



# ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS

2<sup>a</sup> edição revisada e ampliada

1991 A 2012

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



# ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS 1991 A 2012

Volume São Paulo

2<sup>a</sup> edição revisada e ampliada

CEPED UFSC  
Florianópolis – 2013

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Dilma Vana Rousseff

MINISTRO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Fernando Bezerra Coelho

SECRETÁRIO NACIONAL DE DEFESA CIVIL

Humberto de Azevedo Viana Filho

DIRETOR DO CENTRO NACIONAL DE  
GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES

Rafael Schadeck

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

REITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL

DE SANTA CATARINA

Professora Roselane Neckel, Dra.

DIRETOR DO CENTRO TECNOLÓGICO DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Professor Sebastião Roberto Soares, Dr.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS

E PESQUISAS SOBRE DESASTRES

DIRETOR GERAL

Professor Antônio Edésio Jungles, Dr.

DIRETOR TÉCNICO E DE ENSINO

Professor Marcos Baptista Lopez Dalmau, Dr.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA  
E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

SUPERINTENDENTE

Professor Gilberto Vieira Ângelo, Esp.



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

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

Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos  
e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.  
142 p.: il. color.; 22 cm.

Volume São Paulo.

I. Desastres naturais. 2. Estado de São Paulo - 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 (815.6)

Catalogação na publicação por Graziela Bonin – CRB14/1191.

# APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

Humberto Viana  
Secretário Nacional de Defesa Civil

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **EXECUÇÃO DO ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS  
E PESQUISAS SOBRE DESASTRES**

**COORDENAÇÃO DO PROJETO**

**Professor Antônio Edésio Jungles, Dr.**

**SUPERVISÃO DO PROJETO**

**Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.**

**Jairo Ernesto Bastos Krüger**

**EQUIPE DE ELABORAÇÃO DO ATLAS**

**AUTORES**

**Daniel Galvão Veronez Parizoto**

**Gerly Mattos Sanchez**

**Mari Angela Machado**

**Michely Marcia Martins**

**Professor Orlando Martini de Oliveira, Dr.**

**Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.**

**Regiane Mara Sbroglio**

**Rita de Cássia Dutra**

**Roberto Fabris Goerl**

**Rodrigo Bim**

**GEOPROCESSAMENTO**

**Professor Gabriel Oscar Cremona Parma, Dr.**

**REVISÃO TÉCNICA DE CONTEÚDO**

**Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.**

**Professor Orlando Martini de Oliveira, Dr.**

**Professora Janete Abreu, Dra.**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**Graziela Bonin**

**REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL**

**Sergio Luiz Meira**

**EQUIPE DE CAMPO, COLETA E TRATAMENTO DE DADOS**

**Ana Caroline Gularde**

**Bruna Alinne Classen**

**Daniela Gesser**

**Karen Barbosa Amarante**

**Maria Elisa Horn Iwaya**

**Larissa Mazzoli**

**Luiz Gustavo Rocha dos Santos**

**COORDENAÇÃO EDITORIAL**

**Denise Aparecida Bunn**

**PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO**

**Joice Balboa**

**EQUIPE DE APOIO**

**Adriano Schmidt Reibnitz**

**Eliane Alves Barreto**

**Érika Alessandra Salmeron Silva**

**Evillyn Kjellin Pattussi**

**Patrícia Regina da Costa**

**Paulo Roberto dos Santos**

**FOTOS CAPA**

**Foto superior: Defesa Civil de Rio do Sul - SC**

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

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

## **Lista de Figuras**

Figura 1: Registro de desastres.....	13
Figura 2: Enxurrada do Rio da Prata, Vila de Fátima – Jaguariúna .....	40
Figura 3: Inundação no Estado de São Paulo .....	56
Figura 4: Inundação no município de Franco da Rocha, SP no ano de 2011 .....	58
Figura 5: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma .....	67
Figura 6: a) Obstrução à drenagem b) Lixo retido na drenagem.....	67
Figura 7: Alagamento no Município de Capivari, SP .....	68
Figura 8: Processo de formação de granizo .....	89
Figura 9: Probabilidade (%) de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas anuais < 1°C .....	98
Figura 10: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento .....	104
Figura 11: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP.....	105
Figura 12: Município de Diadema, SP .....	106
Figura 13: Esboço geomorfológico do Estado de São Paulo .....	107

## **Lista de Gráficos**

Gráfico 1: Frequência anual de desastres causados por estiagem e seca no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	32
Gráfico 2: Frequência mensal de estiagem e seca no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	32
Gráfico 3: Danos humanos ocasionados por estiagem e seca no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	33
Gráfico 4: Frequência anual de desastres por enxurradas no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	41
Gráfico 5: Frequência mensal de desastres por enxurradas no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	41
Gráfico 6: Danos humanos causados por enxurradas no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	42
Gráfico 7: Edificações destruídas e danificadas pelas enxurradas no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	43
Gráfico 8: Frequência anual de desastres por inundações no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	57
Gráfico 9: Frequência mensal de desastres por inundações no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	57

Gráfico 10: Danos humanos causados por desastres de inundações no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	58
Gráfico 11: Danos materiais causados por desastres de inundações no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	59
Gráfico 12: Frequência anual de desastres por alagamentos no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	69
Gráfico 13: Frequência mensal de desastres por alagamentos no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	70
Gráfico 14: Danos humanos causados por desastres de alagamentos no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	70
Gráfico 15: Edificações destruídas e danificadas pelos alagamentos no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	71
Gráfico 16: Frequência mensal de registros de vendaval no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	81
Gráfico 17: Frequência anual de vendaval no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	81
Gráfico 18: Danos humanos causados por vendavais no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	81
Gráfico 19: Danos materiais causados por vendavais no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	82
Gráfico 20: Frequência mensal de registros de granizo no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	90
Gráfico 21: Frequência anual de registros de granizo no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	91
Gráfico 22: Danos humanos causados por granizos no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	91
Gráfico 23: Danos materiais causados por granizos no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	92
Gráfico 24: Frequência mensal de registros de geada no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	98
Gráfico 25: Danos humanos causados por geada no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	99
Gráfico 26: Danos materiais causados por geada no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	99
Gráfico 27: Frequência mensal de movimentos de massa no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2010.....	108
Gráfico 28: Médias pluviométricas em 2010, com base nos dados das Estações Pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), no Estado de São Paulo.....	108
Gráfico 29: Danos humanos ocasionados por movimentos de massa no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2010 .....	108
Gráfico 30: Frequência anual de desastres por erosão no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	119
Gráfico 31: Frequência mensal de desastres por erosão no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	119
Gráfico 32: Danos humanos causados por erosão no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	120

Gráfico 33: Danos materiais causados por erosões no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	120
Gráfico 34: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	125
Gráfico 35: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	126
Gráfico 36: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012 .....	140
Gráfico 37: Frequência mensal dos desastres naturais mais recorrentes no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	140
Gráfico 38: Municípios do Estado de São Paulo mais atingidos, classificados pelo maior número de registros por desastres naturais, no período de 1991 a 2012.....	140
Gráfico 39: Total de registros de desastres coletados no período de 1991 a 2012.....	142

## ***Listas de Infográficos***

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de estiagem e seca no Estado de São Paulo .....	33
Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de São Paulo .....	43
Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado de São Paulo .....	60
Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado de São Paulo.....	72
Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado de São Paulo.....	83
Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado de São Paulo.....	92
Infográfico 7: Síntese das ocorrências de geadas no Estado de São Paulo .....	99
Infográfico 8: Síntese das ocorrências de movimentos de massa no Estado de São Paulo.....	109
Infográfico 9: Síntese das ocorrências de erosão no Estado de São Paulo.....	121
Infográfico 10: Síntese das ocorrências de incêndios florestais no Estado de São Paulo .....	126
Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012.....	131

## ***Listas de Mapas***

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado de São Paulo .....	20
Mapa 2: Registros de estiagem e seca no Estado de São Paulo de 1991 a 2012 .....	30
Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado de São Paulo de 1991 a 2012.....	38

Mapa 4: Registros de inundações no Estado de São Paulo de 1991 a 2012.....	54
Mapa 5: Registros de alagamento no Estado de São Paulo de 1991 a 2012 .....	66
Mapa 6: Registros de vendavais no Estado de São Paulo de 1991 a 2012.....	78
Mapa 7: Registros de granizos no Estado de São Paulo de 1991 a 2012.....	88
Mapa 8: Registros de geadas no Estado de São Paulo de 1991 a 2012.....	96
Mapa 9: Registros de movimentos de massa no Estado de São Paulo de 1991 a 2012 .....	102
Mapa 10: Registros de erosões no Estado de São Paulo de 1991 a 2012.....	114
Mapa 11: Registros de incêndios no Estado de São Paulo de 1991 a 2012.....	124
Mapa 12: Registros do total dos eventos no Estado de São Paulo de 1991 a 2012 .....	130

## ***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.....	55
Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento.....	103
Quadro 7: Principais fatores deflagradores de movimentos de massa .....	106
Quadro 8: Classificação da erosão pelos fatores ativos.....	115
Quadro 9: Terminologia de processos erosivos em relação à sua forma de ocorrência.....	116
Quadro 10: Codificação processos erosivos segundo a COBRADE.....	117

## ***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.....	22
Tabela 2: População, taxa de crescimento, densidade demográfica e taxa de urbanização, segundo as Grandes Regiões do Brasil – 2000/2010 .....	22

Tabela 3: Produto Interno Bruto <i>per capita</i> , segundo a Região Sudeste e Unidades da Federação – 2004/2008 .....	22
Tabela 4: Déficit Habitacional Urbano em relação aos domicílios particulares permanentes, segundo Brasil, Região Sudeste e Unidades da Federação – 2008 .....	23
Tabela 5: Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano por faixas de renda média familiar mensal, segundo Região Sudeste e Estado de São Paulo – FJP/2008 .....	23
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 de São Paulo – 2009	24
Tabela 7: Taxas de fecundidade total, bruta de natalidade, bruta de mortalidade, de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer, por sexo – Brasil, Região Sudeste e Unidades da Federação – 2009 .....	24
Tabela 8: Principais municípios em relação aos danos humanos (1991-2012).....	42
Tabela 9: Mortes relacionadas aos eventos de enxurrada (1991-2012).....	42
Tabela 10: Os municípios mais severamente atingidos no Estado de São Paulo (1991-2012).....	59
Tabela 11: Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012) .....	59
Tabela 12: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012) .....	70
Tabela 13: Falecimentos registrados no Estado de São Paulo (1991-2012).....	71
Tabela 14: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012) .....	72
Tabela 15: Os municípios mais afetados por eventos de granizos entre os anos de 1991 a 2012.....	82
Tabela 16: Os municípios mais afetados por eventos de granizos entre os anos de 1991 a 2012.....	92
Tabela 17: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado de São Paulo .....	118
Tabela 18: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012) .....	120
Tabela 19: Danos materiais relacionados ao cinco eventos mais severos (1991-2012).....	120

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

13

O ESTADO DE  
SÃO PAULO

19

DESASTRES NATURAIS  
NO ESTADO DE SÃO  
PAULO DE 1991 A 2012

27

ESTIAGEM E SECA

29

ENXURRADA

37

INUNDAÇÃO

53

ALAGAMENTO

65

VENDAVAL

77

EROSÃO

113

GRANIZO

87

INCÊNDIO FLORESTAL

123

GEADA

95

MOVIMENTO DE MASSA

101

DIAGNÓSTICO DOS  
DESASTRES NATURAIS NO  
ESTADO DE SÃO PAULO

129



# INTRODUÇÃO

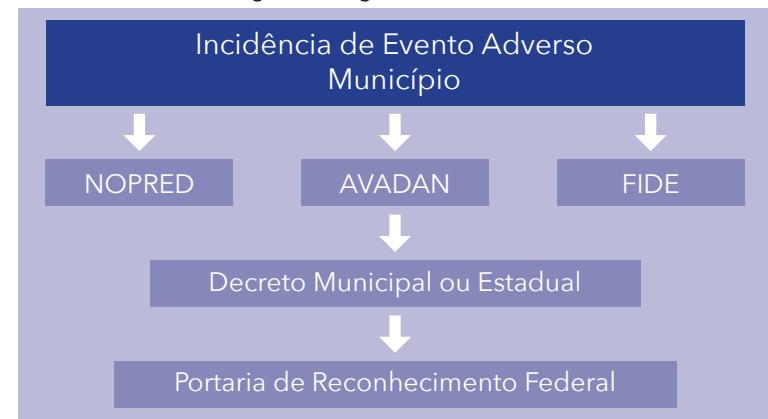
 *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* é um produto de pesquisa realizada por meio de um acordo de cooperação celebrado entre o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria Nacional de Defesa Civil.

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

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

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

Figura 1: Registro de desastres



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

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

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

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

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

## LEVANTAMENTO DE DADOS

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

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

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

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

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

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

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

## TRATAMENTO DOS DADOS

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

Quadro 1: Hierarquização de documentos

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

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

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

1 – Unidade Federativa;

2 – Tipo do documento:

A – AVADAN;

N – NOPRED;

F – FIDE;

R – Relatório de danos;

D – Decreto municipal;

P – Portaria;

J – Jornais.

3 – Código do município estabelecido pelo IBGE;

4 – Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE);

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

EX: SC – A – 4201901 – 12302 – 20100203



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

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

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

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

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

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

## CLASSIFICAÇÃO DOS DESASTRES NATURAIS

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

Quadro 2: Principais eventos incidentes no País

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

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Quadro 3: Transformação da CODAR em COBRADE

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

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

## PRODUÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS

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

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

## ANÁLISE DOS DADOS

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

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

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

## LIMITAÇÕES DA PESQUISA

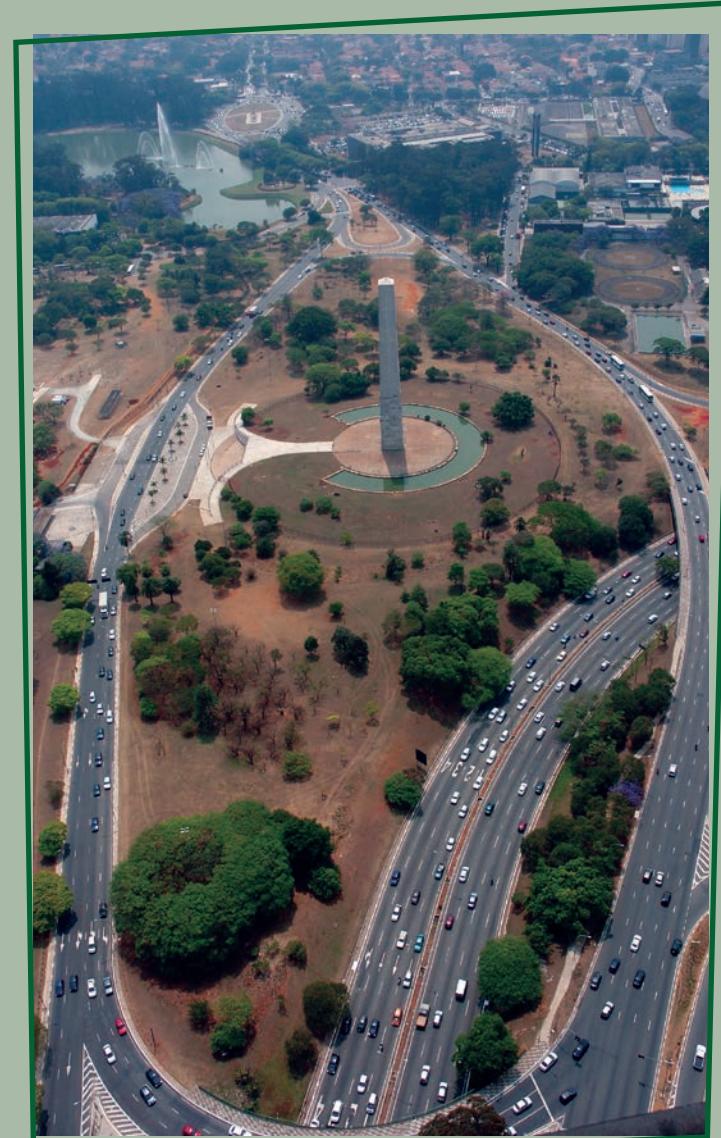
As principais dificuldades encontradas na pesquisa foram as condições de acesso aos documentos armazenados em meio físico, já que muitos deles se encontravam sem proteção adequada e sujeitos às intempéries, resultando em perda de informações valiosas para o resgate histórico dos registros.

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

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

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

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



O ESTADO DE SÃO PAULO

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado de São Paulo



## CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

 Estado de São Paulo localiza-se na região Sudeste, entre os paralelos 19°55'58" S e 25°00'53" S e os meridianos 50°32'15" W e 47°55'36" W (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, [20--?]). Faz limite ao norte e nordeste com o Estado de Minas Gerais e com o Estado do Rio de Janeiro, ao sul com o Estado do Paraná, a leste com a costa litorânea de 622 km do Oceano Atlântico e a oeste com o Estado de Mato Grosso do Sul, conforme o Mapa 1.

O território do Estado de São Paulo apresenta 645 municípios; um deles a capital, de mesmo nome. É dividido em 16 mesorregiões: Araçatuba, Araraquara, Assis, Bauru, Campinas, Itapetininga, Litoral Sul Paulista, Macro Metropolitana de São Paulo, Marília, Metropolitana de São Paulo, Piracicaba, Presidente Prudente, Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Vale do Paraíba Paulista (Mapa 1).

O estado possui características físicas bastante marcantes e diferentes entre si: o litoral e o planalto. A Zona litorânea é pouco extensa, estreita no trecho Norte e larga no Sul. A região costeira compreende praias, manguezais, terraços e maciços isolados, limitados ao oeste pela Serra do Mar, o que resulta na presença de Costas Baixas, Costões ou Falésias. A altitude desta unidade de relevo não ultrapassa os 300 metros. O planalto por sua vez, compreende a maior parte do estado, com o predomínio de altitudes que variam entre 300 e 900 metros. A maior altitude do estado é o Pico dos Marins, com 2.422 metros de altitude, situado no município de Piquete, região Noroeste do estado (BRASIL, [20--?]).

Quanto ao clima, na costa atlântica o estado apresenta predominância de clima tropical úmido, com temperaturas médias superiores a 22°C e com chuvas abundantes. Já no planalto, predomina o clima tropical de altitude, tendo como característica temperaturas mais baixas do que na costa atlântica, verões chuvosos e invernos secos. No Estado de São Paulo, poucas são as áreas cobertas por vegetação natural. Dentre os tipos de vegetação existentes, o litoral é marcado pela presença de mangue, vegetação típica de litoral e que sofre ação direta das marés; vegetação de restinga, encontrada em praias, dunas e planícies costeira. A Mata atlântica, formação vegetal que apresenta riqueza de espécies e abriga grande variedade de fauna, como por exemplo, onças e tucanos, é encontrada na Serra do mar e parte do planalto.

Em direção ao interior do estado, encontram-se as vegetações de áreas mais secas, com predominância de gramíneas e arbustos retorcidos e vegetação arbórea esparsa, que pode alcançar 12 metros de altura. Encontra-se também a vegetação de Várzea, que acompanha os cursos d'água, possui porte baixo e estrutura variável, sendo capaz de suportar inundações periódicas, geralmente ocorridas nas estações chuvosas (ECP – Sistemas Ambientais).

O clima é um dos fatores de formação dos solos. No caso do Estado de São Paulo, estes solos que sofrem forte influência do clima tropical são denominados zonais e ocupam cerca de 90% da área do estado. São agrupados em três grandes classes: os solos Podzólicos Vermelhos-Amarelos, os Latossolos e, provavelmente, uma diminuta parte dos solos Lateríticos Bruno-avermelhados, também chamados de "Terra Roxa" (EPIPHANIO et al., 1992). Segundo Dematte (1978 apud EPIPHANIO et al., 1992), existem inúmeros outros tipos de solos zonais no Estado de São Paulo, porém somente um ínfimo número deles foi reconhecido nas regiões de clima tropical, devido à classificação dos solos zonais ter sido desenvolvida em clima temperado.

A maior parte do território paulista pertence à Bacia do rio Paraná, onde se destaca o Rio Grande; além dos afluentes como os rios Tietê e o Paranapanema, entre outros (BRASIL, [20--?]). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) e o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) (apud GOVERNO DE SÃO PAULO [20--?]), além da Bacia do Rio Paraná, outras Bacias importantes estão situadas no Estado de São Paulo, como a do Atlântico Sul-Leste e Atlântico Sudeste.

## DADOS DEMOGRÁFICOS

A região Sudeste do Brasil possui uma densidade demográfica de 86,92 hab/km<sup>2</sup>, a maior do Brasil (Tabela 1). A taxa de crescimento na região foi de 10,97% no período de 2000/2010 (Tabelas 1 e 2). Já o Estado de São Paulo apresenta população uma de 41.252.160 habitantes e elevada densidade demográfica, ordem de 166,25 Hab/Km<sup>2</sup>, com uma taxa de crescimento 11,39% no período de 2000/2010.

A população paulista é predominantemente urbana, com uma taxa de 95,88%, característica encontrada também na Região Sudeste e Brasil com taxas de população urbana de 86,92%, e 84,3%, respectivamente (Tabela 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: Censo Demográfico de 2000 e 2010 (IBGE, 2010c)

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 <sup>2</sup>	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	80.835.724	10,97	86,92	92,95
Região Sul	25.107.616	27.384.815	9,07	48,58	84,93
Região Centro-Oeste	11.636.728	14.050.340	20,74	8,75	88,81

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

## PRODUTO INTERNO BRUTO

O PIB<sup>1</sup> per capita do Estado de São Paulo, segundo dados do IBGE

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

(Tabela 3), cresceu em média 51% entre 2004 a 2008, igual à média, 51%, na Região Sudeste e muito próximo à média do Brasil, em torno de 50%.

No ano de 2008, o PIB per capita do Estado de São Paulo era de – R\$ 24.456,86 – valor próximo à média regional – R\$ 21.182,68 – porém maior que a média nacional – R\$ 15.989,75 (Tabela 3).

O PIB per capita de São Paulo é o maior entre os estados da região Sudeste, conforme mostra a Tabela 3.

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

Abrangência Geográfica	PIB per capita EM R\$					
	2004	2005	2006	2007	2008	Taxa de Variação 2008/2004
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 Brasil<sup>2</sup>

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

as importações de bens e serviços; c) da renda – o PIB é igual à remuneração dos empregados, mais o total dos impostos, líquidos de subsídios, sobre a produção e a importação, mais o rendimento misto bruto, mais o excedente operacional bruto. (IBGE, 2008).

<sup>2</sup> Déficit Habitacional: o conceito de déficit habitacional utilizado está ligado diretamente às deficiências do estoque de moradias. Engloba aquelas moradias sem condições de serem habitadas em razão da precariedade das construções ou do desgaste da estrutura física. Elas devem ser repostas. 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

truções ou do desgaste da estrutura física, correspondeu a 5.546.310 milhões de domicílios, dos quais 4.629.832 milhões estão localizados nas áreas urbanas. Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do país, o déficit corresponde a 9,6%. No Estado de São Paulo, o déficit habitacional, em 2008, era de 2.046.312 mil domicílios, dos quais 1.969.424 mil localizados nas áreas urbanas e 76.888 em áreas rurais (Tabela 4).

Em relação ao estoque de domicílios particulares permanente do Estado, o déficit corresponde a 8,2%. Se comparados aos demais Estados da região, esse déficit no estado é maior, mas situado abaixo da média nacional, de 9,6%, conforme indicado na 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			Percentual em relação aos domicílios particulares permanentes %
	Total	Urbano	Rural	
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: Déficit Habitacional no Brasil 2008 (BRASIL, 2008, p. 31)

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

A análise dos dados refere-se à faixa de renda média familiar mensal em termos de salários mínimos sobre o déficit habitacional. O objetivo é destacar os domicílios urbanos precários e sua faixa de renda, alvo prefe-

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. Fonte: Fundação João Pinheiro/ Déficit Habitacional no Brasil/2008.

rencial de políticas públicas que visem à melhoria das condições de vida da população mais vulnerável.

Embora o Estado de São Paulo apresente altos indicadores econômicos, as desigualdades sociais são expressas pelos indicadores do déficit habitacional, segundo a faixa de renda. Os dados mostram que a renda familiar mensal das famílias pobres é muito baixa, pois 84,5% recebem uma renda mensal de até 3 salários mínimos. Na região Sudeste esse percentual representa 87,5%, enquanto no Brasil, a média é de 89,6% (Tabela 5).

Tabela 5: Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano por faixas de renda média familiar mensal, segundo Região Sudeste e Estado de São Paulo – FJP/2008

Abrangência Geográfica	Faixas de Renda Média Familiar Mensal (Em Salário Mínimo)				
	Até 3	3 à 5	5 à 10	Mais de 10	Total
Brasil	89,6	7,0	2,8	0,6	100%
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: Déficit Habitacional no Brasil 2008 (BRASIL, 2008)

## ESCOLARIDADE

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

O indicador de escolaridade do Estado de São Paulo pode ser visto pelo percentual de analfabetos (7,5%), de analfabetos funcionais (8,7%), ou seja, pessoas com até 3 anos de estudos, e os de baixa escolaridade (23,9%), compõe um indicador formado pelos sem escolaridade, com muito baixa e baixa escolaridade, que corresponde a 40,1% 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 de São Paulo – 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: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2009a)

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

No Estado de São Paulo, o indicador taxa de mortalidade infantil é expressivamente menor que a média nacional e menor que a regional (Tabela 7). Os indicadores taxa de fecundidade, taxa bruta de natalidade, taxa bruta de mortalidade e taxa de mortalidade infantil, ficam sensivelmente abaixo das médias do Brasil e do Sudeste. Nos indicadores sobre esperança de vida ao nascer, o estado apresenta índices acima das médias regionais e nacionais.

De maneira geral, o Estado de São Paulo apresenta um quadro de indicadores sociais com maiores condições de desenvolvimento, se comparado aos indicadores da Região Sudeste e do Brasil.

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: Síntese dos Indicadores Sociais (IBGE, 2009b)

## Referências

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

\_\_\_\_\_. Ministério das Relações Exteriores (MRE). O Estado de São Paulo. **Revista Textos do Brasil**, Brasília, n. 2, [20--?]. Disponível em: <[www.dci.mre.gov.br/imagens-e-textos/revista2-mat4.pdf/view](http://www.dci.mre.gov.br/imagens-e-textos/revista2-mat4.pdf/view)>. Acesso em: 18 jul. 2013.

EPIPHANIO, José Carlos Neves et al. **Comportamento espectral de solos do Estado de São Paulo**. São Paulo: INPEA, 1992. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.23.05/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2013.

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

GOVERNO DE SÃO PAULO. Caracterização do Estado de São Paulo. In:

**Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**

**Síntese.** São Paulo: SigRH, [20--?]. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/r0estadual/sintese/capitulo01.htm>>. Acesso em: 19 jul. 2013.

\_\_\_\_\_. **Conheça SP:** uma potência chamada São Paulo. São Paulo:

Governo do Estado de São Paulo, [20--?]. Disponível em: <<http://www.saopaulo.sp.gov.br/saopaulo/>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário**

**estatístico do Brasil.** v. 70. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em:

<<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/AEB/AEB2010.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **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](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003_2007/tabela04.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2013.

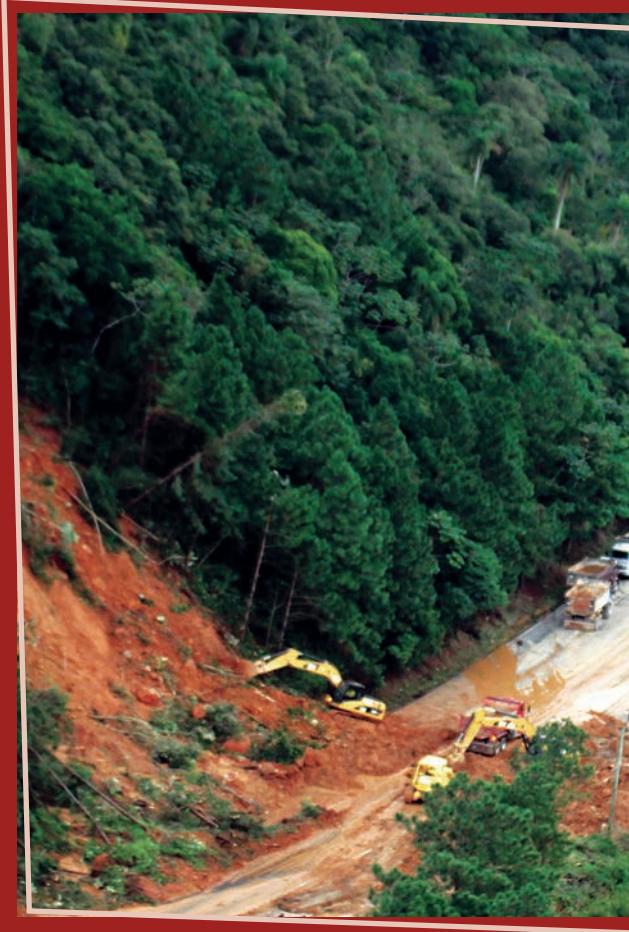
\_\_\_\_\_. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios 2009.** Rio de Janeiro: IBGE, 2009a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/>>. Acesso em: 05 jul. 2013.

\_\_\_\_\_. **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 jul. 2013.

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



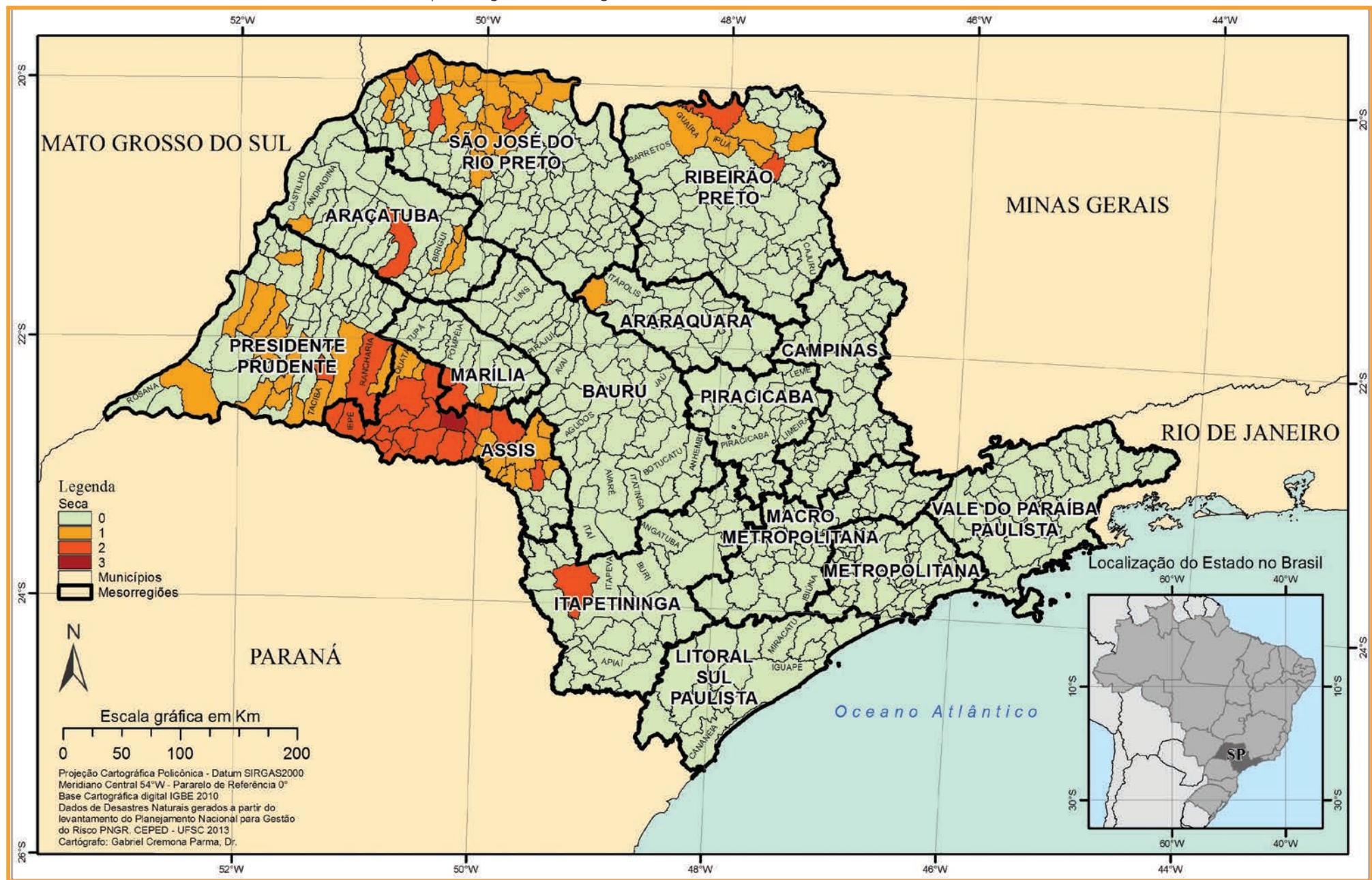


# DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1991 A 2012



# ESTIAGEM E SECA

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



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

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

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

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

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

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

- climatológica: que ocorre quando a pluviosidade é baixa em relação às normais da área;
- hidrológica: quando a deficiência ocorre no estoque de água dos rios e açudes; e
- edáfica: quando o déficit de umidade é constatado no solo.

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

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

Desta forma, situações de secas e estiagens não são necessariamente consequências somente de índices pluviais abaixo do normal ou de teores de umidade de solos e ar deficitários. Pode-se citar como outro condicionante o manejo inadequado de corpos hídricos e de toda uma bacia hidrográfica, resultando em uma ação antrópica desordenada no ambiente. As consequências, nestes casos, podem assumir características muito particulares, e a ocorrência de desastres, portanto, pode ser

condicionada pelo efetivo manejo dos recursos naturais realizado na área (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2004).

No período entre 1991 a 2012 ocorreram 116 registros oficiais de estiagem e seca no Estado de São Paulo. Conforme as informações constantes no Mapa 2, estes registros correspondem a ocorrências em 87 municípios do estado.

A maior concentração dos registros oficiais está no Sudoeste paulista, principalmente na Mesorregião de Assis, onde se verificaram 46 registros oficiais do evento. As demais ocorrências foram registradas nas mesorregiões de São José do Rio Preto (28 registros), Presidente Prudente (19), Ribeirão Preto (9), Araçatuba (6), Marília (5), Itapetininga (2) e Araraquara (1). As mesorregiões de Bauru, Campinas, Piracicaba, Vale do Paraíba Paulista, Metropolitana de São Paulo, Macro Metropolitana de São Paulo, e Litoral Sul Paulista não apresentaram registros desta tipologia de desastre entre 1991 e 2012.

Dos municípios mais afetados, podemos destacar Platina, com três registros de estiagem e seca durante o período de análise.

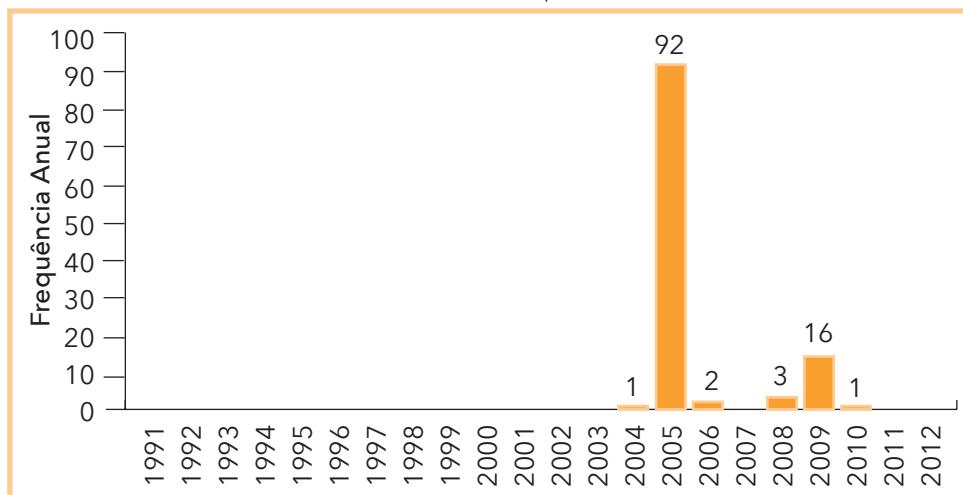
Ao analisar o Gráfico 1 e o Infográfico 1, verifica-se que na primeira década de análise não houve registros de ocorrência deste tipo de desastre no estado. Os eventos de estiagem e seca foram registrados apenas nos anos de 2004, 2005, 2006, 2008, 2009 e 2010.

Como pode ser observado no Gráfico 2, no Estado de São Paulo os registros concentram-se no primeiro semestre do ano. Os meses mais afetados foram fevereiro, com 59 registros oficiais, sendo 42 somente no ano de 2005; e maio, com 30 registros, também concentrados no ano de 2005.

Conforme apresenta o Gráfico 3, foi registrado um total de 195.124 pessoas afetadas e 12 desalojadas pelas ocorrências registradas. Em episódios de extrema estiagem e seca é comum um elevado número pessoas contrair algum tipo de doença de veiculação hídrica, geralmente relacionada à ingestão de águas contaminadas ou poluídas, ou mesmo pela falta de água, causando desidratação.

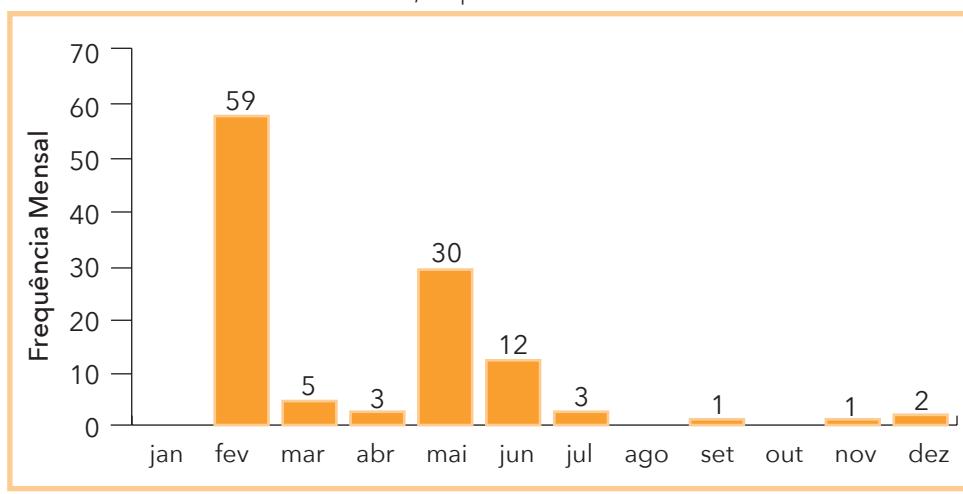
Os eventos de estiagem e seca estão entre os fenômenos que causam desastres naturais com os maiores períodos de duração, se, por exemplo, comparados com o tempo de duração de inundações graduais e bruscas, granizo, vendavais, erosões e movimentos de massa (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2004), podendo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

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



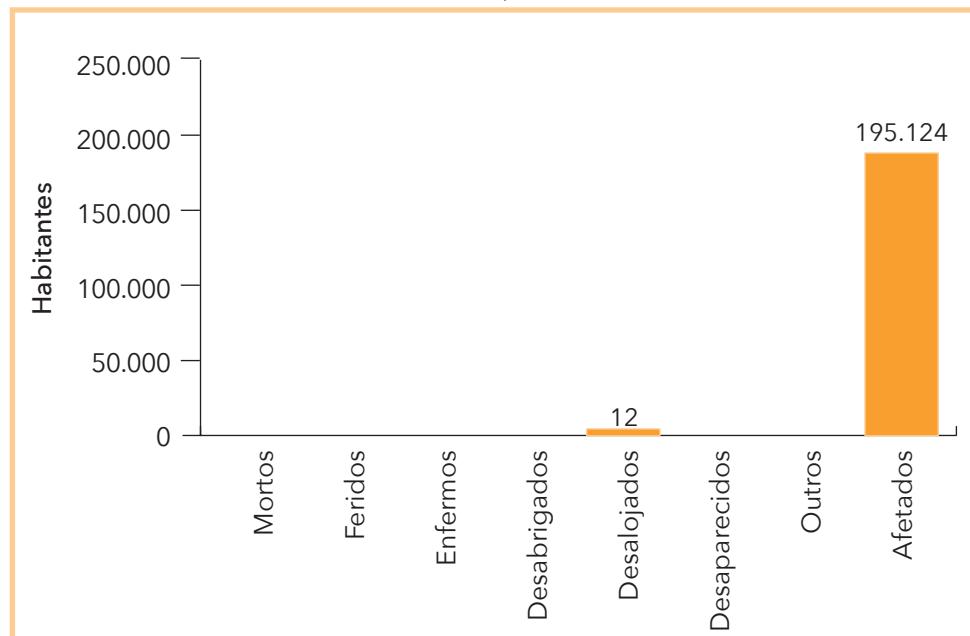
Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

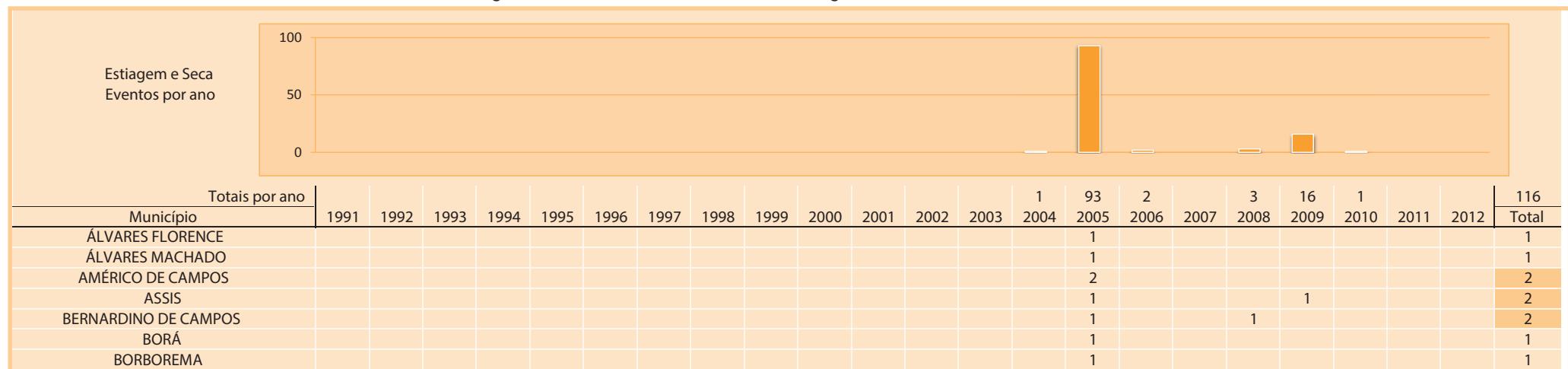
Gráfico 3: Danos humanos ocasionados por estiagem e seca no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Esta 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. Atingem 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 de São Paulo



Fonte: Brasil (2013)

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

BREJO ALEGRE			1						1
CAIUÁ			1						1
CAMPOS NOVOS PAULISTA			1			1			2
CÂNDIDO MOTA			1			1			2
CANITAR			1						1
CARDOSO			1						1
CHAVANTES			1						1
COROADOS			1						1
COSMORAMA			1						1
CRISTais PAULISTA			1						1
CRUZÁLIA			1		1				2
DIRCE REIS			1						1
ECHAPORÃ			1			1			2
ESPÍRITO SANTO DO TURVO			1						1
ESTRELA DO NORTE			1						1
ESTRELA D'OESTE			2						2
FERNANDÓPOLIS			1						1
FLORÍNIA			1			1			2
GLICÉRIO			1						1
GUAÍRA			1						1
GUARÁ			1						1
GUARARAPES			2						2
IBIRAREMA			1			1			2
IEPÊ			1		1				2
INDIAPORÃ							1		1
IPAUSSU			1						1
IPUÃ			1						1
IRAPURU			1						1
ITABERÁ			2						2
ITUVERAVA			1						1
JOÃO RAMALHO			1						1
LUTÉCIA			1			1			2
MACEDÔNIA			1						1
MARACAÍ			1			1			2
MARTINÓPOLIS			1						1
MERIDIANO			1						1
MESÓPOLIS			2						2
MIGUELÓPOLIS			1	1					2
MIRA ESTRELA			1						1
NANTES			1			1			2
NARANDIBA			1						1
NHANDEARA			1						1
NOVA INDEPENDÊNCIA			1						1
OCAUÇU			1						1
ÓLEO			1						1
OSCAR BRESSANE			1			1			2

Fonte: Brasil (2013)

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

OURINHOS			1			1
OUROESTE			1			1
PALMITAL			1		1	2
PARAGUAÇU PAULISTA			1		1	2
PARÍSI			1			1
PAULO DE FARIA			1			1
PEDRINHAS PAULISTA			1		1	2
PIQUEROBI			1			1
PLATINA			2		1	3
PONTES GESTAL			1			1
POPULINA			1			1
PRESIDENTE VENCESLAU			1			1
QUATÁ			1			1
RANCHARIA			1		1	2
REGENTE FEIJÓ			1	1		2
RIBEIRÃO DO SUL			1			1
RIOLÂNDIA			1			1
SALTO GRANDE			1			1
SANDOVALINA			1			1
SANTA ALBERTINA			1			1
SANTA CRUZ DO RIO PARDO			1			1
SANTA RITA D'OESTE						1
SANTANA DA PONTE PENSA			1			1
SANTO ANASTÁCIO			1			1
SÃO FRANCISCO			1			1
SÃO JOSÉ DA BELA VISTA			2			2
SÃO PEDRO DO TURVO			2			2
TACIBA			1			1
TARABAÍ			1			1
TARUMÃ			1		1	2
TEODORO SAMPAIO			1			1
TUPI PAULISTA			1			1
VALENTIM GENTIL			1			1
VOTUPORANGA			1			1

Fonte: Brasil (2013)

## Referências

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

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

CAMPOS, J. N. B. Vulnerabilidades hidrológicas do semi-árido às secas. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, 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.

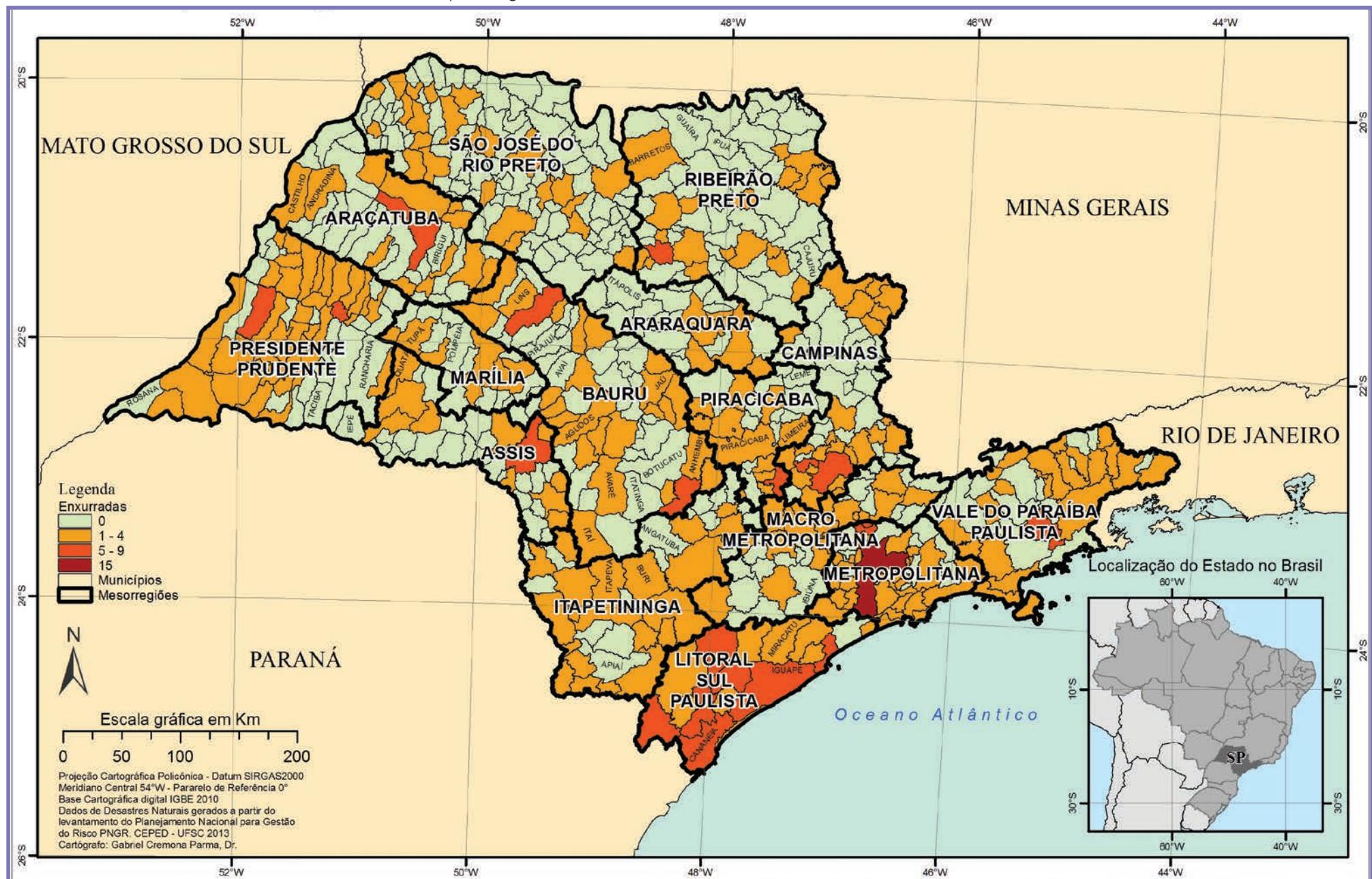
**Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 773-786.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais:** conceitos básicos.

Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p.

ENXURRADA

Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado de São Paulo de 1991 a 2012



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

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

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

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

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

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

Nota-se que as definições ainda precisam amadurecer até que se chegue a uma consonância. Contudo, em relação às características, há mais consenso entre os diversos autores/pesquisadores. Montz e Grunt-

Quadro 4: Termos e definições propostos para as enxurradas

Termo	Autor	Definição
Flash flood	National Disaster Education Coalititon (2004)	Inundações bruscas que ocorrem dentro de 6 horas, após uma chuva, ou após a quebra de barreira ou reservatório, ou após uma súbita liberação de água armazenada pelo atolamento de restos ou gelo.
Flash flood	NWS/NOAA (2005)	Uma inundaçāo causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de 6 horas. Também uma quebra de barragem pode causar inundaçāo brusca, dependendo do tipo de barragem e o período de tempo decorrido.
Flash flood	FEMA (1981)	Inundações bruscas usualmente consistem de uma rápida elevação da superfície da água com uma anormal alta velocidade das águas, frequentemente criando uma parede de águas movendo-se canal abaixo ou pela planície de inundaçāo. As inundações bruscas geralmente resultam da combinação de intensa precipitação, numa área de inclinações íngremes, uma pequena bacia de drenagem, ou numa área com alta proporção de superfícies impermeáveis.
Flash flood	Choudhury et al. (2004)	Inundações bruscas são inundações de curta vida e que duram de algumas horas a poucos dias e originam-se de pesadas chuvas.
Flash flood	IAHS-UNESCO-WMO, (1974)	Súbitas inundações com picos de descarga elevados, produzidos por severas tempestades, geralmente em uma área de extensão limitada.
Flash flood	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.
Flash flood	Kömürkü et al. (1998)	Inundações bruscas são normalmente produzidas por intensas tempestades convectivas, numa área muito limitada, que causam rápido escoamento e provocam danos enquanto durar a chuva.
Inundação Brusca ou Enxurrada	Castro (2003)	São provocadas por chuvas intensas e concentradas em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por súbitas e violentas elevações dos caudais, que se escoam de forma rápida e intensa.
Flash flood	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)

Figura 2: Enxurrada do Rio da Prata, Vila de Fátima – Jaguariúna



Fonte: COMDEC de Jaguariúna (COMDEC, 2013a)

fest (2002) enumeram os seguintes atributos das enxurradas: ocorrem de maneira súbita, com pouco tempo de alerta; seu deslocamento é rápido e violento, resultando em muitas perdas de vida bem como danos à infraestrutura e propriedades; sua área de ocorrência é pequena; geralmente está associada a outros eventos, como os fluxos de lama e de detritos.

Em relação ao seu local de ocorrência, Amaral e Ribeiro (2009) argumentam que os vales encaixados (em V) e vertentes com altas declividades predispõem as águas a atingirem grandes velocidades em curto tempo, causando inundações bruscas e mais destrutivas. Dessa maneira, as enxurradas tendem a ocorrem em áreas ou bacias hidrográficas pequenas e declivosas, com baixa capacidade de infiltração ou solos rasos que saturam rapidamente ou ainda em locais urbanizados (TUCCI; COLLISCHON, 2006; SUN; ZHANG; CHENG, 2012). Atualmente, devido à redução da capacidade de infiltração associada à urbanização irregular ou sem planejamento, as enxurradas têm se tornado frequentes em diversos

centros urbanos, estando muitas vezes associadas a alagamentos; e sua distinção se torna cada vez mais complexa.

Para NOAA (2010), independente de qual definição seja adotada, o sistema de alerta para as enxurradas deve ser diferenciado em relação aos outros tipos de processos hidrometeorológicos. Dessa maneira, a sua previsão é um dos maiores desafios para os pesquisadores e órgãos governamentais ligados à temática dos desastres naturais. A maior parte dos sistemas alertas atuais está focada em eventos ou fenômenos com um considerável tempo de alerta, sendo que os fenômenos súbitos ainda carecem de sistemas de alerta efetivos (HAYDEN et al., 2007). Borga et al. (2009) e Georgakakos (1986) sugerem que o sistema de alerta para enxurradas deva ser em escala local, pois os fenômenos meteorológicos que as causam geralmente possuem escalas inferiores a 100 km<sup>2</sup>.

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

## REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

As enxurradas, conforme já visto, estão associadas a pequenas bacias de relevo acidentado ou ainda a áreas impermeabilizadas caracterizadas pela rápida elevação do nível dos rios. Estas características indicam os locais mais suscetíveis à sua ocorrência, contudo elas podem ocorrer em qualquer local.

O Estado de São Paulo possui 593 registros oficiais de enxurradas severas caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 3 apresenta a distribuição espacial destas ocorrências no território paulista.

A Mesorregião Metropolitana de São Paulo foi a mais afetada, com 15% das enxurradas registradas ao longo destes 22 anos, seguida pela Mesorregião Litoral Paulista, com 12%. De maneira geral, observa-se uma dispersão espacial das ocorrências de enxurrada. Assim, todas as mesorregiões registraram desastres no período considerado.

Em relação à distribuição por município, apenas 43% dos municípios do estado registraram desastres causados por enxurradas. A capital, São Paulo, apresentou a maior frequência, com 15 enxurradas. Registro, o segundo município com maior frequência, registrou 09 ocorrências. Franco da Rocha e Jacupiranga registraram 08 eventos, enquanto que Campinas e Sumaré registraram 07. Os demais municípios registraram entre 01 e 06 enxurradas.

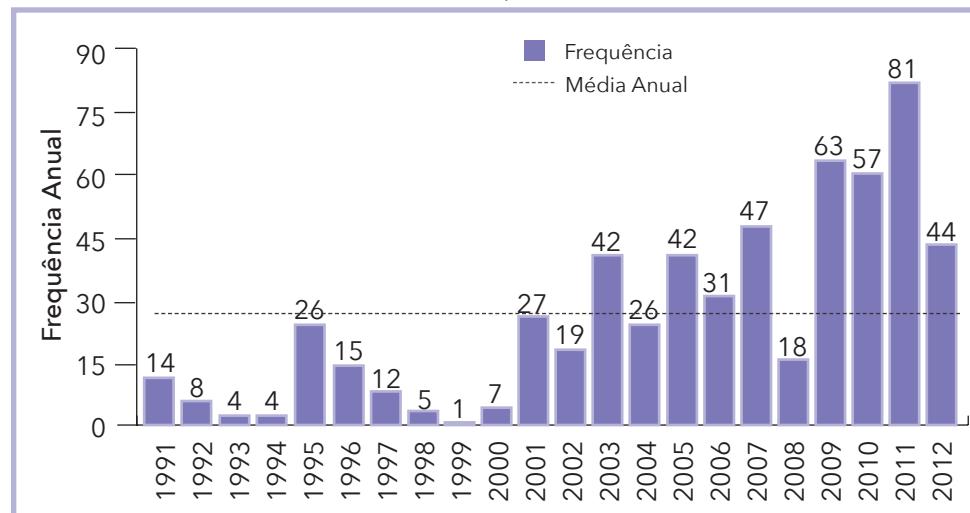
Dentre os municípios com maior frequência, apenas Jacupiranga e Registro não possuem mais de 100 mil habitantes, totalizando 17 mil e 54 mil, respectivamente. A capital São Paulo e Campinas possuem, respectivamente, 11,2 milhões e 1,08 milhão de habitantes (IBGE, 2011). Dessa maneira, a intensa ocupação de áreas próximas aos rios, bem como a urbanização desordenada pode estar contribuindo para a deflagração de desastres por enxurradas cada vez mais intensos. Por outro lado, nem sempre as cidades mais populosas apresentam a maior frequência de enxurradas, como no caso de Franco da Rocha e Jacupiranga. Assim, não apenas os fatores antrópicos, como o número de habitantes, densidade demográfica e taxa de urbanização, devem ser levados em conta ao se analisar a ocorrência, intensidade e impacto das enxurradas. Fatores físicos como o relevo e características das bacias hidrográficas também devem ser considerados.

Ao se analisar a frequência anual (Gráfico 4), observa-se que até o ano 2000, os registros de enxurradas eram relativamente raros, com exceção de 1995. A partir de 2001 as enxurradas se toraram mais frequentes, principalmente em 2009, 2010 e 2011. Em 2009 e 2010, elas concentraram-se em janeiro, fevereiro e dezembro, enquanto que em 2011 concentraram-se nos três primeiros meses do ano.

Em relação à distribuição mensal, o trimestre de dezembro, janeiro e fevereiro concentrou 76% de todos os registros (Gráfico 5). Conforme o CPTEC/INPE (2013) as chuvas neste trimestre (DJF) são decorrentes principalmente da formação da Alta da Bolívia, anticiclone que se configura sobre o continente sul-americano, e ao deslocamento dos sistemas frontais que, por sua vez, contribuem para a caracterização de outro sistema conhecido por Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

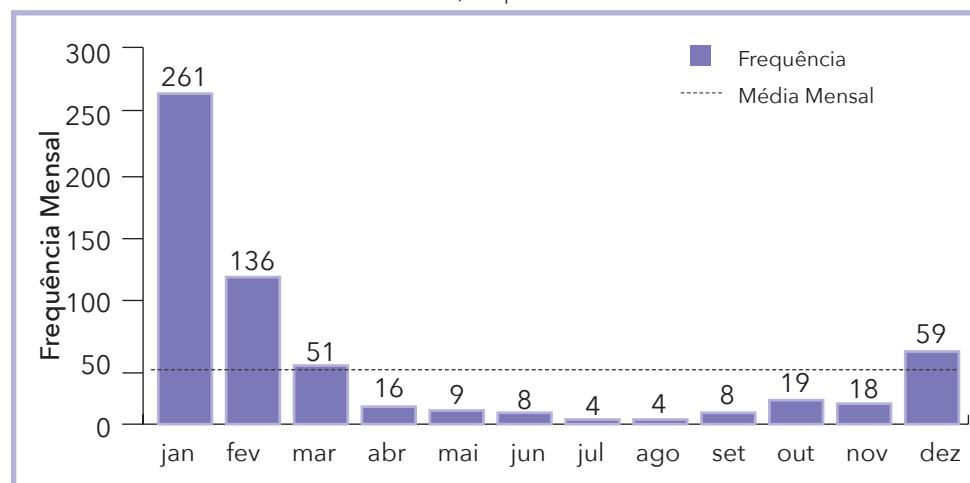
Os 593 desastres de enxurrada registrados no Estado de São Paulo no período analisado afetaram mais de 2,5 milhões de pessoas, deixando 48 mil desabrigadas, 87 mil desalojadas e ocasionando 154 falecimentos

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



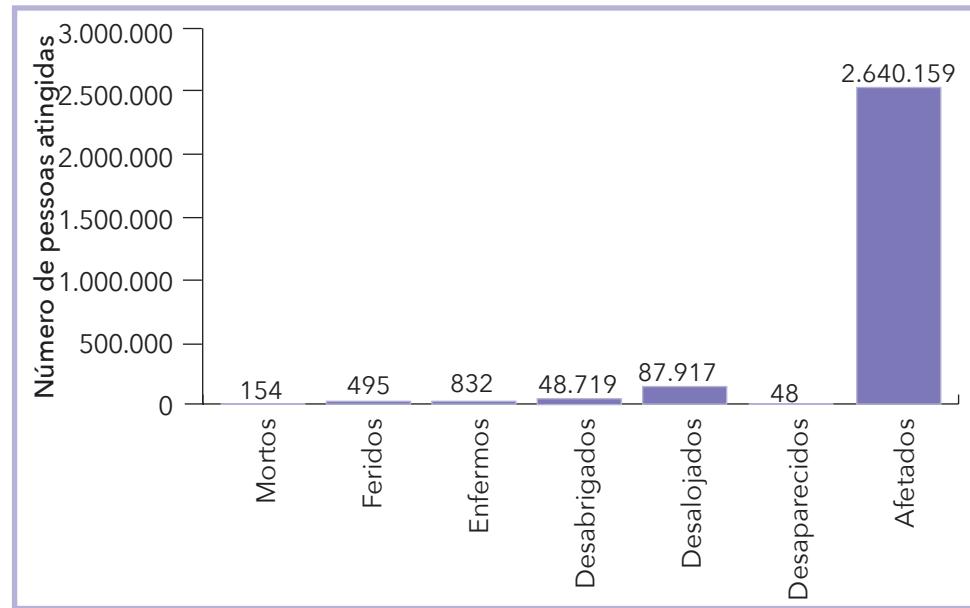
Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

Tabela 8: Principais municípios em relação aos danos humanos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Desalojados	Afetados
2007	Franca	Ribeirão Preto	28	54	316.500
2005	Rio Claro	Piracicaba	-	-	180.000
2010	São José do Rio Preto	São José do Rio Preto	-	-	160.000
2006	Itapecerica da Serra	Metropolitana de São Paulo	-	-	157.280
2002	São José do Rio Preto	São José do Rio Preto	-	-	150.000
2004	Votuporanga	São José do Rio Preto	12	-	150.000
2011	Mauá	Metropolitana de São Paulo	15	1265	81.931
2010	Ribeirão Pires	Metropolitana de São Paulo	4	1086	59.433
2010	São Paulo	Metropolitana de São Paulo	4	1086	59.433
2005	Penápolis	Araçatuba	-	-	55.000

Fonte: Brasil (2013)

(Gráfico 6). Franca foi o município com maior número de afetados em um único evento, 316 mil pessoas, registrado em 2007 (Tabela 8). Devido ao processo de urbanização/interiorização ocorrido no Estado de São Paulo, diversas regiões possuem cidades de médio/grande porte. Dessa maneira, os eventos severos tendem a afetar uma grande parcela da população, o que justifica o grande número de afetados por município no estado.

A Tabela 9 apresenta os 10 eventos que registraram a maior quantidade de vítimas fatais. Só a capital do estado, São Paulo, registrou 52 mortes em diferentes desastres de enxurradas, das quais 42 constam na tabela por se tratar dos eventos mais severos. Nota-se que embora alguns municípios tenham registrado falecimentos ocorridos em determi-

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

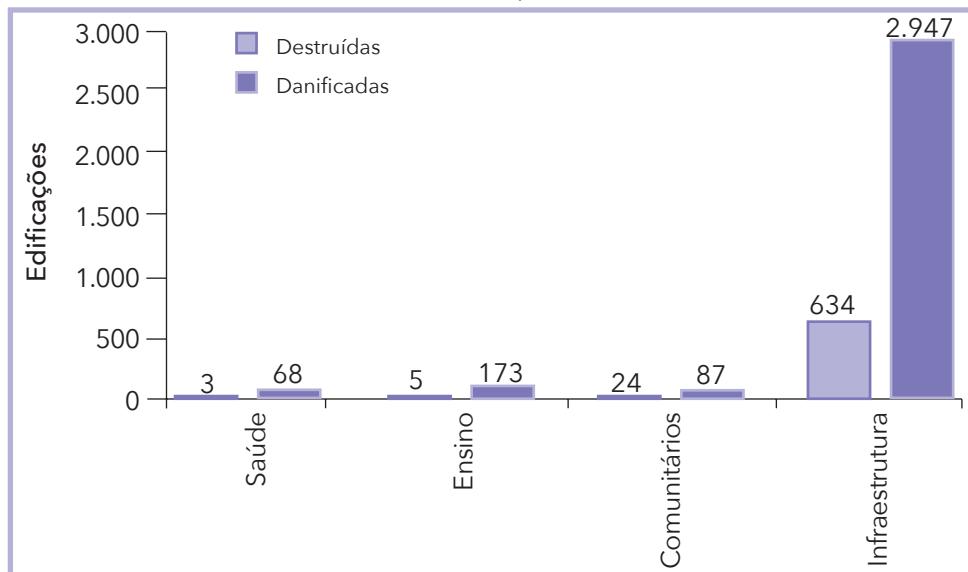
Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Afetados
1995	São Paulo	Metropolitana de São Paulo	30	8.000
1993	São Paulo	Metropolitana de São Paulo	12	-
1991	Cabreúva	Macro Metropolitana Paulista	8	-
1991	Itu	Macro Metropolitana Paulista	8	-
1991	Porto Feliz	Macro Metropolitana Paulista	8	-
1991	Salto	Macro Metropolitana Paulista	8	-
2011	Mauá	Metropolitana de São Paulo	6	81.931
2003	Campinas	Campinas	5	3.729
2009	Campo Limpo Paulista	Macro Metropolitana Paulista	4	52.644
2010	Jundiaí	Macro Metropolitana Paulista	4	-

Fonte: Brasil (2013)

nado desastre, nem todos registraram o total de pessoas afetadas, o que certamente eleva os dados constantes no Gráfico 6.

O Gráfico 7 apresenta os prejuízos registrados no Estado de São Paulo pelas enxurradas durante o período analisado, indicando que as edificações mais afetadas foram as habitações, com mais de 2.900 danificadas e 634 destruídas. Observa-se também 03 unidades de saúde destruídas e 68 danificadas, 05 unidades de ensino destruídas e 173 danificadas e 24 estruturas comunitárias destruídas e 87 danificadas. Escolas tendem a ser locais de abrigos durante eventos extremos e postos de saúde, bem

Gráfico 7: Edificações destruídas e danificadas pelas enxurradas no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



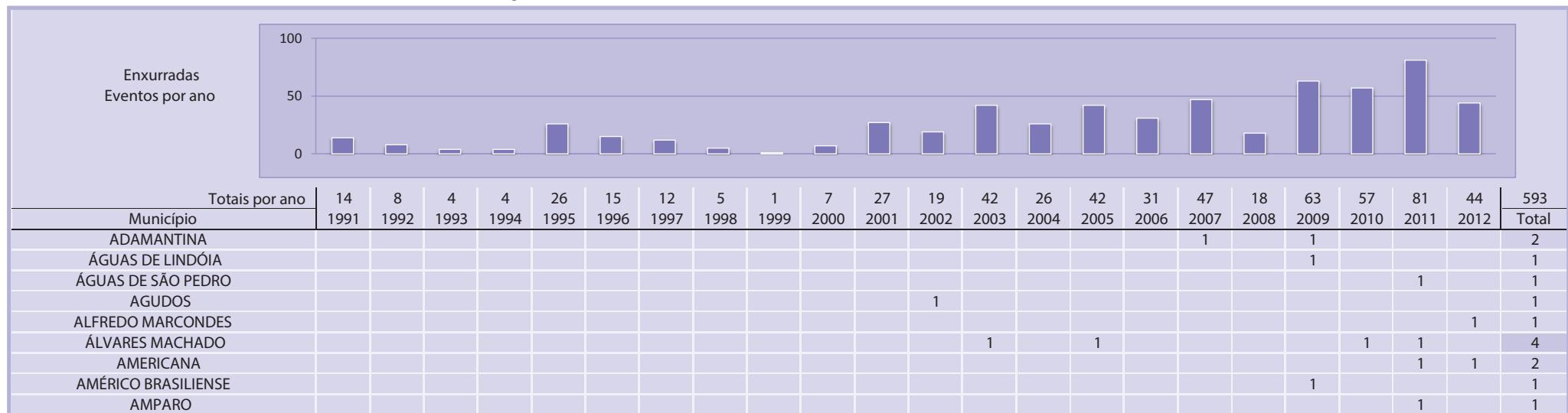
Fonte: Brasil (2013)

como hospitais, ficam sobrecarregados devido ao alto número de pessoas afetadas. Assim, a escolha dos locais para a construção de desses tipos de infraestruturas e outros serviços essenciais, deve sempre levar em consideração se são ou não áreas susceptíveis a ocorrências de enxurradas ou outros eventos extremos.

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 do solo 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 de São Paulo.

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de São Paulo



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de São Paulo

ANALÂNDIA									1										1
ANDRADINA																			1
ANHEMBI										1									1
APARECIDA										1									2
ARAÇARIGUAMA																			1
ARAÇATUBA									1	1									6
ARARAQUARA											3							1	1
AREIAS																		2	2
ASSIS									1								1	1	3
ATIBAIA									1								1		2
AURIFLAMA											1							1	2
AVANHANDAVA											1								1
AVARÉ																		1	1
BANANAL									1								1		2
BARRA BONITA											1								1
BARRA DO CHAPÉU									1										2
BARRA DO TURVO									1	1	1						1	1	6
BARRETOS																			1
BASTOS									1										1
BAURU						1				1	1							1	4
BEBEDOURO																	2		3
BENTO DE ABREU																		1	1
BERTIOGA		1																	1
BOCAINA																		2	2
BOFETE																	2	1	1
BOM SUCESSO DE ITARARÉ						1												3	4
BOREBI																			2
BRAGANÇA PAULISTA																		1	1
BURI																			2
BURITAMA																		1	1
CABRÁLIA PAULISTA						1													2
CABREÚVA		1																	1
CAÇAPAVA																			2
CACHOEIRA PAULISTA																	1		2
CACONDE																1			1
CAFELÂNDIA						1										1	1	1	5
CAIEIRAS											1	1					1		3
CAJATI																1	1	1	3
CAMPINAS			1	1	1	1					1	1					1		7
CAMPO LIMPO PAULISTA		1															1		2
CAMPOS DO JORDÃO											1	1						1	2
CANANÉIA																	2	1	5
CÂNDIDO RODRIGUES																1			1
CAPÃO BONITO																			2
CAPELA DO ALTO																			1
CAPIVARI						1	1	1								1	1		6

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de São Paulo

CARAGUATATUBA	1		1																					2
CARAPICUÍBA																						1	1	2
CASTILHO																						1	1	
CEDRAL																								1
CESÁRIO LANGE																						1	1	
CHAVANTES																						1		1
CLEMENTINA																						1		2
CONCHAS																						1		1
COROADOS																						1		1
COTIA																						1		1
CUBATÃO	1																							1
CUNHA																						1		
DIVINOLÂNDIA																						1	1	
DOIS CÓRREGOS																						1	1	
DRACENA																						1		1
DUARTINA																						2		
DUMONT																						2		
ELDORADO																						1	1	4
EMBU-GUAÇU																						1		1
EMILIANÓPOLIS																						2		
ESPÍRITO SANTO DO TURVO																						2		
EUCLIDES DA CUNHA PAULISTA																						1		
FERNANDO PRESTES																						1	3	
FERNANDÓPOLIS																						1	1	
FERRAZ DE VASCONCELOS																						1		1
FLORA RICA																						1		1
FLÓRIDA PAULISTA																						1		1
FRANCA																						1		
FRANCISCO MORATO																						1	5	
FRANCO DA ROCHA	1		1		1																2	1		8
GARÇA																						1		1
GENERAL SALGADO																						1		1
GETULINA																						1		2
GUAPIARA																						1		
GUARATINGUETÁ																						1	3	
GUARÉI																						1	1	
GUARIBA																						1		
GUARUJÁ	1	1																						2
GUARULHOS			1		1																			2
HOLAMBRA																								1
HORTOLÂNDIA																								1
IACANGA																						1	1	
IARAS																						1		1
IBIRÁ																						1		2
IGUAPE																						1	6	
ILHA COMPRIDA																						1		1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de São Paulo

ILHABELA	1																					1
INDAIATUBA	1																					3
INÚBIA PAULISTA																						1
IPORANGA			1																			4
IRAPURU																						3
ITABERÁ																						1
ITAÍ																					1	1
ITAÓCA			1																			1
ITAPECERICA DA SERRA		1																1				2
ITAPETININGA																				1		2
ITAPEVA																						1
ITAPEVI	1																					1
ITAPIRAPUÃ PAULISTA			1																			2
ITAPORANGA		1																				3
ITAQUAQUECETUBA	1		1																		1	3
ITARARÉ																						1
ITARIRI																						3
ITIRAPINA																					1	1
ITIRAPUÃ																						1
ITU	2		1																			3
ITUPEVA																			1	1		2
JABOTICABAL																						1
JACAREÍ																						3
JACUPIRANGA																		1	1	1		8
JAGUARIÚNA																						1
JALES																						4
JAÚ																					3	4
JOÃO RAMALHO																						1
JOSÉ BONIFÁCIO																						2
JUMIRIM																						1
JUNDIAÍ	1																					2
JUNQUEIRÓPOLIS																						2
JUQUIÁ																						4
JUQUITIBA																				1	1	3
LENÇÓIS PAULISTA																	2				1	3
LIMEIRA																1					1	2
LINS																1					1	2
LORENA		1																				2
LOURDES																				1	1	1
LUCÉLIA																				2	2	4
MACAUBAL																1						1
MACEDÔNIA																1						1
MANDURI																1						2
MARABÁ PAULISTA																	1					1
MARACAÍ																	1					1
MARIÁPOLIS																		2	2	1		5

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de São Paulo

MARÍLIA														1		1			
MAUÁ	1			1											1	1			3
MINEIROS DO TIETÊ															1	1			2
MIRACATU															1	1			3
MIRANTE DO PARANAPANEMA			1															1	3
MIRASSOL																1	1		2
MOCOCA																			2
MOGI DAS CRUZES																1			
MOJI MIRIM																		1	1
MOMBUCÁ																1	2	1	4
MONGAGUÁ																1	2		3
MONTE ALTO		1														1	2		6
MONTE CASTELO															1				1
MONTE MOR																	1		2
NOVA CANAÃ PAULISTA																1			1
OLÍMPIA																	1	1	2
OSASCO																1	2		3
OSVALDO CRUZ																			1
OURO VERDE																1			2
PACAEMBU																	1		2
PARAGUAÇU PAULISTA																1	1	1	3
PARAIUBA																			3
PARANAPUÃ																			1
PARDINHO																	1	2	1
PARIQUERA-AÇU																1	1	1	4
PATROCÍNIO PAULISTA																	1		
PAULÍNIA																1			1
PAULISTÂNIA																	1		
PEDREIRA																1			1
PEDRO DE TOLEDO																1	1		3
PENÁPOLIS																			2
PERUÍBE	1															1	1	1	5
PIACATU																			1
PIEDADE																	1		1
PIQUERÓBI																1			1
PIQUETE																	1	1	3
PIRACAIÀ																1			2
PIRACICABA			1																1
PIRAJU																			1
PIRAPOZINHO																1			1
POÁ		1															2		3
PONGAÍ																			1
PONTALINDA			1																1
PORTO FELIZ	1																		1
PORTO FERREIRA																1			1
POTIM																2			2

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de São Paulo

PRAÇINHA															1	1	1		3
PRAIA GRANDE			1				1											2	
PRESIDENTE BERNARDES								1					1			1			3
PRESIDENTE EPITÁCIO								1										1	
PRESIDENTE PRUDENTE													1					1	
PRESIDENTE VENCESLAU														1	1	2	1	2	6
PROMISSÃO													1					1	
QUATÁ													1					1	
QUELUZ							1											1	
QUINTANA													1					1	
RAFARD															1			1	
REGINÓPOLIS													1					1	
REGISTRO		1		1	1			1		1	1	1				1	1	9	
RESTINGA														1				1	
RIBEIRA		1	1													1		3	
RIBEIRÃO BONITO													1					1	
RIBEIRÃO CORRENTE														1				1	
RIBEIRÃO GRANDE								1				1						2	
RIBEIRÃO PIRES																2		2	
RIBEIRÃO PRETO									1	1	1							3	
RIO CLARO													1					1	
RIO DAS PEDRAS													1					1	
SALES OLIVEIRA													1					1	
SALESÓPOLIS													1			2	1	4	
SALTO	1				1													2	
SANDOVALINA													1					1	
SANTA ADÉLIA															1	1		2	
SANTA ALBERTINA													1					1	
SANTA BÁRBARA D'OESTE															1	1	1	3	
SANTA BRANCA													1					1	
SANTA CLARA D'OESTE														1				1	
SANTA CRUZ DO RIO PARDO									1	1			2					1	
SANTA MARIA DA SERRA																	1	1	
SANTA ROSA DE VITERBO														1				1	
SANTO ANASTÁCIO														1		2		3	
SANTO ANDRÉ	1																	1	
SANTO ANTÔNIO DO ARACANGUÁ														1				1	
SANTO ANTÔNIO DO PINHAL															3			3	
SANTOS		1		1														2	
SÃO BERNARDO DO CAMPO	1				1								1				1	4	
SÃO CAETANO DO SUL	1								1						1		1	4	
SÃO CARLOS														1				1	
SÃO JOÃO DO PAU D'ALHO																	1	1	
SÃO JOSÉ DO BARREIRO													1		1			2	
SÃO JOSÉ DO RIO PARDO															1			1	
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO						1							1				1	3	

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado de São Paulo

SÃO LOURENÇO DA SERRA																						1
SÃO LUÍS DO PARAITINGA					1																	5
SÃO MIGUEL ARCANJO																						1
SÃO PAULO	1		1	2	1	2	1	1	1	2	1	1								1		15
SÃO PEDRO					1					1												3
SÃO PEDRO DO TURVO																						1
SÃO ROQUE																						1
SÃO SEBASTIÃO	1																			1		2
SÃO SEBASTIÃO DA GRAMA																		1				1
SÃO VICENTE					1																	1
SERRA AZUL																		1				2
SERRA NEGRA																						1
SERRANA																	2		1			3
SETE BARRAS		1				1																6
SILVEIRAS																		1				1
SOCORRO																						1
SOROCABA					1																	2
SUD MENNUCCI																	1					1
SUMARÉ			1																			7
TABOÃO DA SERRA	1																1		2			1
TAIAÇU																						1
TANABI																						1
TAPIRATIBA																1						3
TAQUARITUBA																		2				1
TARABAÍ																	1					1
TATUÍ																						1
TEJUPÁ																	1					1
TEODORO SAMPAIO																						1
TORRINHA																						1
TREMEMBÉ			1																			1
TUPÃ				1																		2
TUPI PAULISTA																		1				1
TURMALINA															1							1
UBARANA		1																1				3
URÂNIA																	1					1
VALENTIM GENTIL																			1	1		2
VALINHOS																					1	2
VÁRZEA PAULISTA								1														1
VERA CRUZ																						1
VINHEDO																					1	3
VIRADOURO																		1	1			2
VOTUPORANGA																						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 várzea em Sumé (Pb). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 22, p. 743-749, 1998.

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

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

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

BORGIA, M. et al. Realtime guidance for flash flood risk management. **FLOODSite**, T16-08-02, D16\_1, v. 2, p. 1-84, 20 may 2009.

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

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

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

CPTEC/INPE. **Infoclima**: Climatologia trimestral. Disponível em: <<http://infoclima1.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 20 Jul. 2013.

GEORGAKAKOS, K. P. On the design of natural, real-time warning systems with capability for site-specific, flash-flood forecast. **Bulletin American Meteorological Society**, Boston, v. 67, n. 10, p. 1.233-1.239, out. 1986.

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

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

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

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

MARCELINO, E. V.; GOERL, R. F.; RUDORFF, F. M. Distribuição espaço-temporal de inundações bruscas em Santa Catarina (Período 1980-2003). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS. 1.2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2004. p. 554-564.

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

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

Cidade do México: CENAPRED, 2006. 139 p.

NAKAMURA, E. T.; MANFREDINI, S. Mapeamento das áreas suscetíveis às enxurradas na Bacia do Córrego Taboão, município de São Paulo.

In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 5.411-5.418.

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION.

**Flash Flood Early Warning System Reference Guide.** Washington:

NOAA/COMET, 2010. 204 p. Disponível em: <[http://www.meted.ucar.edu/communities/hazwarnsys/haz\\_fflood.php](http://www.meted.ucar.edu/communities/hazwarnsys/haz_fflood.php)>. Acesso em: 20 abr. 2013.

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

**Vulnerabilidade ambiental:** desastres naturais ou fenômenos induzidos.

Brasília: MMA, 2007. p. 95-106.

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

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

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

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

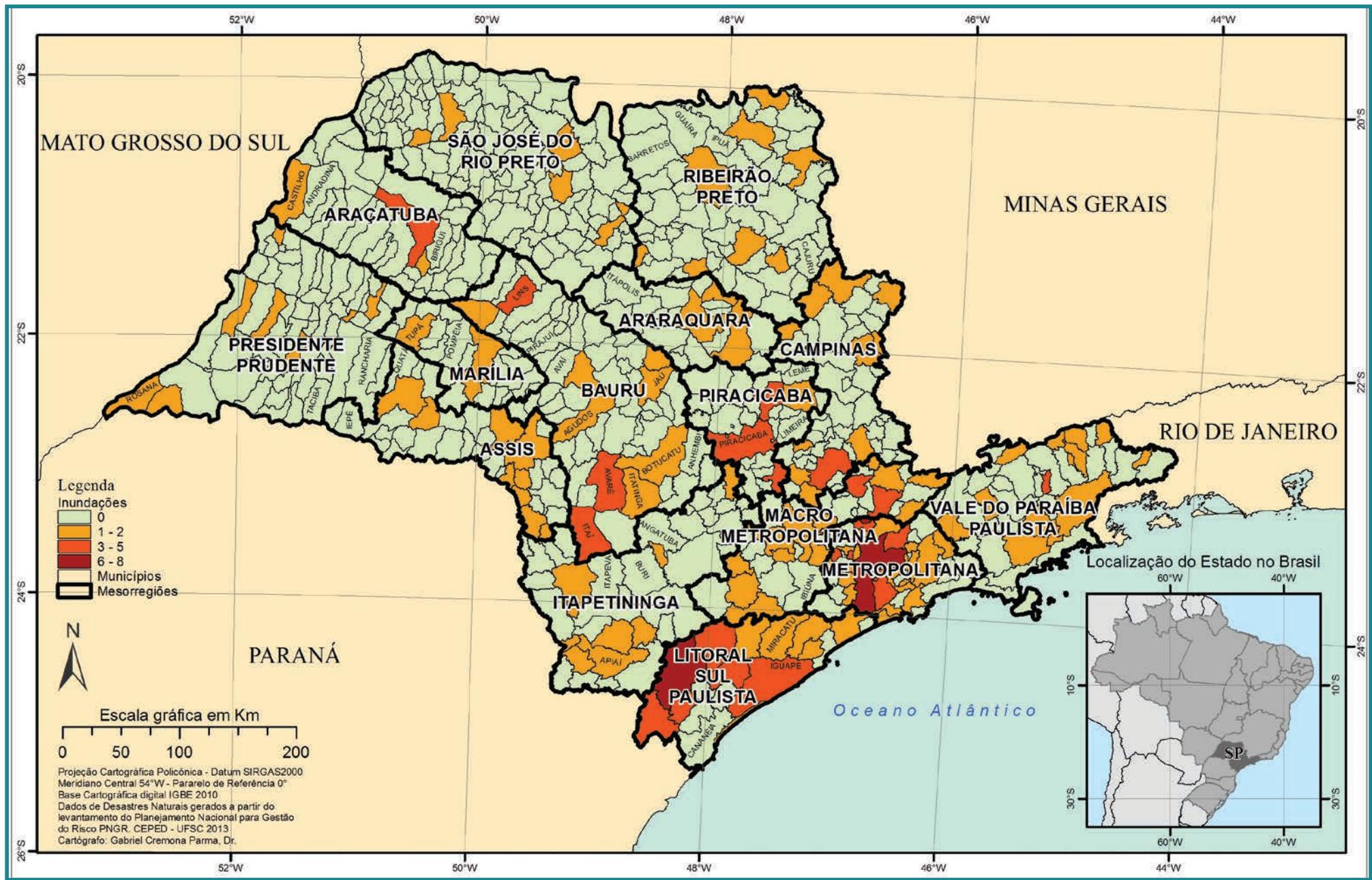
TAVARES, J. P. N. Enchentes repentinas na cidade de Belém-PA: condições climáticas associadas e impactos sociais no ano de 1987. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 28, p. 1-6, 2008.

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



INUNDAÇÃO

Mapa 4: Registros de inundações no Estado de São Paulo de 1991 a 2012



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

Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície (BRASIL, 2012, p. 73).

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

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

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

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

Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais

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

Fonte: Goerl e Kobiyama (2005)

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

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

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

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

## REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

No Estado de São Paulo há 236 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 4 demonstra a distribuição espacial desses registros no território

paulista. A Mesorregião Metropolitana de São Paulo foi a mais afetada com um total de 63 registros, que representam 27% das ocorrências de desastres no estado. Na sequência, tem-se a Mesorregião Litoral Paulista com 31 registros e a Macro Metropolitana de São Paulo com 25 registros, que se destacam entre as demais.

De acordo com o Mapa 4, os municípios mais atingidos por eventos recorrentes encontram-se na Mesorregião Metropolitana de São Paulo e na Litoral Sul Paulista. A capital São Paulo e o município de Eldorado registraram 8 ocorrências cada um, e Francisco Morato, 6 ocorrências.

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 1995. Embora haja poucos eventos registrados na década de 1990, não significa que não tenham ocorrido outros desastres por inundações nesse período.

Figura 3: Inundação no Estado de São Paulo

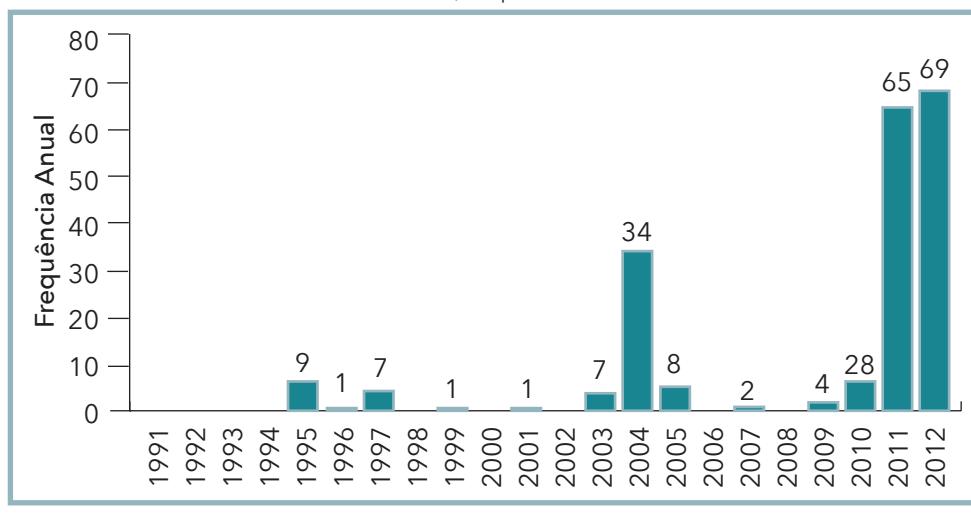


Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de São Paulo (BRASIL, 2011)

O ano de 2012 se destaca com 69 registros. Neste ano, as situações de emergência foram decretadas em 50 municípios diferentes. A prefeitura de São Paulo, por exemplo, decretou situação de emergência seis vezes no decorrer desse ano, devido aos danos resultantes das inundações. O ano de 2012 foi marcado pela influência de sistemas meteorológicos que causaram chuvas intensas no estado e, consequentemente, inundações registradas em quase todos os meses, principalmente em janeiro (12), fevereiro (12), junho (15) e dezembro (15) (CONDIÇÕES..., 2013).

Em 2011 também se registrou um número expressivo de desastres por inundações, totalizando 65 ocorrências; e destas, 34 referem-se aos eventos ocorridos no mês de fevereiro. Neste mês, houve a passagem de oito sistemas frontais pelo Brasil, mas apenas o quarto sistema configurou-se como Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que causou chuvas intensas no sudeste brasileiro. Na segunda quinzena do mês, a característica marcante foi a irregularidade da chuva, com anomalias positivas de chuva sobre o centro leste de São Paulo (PELLEGRINA, 2012; MELO, 2011).

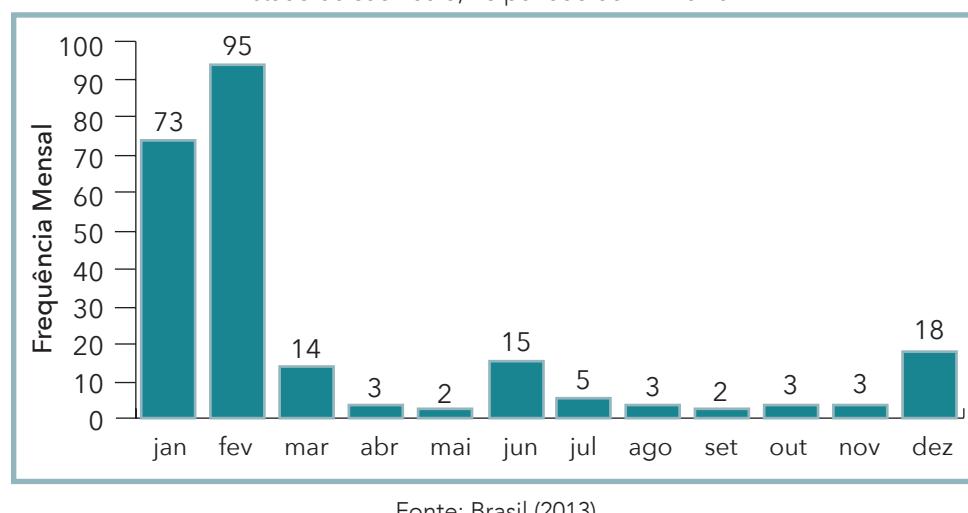
Gráfico 8: Frequência anual de desastres por inundações no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



A previsão das maiores concentrações de precipitação no Estado de São Paulo 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 do Gráfico 9 é possível observar a frequência mensal de todos os registros de inundações no estado. Verifica-se uma recorrência maior dos desastres entre os meses de dezembro e fevereiro. Os meses de verão representam 77% do total de registros. O mês de fevereiro foi o mais afetado ao longo do período em análise, com 95 eventos adversos. Das ocorrências desse mês, 33 correspondem aos eventos de inundações ocorridos no ano de 2011, sendo a maior parte registrada por municípios das mesorregiões Metropolitana e Macro Metropolitana de São Paulo.

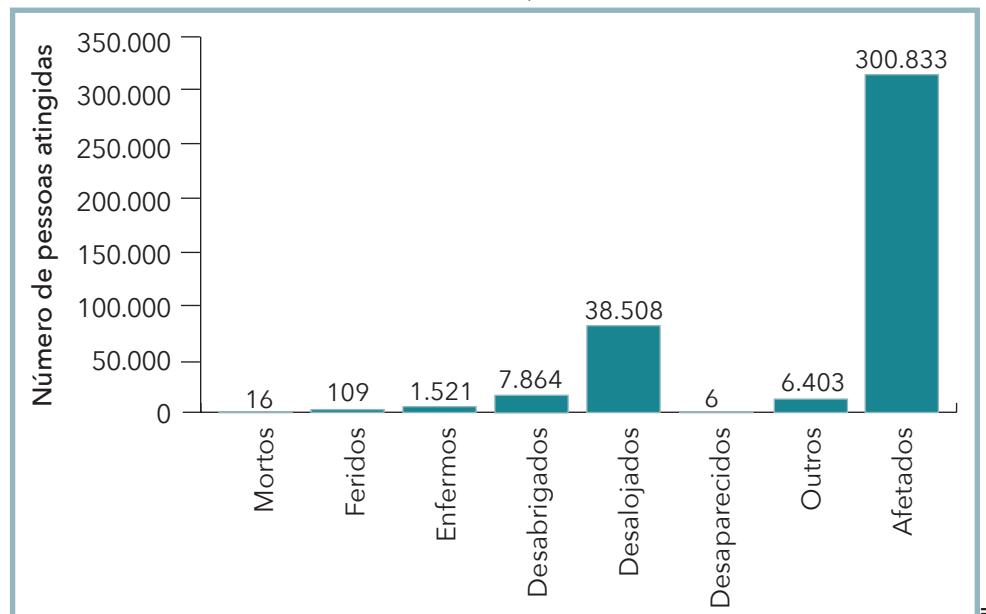
Gráfico 9: Frequência mensal de desastres por inundações no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



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 apresen-

tados no Gráfico 10. Verificam-se mais de 300 mil pessoas afetadas ao longo dos anos analisados. No período de 1991 a 2012, foram registrados, oficialmente, 16 mortos, 109 feridos, 1.521 enfermos, 7.864 desabrigados, 38.508 desalojados e 6.403 pessoas atingidas por outros tipos de danos.

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



Fonte: Brasil (2013)

Com relação aos danos relacionados a desabrigados, mortos e afetados, a Tabela 10 monstra os municípios mais atingidos, com os respectivos anos das inundações e os totais de danos em número de pessoas. O município de Franco da Rocha, na Mesorregião Metropolitana de São Paulo, registrou 50.320 afetados no evento de janeiro de 2011, segundo o registro oficial. Esse evento extremo atingiu toda a área central do município, com inundações de rios e córregos, devido às chuvas torrenciais. Além disso, em decorrência do aumento do volume das águas dos rios foi necessário abrir as comportas da represa Paulo Paiva Castro, que liberou de 30 a 80 m<sup>3</sup> de água por segundo, agravando as inundações à jusante da barragem.

Figura 4: Inundação no município de Franco da Rocha, SP, no ano de 2011



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

A capital São Paulo também registrou danos humanos expressivos na inundação de 2010, com registro de 622 desabrigados, 4 óbitos e 41.571 habitantes afetados.

O município de Avaré também está listado entre os mais atingidos. Na inundação de outubro de 2011, foram 35.100 afetados. Em janeiro do mesmo ano, registrou-se 24.000 pessoas afetadas. Em 2010, Avaré registrou, além dos 24.000 afetados, 1 morte pela inundação.

Cunha foi o município que mais registrou casos de mortes em um único evento no estado, total de 6 óbitos. Há municípios que não estão entre os mais afetados da Tabela 10, mas que apresentaram óbitos por inundação durante o período analisado: Cruzeiro (1); Araçatuba (1); São Carlos (1); Lins (2).

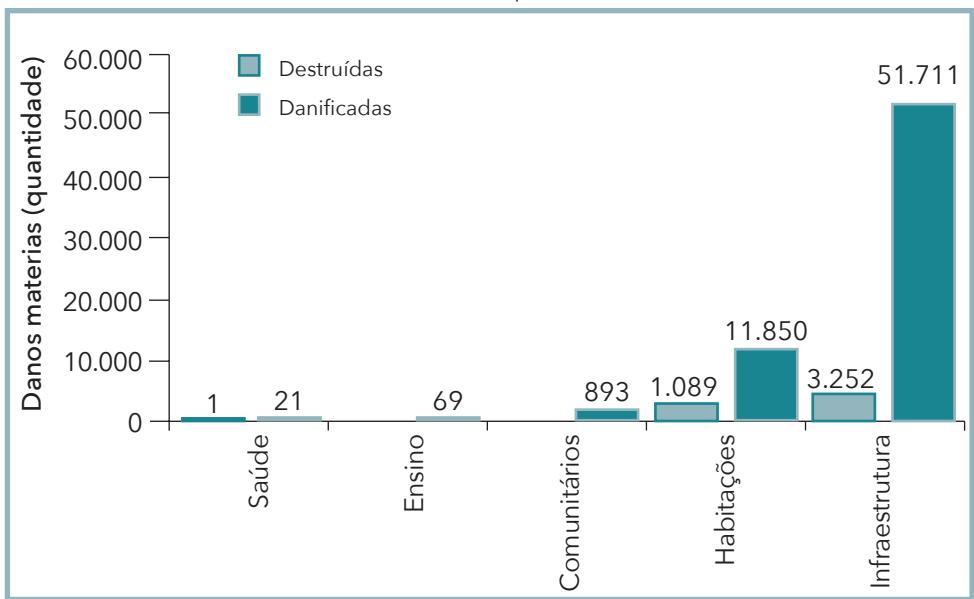
Com relação aos danos materiais, o Estado de São Paulo apresenta 68.886 registros de construções e sistemas de infraestrutura atingidos pelas inundações, entre os anos de 1991 e 2012. Observa-se no Gráfico 11 que os danos relativos aos sistemas de infraestrutura prevalecem sobre os

Tabela 10: Os municípios mais severamente atingidos no Estado de São Paulo (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Afetados
2011	Franco da Rocha	Metropolitana de São Paulo	-	-	50.000
2010	São Paulo	Metropolitana de São Paulo	622	4	41.571
2011	Avaré	Bauru	-	-	35.100
2010	Avaré	Bauru	-	1	25.200
2011	Avaré	Bauru	-	-	24.000
2011	Eldorado	Litoral Sul Paulista	1.510	-	14.000
2010	Cunha	Vale do Paraíba Paulista	38	6	12.000
2010	Sete Barras	Litoral Sul Paulista	11	-	11.700
2003	Tupã	Marília	-	-	11.000
2010	Juquiá	Litoral Sul Paulista	35	-	10.000

Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

demais, com o total de 51.711 estabelecimentos danificados e 3.252 destruídos. Na sequência, as habitações que registraram um total de 11.850 residências danificadas e 1.089 destruídas.

A Tabela 11 apresenta os municípios afetados por danos materiais mais expressivos. O município de Itapevi apresenta-se como o mais afetado do Estado de São Paulo, segundo os documentos oficiais levantados, com o total de 18.626 estabelecimentos e estruturas danificados e destruídos, referente à inundação de janeiro de 2010. Nesse evento, ocorreu o transbordamento de rios e córregos que banham o município, após 34 dias de chuvas. A área central da cidade foi afetada com danos em residências e na pavimentação de vias urbanas.

Tabela 11: Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Total Danificados	Total Destruídos	Total
2010	Itapevi	Metropolitana de São Paulo	18.618	8	18.626
2010	São Paulo	Metropolitana de São Paulo	16.135	815	16.950
2012	Eldorado	Litoral Sul Paulista	7.776	-	7.776
2005	Tapiraí	Macro Metropolitana Paulista	5.033	21	5054
2004	Fartura	Assis	4.030	-	4.030
2011	Eldorado	Litoral Sul Paulista	2.516	30	2.546
2009	Tambauá	Campinas	8	2.318	2.326
2004	Itaberá	Itapetininga	1.101	531	1.632
2010	Registro	Litoral Sul Paulista	1.091	-	1.091
2011	Atibaia	Macro Metropolitana Paulista	998	3	1.001

Fonte: Brasil (2013)

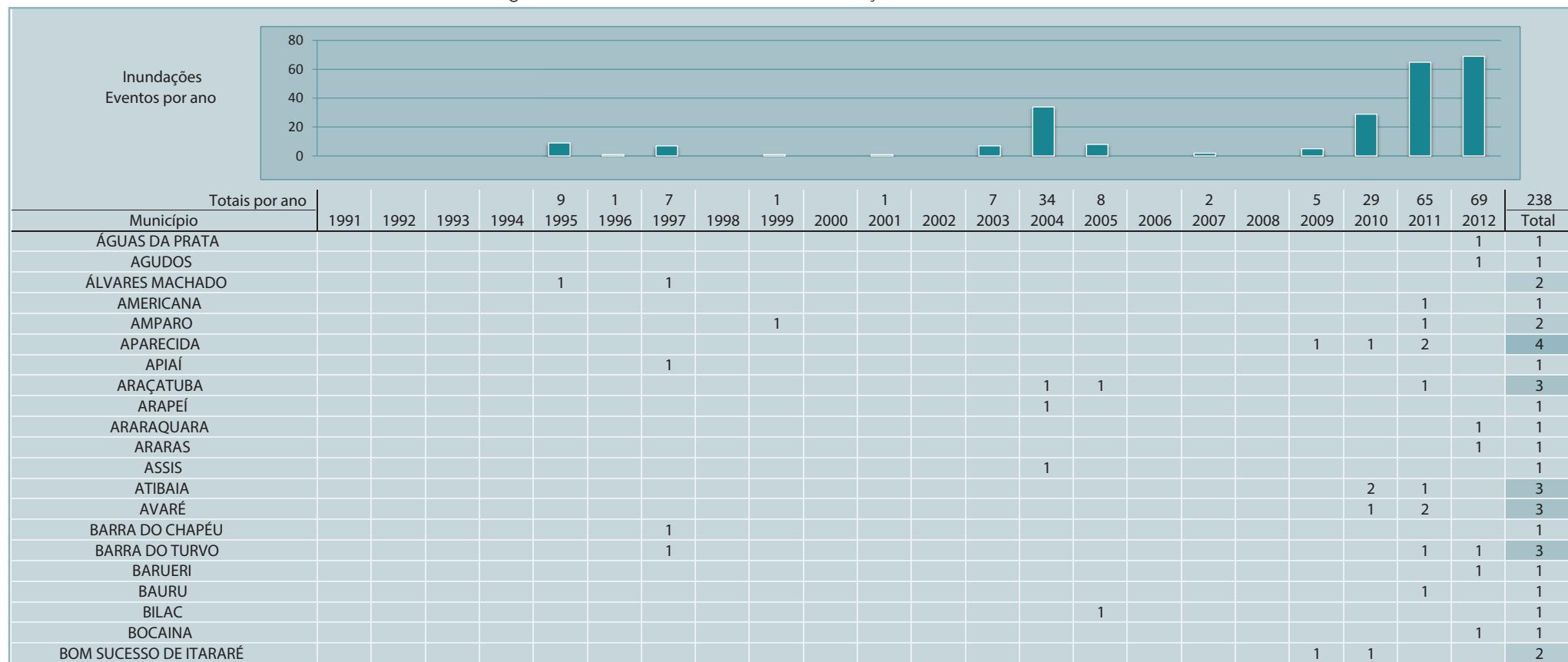
São Paulo capital, no mesmo período, registrou um total de 16.950 habitações e sistemas de infraestrutura destruídos e danificados pelas inundações. Segundo o documento oficial, chuvas contínuas precipitaram sobre a zona leste de São Paulo somando 898 mm em um período de dois meses. Na região da subprefeitura de São Miguel Paulista as águas da bacia hidrográfica de contribuição provocaram inundações graduais, com a elevação do nível do rio Tietê sobre a área urbana. Os sistemas de comunicação, de fornecimento de energia, de coleta de esgoto, de transporte coletivo, de coleta de lixo, entre outros foram prejudicados.

As inundações, que periodicamente ocorrem no Estado de São Paulo, segundo Alves Filho e Ribeiro (2006), deveriam levar a população a indagações sobre o modelo de ocupação urbana e o seu papel no favorecimento do processo. Mas, pelo contrário, muitas vezes elas foram utilizadas para justificar investimentos e promover mais especulação imobiliária, inclusive sobre áreas de planície de inundação. Esse contexto explica a recorrência de episódios de inundação em áreas urbanas, principalmente quando essas áreas apresentam ocupação desordenada. 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, consequentemente, a minimização dos danos, tanto humanos, quanto materiais. No entanto, esses procedimentos nem sempre fazem parte de um processo de gestão de risco, não permitindo, consequentemente a redução da vulnerabilidade das comunidades ribeirinhas aos desastres ocasionados por enchentes e inundações.

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado de São Paulo



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado de São Paulo

BOTUCATU										2		2
BRAGANÇA PAULISTA										1	1	2
CABREÚVA										2		2
CAÇAPAVA										1		1
CACHOEIRA PAULISTA	1										1	2
CACONDE											1	1
CAIEIRAS			1							1		2
CAIUÁ										1		1
CAJATI				1	2							3
CAMPINA DO MONTE ALEGRE					1							1
CAMPINAS					1					1	1	3
CAMPOS DO JORDÃO						1					1	2
CANAS										1		1
CAPIVARI										1	1	2
CARAPICUIBA						1				2	1	4
CASTILHO						1						1
CATANDUVA						1						1
CHAVANTES										1		1
CRUZEIRO							1				1	2
CUNHA										1	1	2
DIADEMA							1			1	1	3
ELDORADO	1	1					1			1	1	3
EMBAÚBA											1	1
EMBU	1										1	2
EMBU-GUAÇU	1											1
EUCLIDES DA CUNHA PAULISTA								1				1
FARTURA							1					1
FERNANDO PRESTES							1					1
FERNANDÓPOLIS										2		2
FERRAZ DE VASCONCELOS	1											1
FRANCA								1				1
FRANCISCO MORATO	1	1								1	3	6
FRANCO DA ROCHA							1			2		3
GETULINA								1				1
GUAPIARA			1									1
GUARAREMA											1	1
GUARIBA											1	1
GUARULHOS										1	2	2
IGARAPAVA								1				1
IGUAPE	1	1					1			1		4
ILHA COMPRIDA	1											1
INDAIATUBA										1		1
IPAUSU											1	1
IPERÓ							2					2
ITABERÁ							1					1
ITAÍ							2	1				3

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado de São Paulo

		2	1			3
ITAÍ						
ITANHAÉM					1	1
ITAPECERICA DA SERRA					2	2
ITAPEVI				1	2	3
ITAQUAQUECETUBA					1	1
ITARIRI				1		1
ITATIBA					3	3
ITATINGA					1	1
ITU					1	1
ITUVERAVA		1				1
JACAREÍ					1	1
JAÚ		1			1	2
JOANÓPOLIS					1	1
JUQUIÁ				1		1
LARANJAL PAULISTA				1		1
LINS					3	3
MAIRINQUE					1	1
MAIRIPORÃ					1	1
MARÍLIA					1	1
MAUÁ				1	1	2
MIRACATU					1	1
MOCOCA					1	1
MOGI DAS CRUZES					1	1
MONTE MOR					1	1
MORRO AGUDO		1				1
NATIVIDADE DA SERRA				1		1
NAZARÉ PAULISTA					1	1
NOVA GRANADA						1
OSASCO						1
OSVALDO CRUZ		1				1
PARAGUAÇU PAULISTA						1
PEDRO DE TOLEDO			1			1
PILAR DO SUL					1	1
PIQUEROBI				1		1
PIQUETE						1
PIRACICABA					1	2
PONTALINDA					1	1
PORTO FERREIRA				1		1
PRACINHA						1
PRAIA GRANDE		1				1
QUELUZ					1	1
REGISTRO					1	1
RIBEIRÃO BRANCO					1	1
RIBEIRÃO PRETO					1	1
RINCÃO		1				1
RIO CLARO					2	1
						3

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado de São Paulo

RIO GRANDE DA SERRA		1							1
ROSANA			1						2
SANTA CRUZ DO RIO PARDO				1					1
SANTO ANDRÉ					1				2
SANTOS						1			1
SÃO BERNARDO DO CAMPO			1				1	1	3
SÃO CARLOS							1		1
SÃO JOÃO DA BOA VISTA							1		1
SÃO JOÃO DO PAU D'ALHO								1	1
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO							1		1
SÃO LUÍS DO PARAITINGA							1		1
SÃO PAULO							1	1	8
SÃO PEDRO DO TURVO									1
SÃO ROQUE					1				1
SÃO VICENTE								2	2
SARAPUÍ							1		1
SERRA AZUL								1	1
SETE BARRAS		1					1	1	4
SOROCABA				1					2
SUZANO								2	2
TABOÃO DA SERRA							1	3	4
TAGUAÍ								1	1
TAMBAÚ								1	1
TAPIRAÍ						1			1
TIMBURI						1			1
TUIUTI							1		1
TUPÃ									1
VARGEM GRANDE PAULISTA					1				1
VOTORANTIM						1			2

Fonte: Brasil (2013)

## Referências

ALVES FILHO; A. P.; RIBEIRO, H. A percepção do caos urbano, as enchentes e as suas repercussões nas políticas públicas da Região metropolitana de São Paulo. **Saúde e Sociedade**. v. 15. São Paulo Sept.-Dec. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-12902006000300012&script=sci\\_arttext#back1](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-12902006000300012&script=sci_arttext#back1)>. Acesso em: 1º ago. 2013.

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

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

\_\_\_\_\_. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de São Paulo. **Acervo fotográfico**. 2011.

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

CENAPRED – Centro Nacional de Prevención de Desastres. Secretaria de Gobernacion. **Inundaciones**. México: CENAPRED, 2007, 56 p. (Serie Fascículos). Disponible em: <[http://www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasiculos/Fasc.\\_Inundaciones\\_2007\\_a.pdf](http://www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasiculos/Fasc._Inundaciones_2007_a.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2013.

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

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

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Consideração sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005. Disponível em: <[http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005\\_inunda%E7%F5es.pdf](http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005_inunda%E7%F5es.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2011.

GONTIJO, N. T. **Avaliação das relações de freqüência entre precipitações e enchentes raras por meio de séries sintéticas e simulação hidrológica**. 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. Previsão de chuvas acima da media no norte do Brasil nos meses de outono. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 18, n. 02, fev. 2011. Disponível em: <[http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf\\_infoclima/201102.pdf](http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201102.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2013.

PELLEGRINA, G. J. Variabilidade climática, desastres naturais e a relação com eventos severos no estado de São Paulo. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 7, n. 1-2, jan./dez. 2012. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/index>. Acesso em: 01 ago. 2013.

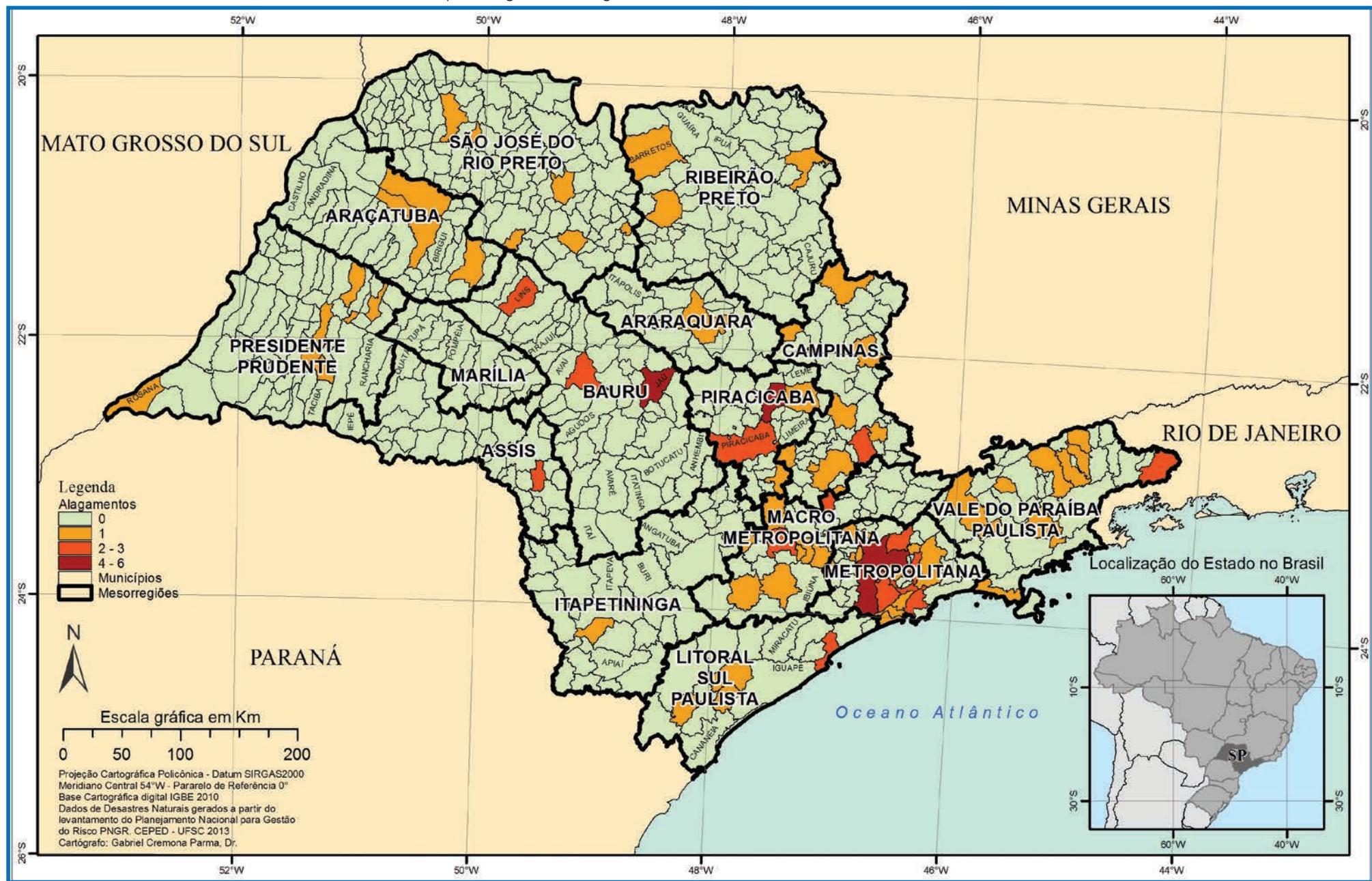
TAVARES, A. C; SILVA, A. C. F. Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 3, n.1, p. 4-15, jan./jun. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/viewArticle/1223>>. Acesso em: 28 set. 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 URGES, 1997. 943 p.

# ALAGAMENTO

Mapa 5: Registros de alagamento no Estado de São Paulo de 1991 a 2012

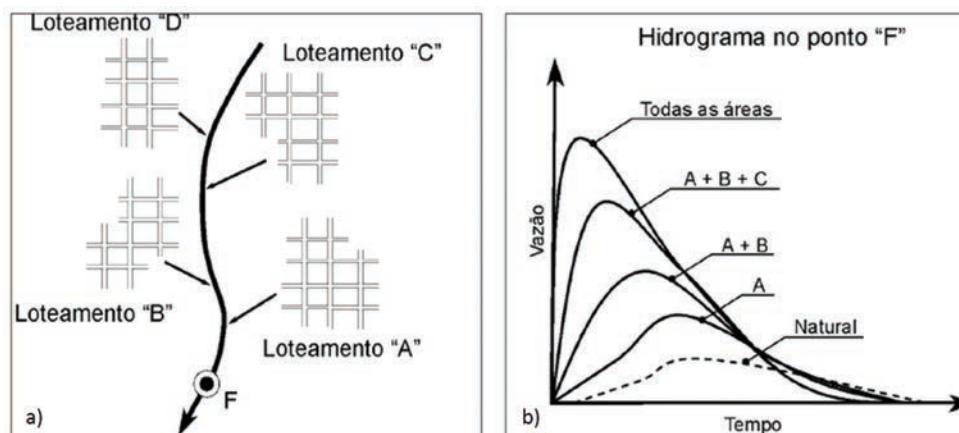


**S**egundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proposta em 2012, os alagamentos caracterizam-se pela “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência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

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

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

Figura 5: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma



Fonte: Tucci (2007)

Figura 6: a) Obstrução à drenagem



Fonte: Tucci (2005)

b) Lixo retido na drenagem



Fonte: Tucci (2005)

própria gestão do saneamento. O carreamento de lixo e sedimentos para as sarjetas, bocas de lobo e galerias (Figura 6) acaba por obstruir as entradas e as tubulações de drenagem, colaborando para a ocorrência de alagamentos localizados. Ademais, interligações clandestinas de esgoto contribuem para a insuficiência das redes de drenagem, com possibilidade de rompimento das tubulações. Nessas condições, mesmo pequenos volumes pluviométricos são

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

A Figura 5 apresenta como cada novo empreendimento que é aprovado aumenta a vazão e, consequentemente, a frequência de alagamentos. O aumento da impermeabilização gera um maior volume escoado superficialmente. Como resposta, o município constrói um canal nos trechos em que a drenagem inunda a cidade, o que apenas transfere para a jusante a nova inundação. Desta forma, a população perde duas vezes: pelo aumento da inundação e pelo desperdício de recursos públicos (BRASIL, 2009).

Outro grande problema dos sistemas de drenagem está relacionado à

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

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

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

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

Nessa temática, Pompéo (1999) afirma que se deve relacionar a sustentabilidade com a drenagem urbana, por meio do reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade. Esta postura exige que a drenagem e o controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceitualizados em ter-

Figura 7: Alagamento no Município de Capivari, SP



Fonte: COMDEC de Capivari (COMDEC, 2013b)

mos técnicos e gerenciais. Esta definição eleva o conceito de drenagem à drenagem urbana sustentável. A drenagem urbana sustentável visa imitar o ciclo hidrológico natural controlando o escoamento superficial o mais próximo da fonte, através de técnicas estruturais e não estruturais, com o objetivo de reduzir a exposição da população aos alagamentos e inundações e, consequentemente, minimizar os impactos ambientais.

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

## REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

O Estado de São Paulo possui 112 registros oficiais de alagamentos excepcionais caracterizados como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 5 mostra a distribuição espacial desses registros no território paulista, onde se nota que 30% das ocorrências foram registradas na Mesorregião Metropolitana de São Paulo.

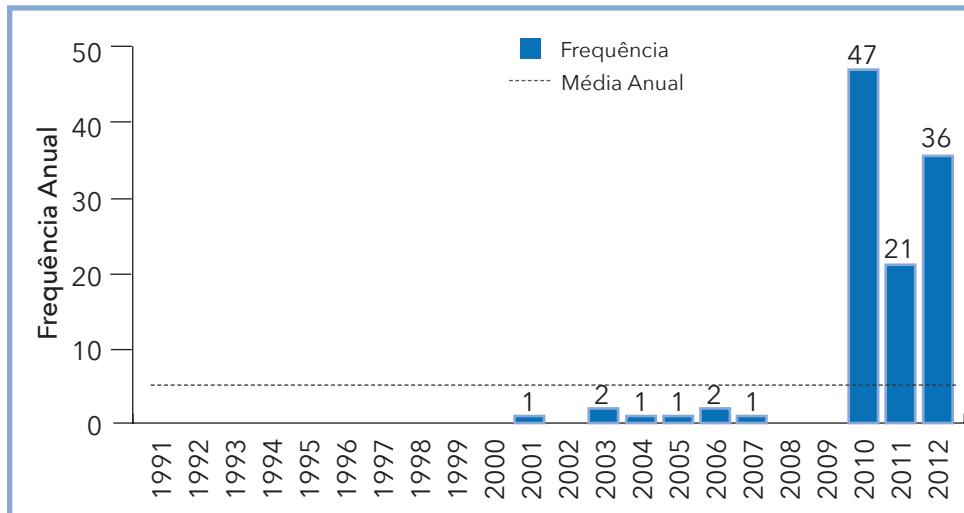
O município com maior frequência foi São Paulo, que registrou 6 alagamentos severos. Após, aparecem as cidades de Rio Claro e Jaú, com 5 e 4 desastres, respectivamente, e Diadema, Guarulhos, Lins e São Bernardo do Campo, com 3 ocorrências cada. Os demais municípios atingidos possuem entre 1 e 2 registros. Dentre os municípios mais afetados, São Paulo, a capital do estado, é a cidade mais populosa, com mais de 11 milhões e 250 mil habitantes (IBGE, 2011). A cidade menos populosa dessa lista é Lins, embora possua mais de 71 mil habitantes.

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. Segundo Tucci (2007b), devido ao desenvolvimento urbano que São Paulo apresenta, a água que anteriormente infiltrava, passa a escoar pelas tubulações pluviais, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava de modo lento pela superfície do solo e ficava retido nas plantas, com a urbanização passa a escoar nos canais, exigindo maior capacidade de escoamento através de um plano adequado de drenagem urbana. Assim a maior deficiência na drenagem superficial induzida pela urbanização implica, frequentemente, numa maior suscetibilidade à ocorrência de alagamentos.

O Gráfico 12 apresenta a frequência anual de alagamentos registrados entre 1991 e 2012 no Estado de São Paulo. A ausência de registros antes de 2001 e o aumento das ocorrências nos anos seguintes podem evidenciar um aumento nos desastres observados ou uma melhoria significativa no registro desses desastres.

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 auto-

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



Fonte: Brasil (2013)

res informam que, nestes meses, a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), aliada ao escoamento de umidade pelo interior do país e a um ciclone com características subtropicais centrado a leste da região Sudeste, ocasionou altos volumes pluviométricos.

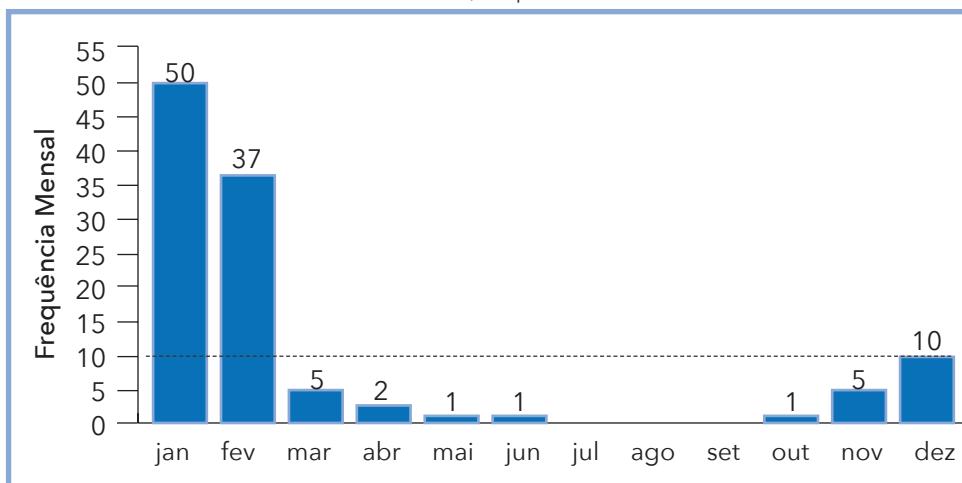
Em fevereiro de 2011, mês predominante dos desastres neste ano, a característica marcante foi a irregularidade da chuva no Sudeste, com anomalias positivas de chuva sobre o centro leste do Estado de São Paulo e o sul do Estado do Rio de Janeiro (PELLEGRINA, 2012). Estas chuvas causaram acumulados superiores a 100 mm em algumas localidades do estado paulista no final desse mês.

Em janeiro de 2012, mês que possui 11 dos 36 registros de desastres, Pellegrina (2012) aponta que os altos volumes de precipitação foram motivados pela atuação da ZCAS. Esta mesma zona surgiu em fevereiro, atuando como Zona de Convergência de Umidade, o que favoreceu as chuvas intensas e os altos valores de acumulados. Em fevereiro e março foram registrados mais 9 desastres por alagamento. Em dezembro de 2012, as chuvas foram causadas pelas instabilidades típicas de verão, associadas ao calor e à alta umidade. Este mês foi o mais chuvoso em 17

anos, segundo o Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE), que realiza medições pluviométricas desde 1995. Esse excesso de chuva, aliado à susceptibilidade de alguns municípios, foi responsável pela ocorrência de mais 8 desastres por alagamento em 2012.

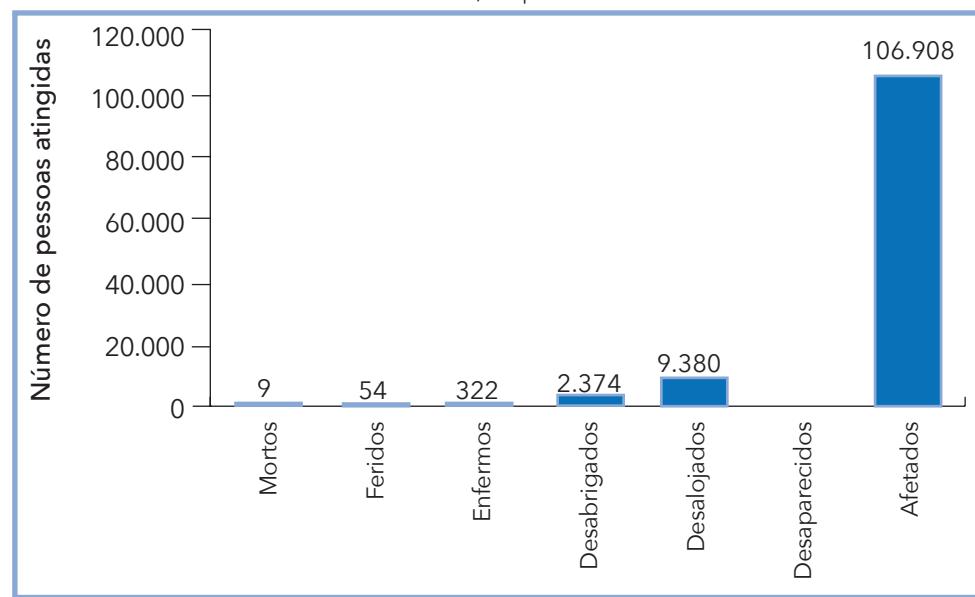
O Gráfico 13 apresenta a frequência mensal de alagamentos registrados entre 1991 e 2012. Observa-se que o mês de maior destaque foi janeiro, que registrou 44,6% das ocorrências. Os meses de fevereiro e dezembro também registraram desastres acima da média mensal (9,33 desastres/mês).

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



Os alagamentos desencadearam consequências negativas para as comunidades paulistas. Reitera-se que estes eventos originam, de modo geral, poucos danos, já que a elevação do nível da água é relativamente baixa. Contudo, verifica-se que os desastres deixaram quase 107 mil pessoas afetadas, 2.374 desabrigadas, 9.380 desalojadas, 322 enfermas, 54 feridas e 9 mortas (Gráfico 14).

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



Fonte: Brasil (2013)

A Tabela 12 apresenta os 10 municípios mais afetados em termos de danos humanos. Itaquaquecetuba é o município com mais afetados, cujo desastre de 2010 atingiu 18% da população total.

Tabela 12: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Desabrigados	Desalojados	Afetados
2010	Itaquaquecetuba	Metropolitana de São Paulo	-	600	5.320	56.417
2006	Bebedouro	Ribeirão Preto	2	-	308	30.000
2006	Itupeva	Macro Metropolitana Paulista	-	100	50	8.800
2011	Valentim Gentil	São José do Rio Preto	-	55	160	7.400
2010	Nova Campina	Itapetininga	-	380	60	3.033
2007	Cachoeira Paulista	Vale do Paraíba Paulista	-	-	-	300
2011	Santa Bárbara d'oeste	Campinas	-	5	240	245
2001	Pariquera-Açu	Litoral Sul Paulista	-	2	-	210
2011	São Paulo	Metropolitana de São Paulo	-	180	4	184
2012	Bernardino de Campos	Assis	-	88	-	163

Fonte: Brasil (2013)

Apesar da gravidade dos eventos supracitados, dos 9 falecimentos registrados no estado, apenas 2 aparecem dentre os 10 eventos mais severos. O desastre registrado em 2012, em Moji-Mirim, foi o responsável pelo maior número de falecimentos em um único desastre, com 4 perdas humanas (Tabela 13).

Tabela 13: Falecimentos registrados no Estado de São Paulo (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Afetados
2012	Moji Mirim	Campinas	4	11
2006	Bebedouro	Ribeirão Preto	2	30.000
2010	São Roque	Macro Metropolitana Paulista	1	-
2010	São Paulo	Metropolitana de São Paulo	1	-
2010	Rio Claro	Piracicaba	1	-

Fonte: Brasil (2013)

Ressalta-se que os alagamentos dificilmente são capazes de causar mortes, em virtudes das características próprias já expostas. Assim, podem ter ocorrido eventos simultâneos aos alagamentos, como enchentes ou deslizamentos, que são de maior gravidade e risco às pessoas.

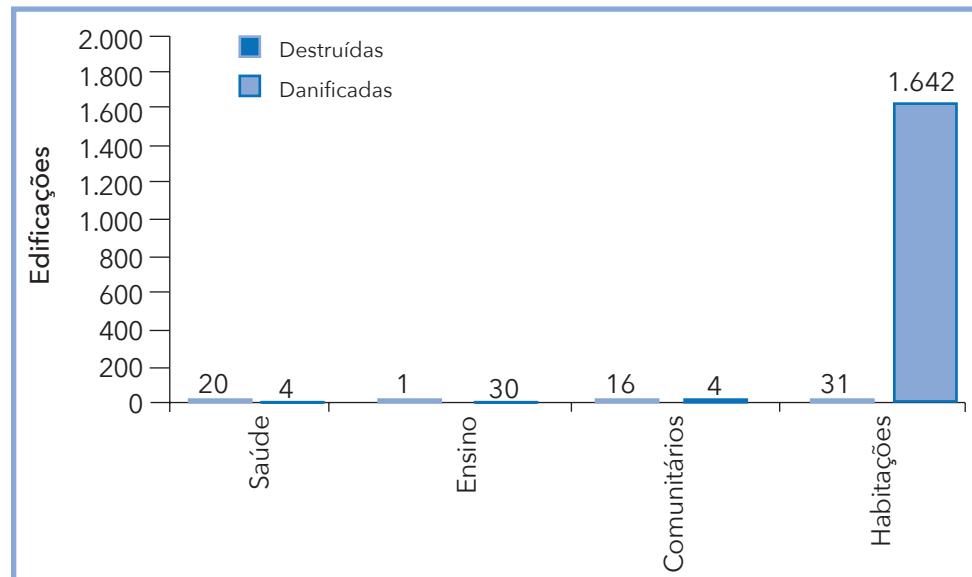
Nesse sentido, alguns registros dos alagamentos trazem como causa do desastre o transbordamento de córregos, enchentes, enxurradas, tromba d'água, chuvas na cabeceira dos rios, dentre outros. Isto sugere que o evento real que pode ter ocorrido foi uma enxurrada, conforme já explicado no capítulo referente a este desastre. Especificamente no caso de tromba d'água, é um evento completamente diferente. O capítulo referente ao desastre de tornados descreve que este evento é um tipo de tornado que ocorre sobre oceanos, grande lagos ou lagoas ou, ainda, sobre qualquer superfície aquática ampla o suficiente para o seu deslocamento. Este capítulo comenta, ainda, que é comum haver o incorreto emprego do termo tromba d'água para intensas e concentradas precipitações ou para ondas de cheias originadas nas cabeceiras das bacias hidrográficas e que se deslocam rapidamente pelo canal.

O registro errôneo dos desastres é muito comum, conforme já explanado. Reitera-se, portanto, que o registro correto permite avaliar com maior clareza os fatos e características reais que desencadearam determinado desastre. As-

sim, parte dos alagamentos registrados no Estado de São Paulo podem ser de fato, inundações ou enxurradas, o que explica o alto número de afetados.

O Gráfico 15 apresenta os prejuízos registrados no Estado de São Paulo por alagamentos no período analisado, indicando que as edificações mais afetadas foram as habitações, com 1.642 danificadas e 31 destruídas. Além disso, 20 unidades de saúde foram destruídas, enquanto 04 foram danificadas, 01 unidade de ensino foi destruída e 30 danificadas. Ressalta-se que escolas tendem a ser locais de abrigos durante eventos extremos e postos de saúde e 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 suscetíveis a ocorrências de eventos extremos.

Gráfico 15: Edificações destruídas e danificadas pelos alagamentos no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

No que se refere aos danos materiais, a Tabela 14 traz a quantificação dos municípios mais atingidos. Observa-se que Itaquaquecetuba aparece novamente em primeiro lugar, com 1.520 edificações danificadas. O registro desse município traz como causa do desastre as chuvas torrenciais nas Bacias do Rio Tietê (volume de chuvas 62% maior do que a media histórica), no córrego do Uma e no córrego Jaguari, com índices pluviométricos de 29,2mm (27/01/2010), 8,3mm (28/01/2010) e 12,2mm (29/01/2010), respectivamente. Nota-se claramente que o desastre, que foi registrado como alagamento, tratou-se de uma inundação ou enxurrada.

Como a sociedade, ao longo da sua história, procurou se estabelecer próxima aos rios e cursos de água, os eventos de enxurrada e inundações ocasionam um elevado número de habitações destruídas e danificadas. As causas deste cenário estão relacionadas à ocupação do espaço urbano pela população e à atual gestão da drenagem no nível local. Assim, a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana nos municípios, aliada a outras medidas não estruturais, poderia colaborar para a redução

Tabela 14: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012)

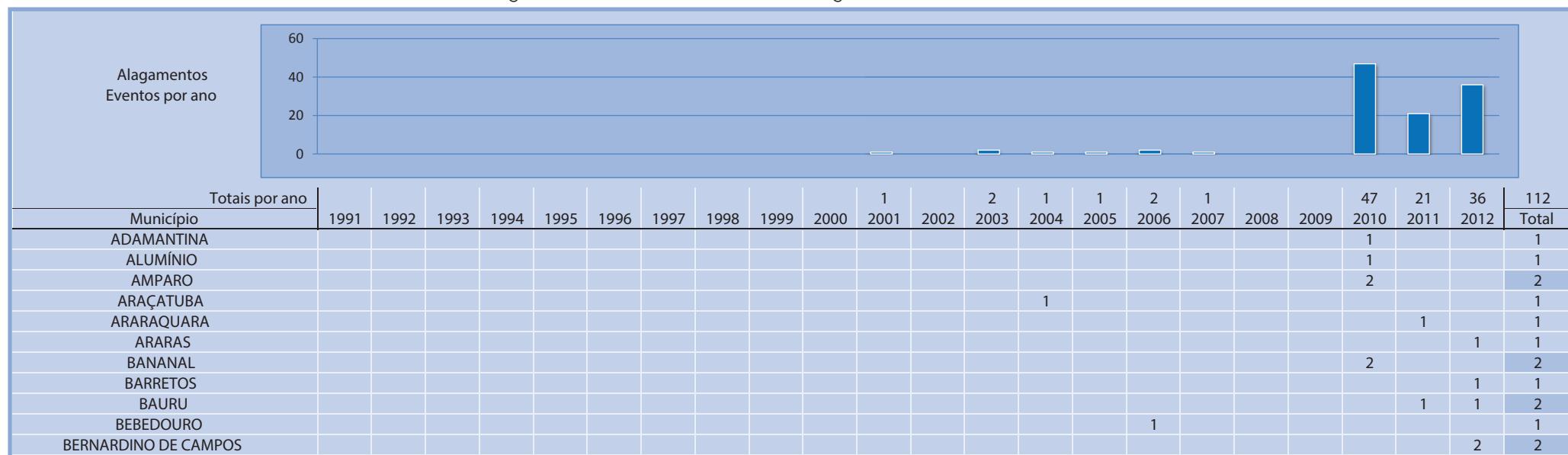
Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2010	Itaquaquecetuba	Metropolitana de São Paulo	-	1.520	1.520
2010	Nova Campina	Itapetininga	20	66	86
2006	Bebedouro	Ribeirão Preto	25	37	62
2011	Valentim Gentil	São José do Rio Preto	11	32	43
2012	Bernardino de Campos	Assis	12	6	18
2005	Itupeva	Macro Metropolitana Paulista	-	9	9
2011	JAÚ	Bauru	-	5	5
2006	Itupeva	Macro Metropolitana Paulista	-	5	5

Fonte: Brasil (2013)

dos alagamentos e, consequentemente, dos transtornos e desastres associados a esse tipo de evento.

O Infográfico 4 apresenta um resumo dos registros oficiais de alagamentos ocorridos no Estado de São Paulo no intervalo de tempo considerado.

Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado de São Paulo



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado de São Paulo

CACHOEIRA PAULISTA					1				1			1
CAIEIRAS									1			1
CAJAMAR									1			1
CAJATI												1
CAMPINAS									1			1
CAPELA DO ALTO									1			1
CAPIVARI											1	1
CARAPICUÍBA											1	1
CRUZEIRO									1			1
CUBATÃO									1			1
DIADEMA										3		3
FERNANDÓPOLIS											1	1
FRANCA											1	1
GUARATINGUETÁ									1			1
GUARULHOS									1	1	1	3
HORTOLÂNDIA										1		1
ITAQUAQUECETUBA										1		1
ITUPEVA								1	1			2
JAMBEIRO									1			1
JAÚ									1	1	2	4
LINS										3		3
LORENA										1		1
MAIRINQUE										1		1
MAUÁ										1		1
MOCOCA										1		1
MOGI DAS CRUZES										1		1
MOJI MIRIM											1	1
NOVA CAMPINA									1			1
OSASCO										1		1
OSVALDO CRUZ								1				1
PALMARES PAULISTA											1	1
PARIQUERA-AÇU							1					1
PENÁPOLIS											1	1
PERUÍBE									2			2
PIEDADE									1			1
PILAR DO SUL									1			1
PIRACICABA											2	2
PORTO FELIZ											1	1
PORTO FERREIRA											1	1
PRACINHA									1			1
PRAIA GRANDE									1			1
PRESIDENTE PRUDENTE									1			1
REGENTE FEIJÓ									1			1
REGISTRO											1	1
RIO CLARO									1	4	5	
ROSANA										1		1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado de São Paulo

SANTA BÁRBARA D'OESTE								1	1	1
SANTO ANDRÉ								1	1	2
SANTO ANTÔNIO DO ARACANGUÁ								1	1	1
SANTOS								1	1	2
SÃO BERNARDO DO CAMPO								2	1	3
SÃO CAETANO DO SUL								1	1	2
SÃO JOÃO DA BOA VISTA								1		1
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO									1	1
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS								1		1
SÃO LUIS DO PARAITINGA								1		1
SÃO PAULO								2	3	1
SÃO ROQUE								1		1
SÃO SEBASTIÃO								1		1
SÃO VICENTE								1		1
SERRA NEGRA								1		1
SOROCABA								1		2
SUZANO								1	1	2
TREMEMBÉ								1		1
UBARANA								1		1
URUPÉS								1		1
VALENTIM GENTIL								1		1
VARGEM GRANDE PAULISTA									1	1
VINHEDO									1	1

Fonte: Brasil (2013)

## Referências

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

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

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

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

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

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

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.

PELLEGRINA, G. **Variabilidade climática, desastres naturais e a relação com eventos severos no Estado de São Paulo**. CLIMEP: Climatologia e Estudos da Paisagem, [S.l.], v. 7, n. 1-2, p. 46, jan. /dez. 2012.

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. **Inundações urbanas**. Porto alegre: ABRH; Rhama, 2007b. 358 p.

\_\_\_\_\_. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério da Cidades; Global Water Partnership; Wolrd Bank; Unesco, 2005. Disponível em: <[http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs\\_resid\\_solidos/GestaoAguasPluviaisUrbanas.pdf](http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs_resid_solidos/GestaoAguasPluviaisUrbanas.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2013.

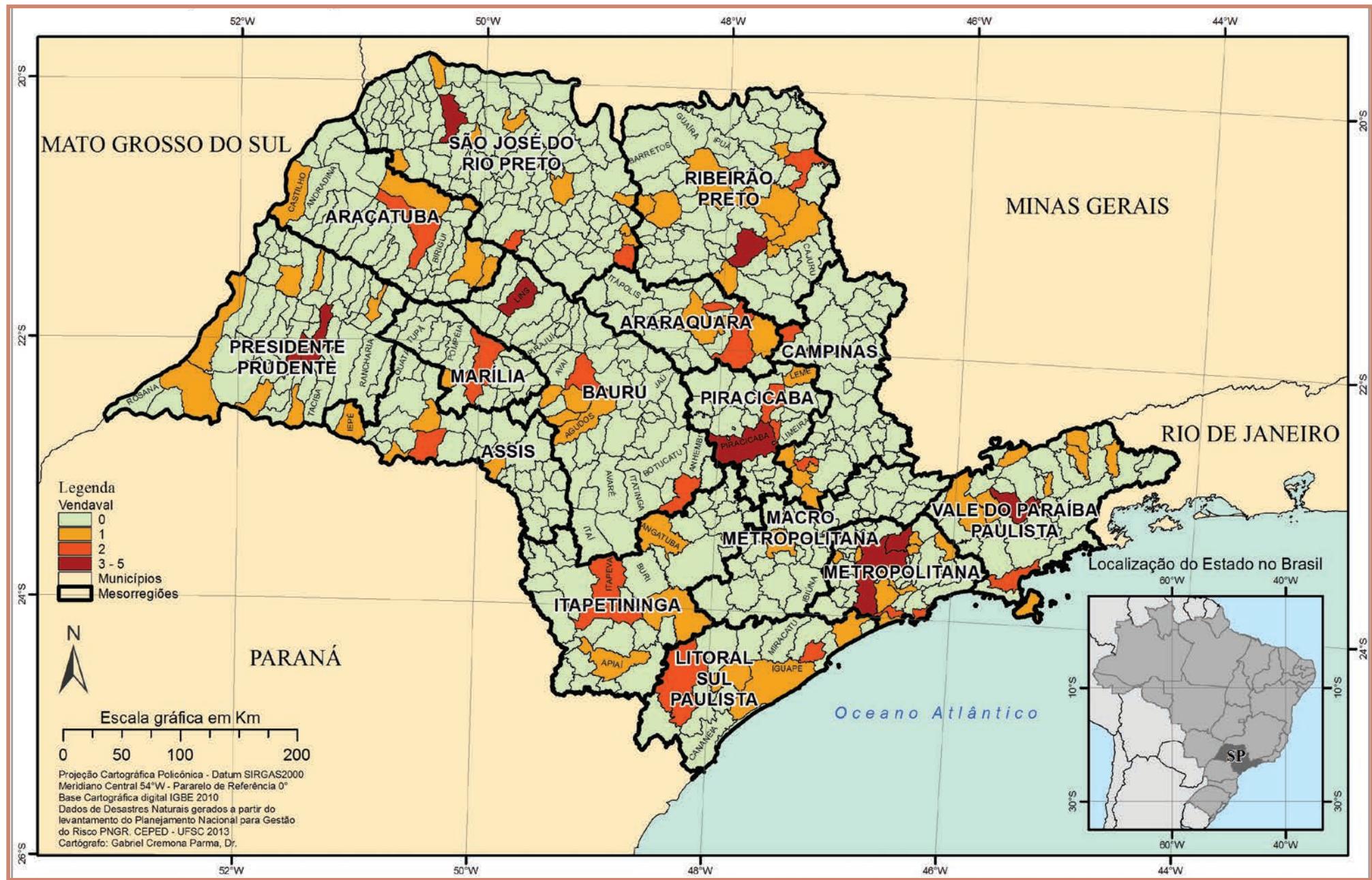
TUCCI, C. E. M.; HESPAÑOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. de M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

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



VENDAVAL

Mapa 6: Registros de vendavais no Estado de São Paulo de 1991 a 2012



Quanto à sua origem, segundo a COBRADE (2012), vendaval é enquadrado como desastre natural de causa meteorológica relacionado às tempestades, por meio da intensificação do regime dos ventos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

No entanto, as ocorrências de vendaval no Estado de São Paulo, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram 145 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.

Percebe-se que há registro em todas as mesorregiões, com distribuição de municípios atingidos por todo o Estado. O município de Ribeirão Preto, situado na Mesorregião Ribeirão Preto, foi o mais afetado, com 5 registros. Em segundo lugar, com 4 registros, estão os municípios de Fernandópolis, localizado na Mesorregião São José do Rio Preto, Lins, localizado na Mesorregião Bauru, e São Paulo, localizado na Mesorregião Metropolitana de São Paulo.

A mesorregião mais afetada foi a Metropolitana de São Paulo, que concentrou 21 ocorrências. Dos 45 municípios pertencentes a essa mesorregião, 14 registraram o evento, sendo que Guarujá e São Vicente registraram 2 vezes, Guarulhos 3 vezes e São Paulo 4 vezes. 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 probabilidade de danos humanos e materiais oriundos de vendavais.

Dentre os principais sistemas meteorológicos que afetam o tempo e suas relações com a ocorrência de eventos adversos na Região Sudeste do Brasil, destacam-se os Ciclones Extratropicais, que são perturbações que se

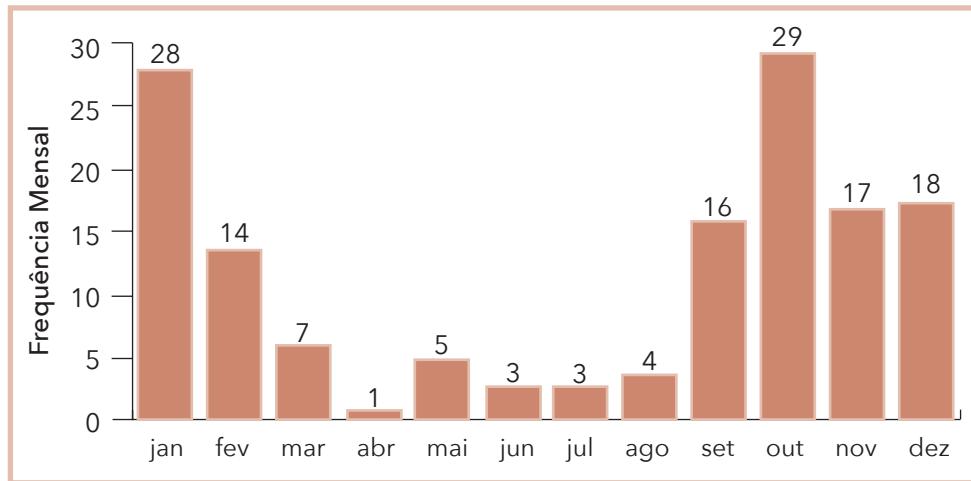
originam na baixa troposfera e podem causar ressacas, chuvas intensas e ventos fortes; os Sistemas Convectivos Isolados, que ocorrem geralmente no verão e podem se associar aos Sistemas Frontais gerando muita chuva, vendavais e granizo; os Complexos Convectivos de Mesoescala, sistemas com intensidade 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 frontais podem ocorrer o ano inteiro, mas é no inverno que a sua atuação é mais frequente e intensa (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

Com relação à frequência mensal dos vendavais, os registros se distribuem entre quase todos os meses do ano, conforme ilustra o Gráfico 16. No entanto, durante os meses de verão, pode-se constatar que as ocorrências de vendavais são mais significativas. Provavelmente a explicação para este fato esteja nas instabilidades associadas às passagens de Sistemas Frontais que podem provocar vendavais intensos, ciclones e até tornados. Os Sistemas Frontais podem ser identificados em imagens de satélite como uma banda de nuvens que se desloca de sudoeste para nordeste sobre o continente e oceano Atlântico. As nuvens se formam na confluência entre a massa de ar fria, mais densa, que quando avança em direção ao norte penetra sob uma massa de ar quente. 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, 2012 foi um ano com excepcional número de ocorrências em comparação com os outros anos, com um total de 87 registros.

Em 2012 os meses que tiveram mais registros foram outubro, com 28, e novembro, com 23. No decorrer do mês de outubro os acumulados mensais de precipitação excederam a média climatológica em algumas áreas. O sistema frontal que atuou entre os dias 22 e 24 de outubro, associado a perturbações na média e alta troposfera, evoluiu para o ciclone extratropical que causou ventos fortes em várias cidades da Região Sudeste (AS CHUVAS..., 2012a). Em novembro, ocorreu a formação de

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



Fonte: Brasil (2013)

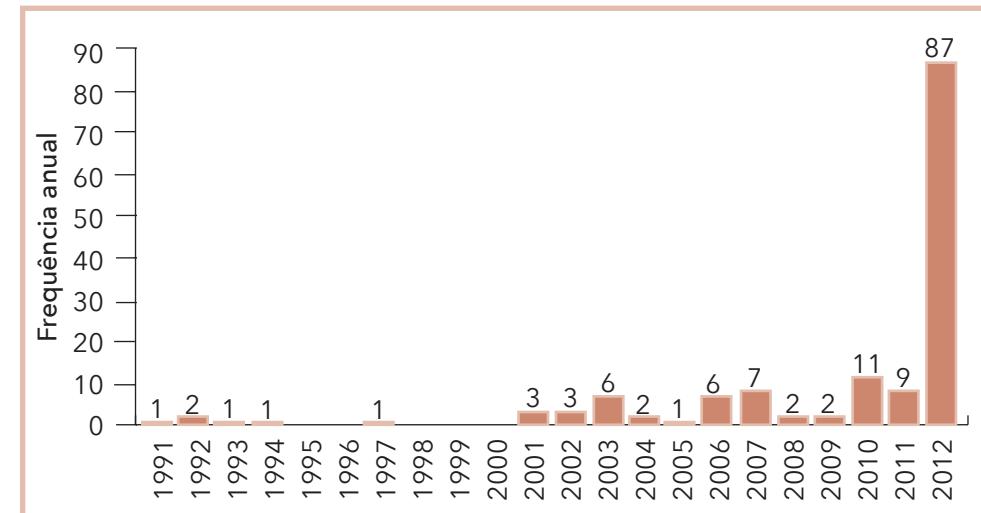
regiões de convergência de umidade sobre as Regiões Centro-Oeste e Sudeste e o sul da Região Norte, caracterizadas por dois episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que contribuíram para o excesso de chuva durante o mês de novembro (PERSISTEM..., 2012b).

Os danos humanos causados por desastres naturais associados a eventos adversos de causa eólica deixaram mais de 490 mil pessoas afetadas nos municípios com registros no Estado de São Paulo durante os anos analisados. A alta densidade demográfica aliada à ocupação desordenada em áreas de risco faz com que a população do estado seja fortemente impactada pelas adversidades atmosféricas.

Conforme se pode observar no Gráfico 18, durante as ocorrências de vendavais registradas, 494.083 pessoas foram afetadas, 1.908 desalojadas, 184 desabrigadas, 37 enfermas, 18 feridas e 21 mortas ao longo dos anos analisados. A maior parte das mortes foi registrada em 2012.

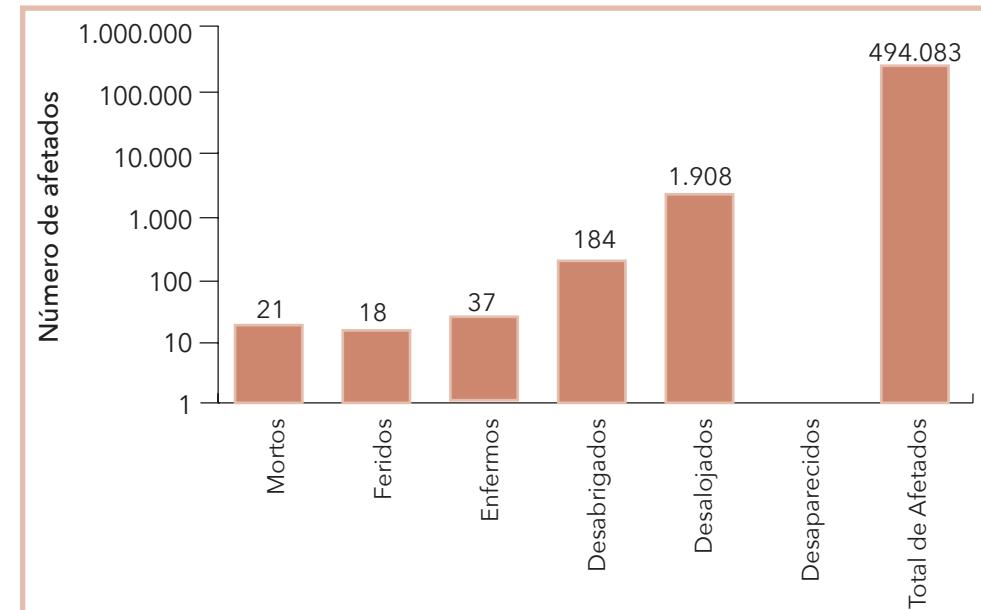
Em relação ao total de mortos, feridos, desalojados e afetados, pode-se observar na Tabela 15 os 15 municípios de São Paulo que tiveram vítimas fatais devido aos desastres naturais por vendavais. Entre os atingidos, Sumaré, localizado na Mesorregião Campinas, foi o que apresentou o maior

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



Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

número de afetados – 199.200 habitantes -, devido ao evento registrado em outubro de 2011. De acordo com o documento oficial, parte da área urbana foi afetada por vendavais com velocidade de mais de 116 km/h, correspondendo ao grau 11 da Escala de Beaufort, seguidos por chuvas fortes.

Tabela 15: Os municípios mais afetados por eventos de granizos entre os anos de 1991 a 2012

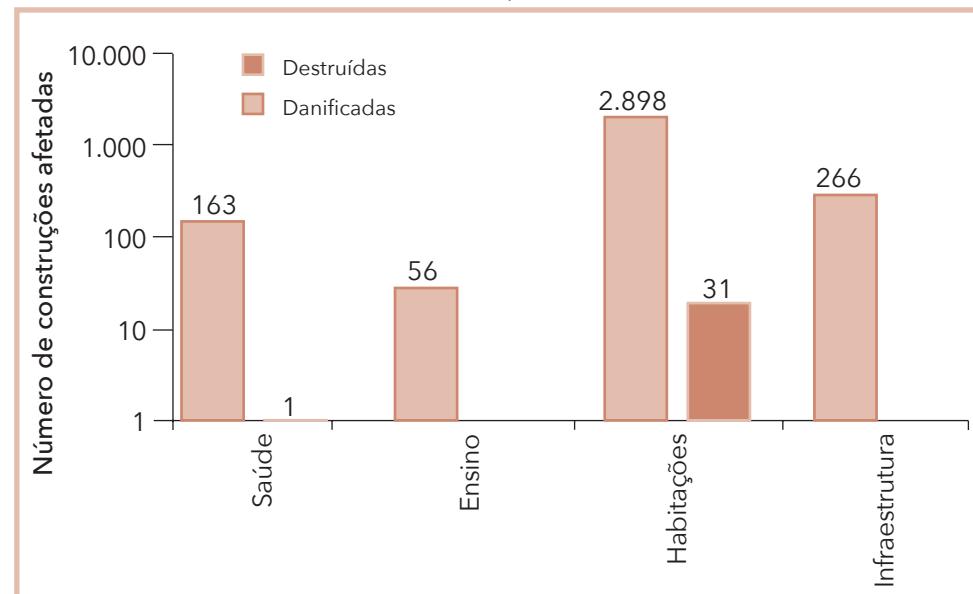
Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Feridos	Desalojados	Total de Afetados
1992	Ubarana	São José do Rio Preto	3	0	0	0
1992	Ilhabela	Vale do Paraíba Paulista	3	0	0	0
2011	Sumaré	Campinas	2	1	0	199.200
2010	Monte Azul Paulista	Ribeirão Preto	2	0	0	0
2012	Guarulhos	Metropolitana de São Paulo	1	0	0	4
2012	Guarujá	Metropolitana de São Paulo	1	0	0	4
2011	Piracicaba	Piracicaba	1	0	0	3
2012	Piratininga	Bauru	1	0	0	1
2012	Bofete	Bauru	1	0	0	1
2011	Presidente Prudente	Presidente Prudente	1	0	0	1
2012	Osasco	Metropolitana de São Paulo	1	0	0	1
2011	Praia Grande	Metropolitana de São Paulo	1	0	0	1
2012	São Paulo	Metropolitana de São Paulo	1	0	0	1
2003	Iracemápolis	Piracicaba	1	0	3	0
2010	Bofete	Bauru	1	0	0	0
1991-2012	Estado de São Paulo		21	18	1.908	494.083

Fonte: Brasil (2013)

Com relação aos danos materiais, o Estado de São Paulo apresentou um total de 3.383 construções danificadas e 32 destruídas por vendavais no período de 1991 a 2012. De acordo com o Gráfico 19, a maior parte dos danos materiais foi nas habitações, com destaque para o município de Fernandópolis, localizado na Mesorregião São José do Rio Preto, com o maior número de habitações danificadas – 550, e destruídas – 5.

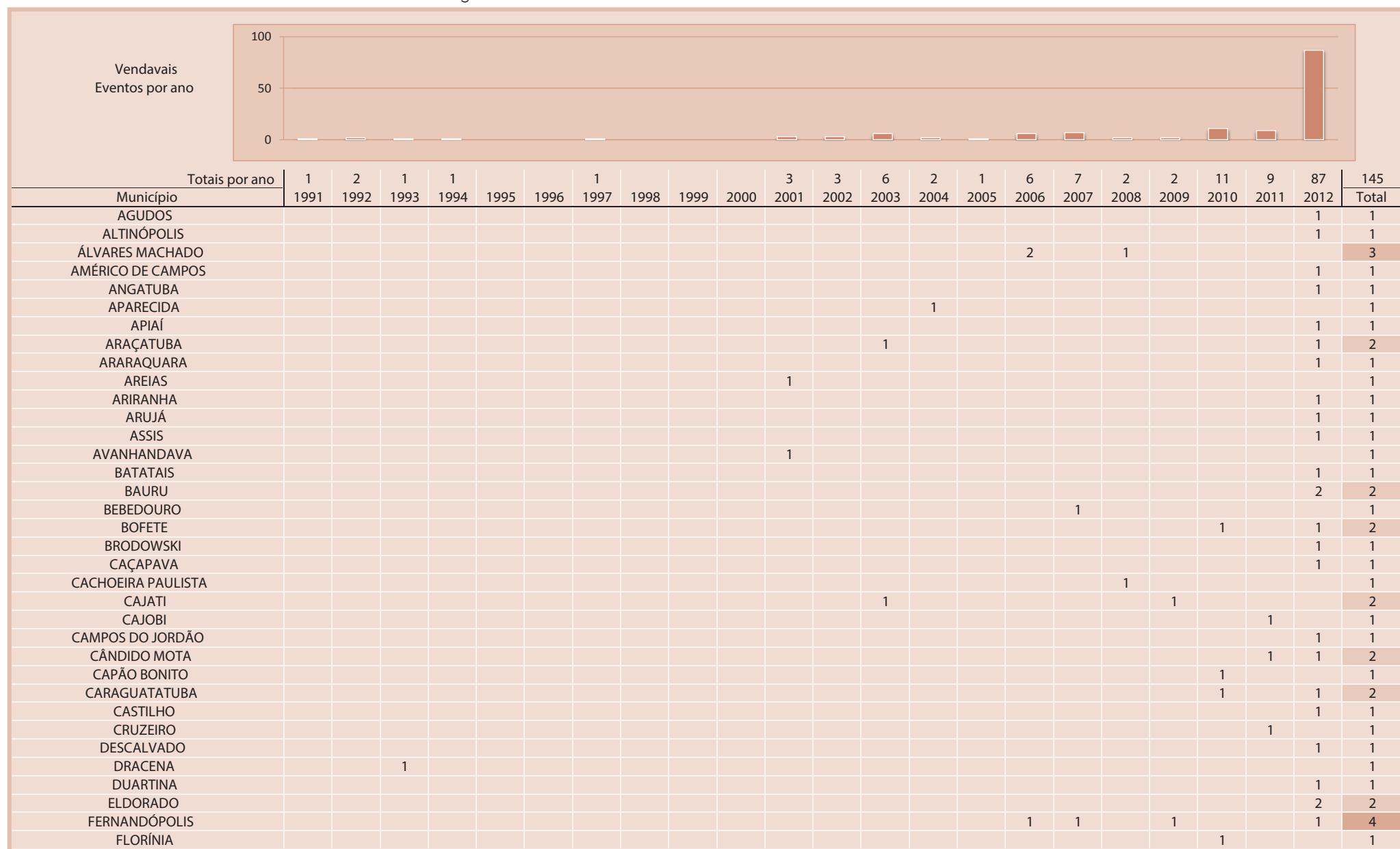
Alguns bairros da área urbana do município de Fernandópolis foram atingidos em novembro de 2006, por uma chuva com duração de aproximadamente 40 minutos, acompanhada por rajadas de vento fortes. Além dos danos materiais, o evento deixou 2 pessoas feridas e um total de 15.564 afetadas.

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



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado de São Paulo



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado de São Paulo

FRANCA								2	2
GUARAREMA								1	1
GUARUJÁ								2	2
GUARULHOS							1	2	3
GUATAPARÁ								1	1
GUZOLÂNDIA						1			1
HORTOLÂNDIA								1	1
IEPÊ					1				1
IGUAPE							1		1
ILHABELA	1								1
INDAIATUBA								1	1
IRACEMÁPOLIS					2				2
IRAPURU							1		1
ITANHAÉM								1	1
ITAPEVA								2	2
ITAPEVI								1	1
ITAQUAQUECETUBA								1	1
ITARIRI						2			2
LEME								1	1
LINS								4	4
MARÍLIA								2	2
MONTE AZUL PAULISTA							1		1
MONTE MOR							1		1
MORRO AGUDO					1				1
NARANDIBA									1
OSASCO								1	1
OSCAR BRESSANE					1				1
OSVALDO CRUZ					1				1
OURINHOS								1	1
OURENSE						1			1
PALMARES PAULISTA								1	1
PAULISTÂNIA								1	1
PENÁPOLIS								1	1
PIRACICABA								1	2
PIRATININGA								1	1
PORTO FERREIRA						1			1
PRAIA GRANDE								1	2
PRESIDENTE EPITÁCIO									1
PRESIDENTE PRUDENTE					1			2	3
REGISTRO								1	1
RIBEIRÃO CORRENTE								1	1
RIBEIRÃO PRETO	1							1	3
RIO CLARO								2	2
SALES OLIVEIRA					1				1
SANDOVALINA					1				1
SANTA ADÉLIA								2	2

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado de São Paulo

SANTA BÁRBARA D'OESTE		1		1
SANTA LÚCIA			2	2
SANTO ANDRÉ		1		1
SANTO ANTÔNIO DO ARACANGUÁ			1	1
SÃO BERNARDO DO CAMPO			1	1
SÃO CAETANO DO SUL			1	1
SÃO CARLOS			2	2
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO			1	1
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS			1	1
SÃO PAULO		1	3	4
SÃO VICENTE	1			2
SERRANA			1	1
SOROCABA			1	1
SUMARÉ		2		2
TABOÃO DA SERRA			1	1
TAUBATÉ			3	3
TEODORO SAMPAIO	1			1
TURIÚBA			1	1
UBARANA	1			2
VALENTIM GENTIL			1	1

Fonte: Brasil (2013)

## Referências

AS CHUVAS podem continuar escassas sobre o nordeste do Brasil.

**Infoclima:** Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 19, n. 11, nov. 2012a. Disponível em: <[http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf\\_infoclima/201211.pdf](http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201211.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2013.

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

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

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

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

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

PERSISTEM condições desfavoráveis às chuvas em parte da região nordeste. **Infoclima:** Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 19, n. 12, dez. 2012b. Disponível em: <[http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf\\_infoclima/201212.pdf](http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201212.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2013.

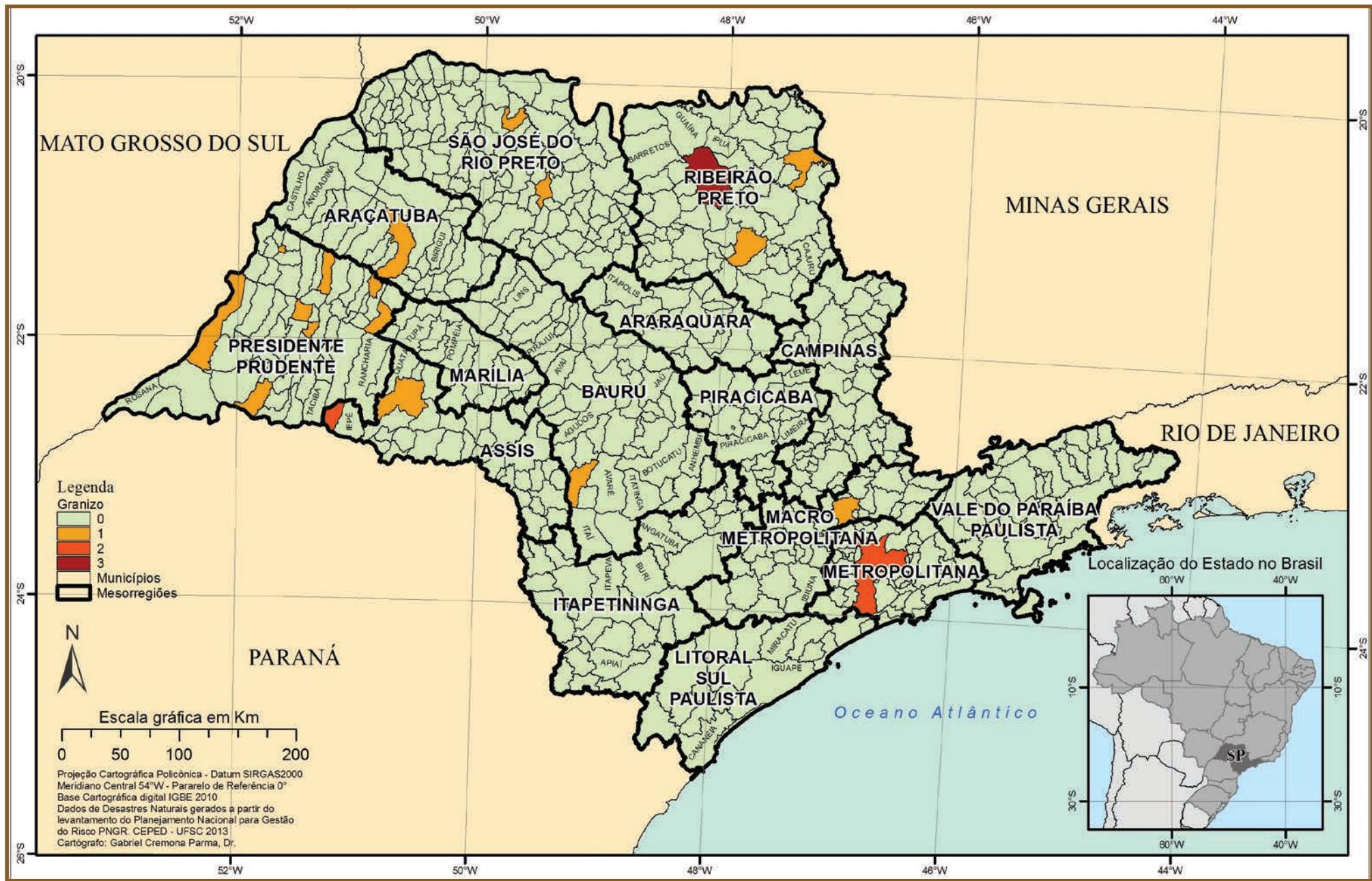
TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2013.

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

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

GRANIZO

Mapa 7: Registros de granizos no Estado de São Paulo de 1991 a 2012



**G**s granizos, também conhecidos por saraivada, de acordo com a CO-BRADE compõem o grupo de desastres naturais meteorológicos relacionados às tempestades. São caracterizados por precipitação sólida de pedras de gelo, transparentes ou translúcidas, de forma esférica ou irregular, de diâmetro igual ou superior a 5 mm (VAREJÃO SILVA, 2001).

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

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

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

O grau de dano causado por ocorrência de granizos depende basicamente do tamanho das pedras, da densidade da área, da duração do temporal, da velocidade de queda e das características dos elementos atingidos. No entanto,

chuvas intensas e ventos fortes quando acompanham o granizo aumentam os danos.

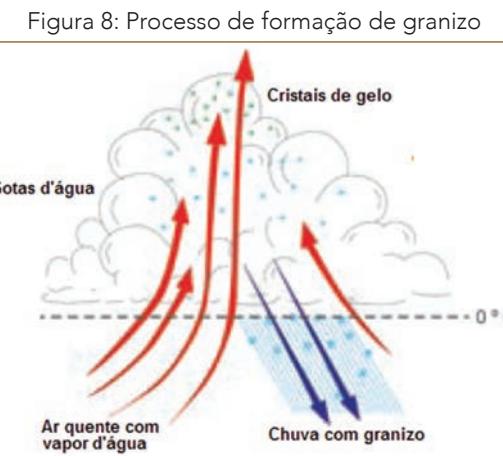
A agricultura é um dos setores econômicos que mais sofrem com este fenômeno, pois plantações inteiras podem ser destruídas, dependendo da quantidade e dos tamanhos das pedras de gelo. De acordo com Tavares (2009), no Brasil, as culturas de frutas de clima temperado, como maçã, pera, pêssego e kiwi, e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

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

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

Apesar de se encontrar, em maior parte, em área de clima tropical, menos propício à formação de granizos em relação ao clima temperado, o Estado de São Paulo apresentou 23 registros oficiais do fenômeno entre 1991 e 2012, que foram espacializados no Mapa 7.

No Estado de São Paulo predomina o clima tropical de altitude, tendo como característica temperaturas mais baixas que na costa atlântica, verões chuvosos e invernos secos (SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, [20--?]). O estado é cortado



Fonte: Tavares (2009)

pelo trópico de Capricórnio aos 23,44 °S, sendo, portanto, marcado pela transição entre climas quentes de baixas latitudes e climas mesotérmicos das latitudes médias (NIMER, 1979). Ainda que as ocorrências de granizo sejam mais evidentes no sul do Brasil, onde o clima temperado é mais marcante, a altitude e o clima presentes no planalto paulista possibilitam o acontecimento do evento natural adverso de granizo nesta porção do estado. Normalmente a ocorrência de granizo em regiões tropicais se dá em áreas de maior altitude em regiões continentais.

Desta forma, a maior parte dos municípios atingidos encontra-se mais afastada do litoral, na porção que compreende o planalto, onde as altitudes, de modo geral, variam entre 300 e 900 metros (BRASIL, [20--?]).

Dentre os municípios atingidos destaca-se Morro Agudo, localizado na Mesorregião do Ribeirão Preto, que registrou 3 recorrências, em setembro de 2002, dezembro de 2003 e em dezembro de 2004 (nesta última ocorrência, o município decretou situação de emergência). Seguem os municípios de Nantes, localizado na Mesorregião de Assis, e São Paulo, localizado na Mesorregião Metropolitana de São Paulo, com 2 ocorrências cada.

Nantes registrou granizos em julho de 2009, que devastaram lavouras de cana-de-açúcar, café e milho, bem como, danificaram o telhado de inúmeras residências. O município foi novamente afetado em março de 2010, quando também foi decretado estado de emergência no município por esse tipo de ocorrência.

São Paulo registrou granizos em julho de 1997, devido a um temporal rápido, que causou danos na rede elétrica e deixou 90 mil pessoas sem energia. Em abril de 1999 o município foi novamente afetado, devido a fortes chuvas acompanhadas de queda de granizo e ventos de até 126 km/h.

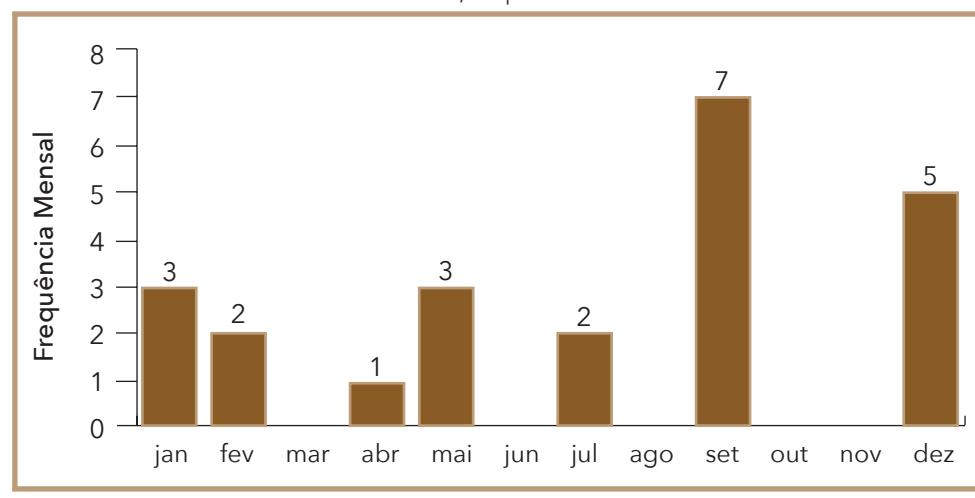
As ocorrências de granizos podem estar relacionadas com as Frentes Frias (FFs) ou Sistemas Frontais oriundos das latitudes subtropicais, que atingem o Sudeste e induzem à formação de nebulosidade convectiva sobre essa região. São caracterizados por uma banda de nuvens que se desloca de sudoeste para nordeste sobre o continente e Oceano Atlântico. As nuvens se formam na confluência da massa de ar frio mais densa que penetra sob uma massa de ar quente, quando avança em direção ao norte. Durante os meses mais quentes, podem interagir com o ar tropical

quente e úmido, gerando convecção profunda com precipitação intensa, algumas vezes com ventos fortes e granizo (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009).

Essa tipologia de desastre natural é considerada comum na época das chuvas, que ocorrem nos meses de primavera e principalmente no verão no Estado de São Paulo 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).

Com relação à frequência mensal dos registros, no Gráfico 20 percebe-se que os desastres estiveram distribuídos ao longo do ano, destacando-se setembro, com 7 registros. Este mês corresponde ao início da estação chuvosa no Estado e apresenta temperaturas mais elevadas em relação ao inverno, o que pode aumentar a probabilidade das chuvas serem acompanhadas por tempestade com trovoadas e quedas de granizo.

Gráfico 20: Frequência mensal de registros de granizo no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

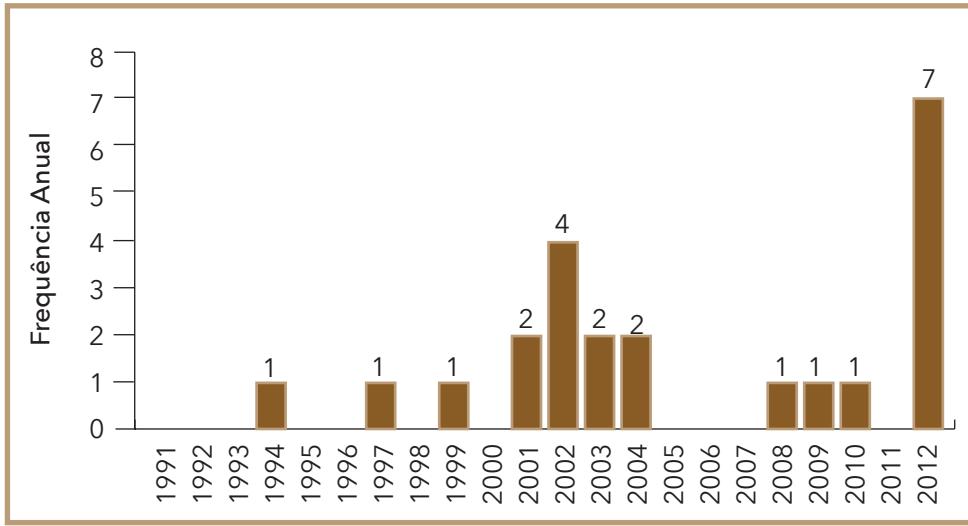


Fonte: Brasil (2013)

No Gráfico 21 verifica-se a distribuição anual dos eventos de granizos. Os registros de granizos tiveram maior intensidade entre os anos

de 2001 e 2004, sendo 2002 o ano com maior frequência, quando foram registrados 4 eventos em Franca, Mirassol, Morro Agudo e Parapuã.

Gráfico 21: Frequência anual de registros de granizo no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

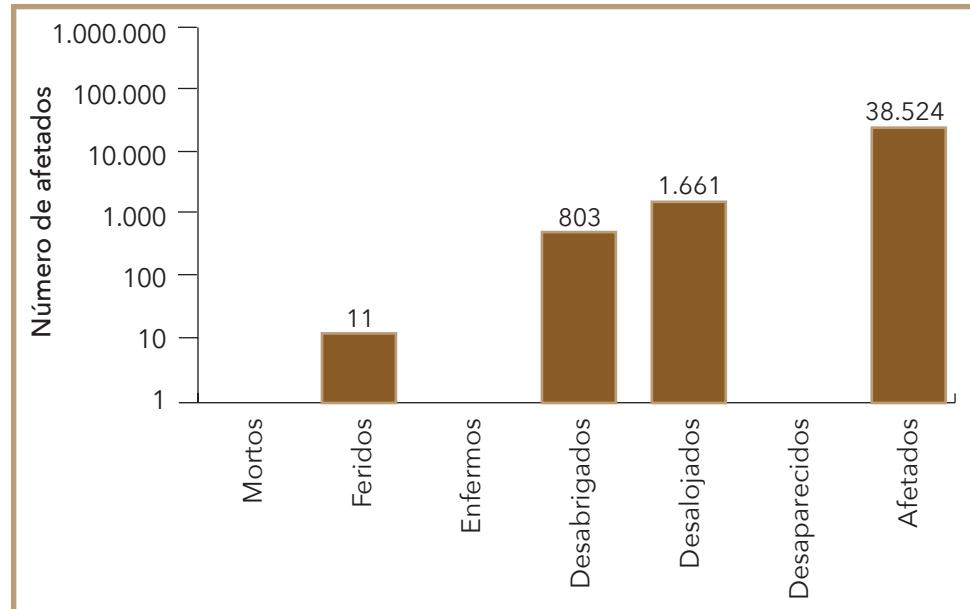
O ano que teve mais ocorrências foi 2012, com 7 registros. Em 4 deles, o desastre por granizo foi registrado no mês de setembro, atingindo os municípios de Alfredo Marcondes, Emilianoópolis e Sandovalina, localizados na Mesorregião Presidente Prudente; e Guararapes, localizado na Mesorregião Metropolitana Araçatuba. Segundo os documentos oficiais, nesses municípios os desastres registrados pelas quedas de granizo estiveram associados a vendavais.

Os poucos registros de desastres na escala temporal adotada podem estar associados ao fato desses 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 38 mil pessoas afetadas nos municípios com registros do Estado de São Paulo.

Conforme se pode observar no Gráfico 22, durante as ocorrências de granizos registradas, 38.524 pessoas foram afetadas, 1.661 desalojadas, 803 desabrigadas e 11 feridas ao longo dos anos analisados.

Gráfico 22: Danos humanos causados por granizos no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Em relação ao total de feridos, desabrigados, desalojados e afetados, pode-se observar na Tabela 16 os 5 municípios do Estado de São Paulo que tiveram mais danos devido aos desastres naturais por granizos. Entre os atingidos, Mirassol, localizado na Mesorregião São José do Rio Preto, foi o que apresentou o maior número de afetados, 35.000 habitantes, no evento registrado em setembro de 2002.

De maneira geral o granizo, enquanto desastre, causa grandes danos e prejuízos econômicos à agricultura e danos materiais e econômicos. Dentre os danos às culturas citados nos documentos oficiais estão aqueles ocorridos nas lavouras de cana, café e milho no município de Nantes, localizado na Mesorregião Assis, em julho 2009.

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

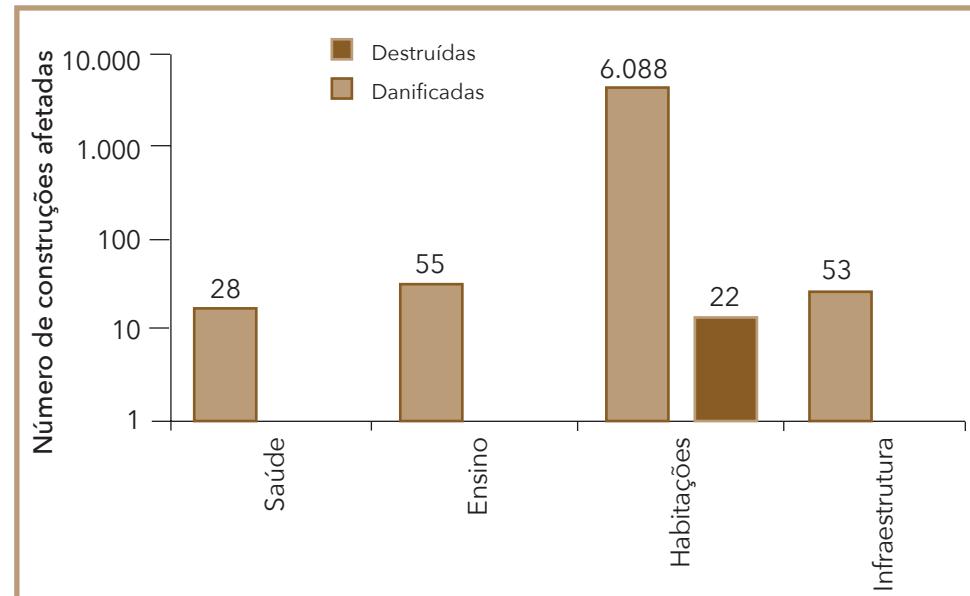
Ano	Município	Mesorregião	Feridos	Desabrigados	Desalojados	Total de Afetados
2002	Mirassol	São José do Rio Preto	0	200	0	35.000
2008	Paraguaçu Paulista	Assis	1	5	1.203	2.111
2009	Nantes	Assis	0	0	2	452
2002	Franca	Ribeirão Preto	10	140	168	359
2003	Morro Agudo	Ribeirão Preto	0	0	67	266
1991-2012	Estado de São Paulo		11	803	1.661	38.524

Fonte: Brasil (2013)

Com relação aos danos materiais, o Estado de São Paulo teve um total de 6.224 construções danificadas e 22 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 para o município de Mirassol, localizado na Mesorregião São José do Rio Preto, com o maior número de habitações danificadas, e Morro Agudo, localizado na Mesorregião Ribeirão Preto, com o maior número de habitações destruídas.

O município de Mirassol foi atingido em setembro 2002, com o evento alcançando 70% da área urbana e 45% da área rural. Nesse evento, chuvas intensas com queda de grande quantidade de granizo seguida de ventos muito fortes, em torno de 140 km/h, provocaram muitos danos e deixaram 5.045 habitações danificadas. O município de Morro Agudo

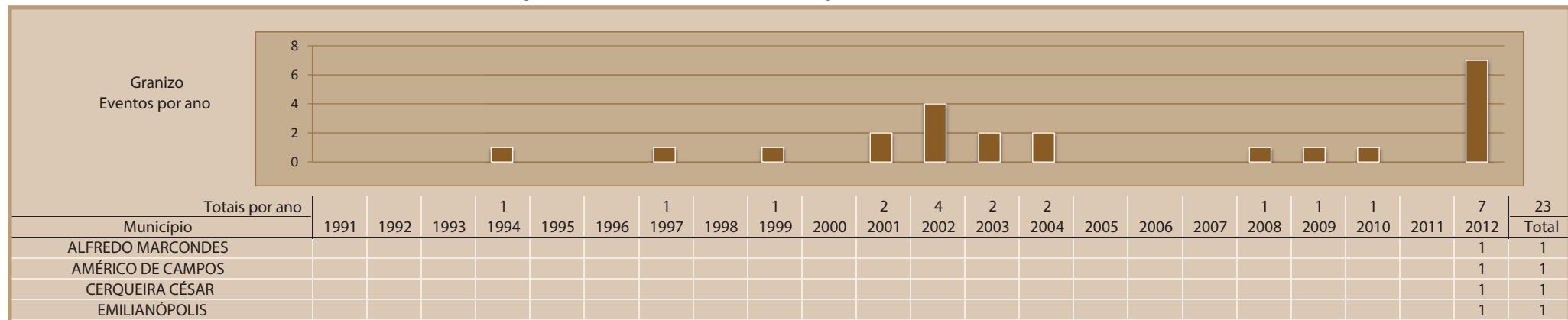
Gráfico 23: Danos materiais causados por granizos no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

registrou fortes ventos e precipitação de granizo em dezembro 2003, deixando 16 habitações destruídas e 75 danificadas.

Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado de São Paulo



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado de São Paulo

FRANCA				1																	1
GUARARAPES																				1	1
JUNDIAÍ																				1	1
MIRASSOL					1																1
MORRO AGUDO					1	1	1													3	
NANTES																				2	
NOVA GUATAPORANGA							1														1
PACAEMBU								1													1
PARAGUAÇU PAULISTA																					1
PARAPUÃ																					1
PRESIDENTE EPITÁCIO								1													1
RIBEIRÃO PRETO			1																		1
ALMOÇAÇO																					1
SALMOURÃO																					1
SANDOVALINA								1												1	1
SÃO PAULO									1	1										2	

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, 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.

NIMER, E. **Recursos naturais e meio ambiente**. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p.

PEREIRA, Roberto Carlos Gomes. Chuva de granizo em São Paulo, um estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: CBMET, 2006. Disponível em: <<http://www.cbm.com/cbm-files/14-1949d7d6eed6591cdaf3d99fed4d19ab.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2013.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Tipos de Vegetação**. São Paulo: ECP/Sistemas Ambientais, [20--?]. Disponível em: <[http://www.consultoriaambiental.com.br/artigos/tipos\\_de\\_vegetacao.pdf](http://www.consultoriaambiental.com.br/artigos/tipos_de_vegetacao.pdf)>. Acesso em: 24 jul. 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: INMET, 2001.



GEADA

Mapa 8: Registros de geadas no Estado de São Paulo de 1991 a 2012



**A**s geadas, de acordo com o COBRADE, compõem o grupo de desastres naturais meteorológicos relacionados à ondas de frio.

A geada é formada pelo congelamento direto do vapor d'água existente na atmosfera, sem passagem pela forma líquida, e ocorre quando a temperatura ambiental cai a níveis abaixo de 0 °C (KOBAYAMA et al., 2006). Nessas condições, o orvalho congela-se, transformando-se em geada. Caracteriza-se pelo “depósito de gelo cristalino, sobre superfícies expostas ao ar livre, em forma de agulhas ou de prismas, ramificados ou não, de escamas, ou de leque” (VAREJÃO SILVA, 2001).

Conforme Castro (2003), as madrugadas de noites frias, estreladas e calmas são mais propensas ao fenômeno, com maior intensidade nos fundos de vales e regiões montanhosas e, menos intensamente, nas encostas mais ensolaradas.

Quanto aos processos de formação, as geadas podem ser divididas em: geada de advecção, provocada por ventos fortes com temperaturas muito baixas em decorrência da passagem de massas polares e capaz de atingir grandes extensões de áreas; e geada de radiação, que ocorre devido ao resfriamento intenso da superfície, que perde energia durante as noites de céu limpo, e sob o domínio de sistemas de alta pressão, sendo essa mais localizada (AYOADE, 1998 apud KOBAYAMA et al., 2006). Quanto ao aspecto visual podem ser reconhecidas como geada negra, mais rara e severa, formada em condições de pouca umidade; e geada branca, quando, em condições de maior umidade do ar, existe efetivamente o congelamento de água.

A geada negra significa invariavelmente danos à vegetação e agricultura, enquanto que a geada branca, nem sempre produz danos (MOTA, 1983). Com a baixa temperatura forma-se a geada, provocando o congelamento da seiva das plantas e podendo causar grandes prejuízos às culturas perenes e às culturas de inverno, plantadas nas regiões com climas subtropicais de altitude (ABREU; RIBEIRO, 2010). No Brasil, os maiores prejuízos ocorrem com as plantações de café, fumo, frutas cítricas e demais frutas de clima temperado e produtos hortigranjeiros. A pecuária, principalmente leiteira, é atingida pela interrupção no crescimento das pastagens nativas (CASTRO, 2003).

A ocorrência de geada está associada com massas de ar de origem polar, estacionária ou em deslocamento. Tais massas caracterizam-se por

baixa temperatura, baixo teor de umidade e ausência de nebulosidade (MONTEIRO, 2001). A geada acontece com mais frequência em regiões elevadas e frias, onde as massas polares são mais atuantes. No Brasil, ela ocorre, principalmente, nos planaltos da Região Sul e nas áreas montanhosas da Região Sudeste.

Todavia na Região Sudeste, apenas o Estado de São Paulo registrou desastres por geadas entre os anos de 1991 e 2012. São 6 registros oficiais de geada no estado nesse período, espacializados no Mapa 8.

As ocorrências foram registradas em municípios pertencentes à Mesorregião de Assis, próxima à divisa do estado com a Região Sul, sendo eles: Campos Novos Paulista, Cândido Mota, Florínia, Ibirarema, Palmital e Platina.

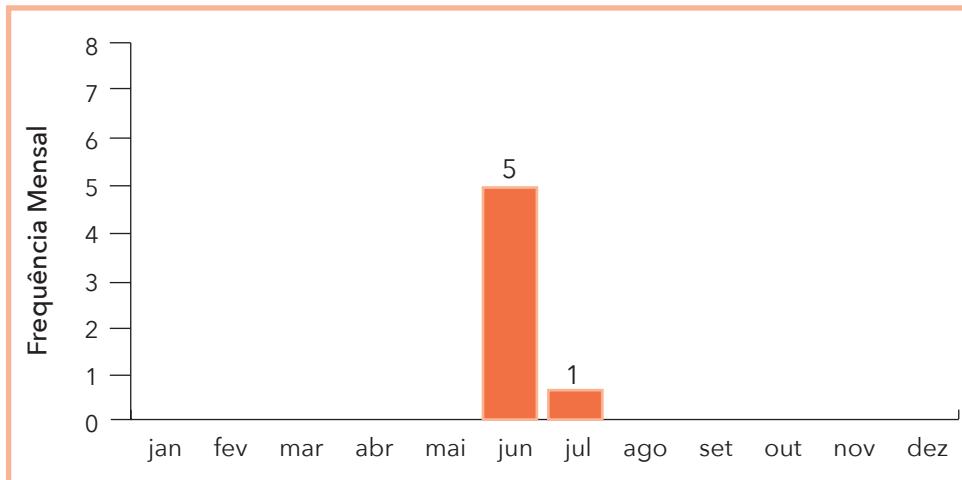
De acordo com o Infográfico 7, somente houve ocorrências do evento adverso de geada no ano de 2009. São cinco registros no mês de junho e um em julho, conforme o Gráfico 24. Provavelmente a explicação para que os eventos tenham ocorrido na mesma época e também concentrados na mesma mesorregião esteja relacionada com a atuação dos Sistemas Frontais, que são nuvens que se formam na junção entre as massas de ar frio, mais densas, e que adentram sob uma massa de ar quente, quando migram em direção ao norte (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009).

A passagem dos Sistemas Frontais ocorre principalmente no inverno e, além de causar chuvas, pode causar quedas bruscas de temperatura, provocando então, geadas, através da chegada das massas polares (SELUCHI, 2009).

Apesar das geadas ocorrerem mais comumente durante os meses de inverno, elas podem ter incidência também no final da primavera e início do outono, sendo, neste período, mais destrutivas do ponto de vista econômico, pois afetam a agricultura. De acordo com os documentos oficiais, os municípios de Campos Novos Paulista, Ibirarema, Palmital e Platina registraram danos na cultura do milho safrinha devido à ocorrência de geadas. Durante o evento nesses municípios, as temperaturas variaram de 0 a 4 °C.

Com relação à cafeicultura, pesquisas pretendem estimar os danos levando em consideração a temperatura. Alguns estudiosos determinaram, baseados em modelos estatísticos, as probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas inferiores a 2 e 1 °C obtidas em abrigo meteorológico. A adoção desse limite se fundamenta na constatação

Gráfico 24: Frequência mensal de registros de geada no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



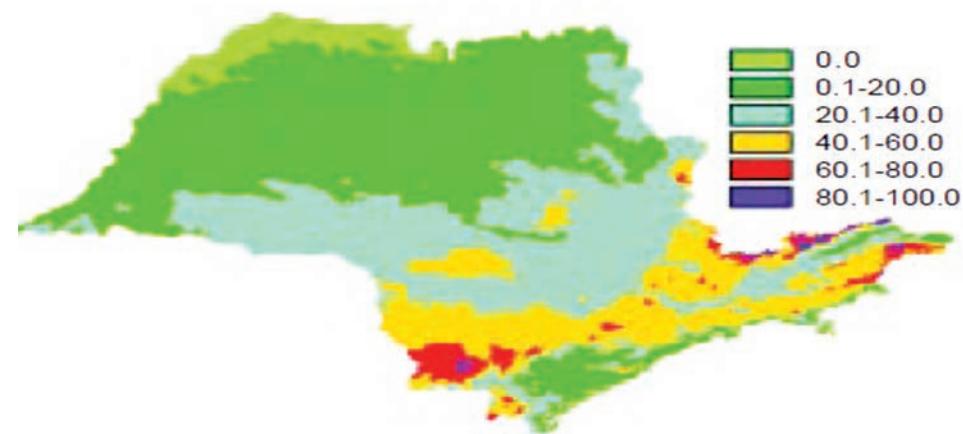
Fonte: Brasil (2013)

de que, em noites com ocorrência de geada, a diferença média entre as temperaturas mínimas do ar observadas em abrigo meteorológico e as mínimas de relva é da ordem de 5,6 °C. Assim, quando a temperatura mínima do ar é de 2 ou 1 °C, tem-se na folha exposta temperaturas de -3,6 e -4,6 °C, respectivamente, o que resulta no aparecimento de danos em cafeeiros. Quanto maior for a queda de temperatura abaixo desse limite, mais graves e extensos são os danos (ASTOLPHO et al., 2004).

Esses autores realizaram um mapa com a probabilidade de ocorrência de geadas, baseado nas temperaturas mínimas absolutas anuais menores de 1 oC (Figura 9). O mapeamento aponta probabilidades entre 60 e 100% de ocorrência nas regiões de altitude superior a 1.000 m na Serra da Mantiqueira e sudoeste do Estado de São Paulo. Nas regiões norte e noroeste, as probabilidades ficaram entre 0 e 20%. Em geral, as principais regiões cafeiras do estado (nordeste e centro-sul), apresentam probabilidades entre 20 e 40% (ASTOLPHO et al., 2004).

A ocorrência de geadas, pelas características do evento, não costuma resultar em graves danos humanos. Como se pode notar no Gráfico 25, o resultado das seis ocorrências do evento deixou 68.250 pessoas afetadas.

Figura 9: Probabilidade (%) de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas anuais <1°C

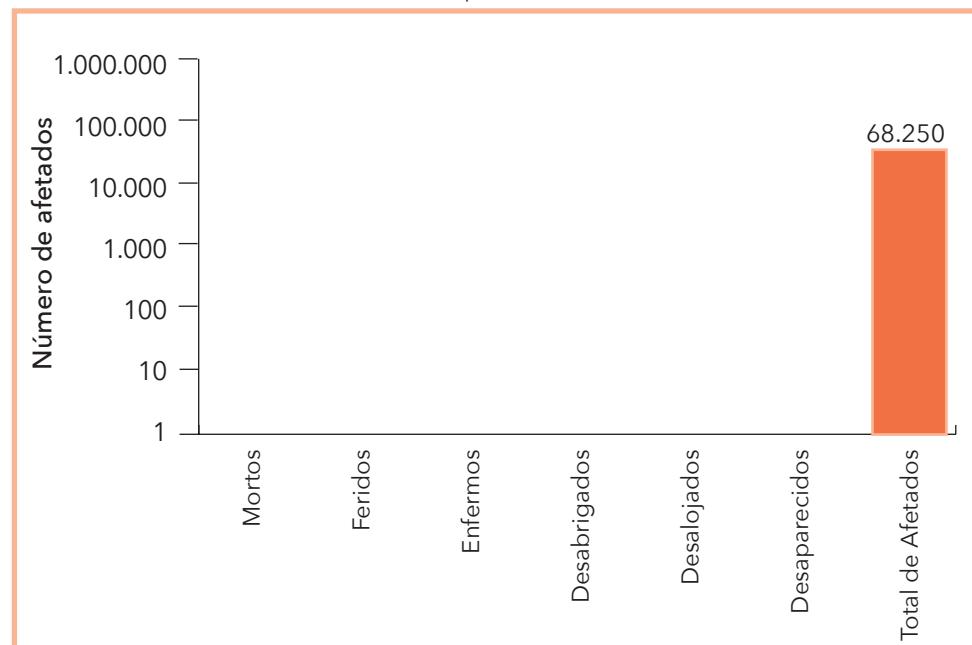


**Probabilidades (%) de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas anuais <1 °C, obtidas através da distribuição de valores extremos.**

Fonte: Astolpho et al. (2004)

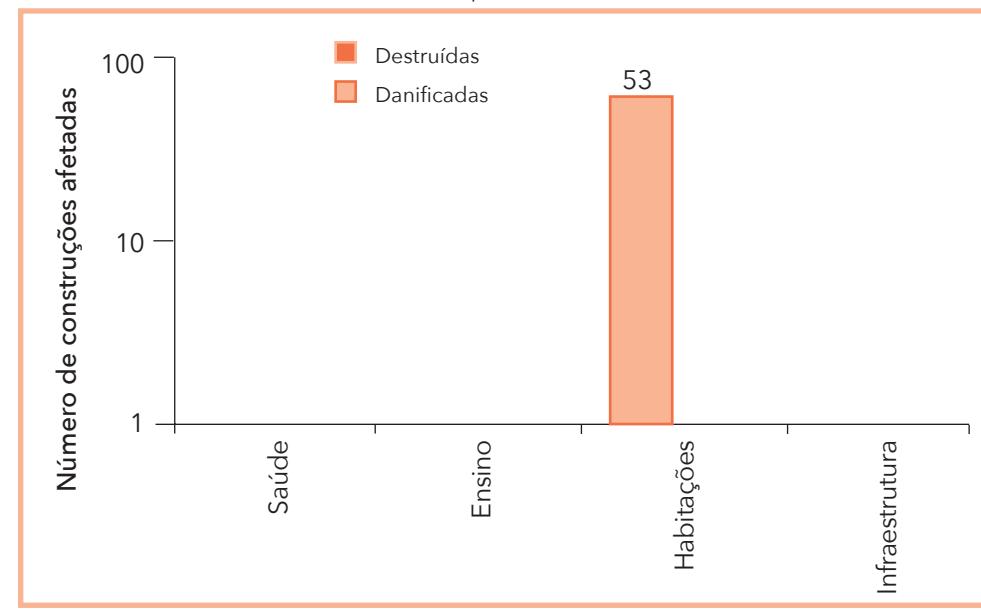
Com relação aos danos materiais, de acordo com o Gráfico 26, apenas registrou-se danos nas habitações no desastre ocorrido em Campos Novos Paulista, em junho de 2009, que deixou 53 moradias danificadas.

Gráfico 25: Danos humanos causados por geada no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 26: Danos materiais causados por geada no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 7: Síntese das ocorrências de geadas no Estado de São Paulo



Fonte: Brasil (2013)

# Referências

ABREU, José Paulo Melo; RIBEIRO, Antônio Castro. Os danos de geada: conceitos, mecanismos e modelos de simulação. In: FIGUEIREDO, T. de. **Clima e recursos naturais**: conferências de homenagem ao Prof. Doutor Dionísio Gonçalves. Bragança: Instituto Politécnico, 2010. p. 141-166.

ASTOLPHO, F. et al. Probabilidade de ocorrência de geadas no Estado de São Paulo. **O Agronômico**, Campinas, v. 56, n. 1, p.10-11, 2004. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/v56-1\\_Infomacoestecnicas1.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/v56-1_Infomacoestecnicas1.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2013.

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

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

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

KOBIYAMA, Masato et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading. 109p. 2006. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Livro%20%28Prevencao%20de%20Desastres%20Naturais%29.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2013.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, v. 16, n. 31, p. 69-78, 2001.

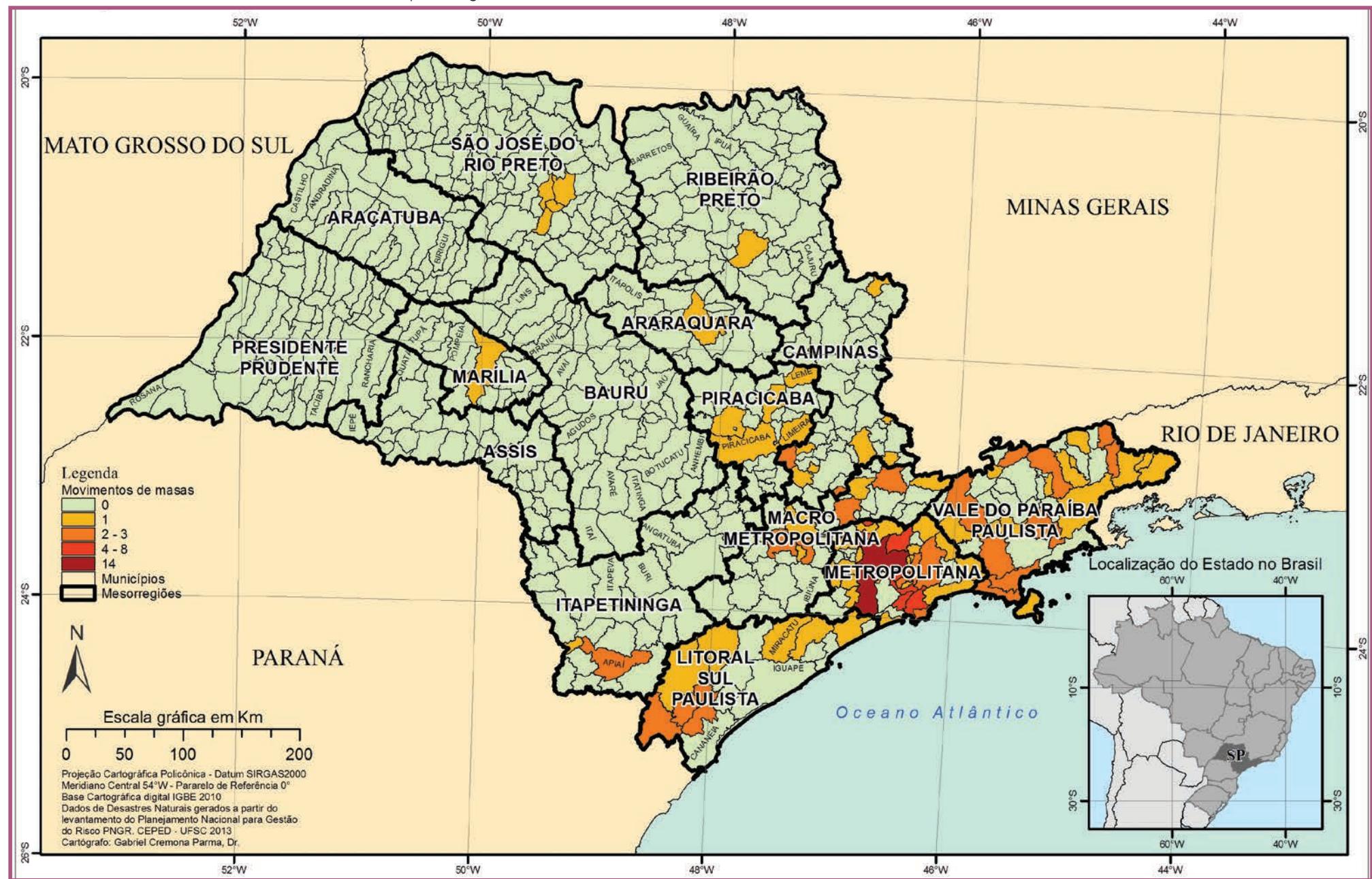
MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1983. 376 p.

SELUCHI, M. E. Geadas e friagens. In: CAVALCANTI, I. et al. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 150-167.

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

MOVIMENTO DE MASSA

Mapa 9: Registros de movimentos de massa no Estado de São Paulo de 1991 a 2012



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

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

## CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE MASSA

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

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

## CONDICIONANTES GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO

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. Fernandes e Amaral (1996) destacam, entre os diversos aspectos geológicos

Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento

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

Fonte: Augusto Filho (1992)

e geomorfológicos, as fraturas, falhas, foliação e bandeamento composicional, descontinuidades no solo, morfologia da encosta e depósitos de encosta. As principais associações destes aspectos em relação aos movimentos de massa são as seguintes:

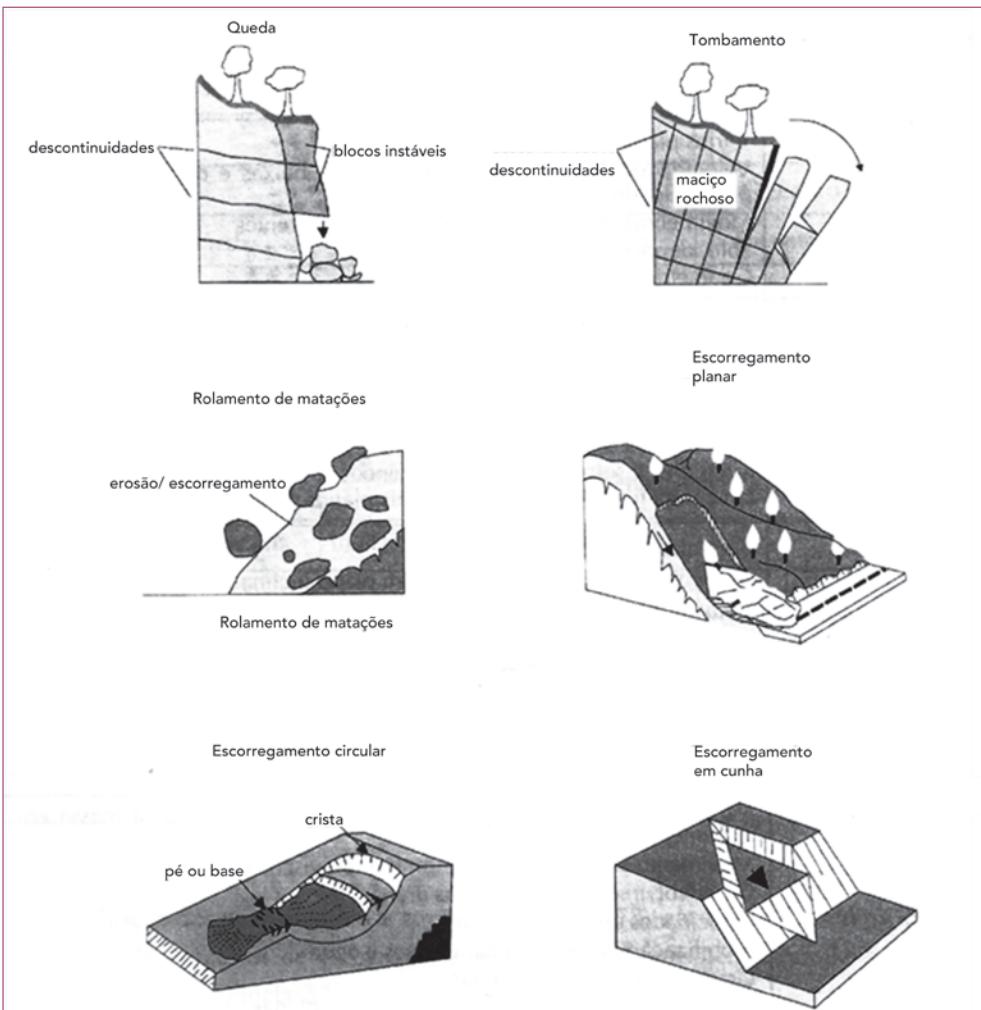
- As fraturas e as falhas representam um aspecto de destaque na medida em que afetam a dinâmica hidrológica, favorecem o intemperismo e podem também gerar uma barreira ao fluxo de água quando estes planos de fraqueza forem silicificados ou colmatados.

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

## PRINCIPAIS CAUSAS DOS MOVIMENTOS DE MASSA

As causas dos movimentos de massa podem ser divididas em externas e internas. As externas são solicitações que provocam um aumento das tensões cisalhantes sem que haja um aumento da resistência ao ci-

Figura 10: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento



Fonte: MASS... (1968)

salhamento do material da encosta. Estas solicitações estão relacionadas ao aumento da declividade da encosta por processos de erosão ou escavações feitas pelo homem ou ainda 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 a forma de ocupação desordenada das encostas pelo homem. Neste tipo de ocupação os principais problemas estão associados aos cortes e aterros, efetuados para se criar uma região plana para a construção de moradias, à drenagem das águas servidas e águas pluviais e ao lançamento inadequado de lixo. As causas externas provocam um aumento das tensões de cisalhamento ao longo da superfície potencial de ruptura. Se estas tensões induzidas se igualarem à resistência ao cisalhamento disponível, do material da encosta, ocorrerão os movimentos de massa.

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

As causas internas são aquelas que provocam um movimento de massa sem que haja modificações das condições superficiais, ou seja, sem que ocorra aumento das tensões cisalhantes e sim uma redução da resistência ao cisalhamento do material da encosta. As causas internas mais comuns estão associadas a um aumento 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.

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



Fonte: Arquivo IPT (1985 apud SANTOS, 1998)

No interior da massa do solo a água pode estar presente na zona de aeração, acima do lençol freático, ou na zona de saturação, abaixo do lençol freático. Na zona de aeração o solo está parcialmente saturado e a água forma meniscos entre as partículas de solo que atraem uma de encontro à outra. Esta força adicional entre as partículas do solo, denominada de sucção, faz com que ocorra um aumento da resistência ao cisalhamento do solo.

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

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

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

Portanto, os fatores deflagradores dos movimentos de massa estão associados às causas externas, que fazem com que ocorra um aumento das tensões solicitantes, e às causas internas, que promovem uma redução da

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

Quadro 7: Principais fatores deflagradores de movimentos de massa

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

Fonte: Varnes (1978)

No Estado de São Paulo, os desastres relacionados a movimentos de massa somam 165 registros oficiais espacializados em 93 municípios. No Mapa 9 estão destacados todos os municípios atingidos por esta tipologia de desastre no período de 1991 a 2012 com as respectivas quantidades de ocorrências. Podemos observar neste mapa que os movimentos de massa ocorreram preponderantemente nas mesorregiões mais próximas do litoral, tais como a do Vale do Paraíba Paulista, a Litoral Sul, e a Metropolitana de São Paulo, sendo esta última, a que mais sofreu com os movimentos de massa, apresentando 79 registros. Nesta mesorregião, o município de São Paulo foi o mais afetado apresentando 14 registros, seguido do município de Mauá, com 8 registros, do município de Cubatão, com 6 registros, e dos municípios de Francisco Morato e Santos, com 5 registros.

Observa-se na Figura 12 que a concentração dos eventos de movimentos de massa se dá dentro da faixa delimitada pelo Planalto Atlântico e a Província Costeira do Estado de São Paulo, indicados pelos números ro-

Figura 12: Município de Diadema, SP

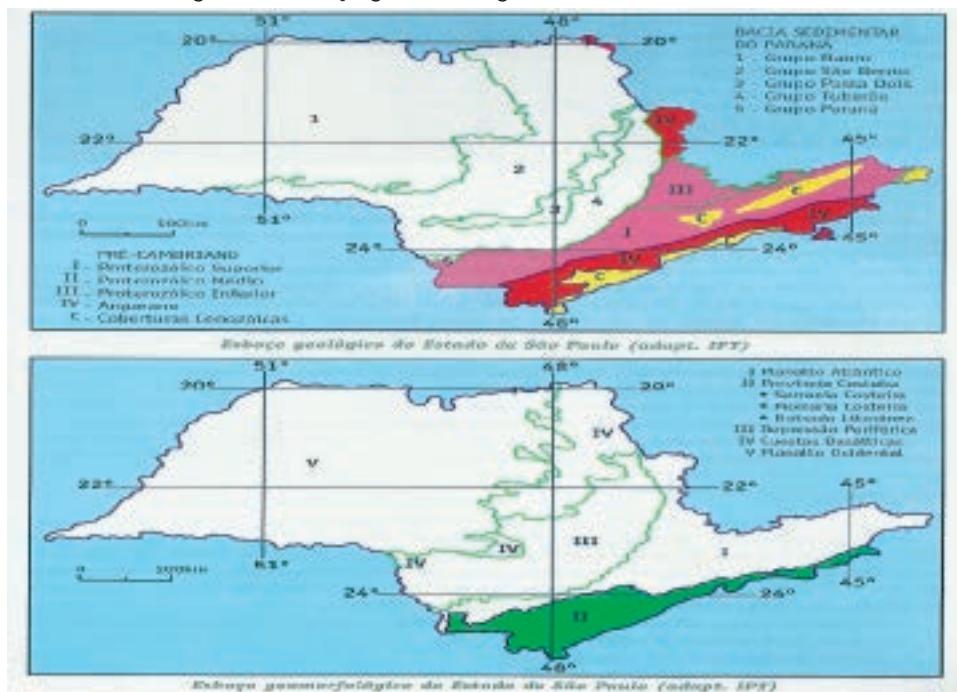


Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de São Paulo (BRASIL, 2011)

manos I e II. Na linha limite entre estas duas regiões está localizada a Serra do Mar, correspondendo assim à escarpa montanhosa de transição entre a borda do Planalto Atlântico e as Baixadas Litorâneas (SANTOS, 2004).

As encostas da Serra do Mar são conhecidas pela sua susceptibilidade natural a movimentos de massa sendo o principal palco de ocorrências deste tipo de desastre no Brasil (WOLLE; CARVALHO, 1989). Na compartimentação geológica das regiões I e II da Figura 13 há o predomínio das sequências vulcanossedimentares proterozoicas dobradas, metamorfizadas de baixo a alto grau, que cobrem uma área de 11.675 km<sup>2</sup>; dos complexos granítoides, que cobrem uma área de 14.040 km<sup>2</sup>; e dos complexos granito-gnaisse migmatíticos e granulitos que ocorrem em uma área de 21.510 km<sup>2</sup> (PEIXOTO, 2010). A sequência vulcanossedimentar, com rochas pertencentes aos grupos Açungui e Setuba, são for-

Figura 13: Esboço geomorfológico do Estado de São Paulo



Fonte: Santos (2004)

madas principalmente por xistos e rochas calcárias. O domínio dos complexos granítóides apresenta na maior porção de sua área a presença de granito com relevo acidentado de morros baixos a montanhosos e escarpas serranas, sendo suscetível a processos de movimentos de massa, rolamentos, quedas e tombamentos de blocos de rocha. O domínio dos complexos granito-gnaiss migmatíticos e granulitos apresenta como principais rochas o migmatito, gnaisses e granulitos. Estas rochas podem originar localmente solos expansivos com forte potencial para ocorrência de movimentos naturais de massa, mesmo onde as declividades sejam pouco acentuadas (PEIXOTO, 2010).

Os movimentos de massa na Serra do Mar estão associados a um conjunto de fatores composto pela combinação da alta declividade das encostas, elevados índices pluviométricos e características geológicas, devendo somar-se a isto a ação do homem sobre o meio físico. Devido

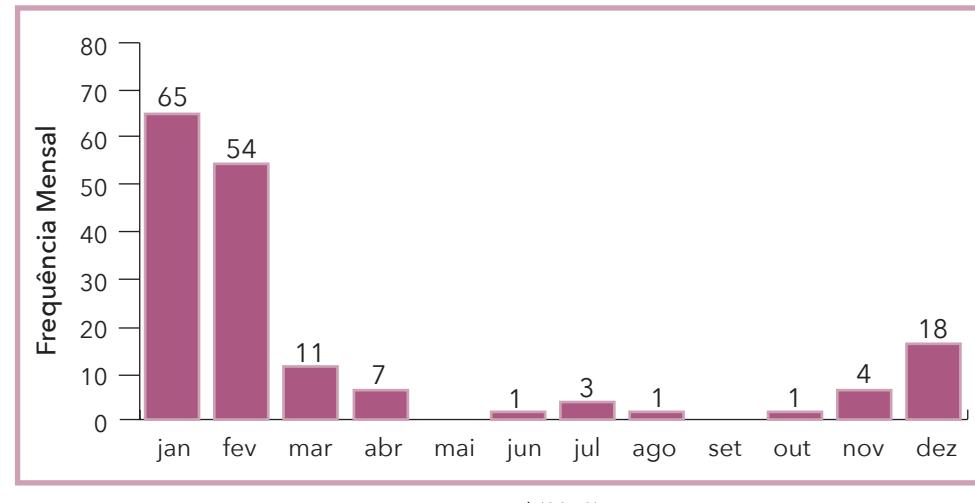
à elevada declividade, as encostas da Serra do Mar apresentam uma pequena espessura de solo, diferenciando-se da região do Planalto Atlântico, onde o pacote de solo pode chegar a uma espessura de dezenas de metro. Os escorregamentos translacionais rasos são o principal tipo de movimento de massa das encostas da Serra do Mar, mobilizando o solo pouco profundo desta região, sendo este tipo de movimento o que oferece maior risco para as atividades humanas (SANTOS, 2004).

Os diversos estudos realizados na Serra Mar permitiram a delimitação das condições em que existe uma maior probabilidade de ocorrência de movimentos de massa. Desta forma, os escorregamentos translacionais estão associados a encostas que apresentam inclinações superiores a 30°, onde tenha ocorrido uma chuva com intensidade maior que 100 mm/dia antecedida por 3 a 4 dias de chuvas contínuas de preparação que permitam a saturação do solo (SANTOS, 2004).

A frequência mensal dos movimentos de massa ocorridos no Estado de São Paulo dentro do período de estudo (1991-2012) está apresentada no Gráfico 27. Nos meses de janeiro e fevereiro foram registradas as maiores quantidades deste tipo de desastre, correspondendo estes meses ao período do verão, no qual os índices pluviométricos são mais elevados. Comparando-se o Gráfico 28, onde estão as médias pluviométricas do Estado de São Paulo em 2010, com o Gráfico 27, observa-se uma boa correlação entre os meses mais chuvosos e os meses com maior número de registros.

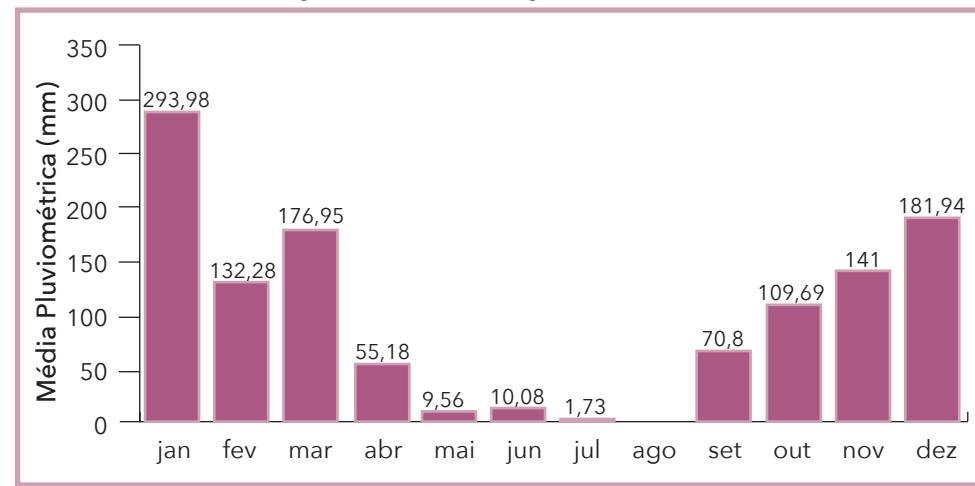
Os danos humanos associados aos 165 registros oficiais de movimentos de massa estão apresentados no Gráfico 29, onde constata-se que 605.966 pessoas foram de alguma forma afetadas por estes desastres. O número de vítimas fatais foi de 61 pessoas, ficando desabrigadas 10.572 pessoas, com um total de feridos de 150 pessoas. No Infográfico 8 estão todos os municípios atingidos por movimentos de massa com as respectivas quantidades e anos de ocorrência dos mesmos.

Gráfico 27: Frequência mensal de movimentos de massa no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2010



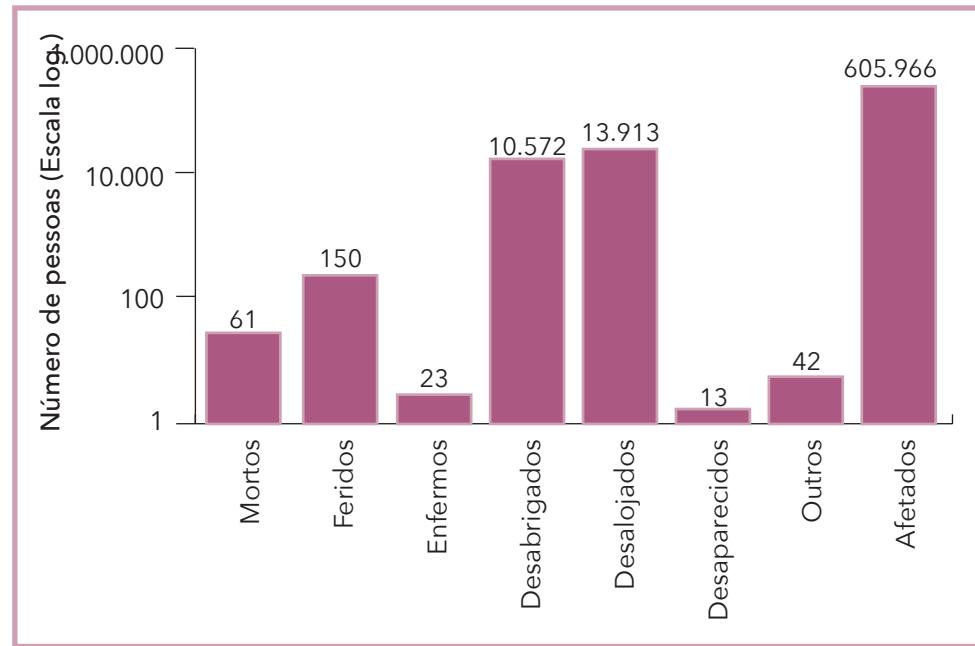
Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 28: Médias pluviométricas em 2010, com base nos dados das Estações Pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), no Estado de São Paulo



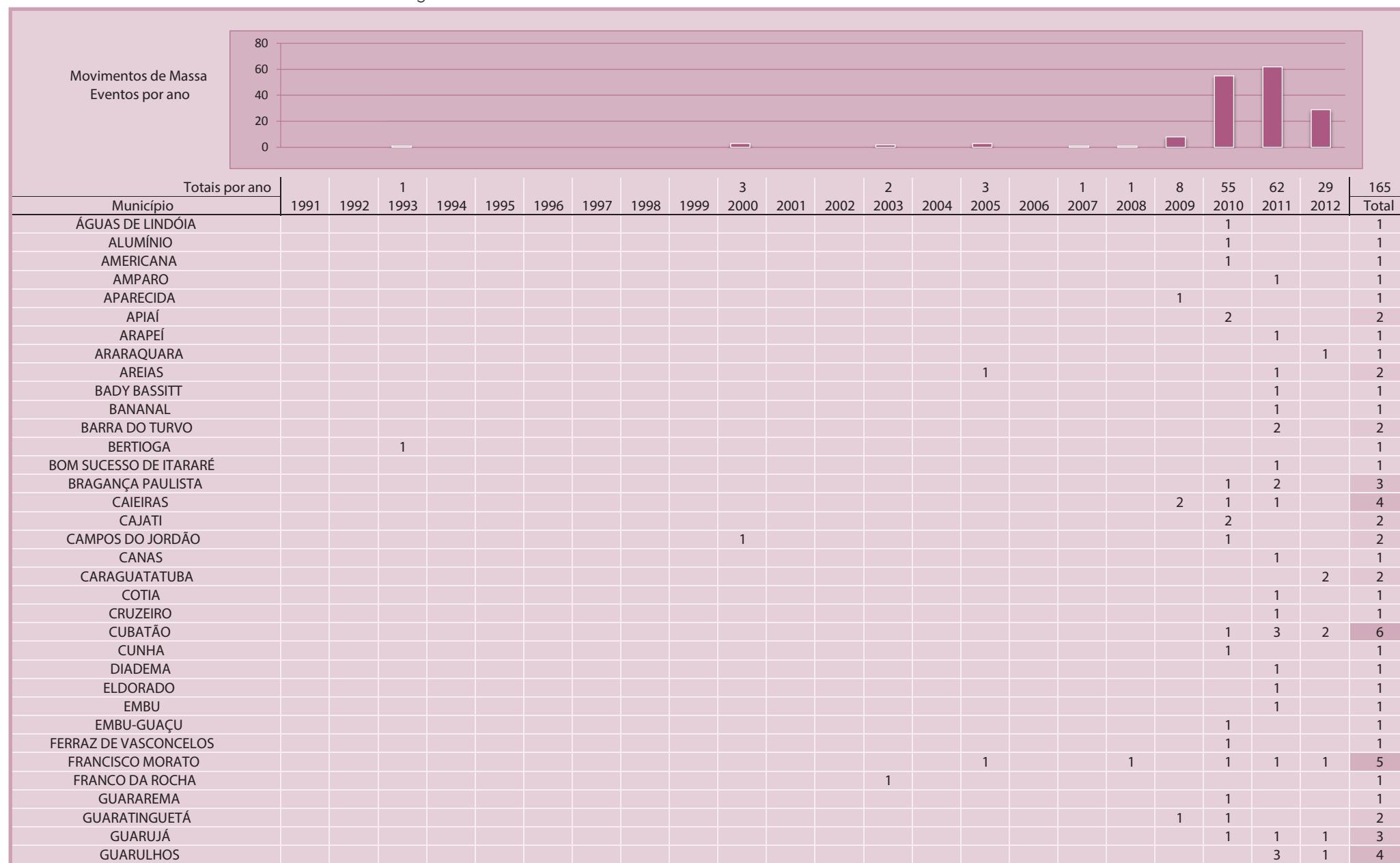
Fonte: ANA, 2010. Adaptado por CEPED UFSC (2011)

Gráfico 29: Danos humanos ocasionados por movimentos de massa no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2010



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 8: Síntese das ocorrências de movimentos de massa no Estado de São Paulo



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 8: Síntese das ocorrências de movimentos de massa no Estado de São Paulo

HORTOLÂNDIA							1	1
ILHABELA							1	1
ITANHAÉM								1
ITAPECERICA DA SERRA						1		1
ITAQUAQUECETUBA						1		1
ITATIBA						1		1
ITU							1	1
JACAREÍ							1	1
JACUPIRANGA						1	1	2
JAMBEIRO							1	1
JOANÓPOLIS							1	1
JUNDIAÍ						1	2	3
LEME								1
LIMEIRA							1	1
LORENA							1	1
MAIRINQUE						1	1	2
MAIRIPORÃ								1
MARÍLIA							1	1
MAUÁ						5	3	8
MIRACATU							1	1
MIRASSOL							1	1
MOGI DAS CRUZES						1	1	2
MONTE MOR						1		1
NOVA ALIANÇA							1	1
OSASCO								1
PARAIBUNA						2	1	3
PEDRO DE TOLEDO						1		1
PINHALZINHO							1	1
PIRACICABA							1	1
POÁ							1	1
PRAIA GRANDE							1	1
QUELUZ			1				1	2
REDENÇÃO DA SERRA								1
RIBEIRÃO PIRES						1	1	2
RIBEIRÃO PRETO							1	1
RIO CLARO								1
RIO GRANDE DA SERRA								1
SALESÓPOLIS							1	1
SANTA BÁRBARA D'OESTE							1	1
SANTA ISABEL								1
SANTANA DE PARNAÍBA							1	1
SANTO ANDRÉ						1	1	2
SANTO ANTÔNIO DO PINHAL								1
SANTOS						1	3	1
SÃO JOSÉ DO BARREIRO								1
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO			1				1	1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 8: Síntese das ocorrências de movimentos de massa no Estado de São Paulo

			2	2
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS				
SÃO LUÍS DO PARAITINGA			2	2
ILHABELA			1	1
ITANHAÉM				1
ITAPECERICA DA SERRA			1	1
ITAQUAQUECETUBA			1	1
ITATIBA			1	1
ITU			1	1
JACAREÍ			1	1
JACUPIRANGA			1	2
JAMBEIRO			1	1
JOANÓPOLIS			1	1
JUNDIAÍ			1	3
LEME				1
LIMEIRA			1	1
LORENA			1	1
MAIRINQUE			1	2
MAIRIPORÃ				1
MARÍLIA			1	1
MAUÁ			5	3
MIRACATU			1	1
MIRASSOL				1
MOGI DAS CRUZES			1	2
MONTE MOR			1	1
NOVA ALIANÇA				1
OSASCO				1
PARAIBUNA			2	3
PEDRO DE TOLEDO			1	1
PINHALZINHO				1
PIRACICABA				1
POÁ			1	1
PRAIA GRANDE			1	1
QUELUZ			1	2
REDENÇÃO DA SERRA		1		1
RIBEIRÃO PIRES			1	2
RIBEIRÃO PRETO				1
RIO CLARO			1	1
RIO GRANDE DA SERRA				1
SALESÓPOLIS				1
SANTA BÁRBARA D'OESTE			1	2
SANTA ISABEL				1
SANTANA DE PARNAÍBA			1	1
SANTO ANDRÉ			1	4
SANTO ANTÔNIO DO PINHAL				1
SANTOS			1	5
SÃO JOSÉ DO BARREIRO		1		1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 8: Síntese das ocorrências de movimentos de massa no Estado de São Paulo

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO								1		1
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS								2		2
SÃO LUÍS DO PARAITINGA								2		2
SÃO PAULO	1							4	4	5
SÃO PEDRO								1		1
SÃO SEBASTIÃO								1	1	2
SETE BARRAS								1		1
SOROCABA								1	1	2
SUZANO								3	3	3
TABOÃO DA SERRA								1	1	3
TAPIRATIBA								1		1
VARGEM GRANDE PAULISTA							1			1
VINHEDO								1	1	2

Fonte: Brasil (2013)

## Referências

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

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

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

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

PEIXOTO, Augusto Brasil. (Org.). **Geodiversidade do Estado de São Paulo.** São Paulo: CPRM, 2010. 136 p.

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

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

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

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

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

WOLLE, C. M.; CARVALHO, C. S. Deslizamentos em encostas na Serra do Mar – Brasil. **Revista Solos e Rochas,** [S.l.], v. 12, p. 27-36, 1989.

EROSÃO

Mapa 10: Registros de erosões no Estado de São Paulo de 1991 a 2012



Integrante da dinâmica superficial da terra, a erosão constitui-se como o principal modelador fisiográfico do planeta. Agrupada 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 dados pela literatura, pode-se relacionar:

- Processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos (plantas e animais) (IPT, 1986).
- Conjunto de fenômenos naturais envolvendo a formação de materiais detritícios provenientes da decomposição e desagregação das rochas e solos das camadas mais superficiais da crosta terrestre (CARVALHO et al., 2006).
- Destrução das reentrâncias ou saliências do relevo, tendendo a um nivelamento (GUERRA, 1993).
- A 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 causado 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, relacionada à forma como surge, o mais comum é classificar a erosão em quatro grandes grupos: erosão hídrica, erosão eólica, erosão glacial e erosão organogênica (CARVALHO et al., 2006).

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

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

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

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

## EROSÕES ASSOCIADAS À PRECIPITAÇÃO DE CHUVAS

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

Para Carvalho et al. (2006), a classificação da erosão depende do seu estado evolutivo, podendo ser classificada 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 à forma de ocorrência dos tipos de erosão.

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

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

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

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

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

## EROSÕES ASSOCIADAS A REGIÕES COSTEIRAS SOB A AÇÃO DO MAR

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

Esta nova ação, chamada de erosão costeira e/ou marinha, 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, acaba por comandar a dinâmica dos processos de erosão e acumulação na interface com o continente (GUERRA; CUNHA, 2009).

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

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

## CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE)

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

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

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

Quadro 10: Codificação processos erosivos segundo a COBRADE

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

Fonte: COBRADE ([2012?])

As condições que levam a um processo erosivo, assim como a deflagração de um escorregamento e quedas de blocos, devem ser corretamente entendidas e diferenciadas, pois delas será fundamental avaliar o perigo, ou seja, o que pode ocorrer, em que condições e com que probabilidade (CARVALHO et al., 2006). Espera-se assim, que o conhecimento

e a qualidade sobre os registros possam avançar ainda mais, ganhando-se em confiabilidade e uso na gestão de riscos e ações mitigadoras.

## REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

Para análise estatística dos desastres provocados por erosão entre 1991 a 2012 no Estado de São Paulo, os registros oficiais foram enquadrados de acordo com a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Dentre as tipologias de desastres atuantes no Estado de São Paulo, apresentadas na Tabela 17, foram identificadas as erosões de Margem Fluvial e Continental com, respectivamente, 6 e 19 ocorrências.

Tabela 17: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado de São Paulo

Terminologia	Quantidade de Ocorrências/Registros
Erosão de Margem Fluvial	06
Erosão Continental	19

Fonte: Brasil (2013)

Os processos relacionados à erosão, seja fluvial ou continental, constituem fatores importantes que modificam a morfodinâmica de uma determinada área.

Enquanto desastre, a erosão continental, atuando de forma linear, pode provocar o aprofundamento por ravinas até o nível do lençol freático. A partir deste momento podem ter início os processos de erosão regressiva e desenvolvimento de boçorocas que abrem profundas e extensas cavas no solo, principalmente nos meses mais chuvosos. As ocorrências no Estado de São Paulo para este tipo erosivo concentram-se principalmente nas Mesorregiões de Bauru, Macro Metropolitana Paulista, Marília, Piracicaba, Ribeirão Preto e São José do Rio Preto.

Já os registros de erosão de margem fluvial atuante no Estado de São Paulo ocorrem principalmente nas Mesorregiões de São José do Rio Preto e Vale do Paraíba Paulista. A esta tipologia é comum associarem-se processos graduais de cheias relacionados a longos períodos de chuvas. A retirada da cobertura vegetal e a ocupação irregular das margens dos rios potencializam este tipo de ocorrência.

Assim, cada tipologia traz consequências que podem caracterizar uma situação de emergência, dependendo das vulnerabilidades e magnitudes das adversidades. A distribuição e quantificação dos eventos por municípios, obtidos dos registros oficiais estão apresentadas no Mapa 10.

O Estado de São Paulo, entre os anos de 1991 e 2012, apresentou 19 registros oficiais de desastres causados por erosão continental, registrados na forma laminar e por ravinas. Conforme o Mapa 10, a Mesorregião de Bauru foi a mais atingida por este tipo de desastre apresentando 3 ocorrências dentro do período de estudo (1991-2012). Pode-se destacar também os municípios de Jaú, Joanópolis e Monte Alto com 2 ocorrências cada.

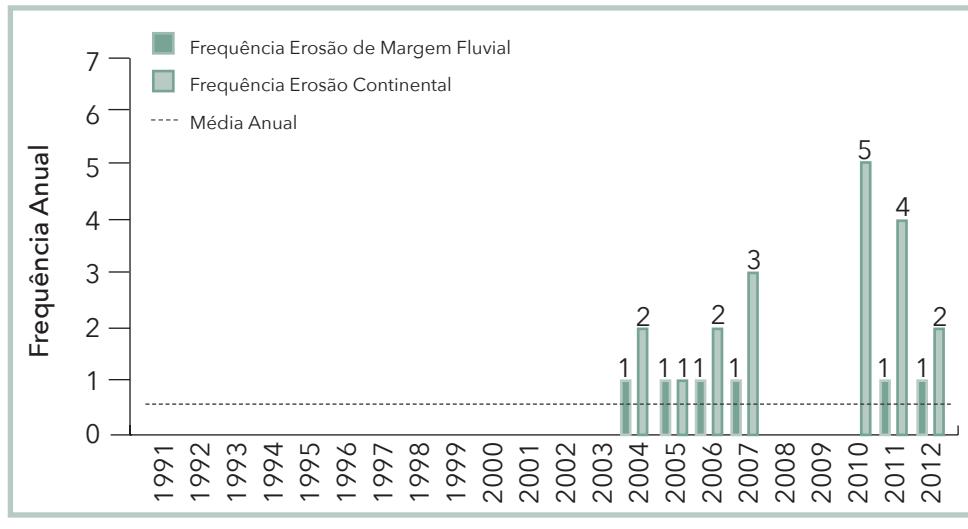
Os anos com registros oficiais de erosão continental concentraram-se entre 2004 e 2012. De acordo com o Gráfico 30, que apresenta a frequência anual dos desastres por erosão no Estado de São Paulo no período de 1991 a 2012, apenas os anos de 2008 e 2009 não apresentam esta tipologia de desastre. O ano de 2010 foi o mais recorrente, registrando 5 eventos, seguido do ano de 2011 com 4 eventos, 2007 com 3 eventos e 2006 e 2004 com 2 eventos cada.

No Estado de São Paulo, os desastres causados por erosão fluvial, entre os anos de 1991 a 2012, somaram 6 registros oficiais. Os municípios atingidos foram: Matão, Iguape, Olímpia, Urânia, Caçapava e Lorena com 1 registro cada. Na escala temporal dos vinte e dois anos de registros, as erosões fluviais ocorreram nos anos de 2004, 2005, 2006, 2007, 2011 e 2012 sem repetições em um mesmo ano, conforme demonstra o Gráfico 30.

Com relação à frequência mensal os eventos adversos de erosões apresentaram maior recorrência no verão, relacionados à estação chuvosa. A ocorrência da erosão, enquanto desastre relaciona-se a alguns fatores que intensificam os danos causados à população afetada. Um deles é o balanço hídrico, onde os processos erosivos intensificam-se em função da oposição entre períodos de intensas e concentradas chuvas tropicais e períodos de deficiência hídrica.

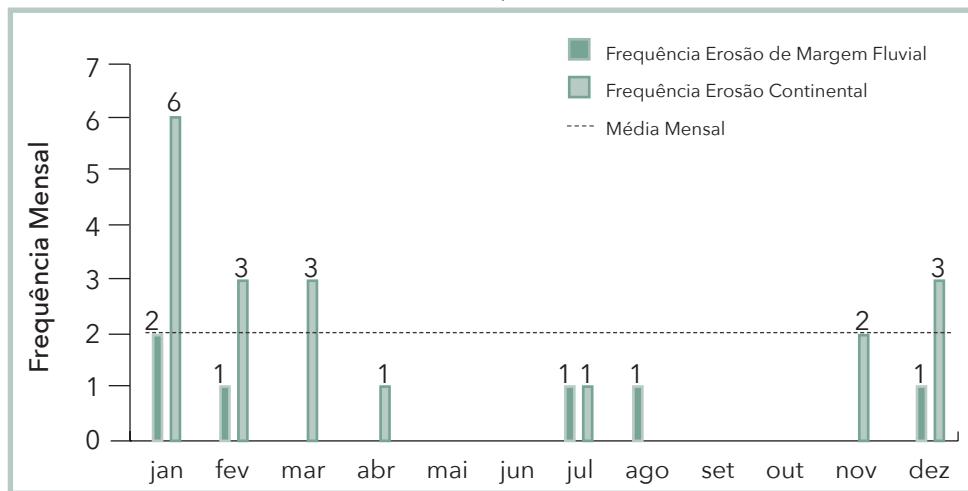
Conforme o Gráfico 31, que representa a frequência mensal dos desastres por erosão no Estado de São Paulo no período de 1991 a 2012, no mês de Janeiro foi registrado o maior número de ocorrências, com um pico de 6 registros por erosão continental e 2 registros por erosão fluvial.

Gráfico 30: Frequência anual de desastres por erosão no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 31: Frequência mensal de desastres por erosão no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Houve também ocorrências registradas em julho e agosto, mas em menor número. Esses meses correspondem ao período da estação seca, com índices pluviométricos mais baixos (CPTEC/INPE, 2013).

Ao analisar os registros de Erosão e suas tipologias atuantes no Estado de São Paulo, referente ao período de 1991 a 2012, observa-se a concentração maior de eventos relacionadas a erosão continental se comparadas a erosão fluvial. Mesmo assim, de acordo com dados oficiais do Estado de São Paulo, o registro de erosão fluvial se agrava em áreas urbanas próximas a margens de rios. O avanço dos processos erosivos indicados nos registros é apontado pelo alto índice pluviométrico e alterações na dinâmica fluvial nas áreas afetadas, provocando aprofundamento de ravinas, solapamento das margens, perdas de solo e assoreamento do canal fluvial. Além disso, o processo pode ser acelerado pela intervenção humana, devido à ocupação desordenada.

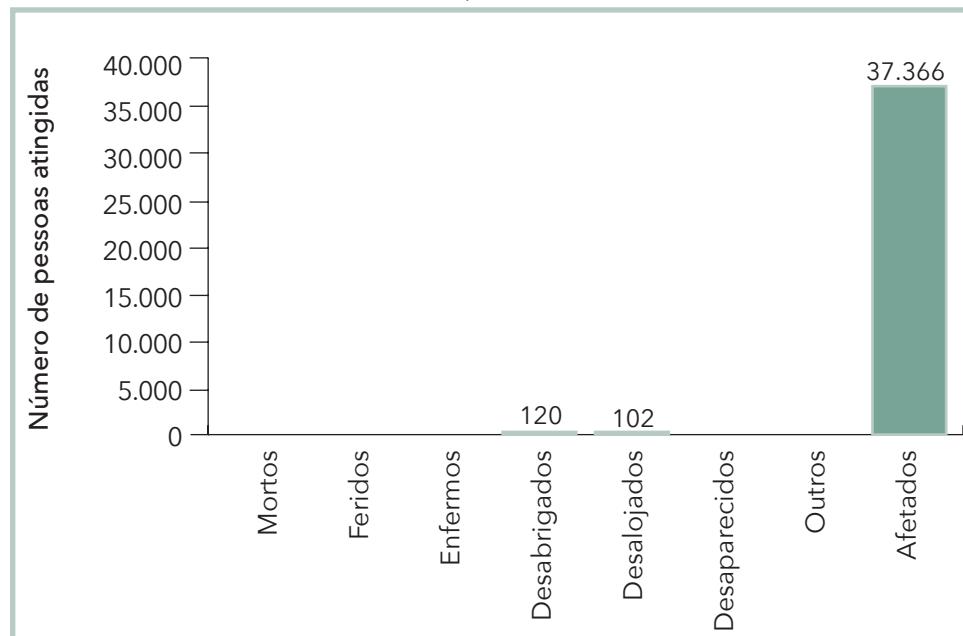
Os danos humanos provocados pelos processos erosivos, registrados no Estado de São Paulo no período de 1991 a 2012, estão apresentados no Gráfico 32. Foram afetadas 37.366 pessoas, o que equivale a 0,1% do total da população deste Estado, tomando-se como base o último senso demográfico. O município de Caçapava apresentou o maior número de afetados pelos eventos de erosão, chegando à cifra de 22.000 pessoas, quantidade que representa 26% de sua população. Os danos humanos associados aos eventos mais severos estão apresentados na Tabela 18.

Com relação aos danos materiais por processos erosivos, o Estado de São Paulo apresenta sua maior perda relacionada à infraestrutura, registrando 193.804 propriedades destruídas e 8.036 afetadas no período de 1991-2012, conforme os dados do Gráfico 33.

Os danos materiais associados aos cinco eventos mais severos de erosão estão apresentados na Tabela 19. Dentre os eventos erosivos que mais causaram danos materiais, o município de Herculândia aparece com a maior parcela dos danos. Segundo os registros oficiais, o grande número de danos para este município está relacionado a um emissário de esgoto.

Em relação aos danos provocados pelos processos erosivos, o ano de 2007 foi o mais crítico, acumulando os dois maiores prejuízos, mesmo não sendo o ano de maior recorrência registrada. O alto índice de registros dos danos provavelmente está relacionado ao uso e ocupação do solo de

Gráfico 32: Danos humanos causados por erosão no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

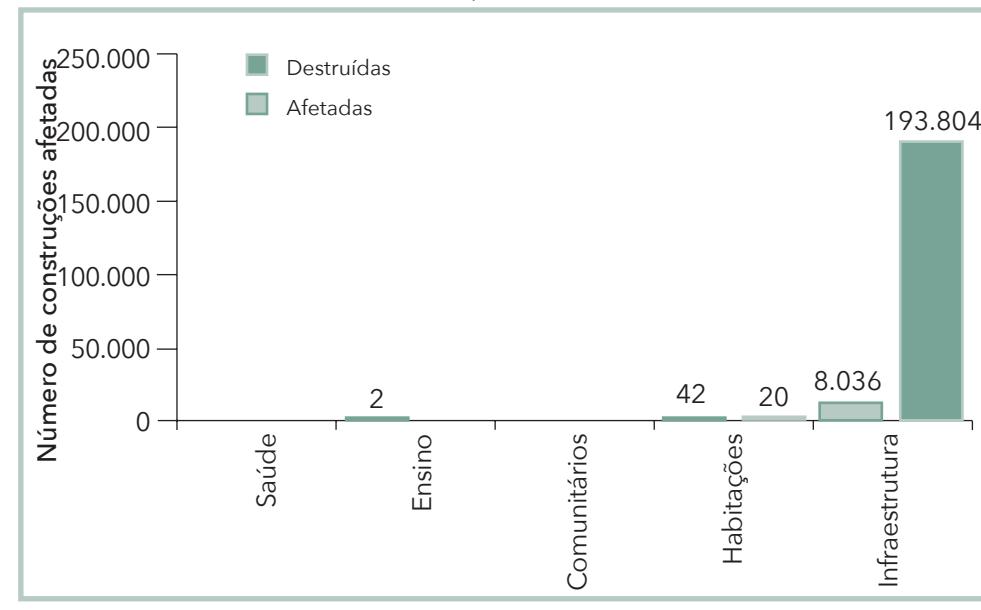
Tabela 18: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Total de Afetados
2007	Caçapava	Vale do Paraíba	0	0	22000
2007	Jaú	Bauru	0	0	9000
2006	Teodoro Sampaio	Presidente Prudente	0	0	5000
2007	Monte Alto	Ribeirão Preto	0	0	936
2007	Herculândia	Marília	0	0	430

Fonte: Brasil (2013)

maneira inadequada, que intensificam o processo de comprometimento ambiental, acelerando de maneira significativa o processo erosivo e seu desequilíbrio. O Infográfico 9 apresenta todos os municípios do Estado de São Paulo que foram atingidos por processos erosivos com os respectivos anos de ocorrência e quantidade dos mesmos.

Gráfico 33: Danos materiais causados por erosões no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



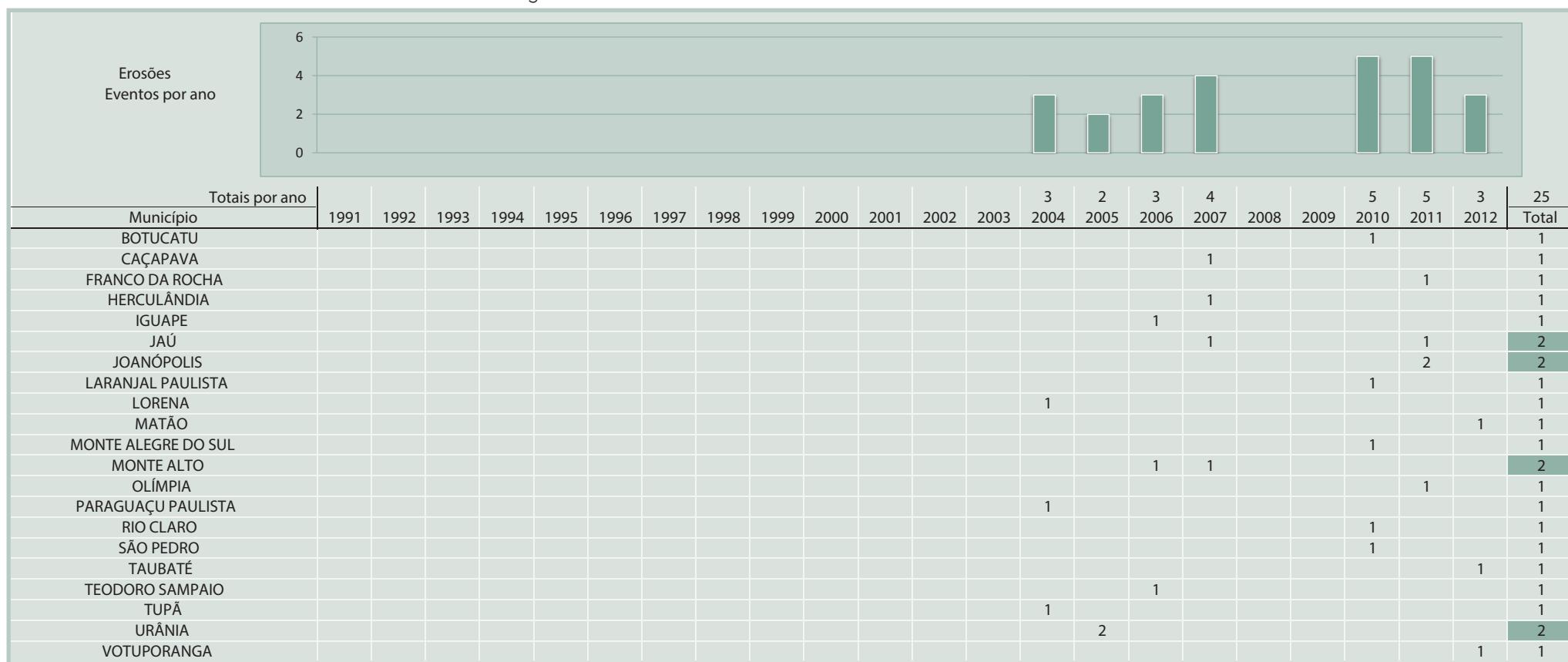
Fonte: Brasil (2013)

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

Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídos	Total Danificados	Total
2007	Herculândia	Herculândia	193800	0	193800
2004	Paraguaçu	Paraguaçu Paulista	0	8002	8002
2006	Iguape	Iguape	9	44	53
2007	Monte Alto	Monte Alto	14	15	29
2004	Tupã	Tupã	0	11	11

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 9: Síntese das ocorrências de erosão no Estado de São Paulo



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

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

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

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

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

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

CPTEC/INPE – CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **Estações do Ano**. Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/>> . Acesso em: 30 jun. 2013.

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

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

GUERRA, Antonio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 390 p.

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

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

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

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

INCÊNDIO FLORESTAL

Mapa 11: Registros de incêndios no Estado de São Paulo de 1991 a 2012



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

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

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

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

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

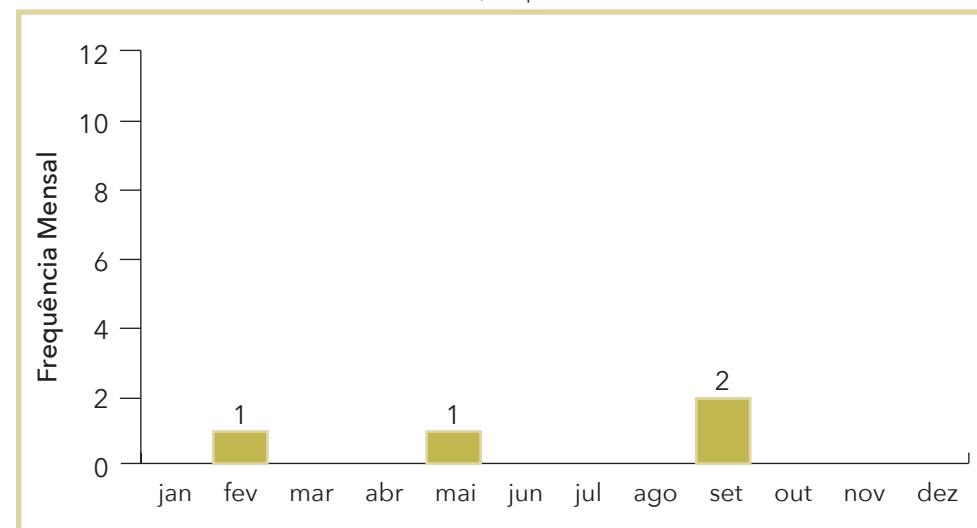
Os incêndios atingem áreas florestadas e de savanas, como os cerrados e caatingas. De uma maneira geral, queimam mais facilmente: os restos vegetais; as gramíneas, os liquens e os pequenos ramos e arbustos ressecados. A combustão de galhos grossos, troncos caídos, húmus e de raízes é mais lenta (CASTRO,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

As ocorrências de incêndios florestais no Estado de São Paulo, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram 04 registros oficiais. Para melhor visualização, esses registros foram espacializados no Mapa 11, onde pode ser vista a

localização dos municípios afetados e seus respectivos números de registros. De acordo com o Mapa 11, verifica-se que, dos 645 municípios do estado somente 04 deles (menos de 1%) foram atingidos por incêndios florestais.

Ao analisar o aspecto climático como predominante na deflagração desse tipo de evento adverso, verifica-se no Gráfico 34, que no mês de setembro ocorreu o maior número de registros de incêndios florestais.

Gráfico 34: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

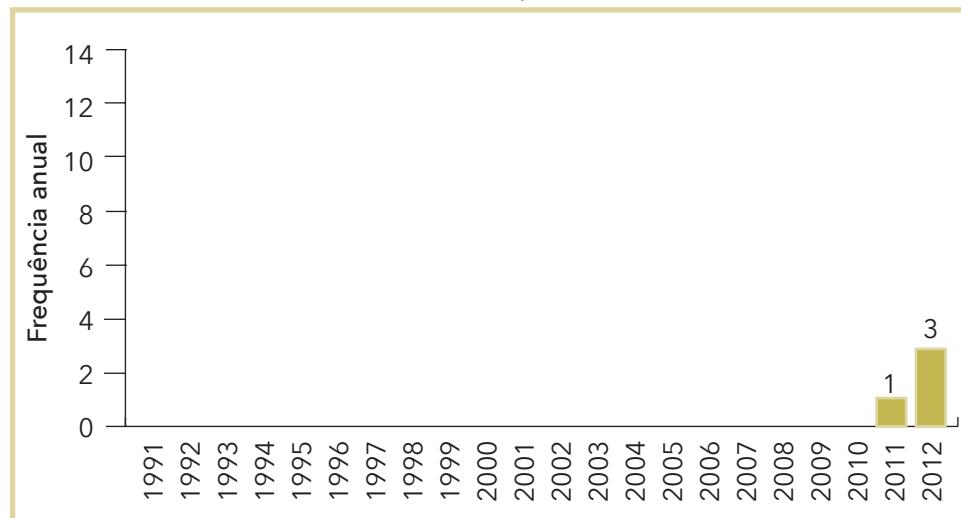


Fonte: Brasil (2013)

Em relação à frequência anual de incêndios, conforme se pode observar no Gráfico 35, nos vinte primeiros anos da pesquisa não foram registrados desastres causados por incêndios florestais em documentos oficiais da Defesa Civil. Destacam-se os anos de 2011 e 2012 por serem os únicos a apresentarem registros de desastre natural por incêndio florestal, sendo, no total, 1 registro em 2011 e 2 em 2012.

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

Gráfico 35: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



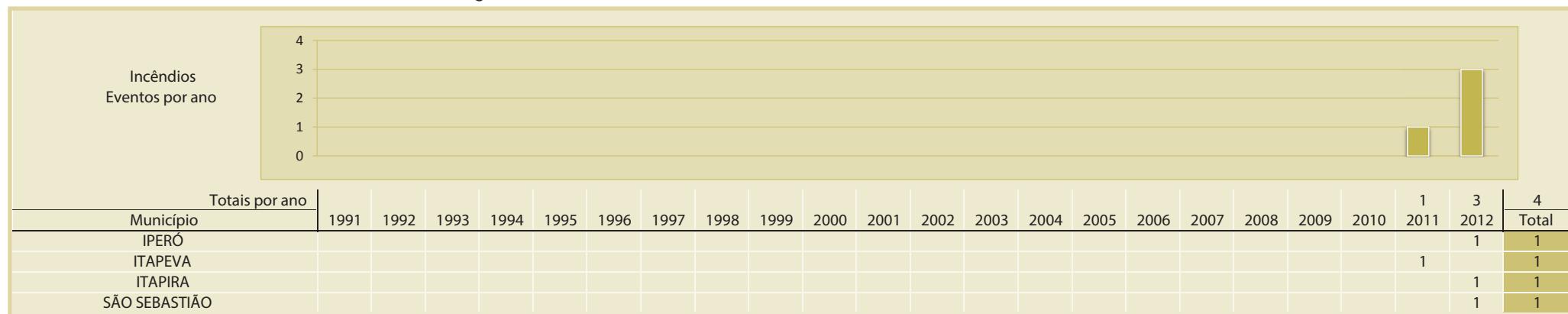
Fonte: Brasil (2013)

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

Conforme o Infográfico 10, foi registrado, no Estado de São Paulo, um total de 4 focos de incêndio, referentes ao período de 1991 a 2012. Nos 20 primeiros anos da pesquisa não há registro de desastres causados por incêndios florestais, em documentos oficiais da Defesa Civil.

No ano de 2011, o desastre foi registrado no município de Itapeva, e em 2006, 3 ocorrências de incêndios florestais foram registradas nos municípios de Iperó, Itapira e São Sebastião.

Infográfico 10: Síntese das ocorrências de incêndios florestais no Estado de São Paulo



Fonte: Brasil (2013)

# Referências

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

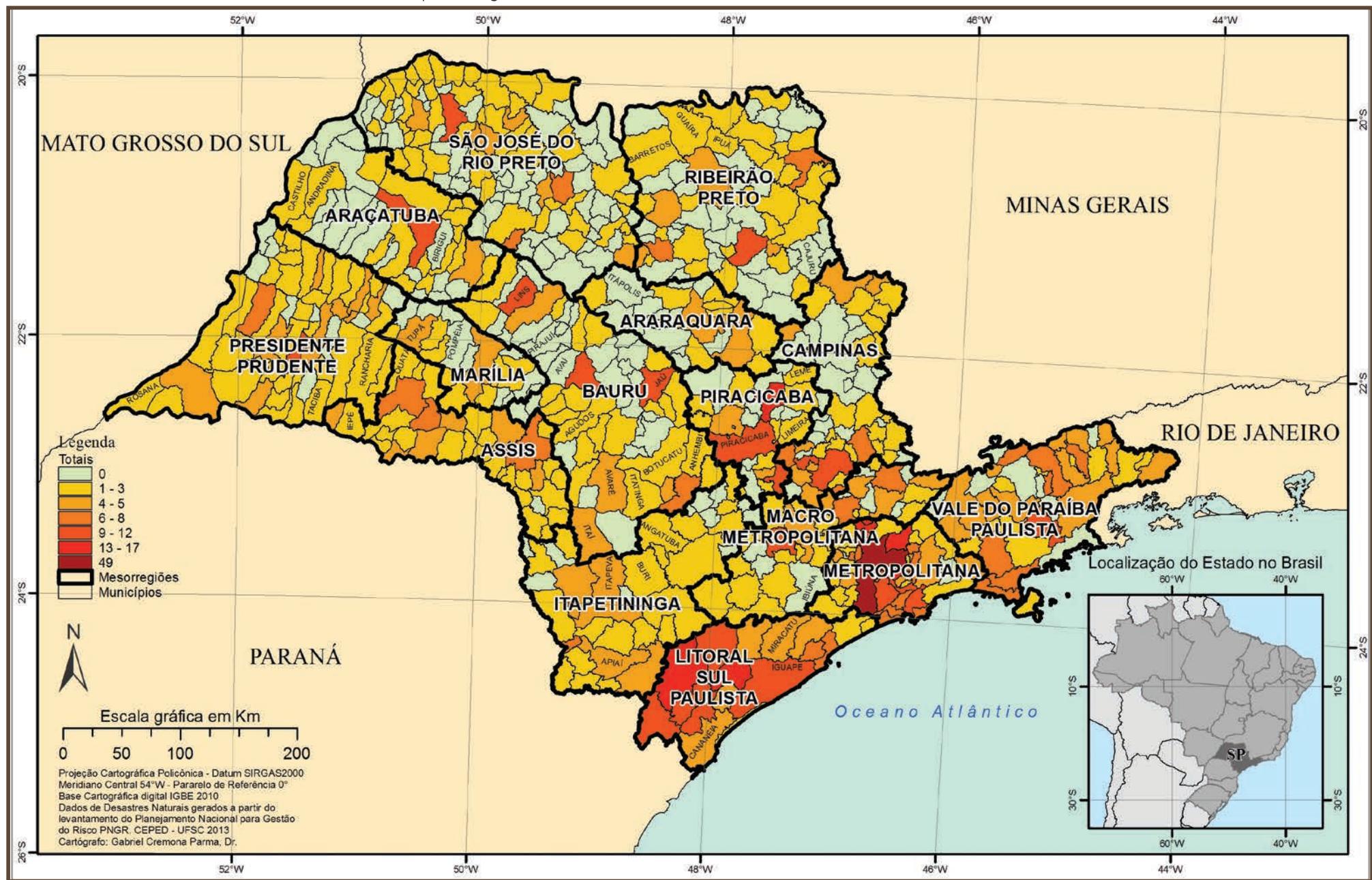
CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres**: desastres naturais. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

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



# DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Mapa 12: Registros do total dos eventos no Estado de São Paulo de 1991 a 2012



**A**o analisar os desastres naturais que afetaram o Estado de São Paulo ao longo de vinte e dois anos (1991-2012), nota-se a ocorrência dos seguintes eventos naturais adversos: Estiagem e Seca, Movimentos de Massa, Erosões, Alagamentos, Enxurradas, Inundações, Granizo, Vendavais, Incêndios e Geadas.

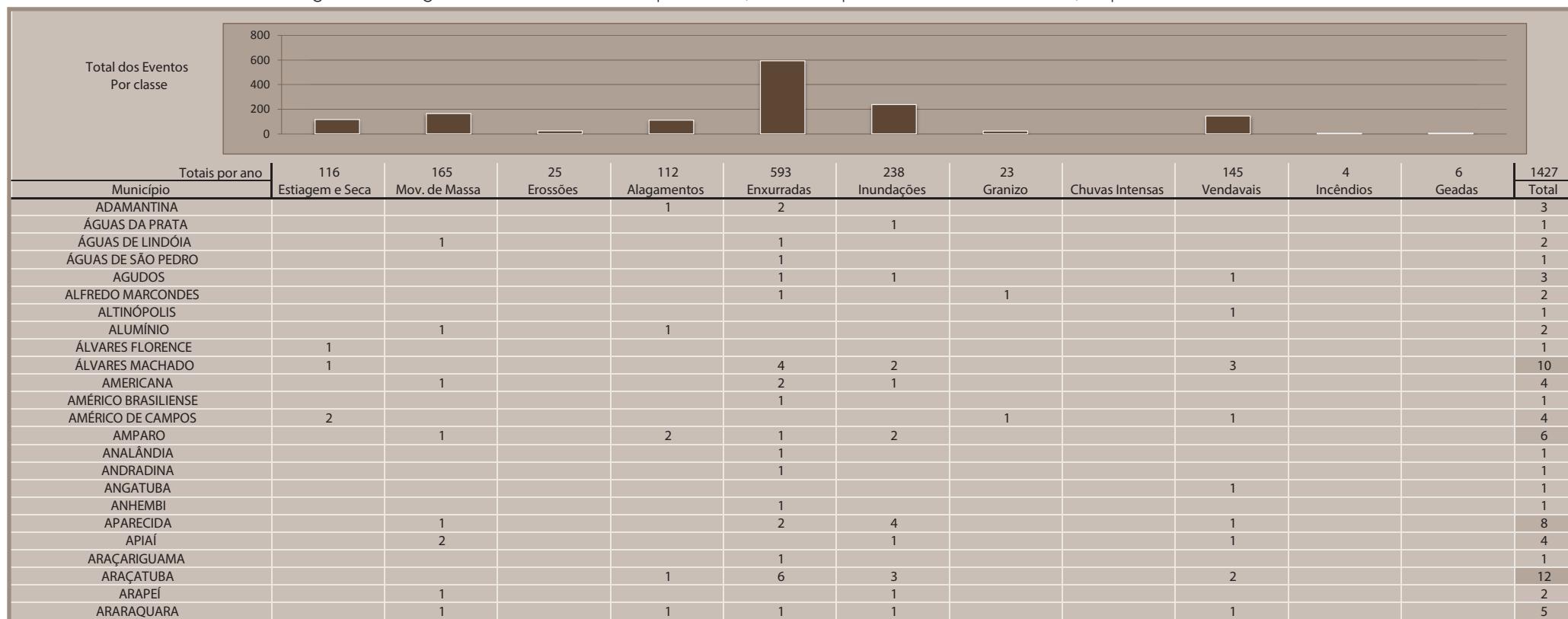
No Mapa 12 pode-se observar que dos 645 municípios do Estado de São Paulo, 425 foram atingidos ao menos uma vez por algum dos tipos de desastres citados acima, no decorrer da escala temporal adotada. Destes, o município de São Paulo foi o mais afetado, com 49 episódios de eventos adversos. O município de Guarulhos foi atingido 23 vezes por algum tipo de desastre, seguido por Francisco Morato, com 18 episódios e Campinas, com 17.

Os municípios da Mesorregião Metropolitana de São Paulo foram os que apresentaram os maiores índices de recorrência de eventos adversos, com 291 registros. Nesta, o município de São Paulo foi enquadrado na classe de 49 eventos, quatro municípios foram enquadrados na classe de 13 a 17 eventos, cinco municípios na classe de 9 a 12, dez na classe de 6 a 8, seis na classe de 4 a 5 e dezesseis municípios foram classificados na classe de 1 a 3 eventos adversos.

As mesorregiões Litoral Paulista e Vale do Paulista apresentaram o segundo maior número de registros, com 130 ocorrências em cada uma.

O Infográfico 11 apresenta todos os municípios atingidos e especifica o número de ocorrências para cada tipologia de desastre.

Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

ARARAS			1		1					2
AREIAS		2		2				1		5
ARIRANHA								1		1
ARUJÁ								1		1
ASSIS	2		3	1				1		7
ATIBAIA			2	3						5
AURIFLAMA			2							2
AVANHANDAVA			1					1		2
AVARÉ			1	3						4
BADY BASSITT		1								1
BANANAL	1		2	2						5
BARRA BONITA				1						1
BARRA DO CHAPÉU				2	1					3
BARRA DO TURVO		2		6	3					11
BARRETOS			1	1						2
BARUERI						1				1
BASTOS				1						1
BATATAIS								1		1
BAURO			2	4	1			2		9
BEBEDOURO			1	3				1		5
BENTO DE ABREU				1						1
BERNARDINO DE CAMPOS	2		2							4
BERTIOGA		1		1						2
BILAC					1					1
BOCAINA				2	1					3
BOFETE				5				2		7
BOM SUCESSO DE ITARARÉ		1		4	2					7
BORÁ	1									1
BORBOREMA	1									1
BOREBI				2						2
BOTUCATU			1			2				3
BRAGANÇA PAULISTA		3			3	2				8
BREJO ALEGRE	1									1
BRODOWSKI								1		1
BURI				2						2
BURITAMA				1						1
CABRÁLIA PAULISTA				2						2
CABREÚVA				1	2					3
CAÇAPAVA		1		2	1			1		5
CACHOEIRA PAULISTA			1	2	2			1		6
CACONDE				1	1					2
CAFELÂNDIA				5						5
CAIEIRAS		4	1	3	2					10
CAIUÁ	1					1				2
CAJAMAR				1						1
CAJATI		2	1	3	3			2		11
CAJobi								1		1
CAMPINA DO MONTE ALEGRE						1				1
CAMPINAS			1	7	3					11
CAMPO LIMPO PAULISTA					2					2
CAMPOS DO JORDÃO		2		2	2				1	7
CAMPOS NOVOS PAULISTA	2			5					1	3
CANANÉIA										5
CANAS		1			1					2

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

CÂNDIDO MOTA	2				1				2		1	5
CÂNDIDO RODRIGUES												1
CANITAR	1											1
CAPÃO BONITO					2							3
CAPELA DO ALTO			1		1							2
CAPIVARI			1		6		4					11
CARAGUATATUBA	2				2					2		6
CARAPICUÍBA				1	2		4					7
CARDOSO	1					1	1					1
CASTILHO						1				1		3
CATANDUVA							1					1
CEDRAL					1							1
CERQUEIRA CÉSAR								1				1
CESÁRIO LANGE					1							1
CHAVANTES	1				1		1					3
CLEMENTINA					2							2
CONCHAS					1							1
COROADOS	1				1							2
COSMORAMA	1											1
COTIA		1			1							2
CRISTais PAULista	1											1
CRUZÁLIA	2											2
CRUZEIRO		1			1		2			1		5
CUBATÃO	6			1	1							8
CUNHA	1				1		2					4
DESCALVADO										1		1
DIADEMA		1			3		3					7
DIRCE REIS	1											1
DIVINOLÂNDIA					1							1
DOIS CÓRRREGOS					1							1
DRACENA					1					1		2
DUARTINA					2					1		3
DUMONT					2							2
ECHAPORÁ	2											2
ELDORADO		1				4	8			2		15
EMBAÚBA							1					1
EMBU	1						2					3
EMBU-GUAÇU	1					1	1					3
EMILIANÓPOLIS					2			1				3
ESPÍRITO SANTO DO TURVO	1				2							3
ESTRELA DO NORTE	1											1
ESTRELA D'OESTE	2											2
EUCLIDES DA CUNHA PAULISTA					1		1					2
FARTURA							2					2
FERNANDO PRESTES					3		1					4
FERNANDÓPOLIS	1			1	1		2					9
FERRAZ DE VASCONCELOS		1			1		1					3
FLORA RICA						1						1
FLÓRIDA PAULISTA						1						1
FLORÍNIA	2									1		4
FRANCA				1		1	1	1		2		6
FRANCISCO MORATO		5				5	6					16
FRANCO DA ROCHA		1	1			8	3					13
GARÇA						1						1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

GENERAL SALGADO			1						1
GETULINA			2	1					3
GLICÉRIO	1								1
GUAÍRA	1								1
GUAPIARA			1	1					2
GUARÁ	1								1
GUARARAPES	2				1				3
GUARAREMA		1		1			1		3
GUARATINGUETÁ		2	1	3					6
GUARÉI			1						1
GUARIBA			1	1					2
GUARUJÁ		3		2			2		7
GUARULHOS		4	3	2	5		3		17
GUATAPARÁ							1		1
GUZOLÂNDIA							1		1
HERCULÂNDIA		1							1
HOLAMBRA				1					1
HORTOLÂNDIA		1	1	1			1		4
IACANGA				1					1
IARAS				1					1
IBIRÁ				2					2
IBIRAREMA	2							1	3
IEPÉ	2						1		3
IGARAPAVA					1				1
IGUAPE		1		6	4		1		12
ILHA COMPRIDA				1	1				2
ILHABELA		1		1			1		3
INDAIATUBA				3	1		1		5
INDIAPORÃ	1								1
INÚBIA PAULISTA				1					1
IPAUSU	1				1				2
IPERÓ					2			1	3
IPORANGA				4					4
IPUÃ	1								1
IRACEMÁPOLIS							2		2
IRAPURU	1			3			1		5
ITABERÁ	2			1	1				4
ITAÍ				1	3				4
ITANHAÉM		1			1		1		3
ITAÓCA				1					1
ITAPECERICA DA SERRA		1		2	2				5
ITAPETININGA				2					2
ITAPEVA				1			2	1	4
ITAPEVI				1	3		1		5
ITAPIRA								1	1
ITAPIRAPUÃ PAULISTA				2					2
ITAPORANGA				3					3
ITAQUAQUECETUBA		1	1	3	1		1		7
ITARARÉ				1					1
ITARIRI				3	1		2		6
ITATIBA		1			3				4
ITATINGA					1				1
ITIRAPINA				1					1
ITIRAPUÃ				1					1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

ITU		1			3	1					5
ITUPEVA				2	2						4
ITUVERAVA	1					1					2
JABOTICABAL					1						1
JACARÉÍ	1				3	1					5
JACUPIRANGA	2				8						10
JAGUARIÚNA					1						1
JALES					4						4
JAMBEIRO	1		1								2
JAÚ		2	4		4	2					12
JOANÓPOLIS	1	2				1					4
JOÃO RAMALHO	1				1						2
JOSÉ BONIFÁCIO					2						2
JUMIRIM					1						1
JUNDIAÍ	3				2		1				6
JUNQUEIRÓPOLIS					2						2
JUQUIÁ					4	1					5
JUQUITIBA					3						3
LARANJAL PAULISTA		1				1					2
LEME	1							1			2
LENÇÓIS PAULISTA					3						3
LIMEIRA	1				2						3
LINS			3		2	3		4			12
LORENA	1	1	1		2						5
LOURDES					3						3
LUCÉLIA					4						4
LUTÉCIA	2										2
MACAUBAL					1						1
MACEDÔNIA	1				1						2
MAIRINQUE		2	1			1					4
MAIRIPORÃ	1					1					2
MANDURI					2						2
MARABÁ PAULISTA					1						1
MARACÁI	2				1						3
MARIÁPOLIS					5						5
MARÍLIA		1			1	1		2			5
MARTINÓPOLIS	1										1
MATÃO		1									1
MAUÁ		8	1	1	3	2					14
MERIDIANO	1										1
MESÓPOLIS	2										2
MIGUELÓPOLIS	2										2
MINEIROS DO TIETÉ					2						2
MIRA ESTRELA	1										1
MIRACATU		1			3	1					5
MIRANTE DO PARANAPANEMA					3						3
MIRASSOL	1				2		1				4
MOCOCA			1		2	1					4
MOGI DAS CRUZES	2		1		1	1					5
MOJI MIRIM				1	1						2
MOMBUCA					4						4
MONGAGUÁ					3						3
MONTE ALEGRE DO SUL		1									1
MONTE ALTO		2			6						8

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

MONTE AZUL PAULISTA							1			1
MONTE CASTELO										1
MONTE MOR		1			2	1			1	5
MORRO AGUDO						1	3		1	5
NANTES	2						2			4
NARANDIBA	1							1		2
NATIVIDADE DA SERRA						1				1
NAZARÉ PAULISTA						1				1
NHANDEARA	1									1
NOVA ALIANÇA		1								1
NOVA CAMPINA			1							1
NOVA CANAÃ PAULISTA				1						1
NOVA GRANADA						1				1
NOVA GUATAPORANGA							1			1
NOVA INDEPENDÊNCIA	1									1
OCAUÇU	1									1
ÓLEO	1									1
OLÍMPIA		1			2					3
OSASCO		1		1	3	1			1	7
OSCAR BRESSANE	2								1	3
OSVALDO CRUZ				1	1	1			1	4
OURINHOS	1								1	2
OURO VERDE					2					2
OUROESTE	1								1	2
PACAEYMBU					2		1			3
PALMARES PAULISTA			1						1	2
PALMITAL	2									3
PARAGUAÇU PAULISTA	2		1		3	1	1			8
PARAIBUNA		3			3					6
PARANAPUÃ					1					1
PARAPUÃ							1			1
PARDINHO					4					4
PARIQUERA-AÇU			1		4					5
PARISI	1									1
PATROCÍNIO PAULISTA					1					1
PAULÍNIA					1					1
PAULISTÂNIA					1			1		2
PAULO DE FARIA	1					1				1
PEDREIRA						1				1
PEDRINHAS PAULISTA	2		1		3	1				2
PEDRO DE TOLEDO									1	5
PENÁPOLIS				1	2					4
PERUÍBE				2	5					7
PIACATU					1					1
PIEDEADE			1		1					2
PILAR DO SUL				1		1				2
PINHALZINHO		1								1
PIQUEROBI	1				1	1				3
PIQUETE					3	1				4
PIRACAIA					3					3
PIRACICABA		1		2	1	3		3		10
PIRAJU					1					1
PIRAPOZINHO					1					1
PIRATININGA								1		1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

PLATINA	3									1	4
POÁ		1				3					4
PONGAÍ						1					1
PONTALINDA					1		1				2
PONTES GESTAL	1										1
POPULINA	1										1
PORTO FELIZ				1	1						2
PORTO FERREIRA				1	1	1			2		5
POTIM						2					2
PRACINHA				1	3	1					5
PRAIA GRANDE		1		1	2	1			1		6
PRESIDENTE BERNARDES						3					3
PRESIDENTE EPITÁCIO					1			1			3
PRESIDENTE PRUDENTE				1	1				3		5
PRESIDENTE VENCESLAU	1					6					7
PROMISSÃO						1					1
QUATÁ	1					1					2
QUELUZ		2				1	1				4
QUINTANA						1					1
RAFARD						1					1
RANCHARIA	2										2
REDENÇÃO DA SERRA		1									1
REGENTE FEIJÓ	2			1							3
REGINÓPOLIS						1					1
REGISTRO				1	9	3			1		14
RESTINGA					1						1
RIBEIRA						3					3
RIBEIRÃO BONITO						1					1
RIBEIRÃO BRANCO							1				1
RIBEIRÃO CORRENTE					1				1		2
RIBEIRÃO DO SUL	1										1
RIBEIRÃO GRANDE					2						2
RIBEIRÃO PIRES		2				2					4
RIBEIRÃO PRETO		1				3	1	1		5	11
RINCÃO							1				1
RIO CLARO		1	1	5	1	3			2		13
RIO DAS PEDRAS					1						1
RIO GRANDE DA SERRA		1					1				2
RIOLÂNDIA	1										1
ROSANA				1		2					3
SALES OLIVEIRA						1			1		2
SALESÓPOLIS		1				4					5
SALMOURÃO							1				1
SALTO					2						2
SALTO GRANDE	1										1
SANDOVALINA	1					1		1			4
SANTA ADÉLIA						2					4
SANTA ALBERTINA	1						1				2
SANTA BÁRBARA D'OESTE		2		1		3			1		7
SANTA BRANCA						3					3
SANTA CLARA D'OESTE						1					1
SANTA CRUZ DO RIO PARDO	1					5	1				7
SANTA ISABEL			1								1
SANTA LÚCIA									2		2

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

SANTA MARIA DA SERRA				1							1
SANTA RITA D'OESTE	1										1
SANTA ROSA DE VITERBO				1							1
SANTANA DA PONTE PENSA	1										1
SANTANA DE Parnaíba		1									1
SANTO ANASTÁCIO	1			3							4
SANTO ANDRÉ		4		2	1	2			1		10
SANTO ANTÔNIO DO ARACANGUÁ				1	1				1		3
SANTO ANTÔNIO DO PINHAL		1			3						4
SANTOS	5			2	2	1					10
SÃO BERNARDO DO CAMPO				3	4	3			1		11
SÃO CAETANO DO SUL				2	4				1		7
SÃO CARLOS					1	1			2		4
SÃO FRANCISCO	1										1
SÃO JOÃO DA BOA VISTA				1		1					2
SÃO JOÃO DO PAU D'ALHO					1	1					2
SÃO JOSÉ DA BELA VISTA	2										2
SÃO JOSÉ DO BARREIRO		1			2						3
SÃO JOSÉ DO RIO PARDO					1						1
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO		1		1	3	1			1		7
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	2		1						1		4
SÃO LOURENÇO DA SERRA					1						1
SÃO LUÍS DO PARAITINGA	2			1	5	1					9
SÃO MIGUEL ARCANJO					1						1
SÃO PAULO	14			6	15	8	2		4		49
SÃO PEDRO	1	1			3						5
SÃO PEDRO DO TURVO	2				1	1					4
SÃO ROQUE				1	1	1					3
SÃO SEBASTIÃO	2			1	2				1		6
SÃO SEBASTIÃO DA GRAMA					1						1
SÃO VICENTE				1	1	2			2		6
SARAPUÍ						1					1
SERRA AZUL					2	1					3
SERRA NEGRA			1		1						2
SERRANA					3				1		4
SETE BARRAS		1			6	4					11
SILVEIRAS					1						1
SOCORRO					1						1
SOROCABA	2			2	3	2			1		10
SUD MENNUCCI					1						1
SUMARÉ					7				2		9
SUZANO	3			2		2					7
TABOÃO DA SERRA		3			4	4			1		12
TACIBA	1										1
TAGUAÍ						1					1
TAIAÇU					1						1
TAMBAÚ						1					1
TANABI					1						1
TAPIRAÍ						1					1
TAPIRATIBA		1			3						4
TAQUARITUBA					1						1
TARABAI	1				1						2
TARUMÃ	2										2

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

TATUÍ				1							1
TAUBATÉ					1						4
TEJUPÁ						1					1
TEODORO SAMPAIO	1			1		1				1	4
TIMBURI							1				1
TORRINHA						1					1
TREMEMBÉ					1	1					2
TUIUTI							1				1
TUPÁ			1			2	1				4
TUPI PAULISTA	1					1					2
TURIÚBA									1		1
TURMALINA						1					1
UBARANA				1		3					6
URÂNIA			2			1					3
URUPÊS					1						1
VALENTIM GENTIL	1				1	2				1	5
VALINHOS						2					2
VARGEM GRANDE PAULISTA		1			1			1			3
VÁRZEA PAULISTA						1					1
VERA CRUZ						1					1
VINHEDO		2			1	4					7
VIRADOURO						2					2
VOTORANTIM								2			2
VOTUPORANGA	1		1			2					4

Fonte: Brasil (2013)

O Gráfico 36 revela que os eventos adversos de Enxurrada, Inundação, Movimentos de massa, Vendaval, Estiagem e Seca e Alagamentos têm os maiores números de registros no estado.

Inundações e enxurradas são diretamente relacionadas ao aumento das precipitações pluviométricas e estão entre os desastres naturais mais frequentes nos municípios citados acima. Juntos, estes fenômenos somam 831 registros e equivalem a 68% dos registros de eventos adversos do Estado de São Paulo.

A Mesorregião Metropolitana de São Paulo foi a mais afetada por eventos de enxurrada, com 84 registros ao longo destes 22 anos de análise, seguida da Mesorregião Litoral Paulista, com 73. O município de São Paulo, capital do Estado, apresentou 15 registros; o município de Registro apresentou 9 ocorrências; Franco da Rocha e Jacupiranga registraram 08 ocorrências, Capinas e Sumaré registraram 7 e os demais municípios registraram entre 1 e 6 eventos de enxurrada.

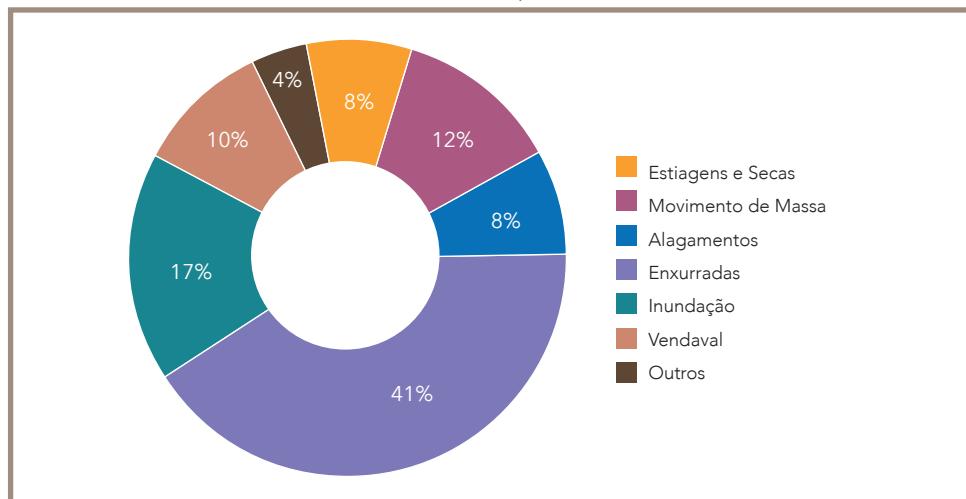
Com relação às ocorrências de Inundações, a Mesorregião Metropolitana de São Paulo foi a mais afetada, com um total de 63 registros; a

segunda mesorregião mais afetada foi a Litoral Paulista, com 31 registros; e a terceira, foi a Macro Metropolitana de São Paulo, com 25 registros. Os municípios mais atingidos foram a capital, São Paulo, com 8 ocorrências, Eldorado, também com 8 registros de ocorrências e Francisco Morato, com 6 registros ao longo do período analisado.

Além dos efeitos adversos atrelados a estes fenômenos, as enxurradas e inundações muitas vezes ocorrem associadas a vendavais e também podem desencadear outros eventos, que potencializam o efeito destruidor do desastre e aumentam os danos causados.

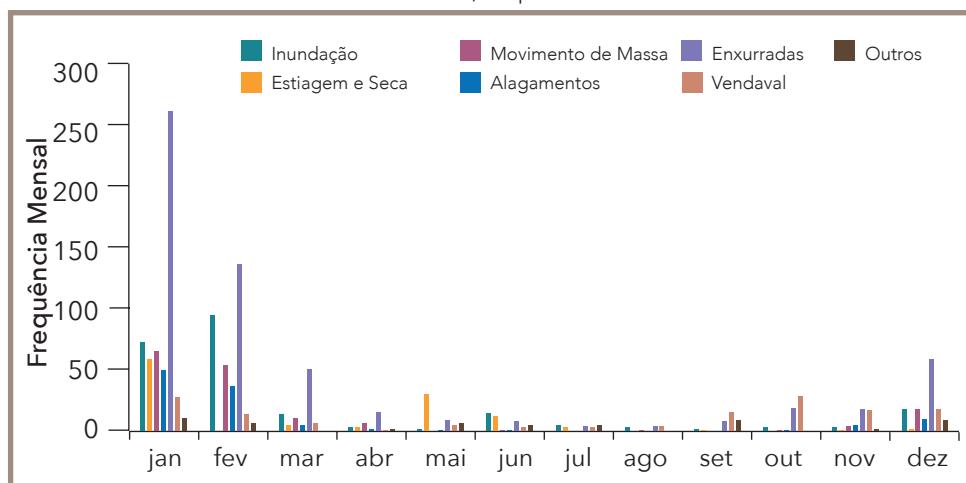
No Estado de São Paulo, os eventos de enxurradas e inundações foram mais frequentes nos meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro, quando os índices pluviométricos são maiores, como mostra o Gráfico 37. Conforme Tucci ([19--?]), devido ao desenvolvimento urbano que o Estado de São Paulo apresenta, a água, que anteriormente infiltrava, passa a escoar pelas tubulações pluviais e aumenta o escoamento superficial. O volume que escoava de modo lento pela superfície do solo e ficava retido nas plantas, com a urbanização, passa a escoar nos canais, de tal maneira

Gráfico 36: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 37: Frequência mensal dos desastres naturais mais recorrentes no Estado de São Paulo, no período de 1991 a 2012

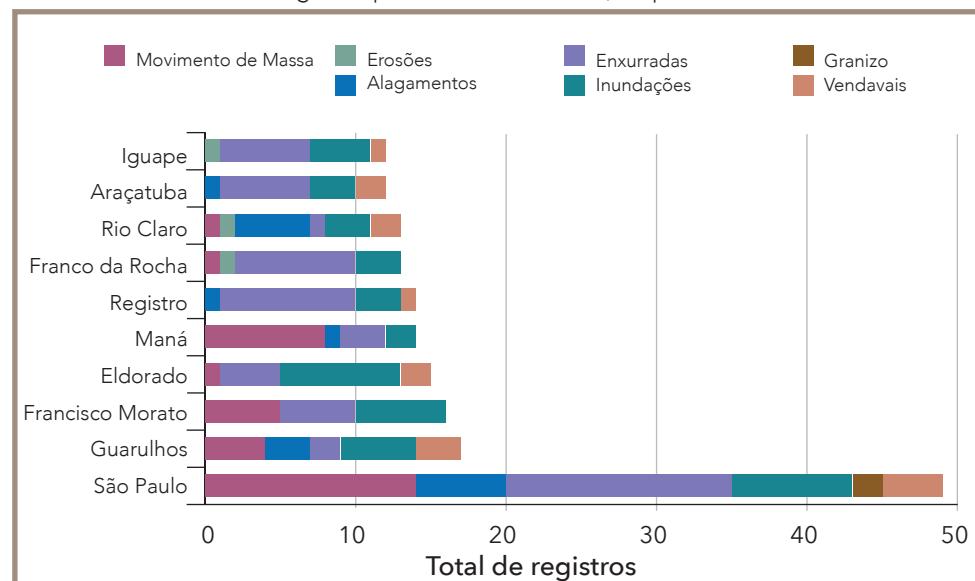


Fonte: Brasil (2013)

ra que exige maior capacidade de escoamento. Essa condição torna o Estado de São Paulo mais propício às ocorrências de enxurrada, apresentando um índice elevado de registros referentes a esse tipo de desastre.

Ao considerar o total de 1.427 registros oficiais de desastres naturais ocorridos no Estado de São Paulo entre 1991 e 2012, foram selecionados os 10 municípios mais atingidos por desastres naturais, conforme ilustrado no Gráfico 38.

Gráfico 38: Municípios do Estado de São Paulo mais atingidos, classificados pelo maior número de registros por desastres naturais, no período de 1991 a 2012.



Fonte: Brasil (2013)

A capital do Estado lidera o ranking dos municípios com o maior número de registros, totalizando 49 ocorrências, das quais 15 são registros de eventos de enxurrada, 14 de movimento de massa, 8 de inundação, 6 de alagamento, 4 de vendaval e 2 de granizo.

Na análise dos tipos de desastres naturais ocorridos no Estado de São Paulo ao longo de 22 anos, pode-se observar que são constantes as ocorrências de desastres relacionados a eventos de enxurradas e inunda-

ções. Esses eventos naturais, comuns ao Estado, passaram a causar maiores danos à população na medida em que, na grande parte dos anos, há registros confirmados e caracterizados como desastre.

O modelo de planejamento e gestão dos recursos hídricos, assim como a estruturação da rede de drenagem urbana e os planos de ação e prevenção podem ajudar a amenizar o impacto gerado por esses eventos no município ou região atingida. É necessário compreender que a recorrência dessas tipologias de desastres não é proveniente apenas de fatores climáticos e meteorológicos, mas também do resultado de um conjunto de elementos naturais ou antrópicos, como a falta de planejamento nas cidades, que resulta frequentemente na ocupação de áreas de risco e com total carência de infraestrutura urbana.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acordo de cooperação entre a Secretaria Nacional de Defesa Civil e o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina foi importante, pois gerou o *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais*, documento que se destaca por sua capacidade de produzir conhecimento referente aos desastres naturais dos últimos 20 anos no Brasil. Tal iniciativa marca o momento histórico em que vivemos diante da recorrência de desastres e de iminentes esforços para minimizar perdas em todo território nacional.

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

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

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

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

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

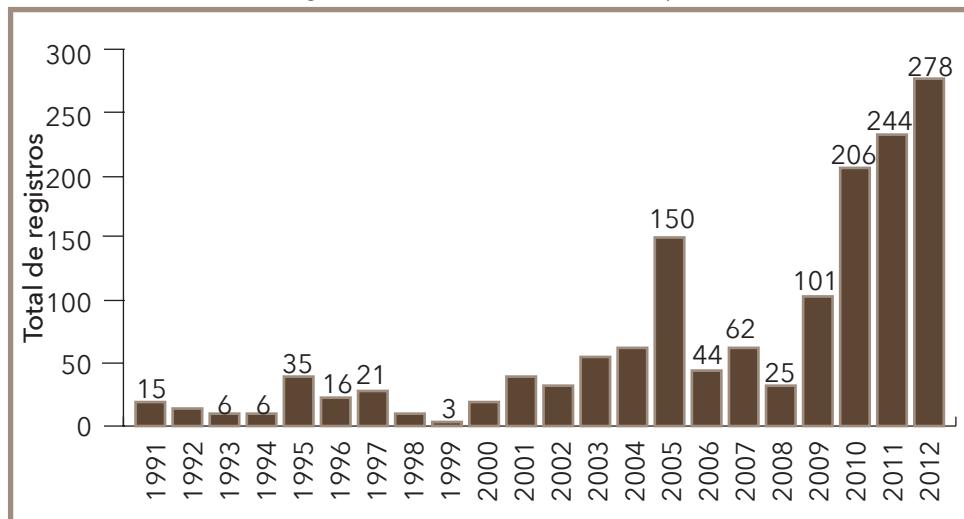
Os dados coletados sobre o Estado de São Paulo e publicados neste volume demonstram que os registros de ocorrência de desastres praticamente quintuplicaram nos últimos dez anos no estado, mas não permitem, sem uma análise mais detalhada, afirmar que houve um aumento de ocorrências na mesma proporção. É o que ilustra o Gráfico 39.

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

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

No Estado de São Paulo, por exemplo, percebe-se a incidência de tipologias fundamentais de desastres, como inundações bruscas, graduais e as estiagens e secas, que possibilitam verificar a sazonalidade e recorrer

Gráfico 39: Total de registros de desastres coletados no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

rência, e assim subsidiar os processos decisórios para direcionar recursos e reduzir danos e prejuízos, assim como perdas humanas.

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

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

## Referências

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

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

COMDEC – COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE JAGUARIÚNA. **Acervo fotográfico**. 2013a.

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

TUCCI, Carlos. E. M. **Inundações Urbanas**. Brasília: Ministério Público Federal. Procuradoria Geral da República, [19--?]. Disponível em:<[http://ccr4.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs\\_resid\\_solidos/drenagem1.PDF](http://ccr4.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs_resid_solidos/drenagem1.PDF)>. Acesso em: 15 set. 2013.