				4
SÃO SEBASTIÃO DO ALTO		2		1	1					4
SEROPÉDICA					4					4
TANGUÁ				2	2					4
AREAL		1		2						3
CARAPEBUS				2					1	3
ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN		1		2						3
NILÓPOLIS		1			2					3
PORTO REAL				2	1					3
VOLTA REDONDA						2		1		3
CABO FRIO				1		1				2
ITATIAIA				2						2
MARICÁ		1		1						2
MIGUEL PEREIRA		1		1						2
PINHEIRAL				1	1					2
SÃO JOSÉ DO VALE DO RIO PRETO				1	1					2
ARRAIAL DO CABO				1						1
DUAS BARRAS		1								1
ITAGUAÍ				1						1

Fonte: Brasil (2013)

As enxurradas, diretamente relacionadas ao aumento das precipitações pluviométricas e sua concentração em curto período de tempo, estão entre os desastres naturais mais frequentes e vistos como um dos maiores problemas do estado. Esses fenômenos correspondem a 251 registros, equivalentes a 35% dos desastres naturais do Estado do Rio de Janeiro, conforme demonstra o Gráfico 32. Além dos efeitos adversos relacionados ao fenômeno, as inundações, muitas vezes, ocorrem associadas a tempestades, granizos e vendavais, podendo desencadear outros eventos, que potencializam o efeito destruidor, aumentando assim os danos causados.

Os desastres por inundações também foram expressivos no Estado do Rio de Janeiro, apresentando um total de 190 registros, 26% do total. Esses desastres estão relacionados à cheia e ao extravasamento dos rios, que ocorrem com certa periodicidade e de forma paulatina e previsível.

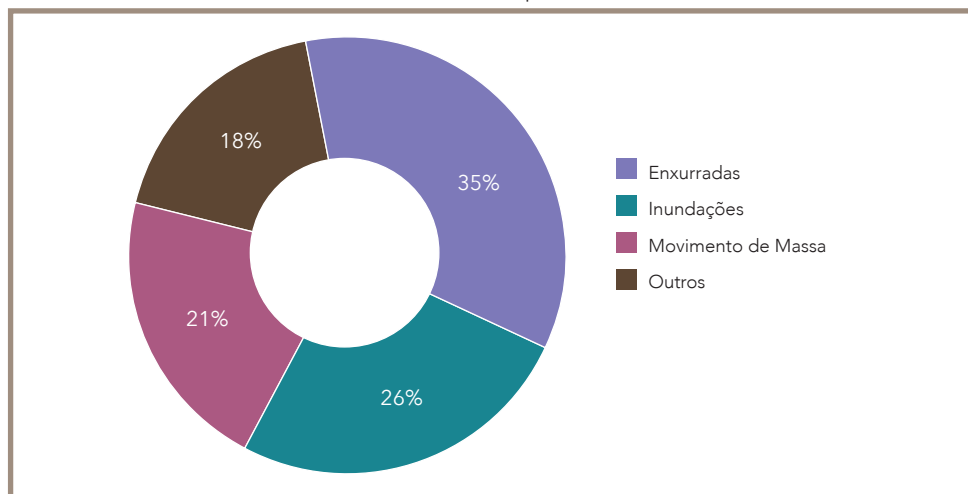
Ao contrário das enxurradas, que ocorrem quando há chuvas intensas e concentradas, as inundações relacionam-se mais com períodos demorados de chuvas contínuas.

Os desastres relativos a movimentos de massas apresentam-se como a terceira tipologia mais recorrente, com 153 registros, equivalentes a 21% dos desastres ocorridos no período de análise. Esses fenômenos também estão associados ao regime pluviométrico e a fatores geomorfológicos combinados com os relativos à geologia, assim como a ação do homem nas formas de uso e ocupação da terra.

Os demais tipos de desastres naturais como: estiagens e secas, alagamentos, vendavais, granizos, incêndios florestais e erosões, foram menos expressivos no intervalo temporal analisado. Estão classificados, portanto, na categoria Outros, com 133 registros, representados no Gráfico 32

por 18% do total. Dessas ocorrências, 56 registros são relativos aos desastres de alagamentos, 42 de vendavais, 14 de quedas de granizos, 12 de estiagens e secas, oito de incêndios florestais e uma de erosão marinha.

Gráfico 32: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



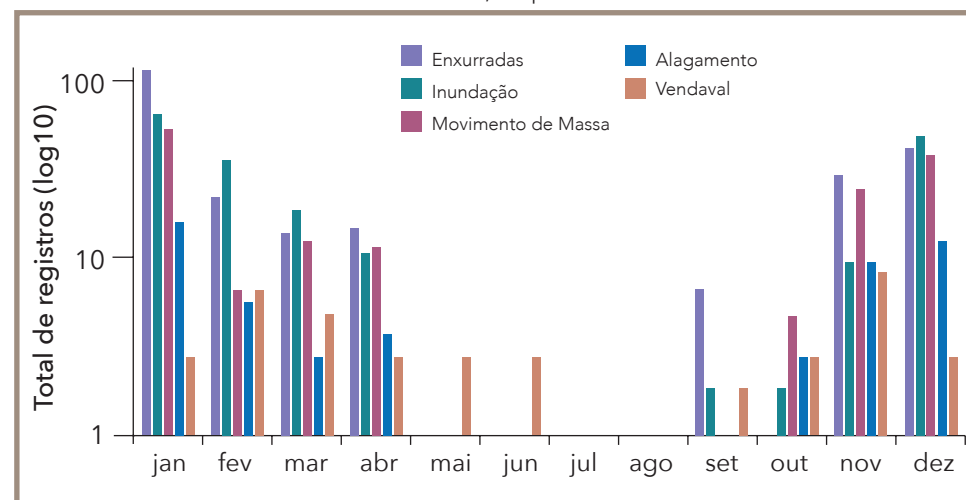
Fonte: Brasil (2013)

O Estado do Rio de Janeiro apresenta duas estações bem definidas, uma chuvosa (nos meses de verão), de outubro a março, e uma seca (nos meses de inverno), entre abril e setembro. Essa situação é percebida quando se analisa as médias mensais de precipitação disponibilizadas pela ANA (2010), entre os anos de 1991 e 2010. Os menores índices ocorreram no inverno, entre os meses de abril a setembro, apresentando-se abaixo dos 66 mm e chegando a menos de 20 mm nos meses de junho e julho. Por sua vez, os meses em que a precipitação esteve mais concentrada foram os de verão, sendo dezembro e janeiro os meses mais chuvosos, com 221,47 e 178,94 mm, respectivamente.

Os sistemas meteorológicos, principalmente os que atuam no período chuvoso, influenciam na ocorrência dos fenômenos naturais com potencial de causar danos. Assim, os registros dos desastres naturais mais recorrentes foram distribuídos em uma frequência mensal ao longo dos anos de

1991 a 2012 no Gráfico 33. Percebe-se que os desastres naturais associados às enxurradas, inundações, alagamentos, vendavais e movimentos de massa, têm maior probabilidade de ocorrência entre o período dos meses de setembro a abril. Durante o verão, os sistemas frontais podem interagir com o ar tropical quente e úmido, gerando convecção profunda com precipitação intensa, causando inundações, movimentos de massa e, algumas vezes, ventos fortes e granizo (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009).

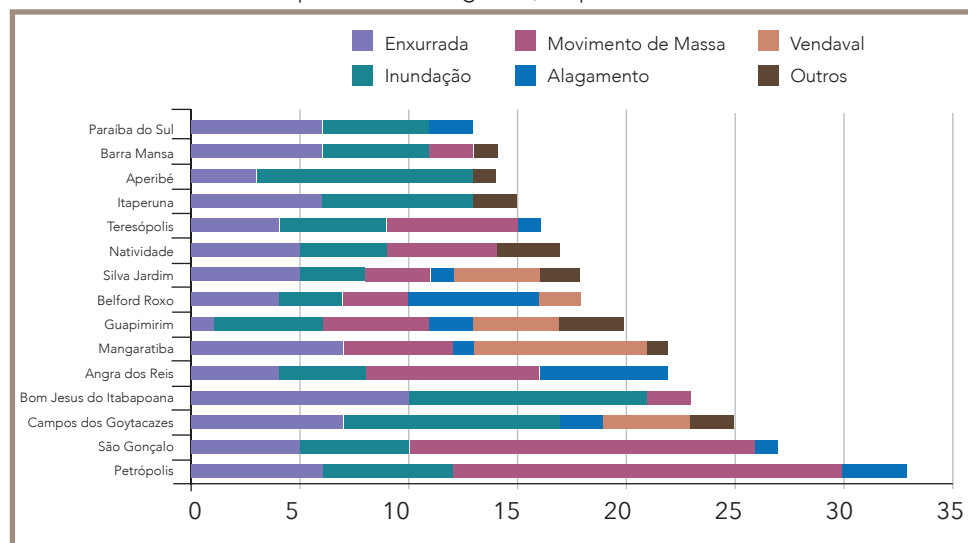
Gráfico 33: Frequência mensal dos desastres mais recorrentes no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Ao considerar todos os registros oficiais disponíveis de desastres naturais ocorridos no Estado do Rio de Janeiro, foram selecionados os 15 municípios mais atingidos pelas tipologias mais recorrentes, apresentados no Gráfico 34. Conforme mencionado anteriormente, o município de Petrópolis lidera o ranking dos municípios com o maior número de registros, 33 ocorrências, distribuídas em quatro tipos diferentes de desastres naturais: enxurradas (6), inundações (6), alagamentos (3) e movimentos de massa (18). Todas relacionadas às chuvas. O município de São Gonçalo aparece em segundo lugar, com 27 ocorrências relacionadas às mesmas tipologias de eventos de Petrópolis: enxurradas (5), inundações

Gráfico 34: Municípios mais atingidos do Estado do Rio de Janeiro, classificados pelo total de registros, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

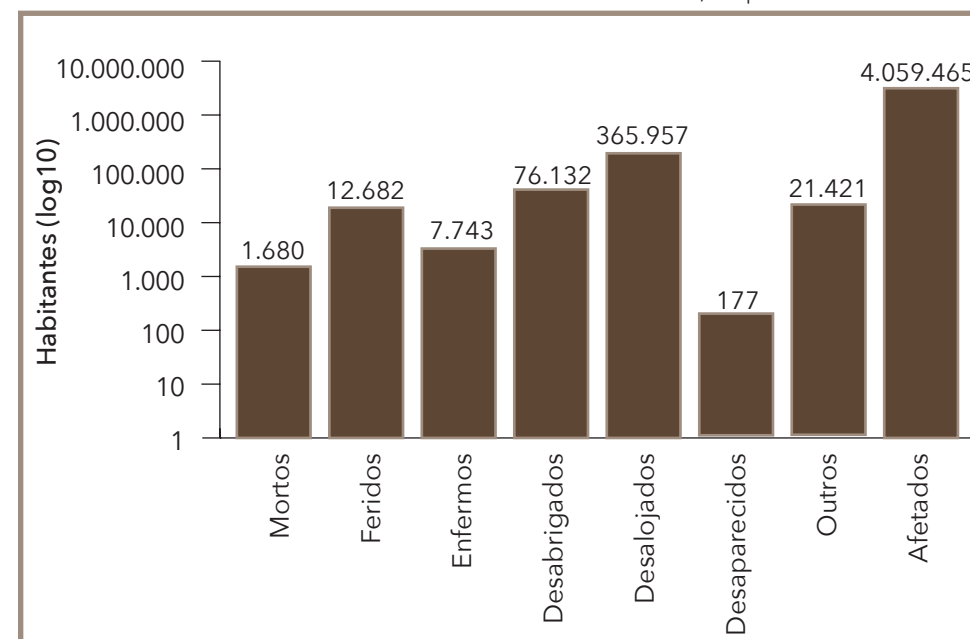
(5), alagamentos (1) e movimentos de massa (16). Na terceira posição, com 25 ocorrências está o município de Campos dos Goytacazes, com maior diversidade de eventos: enxurradas (7), inundações (10), vendavais (4), alagamentos (2), incêndio florestal (1) e estiagem e seca (1). Estes dois últimos eventos classificados como Outros.

Nos demais municípios, apresentados no Gráfico 34, fica evidente a recorrência de desastres hidrológicos e geológicos registrados no estado.

Esses eventos naturais, comuns ao estado, causam danos à população recorrentemente, de forma direta ou indireta. Com relação aos danos humanos, o Gráfico 35 expressa os totais registrados no período de análise, com base nos dados disponíveis. Ao longo dos vinte e dois anos analisados foram afetados mais de 4 milhões de fluminenses. Além disso, foram registradas 1.680 mortes, 12.682 feridos, 7.743 enfermos, 76.132 desabrigados, 365.957 desalojados, 177 desaparecidos e 21.421 pessoas atingidas por outros tipos de danos.

A Tabela 19 apresenta os municípios que mais registraram falecimentos devido aos desastres naturais no território do Estado do Rio de Janeiro. Nova

Gráfico 35: Total de danos humanos no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Tabela 19: Falecimentos registrados pelos municípios fluminenses entre 1991 e 2012, ocasionados por desastres naturais

Município	Mesorregião	Mortos
Nova Friburgo	Centro Fluminense	440
Teresópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	412
Niterói	Metropolitana do Rio de Janeiro	334
Petrópolis	Metropolitana do Rio de Janeiro	209
Angra dos Reis	Sul Fluminense	87
Rio de Janeiro	Metropolitana do Rio de Janeiro	63
São Gonçalo	Metropolitana do Rio de Janeiro	27
Sapucaia	Centro Fluminense	23
Duque de Caxias	Metropolitana do Rio de Janeiro	12
Magé	Metropolitana do Rio de Janeiro	7

Fonte: Brasil (2013)

Friburgo, situado no Centro Fluminense, apresenta-se com 440 registros de mortes, dos quais 428 foram resultados de severas enxurradas ocorridas em janeiro do ano de 2011. Outros municípios como: Teresópolis, Petrópolis e São José do Vale do Rio Preto também registraram óbitos com os desastres desse período. No município de Teresópolis, do total de mortos foram registrados nas enxurradas de janeiro 387 casos; Petrópolis registrou 71 mortes, enquanto São José do Vale do Rio Preto foram três registros.

No evento extremo de janeiro de 2011, o Estado do Rio de Janeiro totalizou 892 casos de mortes, 568 feridos, 60 enfermos, 9.437 desabrigados, 28.804 desalojados, 38 desaparecidos e 176.459 afetados, conforme apresenta a Tabela 20. Esses danos demonstram a magnitude e severidade das enxurradas na região Serrana do Rio de Janeiro que foram intensificadas por inúmeros deslizamentos. Entre os dias 2 e 19 deste mês, 20 municípios decretaram situação de emergência ou de calamidade pública em decorrência das fortes chuvas, que deflagrou os fenômenos perigosos. Dos 44 registros de desastres em 2011, 23 correspondem aos eventos do mês de janeiro.

Com base no total de registros levantados é possível diagnosticar que o Estado do Rio de Janeiro é recorrentemente afetado por desastres hidrológicos relacionados a enxurradas e inundações, responsáveis em grande parte pela decretação dos estados de emergência e de calamidade pública. Catástrofes recentes, relativas aos últimos anos, revelam que esses eventos naturais, comuns ao estado, passaram a causar danos à população, na medida em que há muitos registros confirmados e caracterizados como desastres.

Contudo, nem todos os fenômenos serão considerados perigosos (*hazards*), apenas aqueles que estão relacionados ou ocorrendo em áreas ocupadas pelo homem, gerando danos. Para UNDP (2004), desastre natural é como resultado de um perigo natural em conjunto com a vulnerabilidade humana, e a capacidade da sociedade em lidar com os danos recebidos. Dessa maneira, com a interação entre perigos naturais e o sistema humano surgem 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 área atingida. No entanto, é necessário compreender que a recorrência de enxurradas e de outros desastres naturais não é provenien-

Tabela 20: Danos humanos registrados por municípios fluminenses, ocasionados pelos desastres naturais de janeiro de 2011 (dados oficiais disponíveis)

Municípios com registros	Mortos	Feridos	Enfermos	Desabrigados	Desalojados	Desaparecidos	Afetados
Macuco	-	-	-	-	-	-	-
Petrópolis	3	-	-	-	-	-	10.000
Campos dos Goytacazes	-	-	-	129	2.947	-	-
Rio Claro	-	-	-	-	15	-	2.010
Paraty	-	-	-	-	-	-	2.300
Sapucaia	-	-	-	32	70	-	1.320
Santa Maria Madalena	-	3	-	44	284	-	10.376
Bom Jardim	-	423	-	632	1.186	-	12.380
Macuco	-	-	-	24	28	-	115
Macuco	-	-	-	-	-	-	115
Petrópolis	71	25	-	187	6.956	30	50.000
São Fidélis	-	-	-	333	-	-	333
São José do Vale do Rio Preto	3	95	60	300	3.000	-	20.000
São Sebastião do Alto	-	-	-	68	32	-	3.580
Sumidouro	-	19	-	80	300	8	20.000
Teresópolis	387	-	-	6.727	9.110	-	17.000
Trajano de Moraes	-	3	-	28	188	-	530
Três Rios	-	-	-	60	160	-	2.000
Nova Friburgo	428	-	-	789	4.528	-	18.000
Cambuci	-	-	-	-	-	-	1.200
Cardoso Moreira	-	-	-	-	-	-	-
Italva	-	-	-	4	-	-	5.200
Porto Real	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	892	568	60	9.437	28.804	38	176.459

Fonte: Brasil (2013)

te apenas de fatores climáticos e meteorológicos, mas sim do resultado 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.

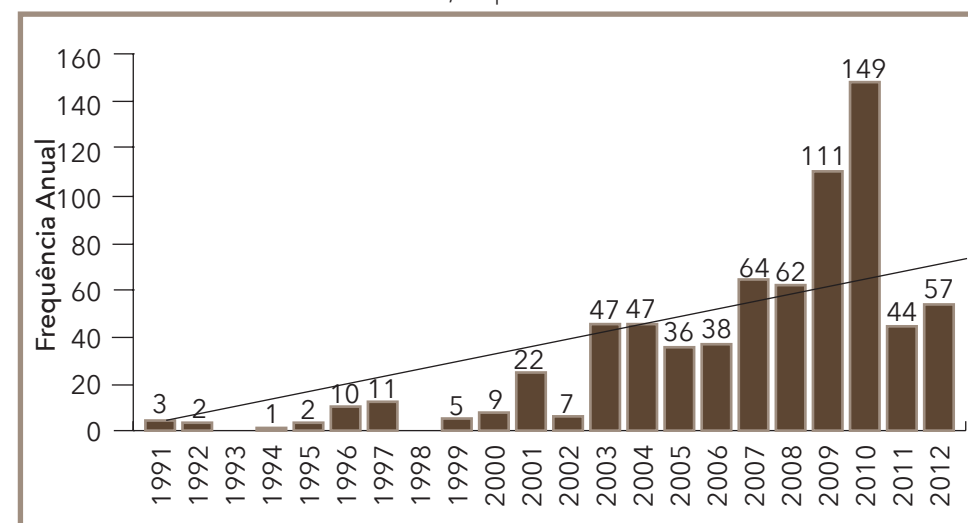
Diante de tal variação, optou-se, para garantir a credibilidade dos dados, por não publicar os danos materiais e econômicos, e, posteriormente, recomenda-se aplicar um instrumento de análise mais preciso para validação desses dados.

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 pa-

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

Os dados coletados sobre o Estado do Rio de Janeiro e publicados neste volume, por exemplo, demonstram que os registros de ocorrência de desastres aumentaram na última década em relação à década passada. No Gráfico 36 é possível observar esse aumento. Contudo, não se pode afirmar se houve uma redução nas ocorrências de fenômenos naturais na mesma proporção em que houve um aumento dos registros de desastres.

Gráfico 36: Total de registros de desastres coletados no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

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

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

No Estado do Rio de Janeiro, por exemplo, percebe-se a incidência frequente de enxurradas e de inundações que possibilitam verificar a sazonalidade e a recorrência dessas categorias de desastres. Esses resultados possibilitam verificar a sazonalidade e a recorrência e, assim, subsidiar os processos decisórios para direcionar recursos, reduzir danos e prejuízos e evitar perdas humanas.

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

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

Referências

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

BRASIL. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. **Acervo fotográfico**. 2011b.

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Acervo fotográfico**. 2011a.

BONATTO, G.; GUERRA, A. J. T.; LOPES, P. B. M. Elaboração do mapa de danos ambientais da APA – Petrópolis, voltado à previsão de movimentos de massa - município de Petrópolis, estado do Rio de Janeiro – Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: [s.n.], 2006.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema F. A. et al. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 135-147.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Turismo. **Acervo fotográfico**. 2011.

ROSS, J. L. S. Os fundamentos da geografia da natureza. In: _____. **Geografia do Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1995.

UNDP – UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. **A global report: 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.

WIKIPÉDIA a enciclopédia livre. **Wikmédia Commons**: imagens. Flórida: Wikimedia Foundation, 2013. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_de_janeiro>. Acesso em: 10 jul. 2013.