



ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS

2^a 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 Paraná

2^a edição revisada e ampliada

CEPED UFSC
Florianópolis – 2013

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Dilma Vana Rousseff

MINISTRO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Fernando Bezerra Coelho

SECRETÁRIO NACIONAL DE DEFESA CIVIL

Humberto de Azevedo Viana Filho

DIRETOR DO CENTRO NACIONAL DE
GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES

Rafael Schadeck

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

REITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL

DE SANTA CATARINA

Professora Roselane Neckel, Dra.

DIRETOR DO CENTRO TECNOLÓGICO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Professor Sebastião Roberto Soares, Dr.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS

E PESQUISAS SOBRE DESASTRES

DIRETOR GERAL

Professor Antônio Edésio Jungles, Dr.

DIRETOR TÉCNICO E DE ENSINO

Professor Marcos Baptista Lopez Dalmau, Dr.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA
E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

SUPERINTENDENTE

Professor Gilberto Vieira Ângelo, Esp.



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

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

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

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

Volume Paraná.

I. Desastres naturais. 2. Estado do Paraná - 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 (816.2)

Catalogação na publicação por Graziela Bonin – CRB14/1191.

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

Humberto Viana
Secretário Nacional de Defesa Civil

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EXECUÇÃO DO ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS

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

COORDENAÇÃO DO PROJETO

Professor Antônio Edésio Jungles, Dr.

SUPERVISÃO DO PROJETO

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Jairo Ernesto Bastos Krüger

EQUIPE DE ELABORAÇÃO DO ATLAS

AUTORES

Daniel Galvão Veronez Parizoto

Gerly Mattos Sanchez

Mari Angela Machado

Michely Marcia Martins

Professor Orlando Martini de Oliveira, Dr.

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Regiane Mara Sbroglio

Rita de Cássia Dutra

Roberto Fabris Goerl

Rodrigo Bim

GEOPROCESSAMENTO

Professor Gabriel Oscar Cremona Parma, Dr.

REVISÃO TÉCNICA DE CONTEÚDO

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Professor Orlando Martini de Oliveira, Dr.

Professora Janete Abreu, Dra.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Graziela Bonin

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL

Pedro Paulo de Souza

EQUIPE DE CAMPO, COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Ana Caroline Gularde

Bruna Alinne Classen

Daniela Gesser

Karen Barbosa Amarante

Maria Elisa Horn Iwaya

Larissa Mazzoli

Luiz Gustavo Rocha dos Santos

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Denise Aparecida Bunn

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Joice Balboa

EQUIPE DE APOIO

Adriano Schmidt Reibnitz

Eliane Alves Barreto

Érika Alessandra Salmeron Silva

Evillyn Kjellin Patussi

Patrícia Regina da Costa

Paulo Roberto dos Santos

Sergio Luiz Meira

FOTOS CAPA

Foto superior: Defesa Civil de Rio do Sul - SC

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

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

Lista de Figuras

Figura 1: Registro de desastres.....	13
Figura 2: Parque do Iguaçu, Foz do Iguaçu – Paraná.....	21
Figura 3: Destrução causada pelas enxurradas no município de Morretes.....	48
Figura 4: Inundação no Estado do Paraná.....	66
Figura 5: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma.....	75
Figura 6: a) Obstrução à drenagem b) Lixo retido na drenagem.....	75
Figura 7: Vendavais no município de Jussara	87
Figura 8: Consequências de fortes vendavais no Estado do Paraná	88
Figura 7: Processo de formação de granizo	103
Figura 10: Granizo em Piraí do Sul	106
Figura 11: Consequências da queda de granizos em Piraí do Sul.....	106
Figura 9: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento.....	116
Figura 11: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP.....	117
Figura 14: Erosão continental no Estado do Paraná.....	128
Figura 15: Propagação de incêndios no município de Céu Azul	136

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Frequência anual de desastres causados por estiagem e seca no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	36
Gráfico 2: Frequência mensal de estiagem e seca no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	37
Gráfico 3: Danos humanos ocasionados por estiagem e seca no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	37
Gráfico 4: Frequência anual de desastres por enxurradas no Estado do Paraná (1991-2012)	49
Gráfico 5: Frequência mensal de desastres por enxurradas no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	50
Gráfico 6: Danos humanos provocados pelas enxurradas no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	50

Gráfico 7: Edificações destruídas e danificadas pelas enxurradas no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	51
Gráfico 8: Frequência anual de desastres por inundações no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	65
Gráfico 9: Frequência mensal de desastres por inundações no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	65
Gráfico 10: Danos humanos causados por desastres de inundações no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	66
Gráfico 11: Danos materiais causados por desastres de inundações no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	67
Gráfico 12: Frequência anual de desastres por alagamentos no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	77
Gráfico 13: Frequência mensal de desastres por alagamentos no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	78
Gráfico 14: Danos humanos causados por desastres de alagamentos no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	78
Gráfico 15: Edificações destruídas e danificadas pelos alagamentos no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	79
Gráfico 16: Frequência mensal de registros de vendaval no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	89
Gráfico 17: Frequência anual de vendaval no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	89
Gráfico 18: Danos humanos causados por vendavais no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	90
Gráfico 19: Danos materiais causados por vendavais no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	91
Gráfico 20: Frequência mensal de registros de granizo no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	104
Gráfico 21: Frequência anual de registros de granizo no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	105
Gráfico 22: Danos humanos causados por granizos no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	105
Gráfico 23: Danos materiais causados por granizos no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	106
Gráfico 24: Frequência mensal de movimentos de massa no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	119
Gráfico 25: Danos humanos causados por movimentos de massa no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	119
Gráfico 26: Frequência anual de desastres por erosão no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	129
Gráfico 27: Frequência mensal de desastres por erosão no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	129
Gráfico 28: Danos humanos causados por erosão no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	130
Gráfico 29: Danos materiais causados por desastres por erosão no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012	130

Gráfico 30: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	135
Gráfico 31: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	136
Gráfico 32: Danos humanos ocasionados por incêndios florestais no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	137
Gráfico 33: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	151
Gráfico 34: Frequência mensal dos desastres mais recorrentes no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	152
Gráfico 35: Municípios do Paraná mais atingidos, classificados pelo maior número de registros por desastres naturais, no período de 1991 a 2012.....	152
Gráfico 36: Total de danos humanos no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	153

Listar de Infográficos

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de estiagem e seca no Estado do Paraná.....	38
Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Paraná.....	52
Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado do Paraná.....	68
Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado do Paraná	80
Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado do Paraná.....	91
Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado do Paraná.....	107
Infográfico 7: Síntese das ocorrências de movimentos de massa no Estado do Paraná.....	119
Infográfico 8: Síntese das ocorrências de erosão no Estado do Paraná	131
Infográfico 9: Síntese das ocorrências de tornados no Estado do Paraná.....	142
Infográfico 10: Síntese das ocorrências de geadas no Estado do Paraná.....	148
Infográfico 11: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012.....	154

Listar de Mapas

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado do Paraná.....	20
Mapa 2: Registros de estiagem e seca no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	34
Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	46

Mapa 4: Registros de inundações no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	62
Mapa 5: Registros de alagamento no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	74
Mapa 6: Registros de vendavais no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	86
Mapa 7: Registros de granizos no Estado do Paraná de 1991 a 2012	102
Mapa 8: Registros de movimentos de massa no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	114
Mapa 9: Registros de erosões no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	124
Mapa 10: Registros de incêndios no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	134
Mapa 11: Registros de tornados no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	140
Mapa 12: Registros de geadas no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	146
Mapa 13: Registros do total dos eventos no Estado do Paraná de 1991 a 2012.....	150

Listar 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.....	47
Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais.....	63
Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento.....	113
Quadro 7: Principais fatores deflagradores de movimentos de massa	116
Quadro 8: Classificação da erosão pelos fatores ativos.....	123
Quadro 9: Terminologia de processos erosivos em relação à sua forma de ocorrência.....	124
Quadro 10: Codificação dos processos erosivos segundo a COBRADE	125

Listar de Tabelas

Tabela 1: População, taxa de crescimento, densidade demográfica e taxa de urbanização, segundo as Grandes Regiões do Brasil – 2000/2010	24
---	----

Tabela 2: População, taxa de crescimento e taxa de população urbana e rural, segundo a Região Sul e Unidades da Federação – 2000/2010.....	24
Tabela 3: Produto Interno Bruto per capita, segundo a Região Sul e Unidades da Federação – 2004/2008.....	25
Tabela 4: Déficit Habitacional Urbano em Relação aos Domicílios Particulares Permanentes, Segundo Brasil, Região Sul e Unidades da Federação – 2008	25
Tabela 5: Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano por Faixas de Renda Média Familiar Mensal, Segundo Região Sul e Unidades da Federação – FJP/2008.....	26
Tabela 6: Pessoas de 25 anos ou mais de idade, total e respectiva distribuição percentual, por grupos de anos de estudo – Brasil, Região Sul e Estado do Paraná – 2009	26
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 Sul e Unidades da Federação – 2009	27
Tabela 8: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)	51
Tabela 9: Mortes relacionadas aos eventos mais severos (1991-2012).....	51
Tabela 10: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012).....	52
Tabela 11: Os municípios mais severamente atingidos no Estado do Paraná (1991-2012).....	66
Tabela 12:Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012)	67
Tabela 13: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)	79
Tabela 14: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012)	79
Tabela 15: Os municípios mais afetados por eventos de granizos entre os anos de 1991 a 2012.....	90
Tabela 16: Os municípios mais afetados por eventos de granizos entre os anos de 1991 a 2012.....	105
Tabela 17: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado do Paraná	128
Tabela 18: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)	130
Tabela 19: Danos materiais relacionados aos cinco eventos mais severos (1991-2012).....	130
Tabela 20: Escala de intensidade Fujita-Pearson.....	141
Tabela 21: Danos humanos provocados pelo tornado em São José dos Pinhais.....	142
Tabela 22: Danos materiais provocados pelo tornado em São José dos Pinhais.....	142

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

13

O ESTADO DO
PARANÁ

19

DESASTRES NATURAIS
NO ESTADO DO
PARANÁ DE 1991 A 2012

31

ESTIAGEM E SECA

33

ENXURRADA

45

INUNDAÇÃO

61

ALAGAMENTO

63

VENDAVAL

85

INCÊNDIO FLORESTAL

133

GRANIZO

101

TORNADO

139

MOVIMENTO DE MASSA

113

GEADA

145

EROSÃO

123

DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES
NATURAIS NO ESTADO DO PARANÁ

149

INTRODUÇÃO

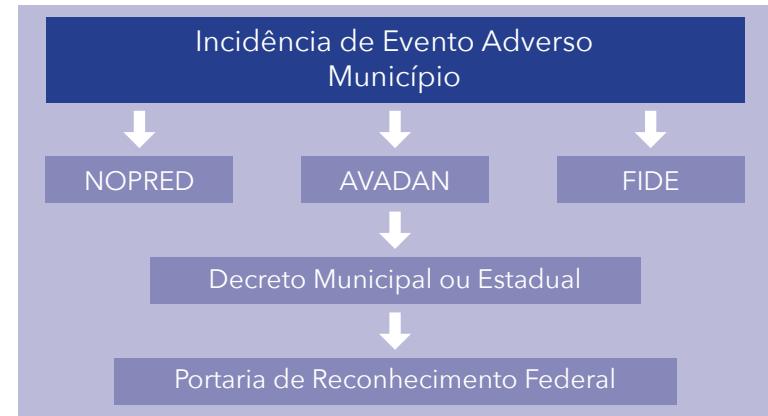
 *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* é um produto de pesquisa realizada por meio de um acordo de cooperação celebrado entre o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria Nacional de Defesa Civil.

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 de 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.

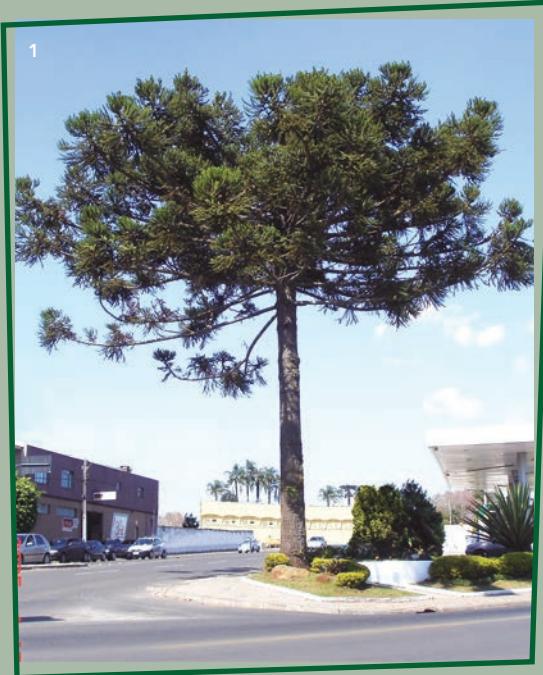
As lacunas de informações quanto aos registros de desastres, o banco de imagens sobre desastres e o referencial teórico para caracterização geográfica por estado também se configuram como as principais limitações para a profundidade das análises.

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; e
- Dificuldades de consolidação, transparência e acesso aos dados.

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

Foto 1: RubensL. Wikimedia Commons, 2013. Foto 2: SamirNosteb. Wikimedia Commons, 2013. Foto 3: Mario Roberto Durán Ortiz. Wikimedia Commons, 2013. Foto 4: KikoCorreia. Wikimedia Commons, 2013. Foto 5: Charlesjsharp. Wikimedia Commons, 2013.



O ESTADO DO PARANÁ

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado do Paraná



CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

 Estado do Paraná pertence à Região Sul do Brasil, juntamente com os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Localiza-se entre os paralelos 22°30'57"S e 26°43'01"S e os meridianos 48°01'23"W e 54°37'08"W (IBGE, 2010a).

O estado é cortado pelo Trópico de Capricórnio, aos 23°44'S, e dividido em duas porções, com 25% de seu território situado na Zona Equatorial (ao norte do Trópico de Capricórnio) e outra, com 75%, situada na Zona Temperada do Sul (ao sul do Trópico) (SANTO JÚNIOR, 2008). Limita-se ao norte e nordeste com o Estado de São Paulo; ao sul, com o Estado de Santa Catarina; a sudoeste com a Argentina, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com o Paraguai e o Estado do Mato Grosso do Sul.

Apresenta uma extensão territorial de 199.307,922 km², sendo o 15º maior estado brasileiro em dimensão territorial, correspondente a 2,34% da área do país, e 34,58% da Região Sul (IBGE, 2010a).

Ao todo, são 399 municípios no estado, com a capital no município de Curitiba. O Estado do Paraná se divide em dez mesorregiões: Centro Ocidental paranaense, Centro Oriental paranaense, Centro Sul paranaense, Metropolitana de Curitiba, Noroeste paranaense, Norte Central paranaense, Norte Pioneiro paranaense, Oeste paranaense, Sudeste paranaense e Sudoeste paranaense, conforme apresenta o Mapa 1.

A Mesorregião Centro Ocidental paranaense tem uma área de 11.937,031 km² e seu município principal é Campo Mourão; a Mesorregião Centro Oriental paranaense tem área de 21.849,546 km² e o município principal é Ponta Grossa; a Mesorregião Centro-Sul paranaense tem área de 26.409,780 km² e o município principal é Guarapuava; a Mesorregião Metropolitana de Curitiba tem área de 22.823,708 km² e o município principal é a capital do estado, Curitiba, o mais populoso dos municípios, com 1.751.907 habitantes (IBGE, 2010b); a Mesorregião Noroeste paranaense tem área de 24.488,647 km² e o município principal é Umuarama; a Mesorregião Norte Central paranaense tem área de 24.555,727 km² e o município principal é Londrina; a Mesorregião Norte Pioneiro paranaense tem 12.726,675 km² de área e o município principal é Cornélio Procópio; a Mesorregião Oeste paranaense tem área 22.851,003 km² e o município

Figura 2: Parque do Iguaçu, Foz do Iguaçu – Paraná



Fonte: Secretaria de Turismo do Estado do Paraná (PARANÁ, 2011)

principal Cascavel; a Mesorregião Sudeste paranaense tem 17.020,900 km² de área e o município principal é Iratí; e, por fim, a Mesorregião Sudoeste paranaense que tem uma área de 11.645,792 km² e o município principal é Francisco Beltrão (IPARDES, 2009).

O clima paranaense é predominantemente subtropical úmido. A temperatura varia entre 14°C e 22°C, e o clima é mais frio na porção sul dos planaltos do interior. Os índices pluviométricos variam entre 1.500 mm a 2.500 mm anuais, sendo que os menores acumulados de chuvas distribuem-se pelo extremo noroeste, norte e nordeste do estado, enquanto as maiores no litoral, junto às serras, nos planaltos do centro-sul e do leste paranaense. De acordo com a classificação de Köppen (1948), o Estado do Paraná apresenta climas do tipo C (Mesotérmico) e do tipo A (Tropical Chuvoso), subdivididos da seguinte forma (SANTO JÚNIOR, 2008):

- Aft – Clima Tropical Superúmido (Tropical Chuvoso): com média do mês mais quente, acima de 22°C, e do mês mais frio, superior a 18°C, sem estação seca e isento de geadas. Aparece em todo o litoral e na porção oriental da Serra do Mar.
- Cfa – Clima Subtropical Úmido (Mesotérmico): com média do mês mais quente, superior a 22°C, e no mês mais frio, inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes. Distribuindo-se pelo norte, centro, oeste e sudoeste do estado, como também pelo vale do Rio Ribeira.
- Cfb – Clima Subtropical Úmido (Mesotérmico): com média do mês mais quente, inferior a 22°C, e do mês mais frio, inferior a 18°C, não apresenta estação seca, com verão brando, geadas severas e frequentes. Distribui-se pelas terras mais altas dos planaltos e das áreas serranas (Planaltos de Curitiba, Campos Gerais, Guarapuava, etc.).

Existem grandes variedades nas formas de relevo do estado. No conjunto, apresenta uma sucessão de planaltos, cada qual com características bem típicas de ordem topográfica, climática e geológica. O relevo é dividido em cinco tipos, segundo Santo Júnior (2008), de acordo com suas especificidades, sendo, de leste para oeste:

- Planície Litorânea: porção litorânea, entre o Oceano Atlântico e a Serra do Mar.
- Serra do Mar: localiza-se logo após a Planície Litorânea, e é o conjunto de montanhas, próximo ao litoral, formadas por rochas e cobertas pela Mata Atlântica. No Estado do Paraná, a Serra do Mar eleva-se de 500 a 1.000 m sobre o nível médio do Primeiro Planalto, e constitui o divisor entre os pequenos cursos de água que drenam para o litoral e aqueles que correm para o interior, formando os tributários do Rio Paraná.
- Primeiro Planalto ou Planalto de Curitiba: começa a partir das encostas ocidentais da Serra do Mar, sua altitude varia entre 850 e 950 m. É o menor dos planaltos em extensão, estendendo-se até a Serra de São Luís do Purunã. O relevo é ondulado e a vegetação predominante é a Mata das Araucárias.
- Segundo Planalto ou Planalto de Ponta Grossa forma a região dos Campos Gerais, com altitudes entre 1.200 e 300 m. Sendo que a altitude média desse planalto é de 1.188 m, e diminui em seu extremo, às margens do Rio Ivaí, para 484 m. O relevo é ondulado e a vegetação é composta por Araucárias e campos. Em sua porção oriental, o vento e a chuva esculpiram por milhares de anos as famosas formações de arenito de Vila Velha.
- Terceiro Planalto ou Planalto de Guarapuava: localiza-se na faixa mais oeste do estado, sendo aproximadamente dois terços do território, e vai terminar nas margens do Rio Paraná, onde sua altitude média se reduz a 170 m, sendo o maior dos planaltos em extensão. As altitudes variam entre 1.200 e 900 m. Nessa área, a vegetação original (Floresta Atlântica e Mata das Araucárias) quase não existe mais; em seu lugar são encontradas plantações e pastos. Todo ele é percorrido por extensos rios, como o Ivaí, Piquiri e Iguaçu, constituídos por diversas cachoeiras, destacando-se as famosas Cataratas do Iguaçu.

O Pico Paraná, localizado na Serra do Mar, é o ponto mais alto do estado e da Região Sul, com 1.922 m de altitude (IBGE, 2010a). Localizado

ao leste, entre o município de Antonina e Campina Grande do Sul, é uma formação rochosa de granito e gnaisse (GOVERNO DO PARANÁ, 2001).

Com relação à rede hidrográfica do estado, a declividade do relevo na direção oeste e norte ocidental faz com que 92% das águas internas se dirijam à Bacia do Rio Paraná, e as demais a leste no sentido da Bacia Atlântica, sendo esses cursos d'água pouco extensos, pois nascem a uma pequena distância da costa (SANTO JÚNIOR, 2008).

A maior parte da superfície estadual fica sob o domínio dos tributários do rio Paraná, dos quais os mais extensos são o rio Paranapanema, que faz o limite com o Estado de São Paulo, e o Rio Iguaçu, que faz, em parte, o limite com o Estado de Santa Catarina e com a Argentina. O rio Paraná faz os limites ocidentais ou a oeste do estado, que o separam do Estado do Mato Grosso do Sul e do Paraguai (SANTO JÚNIOR, 2008).

O Estado do Paraná é subdividido em duas principais bacias hidrográficas: do Rio Paraná e o complexo de rios da bacia de drenagem do Atlântico. A Bacia do Rio Paraná pode ser dividida em três áreas no estado: Bacia do Paraná I, que possui uma área de 1.342 km²; Bacia do Paraná II, que tem uma área de 2.825 km²; e Bacia do Paraná III, que corresponde à totalidade da área de drenagem dos afluentes pertencentes ao território paranaense que desaguam no rio Paraná (Lago de Itaipu), com área total de 8.389 km². A Bacia Atlântica ou do Litoral paranaense, abrange uma área de 5.766 km². Os rios nascem nas encostas da Serra do Mar e dirigem-se ao Oceano Atlântico. Os principais rios são: Guarqueçaba, Tagaçaba, Cachoeira, Nhundiaquara, Marumbi, Do Pinto, Cubatão e Guaraguaçu (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2011).

Outras bacias importantes são: a Bacia do rio Paranapanema, drenada pelos rios Pirapó, Tibagi, das Cinzas e Itararé; Bacia do rio Iguaçu, que cobre 55.024 km² do Estado do Paraná. Seu rio principal, rio Iguaçu, é considerado o maior rio totalmente paranaense, com 1.320 km de extensão. Formado pelo encontro dos rios Iraí e Atuba no município de Curitiba, deságua no rio Paraná. Tem como principais afluentes o rio Chopim, no sul do estado, e o rio Negro, no limite com o Estado de Santa Catarina; e Bacia do rio Ribeira do Iguape, que se localiza na parte norte do primeiro planalto paranaense, e a porção da baixa no Estado do Paraná é de 9.130 km². Seu rio principal é o rio Ribeira do Iguape que nasce na vertente leste da Serra de Paranapiacaba, no município de Iguape, e deságua no Oceano Atlâ-

tico, sendo que dos seus 470 km de extensão, 220 km estão em território paranaense (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2011).

Nas linhas divisórias entre Mato Grosso do Sul, Paraguai, Paraná, encontrava-se o salto de Sete Quedas, formado pelo rio Paraná ao descer do Terceiro Planalto ou Planalto de Guarapuava. Em 1982, os saltos foram submersos, com a construção do lago da represa de Itaipu, a maior hidrelétrica do mundo. O estado é responsável por 25% de toda energia hidrelétrica produzida no Brasil (SANTO JÚNIOR, 2008).

A cobertura vegetal do Estado do Paraná está diretamente relacionada com a hidrografia, o relevo e as condições climáticas e edáficas de cada região. Segundo SEMA (2010), o estado apresenta dez ecossistemas distintos: Restinga, Manguezais, Floresta Atlântica, Floresta com Araucárias, Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado, Campos Naturais, Várzeas, Rios e Alagados, Ambientes Marinhos e Subterrâneos.

Quanto à vegetação, de maneira geral pode-se dividir em florestas e campos. As florestas subdividem-se em tropicais e subtropicais e os campos, em limpos e cerrados. A floresta tropical (ou Floresta Atlântica, Floresta Ombrófila Densa) é parte do Bioma Mata Atlântica, que apresenta um estrato arbóreo com copa elevada, formado por árvores que podem atingir até 40 m de altura e por estrato arbustivo e camada herbácea, composta por plantas de pequeno porte. Originalmente, a Floresta Atlântica estendia-se por 3,7% do território paranaense, localizando-se na porção leste do estado, na Serra do Mar (CAMPOS; SILVEIRA FILHO, 2010a).

A floresta subtropical é uma floresta mista, composta por formações de latifoliadas e de coníferas. Estas últimas são representadas pelo pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) também chamada Floresta com Araucárias (ou Floresta Ombrófila Mista) e fazendo parte do Bioma Mata Atlântica. Apresenta um estrato arbóreo com Araucárias, estrato arbustivo e camada herbácea. É uma floresta de clima temperado e sua ocorrência está restrita a elevações entre 400 e 1.000 m acima do nível do mar. No Estado do Paraná, os maiores remanescentes se localizam na Região Centro-Sul, nos municípios de Bituruna, General Carneiro, Cruz Machado, Honório Serpa e Pinhão (CAMPOS; SILVEIRA FILHO, 2010b).

A Floresta Estacional Semidecidual também está ligada ao clima, em função da precipitação, que, na estação seca perde parcialmente suas fo-

lhas. Apresenta um estrato arbóreo com árvores que podem atingir até 40 m de altura, estrato arbustivo e camada herbácea. Pode ser considerada a mais ameaçada do Estado do Paraná, restando apenas 3,4% de sua área original, que era de 37,3%. Localiza-se ao norte e oeste do estado, na região do Terceiro Planalto (CAMPOS; SILVEIRA FILHO, 2010c).

Os campos naturais, conhecidos por Estepe Gramíneo-Lenhosa, ocorrem sob a forma de manchas esparsas através dos planaltos paranaenses, permeados por matas de galeria e capões esparsos de florestas. A mais extensa dessas manchas é a dos chamados campos gerais, que recobrem toda a porção oriental do planalto paleozoico no centro-leste do estado. No Estado do Paraná a cobertura abrange 8,4%, e estende-se acompanhando a Escarpa Devoniana, que corta o estado em forma de arco (de norte a sul), delimitando o Segundo Planalto (CAMPOS; SILVEIRA FILHO, 2010d).

Os campos no Cerrado (estepes de gramíneas baixas) têm pouca expressão no Estado do Paraná. O Cerrado apresenta suas últimas manchas ao sul, atingindo 0,3% do território do estado, ocorrendo também em algumas bacias hidrográficas. Apresenta árvores baixas, inclinadas e tortuosas e grande quantidade de gramíneas no sub-bosque (CAMPOS; SILVEIRA FILHO, 2010e).

O Estado do Paraná apresentava uma cobertura vegetal de 84,7%, ou 169.197 km², que estavam originalmente cobertos pelo Bioma Mata Atlântica. O restante do território era composto originalmente por formações campestres, manchas de Cerrado e algumas tipologias de vegetação da faixa litorânea. O processo de degradação dos ambientes naturais ocorreu na direção do litoral para o oeste do estado. Alguns fatores foram decisivos na extração de madeiras das florestas, com destaque para a expansão das lavouras de café e a exploração do carvão vegetal. As regiões de solos mais férteis e planas foram as mais intensamente degradadas e que, primitivamente, possuíam as florestas mais exuberantes e de maior diversidade, não existindo mais remanescentes significativos dessas florestas (FERRETTI; BORGES; BRITÉZ, 2006).

DADOS DEMOGRÁFICOS

A Região Sul do Brasil possui uma densidade demográfica de 48,58 hab/km², a segunda mais alta do Brasil. Entretanto, apresentou a menor

taxa de crescimento do país, com 9,07%, no período de 2000 a 2010. Já o Estado do Paraná apresenta uma população de 10.439.601 habitantes e densidade demográfica de 52,40 hab/Km² (Tabelas 1 e 2).

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

Grandes Regiões do Brasil	População		Taxa de Crescimento (2000 a 2010) %	Densidade Demográfica (2010) (hab/km ²)	Taxa de Pop. Urbana (2010)%
	2000	2010			
BRASIL	169.799.170	190.732.694	12,33	22,43	84,36
Paraná	9.563.458	10.439.601	9,16	52,40	85,1
Região Norte	12.900.704	15.865.678	22,98	4,13	73,53
Região Nordeste	47.741.711	53.078.137	11,18	34,15	73,13
Região Sudeste	72.412.411	80.353.724	10,97	86,92	92,95
Região Sul	25.107.616	27.384.815	9,07	48,58	84,93
Região Centro-Oeste	11.636.728	14.050.340	20,74	8,75	88,81

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

Tabela 2: População, taxa de crescimento e taxa de população urbana e rural, segundo a Região Sul 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 Sul	25.107.616	27.384.815	9,07	84,7	15,3
Paraná	9.563.458	10.439.601	9,16	85,1	14,9%
Santa Catarina	5.356.360	6.249.682	16,68	84%	16%
Rio Grande do Sul	10.187.798	10.695.532	4,98	85,3	14,7%

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

A população paranaense é predominantemente urbana, com uma taxa de 85,1%, característica encontrada também na Região Sul, com 84,93% e Brasil, com 84,3% (Tabela 2).

PRODUTO INTERNO BRUTO

O PIB¹ per capita do Estado do Paraná, segundo dados da Tabela 3, cresceu em média 40%, entre 2004 a 2008, abaixo da média da Região Sul, em torno de 44%, e da média do Brasil, em torno de 50%.

No ano de 2008, o PIB per capita era de – R\$ 16.927,98 – menor que a média regional - R\$ 18.257,79 – porém, maior que a média nacional - R\$15.989,75. O PIB per capita do Estado do Paraná é o mais baixo entre todos os estados da Região Sul. No mesmo período, a taxa de variação foi de 40% (Tabela 3).

Tabela 3: Produto Interno Bruto per capita, segundo a Região Sul 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%
Região Sul	12.676,91	13.205,97	14.156,15	16.564,00	18.257,79	44%
Paraná	12.079,83	12.344,44	13.151,98	15.711,20	16.927,98	40%
Santa Catarina	13.403,29	14.542,79	15.633,20	17.834,00	20.368,64	52%
Rio Grande do Sul	12.850,07	13.298,02	14.304,83	16.688,74	18.378,17	43%

Fonte: IBGE (2008)

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

INDICADORES SOCIAIS BÁSICOS Déficit Habitacional no Brasil²

No Brasil, em 2008, o déficit habitacional urbano, que engloba as moradias sem condições de serem habitadas, em razão da precariedade das construções ou do desgaste da estrutura física, correspondeu a 5.546.310 de domicílios, dos quais 4.629.832 estão localizados nas áreas urbanas. Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do país, o déficit corresponde a 9,6%. No Estado do Paraná, o déficit habitacional, em 2008, era de 213.157 domicílios, dos quais 192.726 localizados nas áreas urbanas e 20.431 nas áreas rurais (Tabela 4).

Tabela 4: Déficit Habitacional Urbano em relação aos domicílios particulares permanentes, segundo Brasil, Região Sul e Unidades da Federação – 2008

Abrangência Geográfica	Déficit Habitacional - Valores Absolutos - 2008			
	Total	Urbano	Rural	Percentual em relação aos domicílios particulares permanentes %
Brasil	5.546.310	4.629.832	916.478	9,6%
Sul	580.893	519.080	61.813	6,5%
Paraná	213.157	192.726	20.431	6,3%
Santa Catarina	140.770	123.747	17.023	7,2%
Rio Grande do Sul	226.966	202.607	24.359	6,2%

Fonte: Déficit Habitacional no Brasil 2008 (BRASIL, 2008, p. 31)

Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do estado, o déficit correspondeu a 6,34%, no ano de 2008. Se comparados

² Déficit Habitacional: o conceito de déficit habitacional utilizado está ligado diretamente às deficiências do estoque de moradias. Inclui ainda a necessidade de incremento do estoque, em função da coabitAÇÃO familiar forçada (famílias que pretendem constituir um domicílio unifamiliar), dos moradores de baixa renda com dificuldade de pagar aluguel e dos que vivem em casas e apartamentos alugados com grande densidade. Inclui-se ainda nessa rubrica a moradia em imóveis e locais com fins não residenciais. O déficit habitacional pode ser entendido, portanto, como déficit por reposição de estoque e déficit por incremento de estoque. O conceito de domicílios improvisados engloba todos os locais e imóveis sem fins residenciais e lugares que servem como moradia alternativa (imóveis comerciais, embaixo de pontes e viadutos, carcaças de carros abandonados e barcos e cavernas, entre outros), o que indica claramente a carência de novas unidades domiciliares. Fonte: Fundação João Pinheiro/Déficit Habitacional no Brasil (2008).

aos percentuais de domicílios particulares dos demais estados da região, esteve abaixo de Santa Catarina, com 7,2%, assim como dos percentuais regional, 6,5% e nacional, 9,6%, conforme a Tabela 4.

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

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

No Estado do Paraná, as desigualdades sociais estão expressas pelos indicadores do déficit habitacional, segundo faixa de renda. Os dados mostram que a renda familiar mensal das famílias é muito baixa, onde 87,0% recebem uma renda mensal de até 3 salários mínimos. Na Região Sul, representa 83,4%, enquanto a média no Brasil é de 89,6% das famílias (Tabela 5).

Tabela 5: Distribuição percentual do Déficit Habitacional Urbano por faixas de renda média familiar mensal, segundo Região Sul e Unidades da Federação – FJP/2008

Abrangência geográfica	Faixas de renda média familiar mensal (em salário mínimo)				
	Até 3	3 a 5	5 a 10	Mais de 10	Total
Brasil	89,6	7,0	2,8	0,6	100%
Sul	83,4	11,4	4,5	0,7	100%
Paraná	87,0	8,3	4,0	0,7	100%
Santa Catarina	76,6	16,5	6,4	0,5	100%
Rio Grande do Sul	84,2	11,3	3,8	0,8	100%

Fonte: Déficit Habitacional no Brasil 2008 (BRASIL, 2008)

ESCOLARIDADE

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

O indicador de escolaridade no Estado do Paraná pode ser visto pelo percentual de analfabetos (10,2%), de analfabetos funcionais (11,9%), ou seja, pessoas com até três anos de estudos, e os de baixa escolaridade (24,9%), compondo um indicador formado pelos sem escolaridade, com muito baixa e baixa escolaridade, que, na soma, corresponde a 47% 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 Sul e Estado do Paraná – 2009

Abrangência Geográfica	Pessoas de 25 anos ou mais de idade – 2009			
	Total (1.000 pessoas)	Distribuição percentual, por grupos de anos de estudo (%)	1 a 3 anos	4 a 7 anos
Brasil	111 952	12,9	11,8	24,8
Sul	17 060	8,0	11,0	28,9
Paraná	6 466	10,2	11,9	24,9
Santa Catarina	3 773	7,1	10,2	27,3
Rio Grande do Sul	6 821	6,4	10,7	33,6

Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2009a)

ESPERANÇA DE VIDA AO NASCER³

No Estado do Paraná, o indicador de esperança de vida – 74,7 anos – está acima da média nacional – 73,1 anos – mas abaixo da regional – 75,2 anos – e é o mais baixo entre os estados da região. O indicador taxa de fecundidade – 1,84% - está abaixo do regional – 1,92% - e do nacional – 1,94 – e é a mais baixa entre os estados da região. O indicador taxa bruta de natalidade – 12,98% - está acima do regional – 12,34% – mas abaixo do nacional – 15,77% – e está entre os estados da região. O indicador taxa bruta de mortalidade – 5,97% - está abaixo do regional – 6,23% – e do nacional – 6,27% – e está entre os estados da região. O indicador taxa de

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

mortalidade infantil – 17,3% – está acima da média regional – 15,1% – mas muito abaixo da média nacional – 22,5% – e é o maior da região (Tabela 7).

Tabela 7: Taxas de fecundidade total, bruta de natalidade, bruta de mortalidade, de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer, por sexo – Brasil, Região Sul 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
Sul	1,92	12,34	6,23	15,10	75,2	71,9	78,7
Paraná	1,84	12,98	5,97	17,30	74,7	71,6	77,9
Santa Catarina	2,08	12,54	5,56	15,00	75,8	72,6	79,1
Rio Grande do Sul	1,93	11,60	6,84	12,70	75,5	71,9	79,3

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

Referências

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Déficit habitacional no Brasil 2008**. Brasília, DF: Fundação João Pinheiro, 2008. Disponível em: <<http://www.fjp.gov.br/index.php/servicos/81-servicos-cei/70-deficit-habitacional-no-brasil>>. Acesso em: 19 set. 2013.

CAMPOS, João Batista; SILVEIRA FILHO, Leverci (Coord.). **Campos naturais**. Curitiba: SEMA, 2010d. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/V7_Campos_Naturais.pdf>. Acesso em: 16 set. 2013.

_____. **Cerrado**. Curitiba: SEMA, 2010e. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/V6_Cerrado.pdf>. Acesso em: 16 set. 2013.

_____. **Floresta Atlântica**. Curitiba: SEMA, 2010a. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/V3_Mata_Atlantica.pdf>. Acesso em: 16 set. 2013.

_____. **Floresta com Araucária**. Curitiba: SEMA, 2010b. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/V4_Floresta_com_Araucaria.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2013.

CAMPOS, João Batista; SILVEIRA FILHO, Leverci (Coord.). **Floresta Estacional Semidecidual**. Curitiba: SEMA, 2010c. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/V5_Floresta_Estacional_Semidecidual.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2013.

FERRETTI, André Rocha; BORGES, Clóvis Ricardo Schrappe; BRITEZ, Ricardo Miranda de. Paraná. In: CAMPANILI, Maura; PROCHNOW, Miriam. (Org.). **Mata Atlântica**: uma rede pela floresta. Brasília, DF: RMA, 2006. Disponível em: <www.apremavi.org.br/download.php?codigoArquivo=91>. Acesso em: 16 set. 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/AEB/AEB2010.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2013.

_____. **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 11 set. 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>. Acesso em: 19 set. 2013.

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

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

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

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Bacias hidrográficas do Paraná:** uma série histórica. Curitiba: Instituto das águas Paraná, 2010. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=38>>. Acesso em: 11 ago. 2013.

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Anuário estatístico do Estado do Paraná.** 2009. Disponível em: <http://www.ipardes.pr.gov.br/anuario_2009/index.html>. Acesso em: 11 ago. 2013.

GOVERNO DO PARANÁ. **Atlas comentado da geologia e dos recursos minerais do Estado do Paraná:** atlas geológico do Estado do Paraná. Curitiba: MINEROPAR, 2001. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/atlasgeo.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2013.

SANTO JÚNIOR, Clóvis do Espírito. **Atlas geográfico do Paraná:** o uso de novas tecnologias. Curitiba: SEED - Secretaria de Estado da Educação do Paraná/PDE – Programa de Desenvolvimento Educacional, 2008. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/3173537/Geografia-Atlas-do-Parana-Localizacao-Geografica>>. Acesso em: 11 ago. 2013.

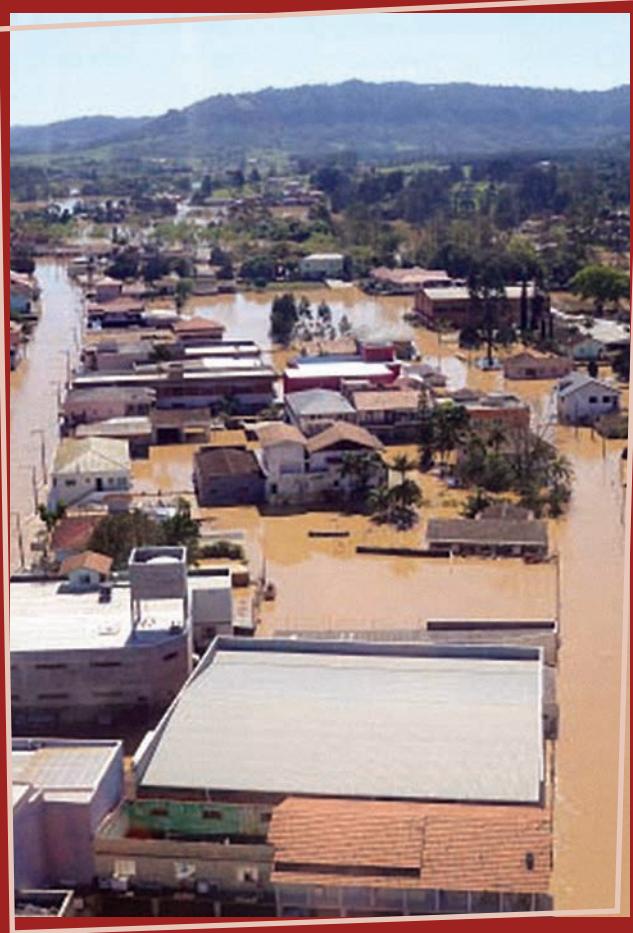
SEMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS.

Publicações de biodiversidade e florestas: série ecossistemas paranaenses. 2010. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>>. Acesso em: 11 ago. 2013.



Foto: Marcos Guerra. Gruta das Encantadas, Ilha do Mel, Paraná

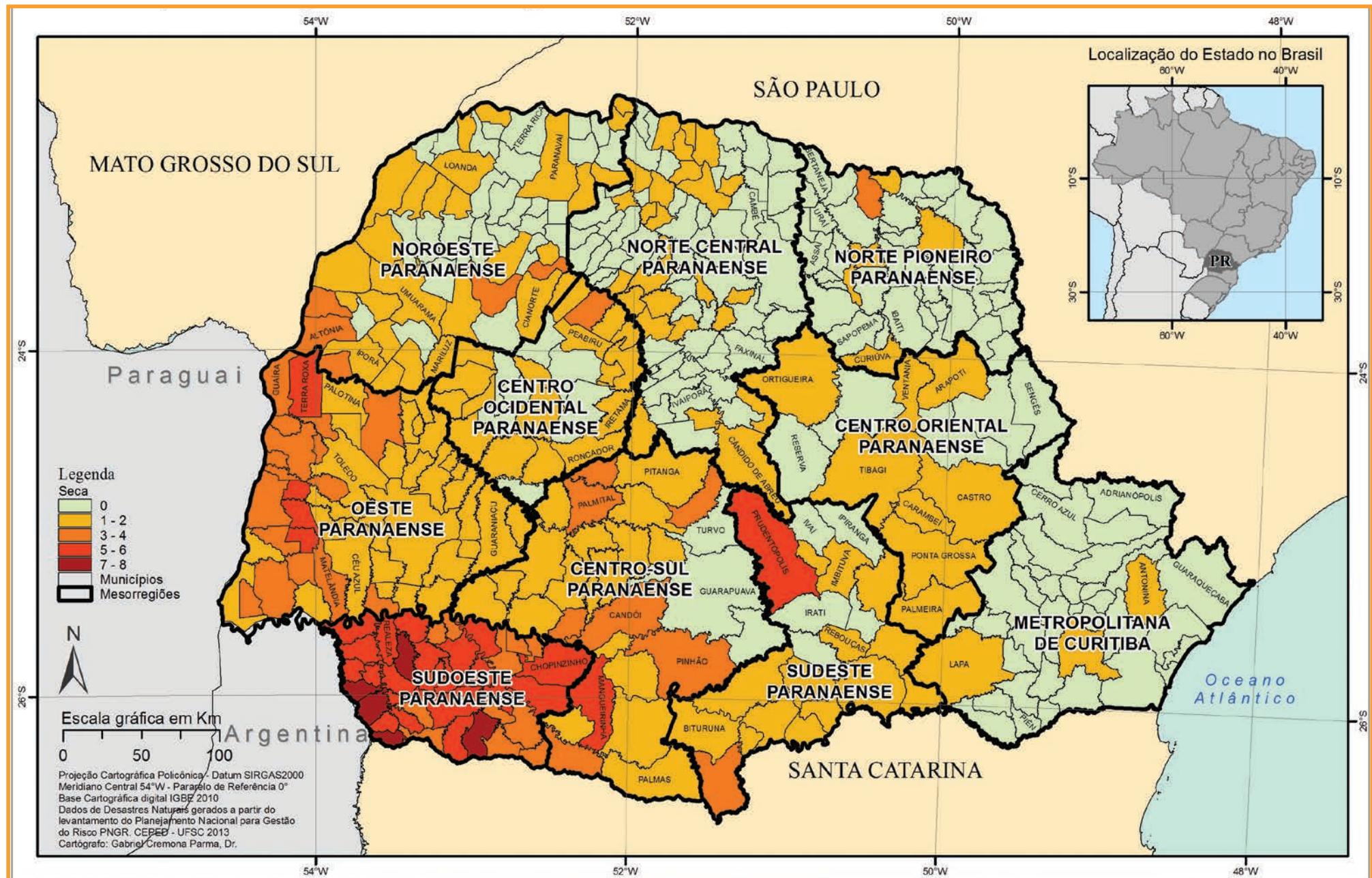




DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO PARANÁ DE 1991 A 2012

ESTIAGEM E SECA

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



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

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

Considera-se fenômeno de estiagem existente quando há um atraso superior a 15 dias do início da temporada chuvosa e quando as médias de precipitação pluviométricas mensais dos meses chuvosos permanecem inferiores a 60% das médias mensais de longo período, da região considerada (CASTRO, 2003).

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

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

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

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

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

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

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

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

No decorrer do período entre 1991 a 2012, ocorreram 511 registros oficiais de estiagem e seca no Estado do Paraná. Conforme as informações no Mapa 2, esses registros correspondem a ocorrências em 221 municípios do estado.

Os municípios mais atingidos foram Pranchita e Renascença, com oito registros e Barracão, Santa Izabel do Oeste e Santo Antônio do Sudoeste, com sete registros de estiagem e seca cada um. Todos esses municípios pertencem à Mesorregião Sudoeste paranaense, que apresentou 191 registros de seca e estiagem em 37 municípios, no período analisado, correspondendo à mesorregião mais afetada.

A segunda mesorregião mais afetada é a Oeste paranaense, com 115 registros de estiagem e seca distribuídos em 50 municípios. Dentre os mais atingidos estão Diamante D’Oeste, com seis registros e Ramilândia, São José das Palmeiras e Terra Roxa, com cinco registros de estiagem e seca cada um.

Essas mesorregiões estão localizadas em sua maior parte na área classificada por Köppen (1948) como clima subtropical úmido (Cfa) sem estação seca definida.

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, resultados de uma ação antrópica desordenada no ambiente. As consequências, nesses casos, podem assumir características muito particulares, e a ocorrência de desastres, portanto, pode ser condicionada pelo efetivo manejo dos recursos naturais realizado na área (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2004).

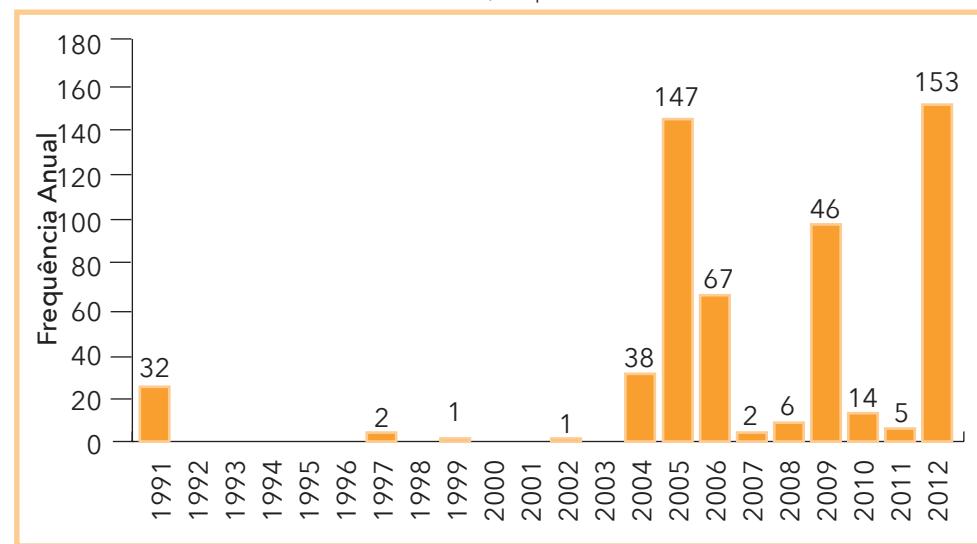
Na Região Sul do Brasil, além do relevo e da posição geográfica (localizada abaixo do Trópico de Capricórnio), estando ela quase toda na Zona Temperada, os sistemas de circulação atmosférica influenciam na caracterização climática, sendo que as secas e estiagens estão principalmente relacionadas aos aspectos e fenômenos climáticos. A Região Sul tem duas características próprias: uma é a sua homogeneidade no que diz respeito à pluviometria e ao ritmo estacional de seu regime, e a outra é a unidade climática, com domínio quase absoluto do clima Mesotérmico do tipo Temperado (SANTOS; CÂMARA, 2002).

Entre os fenômenos atmosféricos, o mais importante que atua sobre essa região, essencial na determinação da climatologia, de temperatura

e precipitação, é a passagem de sistemas frontais, que são responsáveis por grande parte dos totais pluviométricos registrados e pela instabilidade (OLIVEIRA, 1986). Contudo, não são apenas as instabilidades que causam desastres no sul do Brasil; condições de estabilidade, comumente associadas aos bloqueios atmosféricos, causam estiagens prolongadas e prejuízos consideráveis para a região. Anomalias de precipitação podem ainda estar associadas a eventos de escala global, como o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENSO) (GRIM, 2009).

Ao analisar o Gráfico 1 e o Infográfico 1, verifica-se um aumento no número de ocorrências na segunda década de análise (2001-2012), quando foram registrados 479 eventos de estiagem e seca. Destaque para os anos de 2005, 2006 e 2012, com 147, 67 e 153 registros, respectivamente.

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

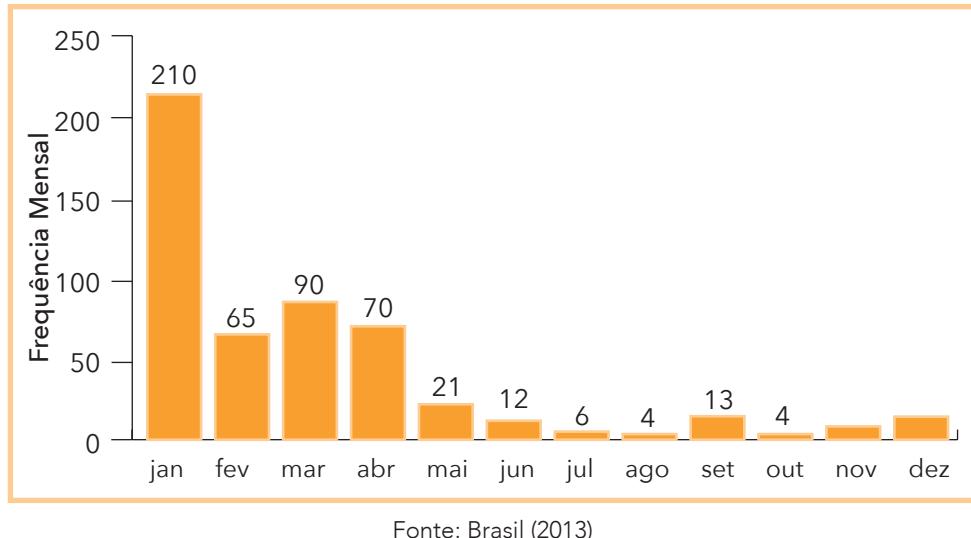


Fonte: Brasil (2013)

O número total de ocorrências cresceu na última década e isso pode estar associado à falta de registros oficiais de supostas ocorrências no estado na década anterior ou ao aumento de municípios que passaram a decretar Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública.

Segundo os documentos oficiais, os registros de estiagens e secas de 2005 foram registrados no primeiro semestre do ano, entre os meses de janeiro e junho, como pode ser observado no Gráfico 2.

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



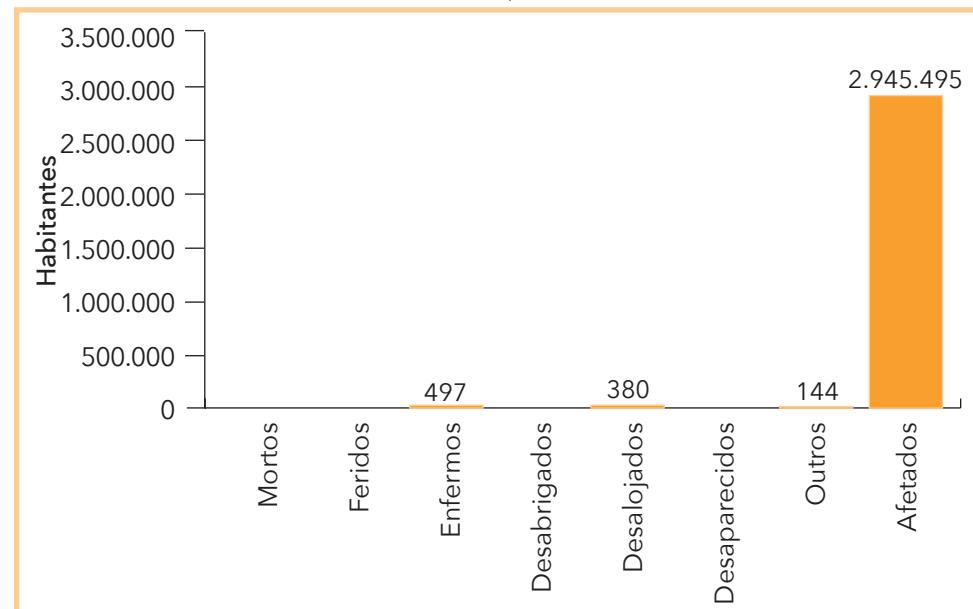
O déficit de precipitação no mês de fevereiro de 2005, segundo o Boletim de Informações Climáticas do CPTEC/INPE, foi mais acentuado em relação aos meses de dezembro e janeiro, agravando a seca observada nos meses anteriores. Os totais acumulados de chuva foram inferiores a 50 mm em grande parte da região, e tal fato decorreu principalmente por causa do posicionamento de um bloqueio no sul do continente sul-americano (CPTEC/INPE, 2005a).

No mês de março, que apresentou o maior número de registros de estiagens e secas, devido à entrada de seis frentes frias, ocorreu leve declínio de temperatura no litoral e provocou chuvas nos dias de 13 a 16, 22 a 24 e no dia 30, amenizando a situação de estiagem. No entanto, as chuvas que aconteceram a partir do dia 14 foram insuficientes para que o total mensal ficasse acima da normal climatológica. Ressalta-se, contudo, que a colheita de alguns produtos agrícolas foi prejudicada (CPTEC/INPE, 2005b).

Já para o mês de abril, os sistemas frontais continuaram atuando no país. Na Região Sul, as frentes frias favoreceram a ocorrência de chuvas, principalmente no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (CPTEC/INPE, 2005c).

De acordo com o Gráfico 3 foram 2.945.495 paranaenses afetados, 380 desalojados e 497 enfermos.

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



Fonte: Brasil (2013)

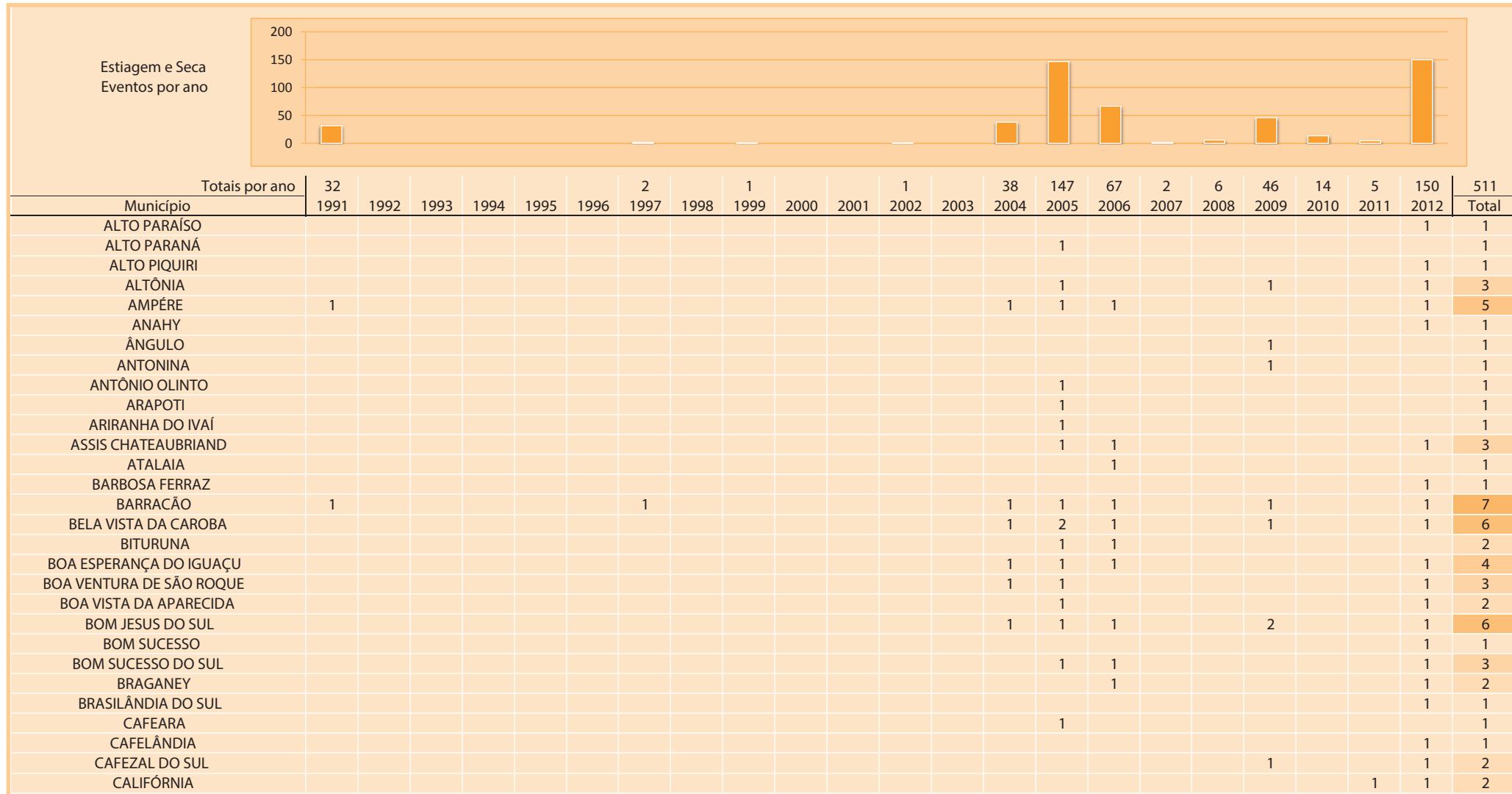
Os municípios que apresentaram o maior número de afetados foram Cascavel, com 286.172 afetados e Toledo, com 119.353 afetados, ambos localizados no Oeste paranaense. Nesse mesmo período de 2012 outros 140 municípios foram atingidos pelo evento adverso.

Essa tipologia de desastre favorece uma considerável redução nos níveis de água dos rios e provoca o ressecamento do leito de outros de menor porte. Afeta as áreas produtivas, provocando perdas nas lavouras com prejuízo aos agricultores; compromete os reservatórios de água, resultando em sede, fome, e na perda de rebanho, bem como em proble-

mas 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.

As estiagens e secas, por mais que não sejam tão recorrentes em todo o território do Mato Grosso, se comparadas a outros desastres, devem ser monitoradas, principalmente nos meses de inverno, onde há uma significativa diminuição das precipitações.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

GOIOERÊ		1		1	2
GOIOXIM		1			1
GUAÍRA		1	1		3
GUAMIRANGA		1			1
GUARACI		1			1
GUARANIAÇU					1
HONÓRIO SERPA		1			2
IBEMA					1
IBEMA					1
ICARAÍMA					1
IGUARAÇU					1
IGUATU					1
IMBITUVA					1
IPORÃ			1	1	2
IRACEMA DO OESTE					1
IRETAMA				1	1
ITAIPULÂNDIA				1	2
ITAMBARACÁ		1			1
ITAMBÉ				1	2
ITAPEJARA D'OESTE	1		1	1	5
JAGUAPITÃ		1			1
JAPURÁ					1
JARDIM OLINDA			1		1
JESUÍTAS					1
JUSSARA		1	1		2
KALORÉ					1
LAPA		1		1	2
LARANJAL		1			1
LARANJEIRAS DO SUL					1
LINDOESTE		1			2
LOANDA			1		1
LOBATO			1		1
LUPIONÓPOLIS			1		1
MALLET		1	1		2
MAMBORÉ			1		1
MANFRINÓPOLIS		1	1	1	4
MANGUEIRINHA	1		1	1	5
MARECHAL CÂNDIDO RONDON			1	1	3
MARIALVA					1
MARILENA			1		1
MARILUZ			1		2
MARIÓPOLIS	1		1		3
MARIPÁ			1		2
MARMELEIRO	1		1	1	6
MARQUINHO			1		1
MATELÂNDIA		1			3

Fonte: Brasil (2013)

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

MATO RICO							1					1	1	1	3
MEDIANEIRA							1	1						1	3
MERCEDES							1	1						1	3
MISSAL							1	1				1		1	4
MOREIRA SALES														1	1
NOVA AURORA														1	1
NOVA CANTU														1	1
NOVA ESPERANÇA DO SUDOESTE							1	1	1			1	1	1	6
NOVA FÁTIMA								1							1
NOVA LARANJEIRAS								1						1	2
NOVA PRATA DO IGUAÇU	1						1	1	1					1	5
NOVA SANTA ROSA								1	1					1	3
NOVA TEBAS														1	1
ORTIGUEIRA								1							1
OURO VERDE DO OESTE								1	1				1	1	4
PALMAS								1							1
PALMEIRA								1							2
PALMITAL							1	1						1	3
PALOTINA									1					1	2
PARANAPOEMA								1							1
PARANAVAÍ								1							1
PATO BRAGADO								1	1				1	1	4
PATO BRANCO	1							1	1						3
PAULA FREITAS									1						1
PAULO FRONTIN										1					1
PEABIRU														1	1
PÉROLA D'OESTE	1							1	1	1			1	1	6
PINHAL DE SÃO BENTO								1	1	1			1	1	5
PINHÃO								1	1	1					3
PITANGA									1					1	2
PLANALTO	1							1	1	1					5
PONTA GROSSA												1			1
PORTO BARREIRO									2					1	3
PORTO VITÓRIA								1					1		2
PRADO FERREIRA								1							1
PRANCHITA	2							1	1	1			1	1	8
PRUDENTÓPOLIS									1	1				3	5
QUARTO CENTENÁRIO									1						1
QUATRO PONTES									1	1					1
QUEDAS DO IGUAÇU															1
QUERÊNCIA DO NORTE									1					1	2
QUINTA DO SOL													1		2
RAMILÂNDIA									1	1	1			1	5
RANCHO ALEGRE D'OESTE										1	1				1
REALEZA	1								1	1	2			1	6
REBOUÇAS										1					1

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

TRÊS BARRAS DO PARANÁ												1	1
TUPÁSSI												1	2
UBIRATÂ												1	1
UMUARAMA													1
UNIÃO DA VITÓRIA													2
VENTANIA													1
VERA CRUZ DO OESTE												1	2
VERÉ	1											1	5
VIRMOND												1	1
VITORINO	1											1	3
XAMBRÊ												1	1

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

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

GRIM, A. M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, Nelson J. et al. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 259-27.

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

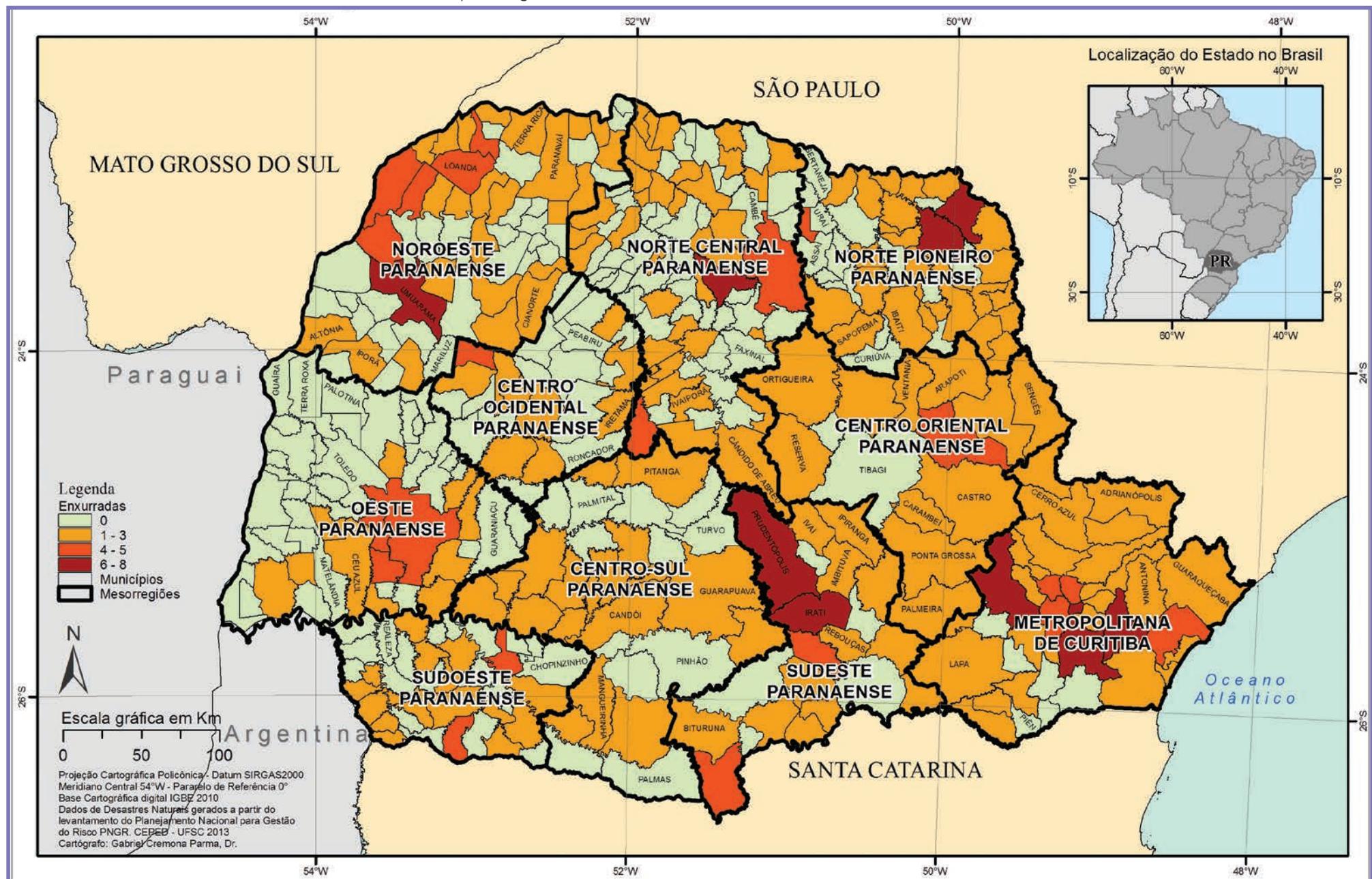
KÖPPEN, Wilhelm. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 466 p.

OLIVEIRA, Alda Santos de. **Interações entre sistemas na América do Sul e convecção na Amazônia**. 1986. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos, 1986.

SANTOS, Thereza Christina Carvalho; CÂMARA, João Batista Drummond (Org.). O estado dos desastres ambientais. In: _____. **Geo Brasil**: perspectivas do meio ambiente no Brasil. Brasília, DF: IBAMA, 2002. Disponível em: <<http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/geobrasil/desastres.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2013.

ENXURRADA

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



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

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

São diversas as definições utilizadas para o termo enxurrada. Em inglês, o termo flash flood é amplamente empregado para nomear as enxurradas (KOBİYAMA; GOERL, 2007). Já em espanhol, geralmente, utiliza-se o termo 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 inundaçao relâmpago, inundaçao ou enchente repentina e inundaçao 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), assim como a ciência que a aborda, pois na ciência do solo/ agronomia, o termo enxurrada está muitas vezes associado ao fluxo concentrado, aos processos e à perda de solo (ALBUQUERQUE et al., 1998; CASTRO; COGO; VOLK, 2006; BERTOL et al., 2010).

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

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

Nota-se que as definições ainda precisam amadurecer até que se chegue a uma consonância. Contudo, em relação às características, há 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 inundaçao causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de 6 horas. Também uma quebra de barragem pode causar inundaçao brusca, dependendo do tipo de barragem e o período de tempo decorrido.
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 inundaçao. As inundações bruscas geralmente resultam da combinação de intensa precipitação, numa área de inclinações íngremes, uma pequena bacia de drenagem, ou numa área com alta proporção de superfícies impermeáveis.
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.
Inundaçao 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)

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 e em danos à infraestrutura e às propriedades; sua área de ocorrência é pequena; geralmente está associada a outros eventos como os fluxos de lama e de detritos.

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

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

Para NOAA (2010), independente de qual definição seja adotada, o sistema de alerta para as enxurradas deve ser diferenciado em relação aos outros tipos de processos hidrometeorológicos. Dessa maneira, a sua previsão é um dos maiores desafios para os pesquisadores e os órgãos governamentais ligados à temática dos desastres naturais. A maior parte dos sistemas alertas atuais está focado em eventos ou fenômenos com um considerável tempo de alerta, sendo que os fenômenos súbitos ainda carecem de sistemas de alerta efetivos (HAYDEN et al., 2007). Borga et al. (2008) e Georgakakos (1986) sugerem que o sistema de alerta para enxurradas deva ser em escala local, pois os fenômenos meteorológicos causadores das enxurradas geralmente possuem escalas inferiores a 100 km².

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

Figura 3: Destrução causada pelas enxurradas no município de Morretes



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

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

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

O Estado do Paraná possui 446 registros oficiais de enxurradas severas caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 3 apresenta a distribuição espacial dessas ocorrências no território paranaense.

A mesorregião metropolitana de Curitiba foi a mais afetada, com 20% dos desastres, o que pode estar associado, principalmente, a sua localização mais próxima ao litoral, área com altos índices de precipitação e por conter a maior concentração populacional do estado. A segunda mesorregião mais afetada é a noroeste paranaense, que registrou 15% das enxurradas, seguida do norte pioneiro paranaense, com 14% e o norte central, com 13%. O sudeste, sudoeste e oeste paranaense registram 9%, 8%

e 7%, respectivamente, ao passo que o centro-sul, o centro-oriental e o centro-oeste paranaenses computaram 7%, 5% e 4% respectivamente.

Percebe-se que 54% dos municípios do estado registraram pelo menos um evento de enxurrada severa. O município de Campo Largo registrou o maior número de eventos, oito desastres. Seguido desses registros, está o evento de Santo Antônio da Platina, com sete eventos. Apucarana, Iraty, Jacarezinho, Morretes, Pinhais, Prudentópolis, São José dos Pinhais e Umuarama registraram seis eventos de enxurradas. Os demais municípios do estado registraram entre um e cinco eventos. Curitiba, capital do estado, registrou cinco.

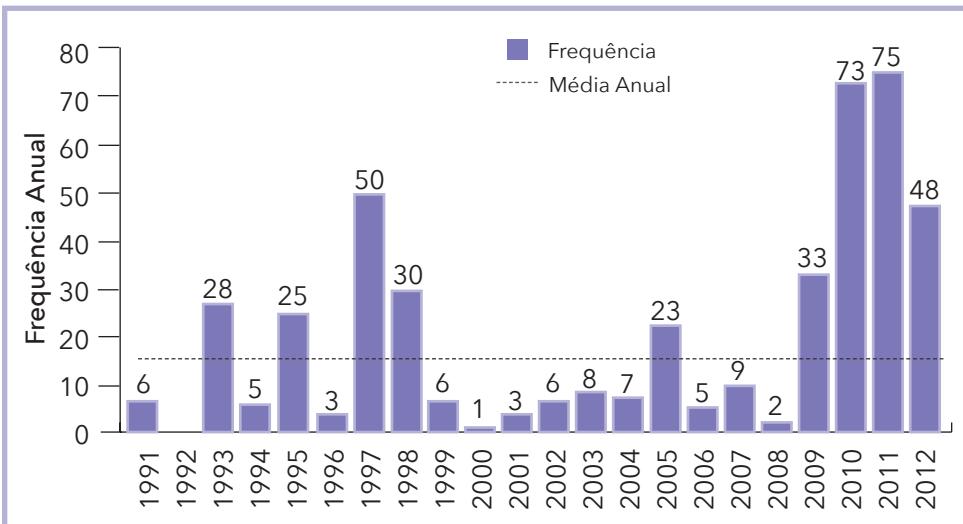
Dentre as cidades mais afetadas, Campo Largo possui pouco mais de 112 mil habitantes, sendo a 15ª cidade mais populosa do estado. A exceção de Morretes, que possui quase 16 mil habitantes, todas as demais cidades citadas possuem mais de 35 mil habitantes, com destaque para São José dos Pinhais, que possui 264.210 habitantes (IBGE, 2011). Os fatores antrópicos, como a alta densidade populacional, favorecem a ocorrência dos desastres. Contudo, fatores físicos como o relevo e as características das bacias hidrográficas também devem ser considerados, pois nem sempre os municípios mais populosos apresentam a maior frequência.

No Estado do Paraná, o maior número de pessoas atingidas por desastres naturais concentram-se em municípios com taxas de crescimento próximas à média do estado; além da maioria dos desastres ocorrerem nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) (ULTRAMARI; REZENDE; FIRMINO, 2008). Nesses municípios, os autores relatam a ocupação adensada, as extensas áreas com população carente e a concentração de atividades econômicas e políticas que podem potencializar os impactos de um determinado fenômeno adverso.

O Gráfico 4 apresenta a distribuição anual das enxurradas no Estado do Paraná. Observa-se que somente em 1992 não houve registros, enquanto os anos de 1993, 1995, 1997, 1998, 2005, 2009 a 2012 possuem registros de desastres acima da média anual (20,36 enxurradas/ano).

Os anos com maior ocorrência de enxurradas são 1997 e 2009 a 2012, períodos que concentram 62,5% de todos os desastres registrados no estado. Conforme o CPTEC/INPE, em 1997/98, tem-se um fenômeno de El Niño de grande intensidade, que se tratou, até aquela data, do mais forte aquecimento do Oceano Pacífico Oriental dos últimos 150 anos (TERACINE, 2000).

Gráfico 4: Frequência anual de desastres por enxurradas no Estado do Paraná (1991-2012)



Fonte: Brasil (2013)

Nedel e Saunsen (2012) relatam que, em 2009, o estado sofreu a influência do fenômeno El Niño (fraco), 2009-2010, com ocorrência de frequentes precipitações com acumulados mensais relativamente elevados, principalmente entre setembro e novembro. Nestes meses, os volumes das precipitações ultrapassaram em 300 mm a média climatológica, segundo registros do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O elevado número de desastres em 2010 se deve à ocorrência de fenômenos climáticos no início do ano. Segundo o Boletim de Informações Climáticas do CPTEC/INPE, o mês de janeiro foi marcado pela ocorrência de chuvas acima da média para a Região Sul do Brasil, devido ao escoamento da corrente de jato em baixos níveis trazendo umidade da região tropical para as regiões sul e sudeste, durante o mês de janeiro e início de fevereiro (MELO, 2010a). Em fevereiro, as chuvas acima da média em parte das regiões centro-oeste e sul estiveram associadas principalmente ao escoamento mais intenso que o normal do jato em baixos níveis, que continuou trazendo umidade da região tropical em direção ao centro-sul do país, prevendo-se chuva acima da média na Região Sul para os meses seguintes (MELO, 2010b).

Já em 2011, um evento extremo de chuvas atingiu algumas cidades costeiras do Estado do Paraná, motivado por uma área de instabilidade favorecida pela atuação de um cavado com significativa amplitude e fortes ventos associados (LOPES; SOUZA, 2012). Estes fatores (amplitude alta e ventos fortes) garantem que a advecção de vorticidade ciclônica sobre a área seja considerada alta. Além disso, a existência de um gradiente vertical considerável de temperatura entre o nível médio e baixo da atmosfera favoreceu o desenvolvimento vertical da área de instabilidade. A estes fatores, somou-se a ocorrência de um gradiente de pressão no Oceano Atlântico, promovendo o transporte da umidade do oceano para o continente. Esta situação foi verificada em outros momentos, contudo, a forte advecção de leste/nordeste existente, com ventos em torno de 6 a 8 m/s acima da média, levaram ao significativo acumulado de chuva (INPE, 2011).

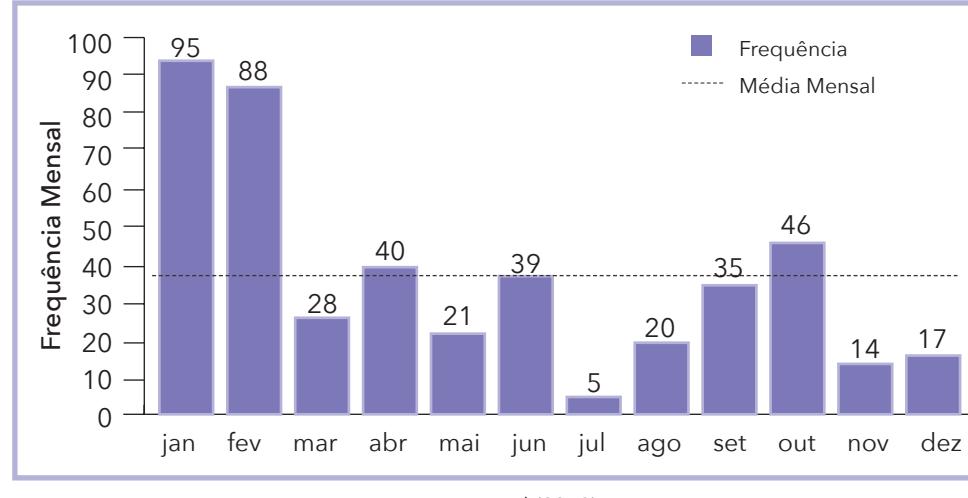
Com relação aos desastres do ano 2012, o mês de junho é o que concentra maior número de ocorrências. Neste mês, as chuvas variaram de normal a acima da normal climatológica da região sul do Brasil, que foi atingida por cinco frentes frias, as quais, aliadas às áreas de instabilidade, favoreceram a ocorrência das intensas chuvas em partes da Região Sul (INMET, 2012). Ainda segundo o INMET (2012), o maior total mensal de precipitação nesse mês de junho de 2012 foi registrado em Londrina (PR), com 428,4 mm, mais de quatro vezes a média climatológica prevista para o mês (96,5 mm). O total mensal de precipitação em Iraty (PR) foi de 291,1 mm, enquanto em Curitiba (PR) foi de 225,5 mm, quase o dobro da média prevista (115,6 mm).

Com relação à distribuição mensal dos desastres, os períodos que compreendem o verão e o outono concentram a maioria dos desastres (Gráfico 5). Os desastres dos meses de janeiro e fevereiro estão associados principalmente aos desastres de 1997, 2010 e 2011, descritos anteriormente.

Os 446 eventos afetaram mais de um milhão de pessoas, deixando 19.689 desabrigados, 41.304 desalojados, 412 feridos, 130 pessoas enfermas, 22 desaparecidos e ocasionando 26 falecimentos (Gráfico 6). Aproximadamente 50% de todas as pessoas afetadas estão associados às severas enxurradas de 2010 e 2011, bem como 69% dos desalojados e 35% dos desabrigados.

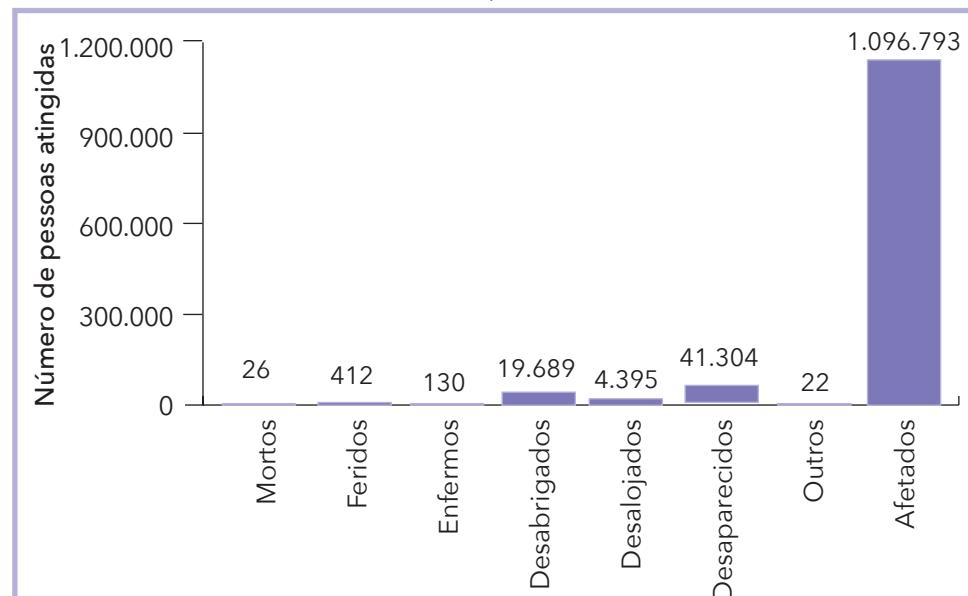
A Tabela 8 apresenta os principais municípios em relação aos danos humanos ao longo desses 22 anos. A maior parte foi afetada por eventos de 2010 e de 2011. Apucarana, que conforme o IBGE (2011) possui aproxi-

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



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 6: Danos humanos provocados pelas enxurradas no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

madamente 121 mil habitantes, teve 90% de sua população afetada pelo evento de 2002 e 80% foram afetados em 2011. Conforme o relatório de danos emitido pelos municípios de Santo Antônio da Platina, Wenceslau Braz e Cerro Azul cerca de 100% da população foi afetada nos eventos de 2010 e 2011. É possível destacar ainda o número de pessoas afetadas em Moreira Sales, que chegou a 12% dos seus habitantes.

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

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Desalojados	Afetados
2002	Apucarana	Norte Central paranaense	-	-	107.819
2011	Londrina	Norte Central paranaense	61	150	100.000
2005	Apucarana	Norte Central paranaense	40	300	98.700
2011	Almirante Tamandaré	Metropolitana de Curitiba	170	2.309	54.346
2012	Londrina	Norte Central paranaense	-	-	50.000
2011	Santo Antônio da Platina	Norte Pioneiro paranaense	-	1.500	42.688
2010	Almirante Tamandaré	Metropolitana de Curitiba	455	486	21.955
2010	Wenceslau Braz	Norte Pioneiro paranaense	31	113	18.691
2011	Cerro Azul	Metropolitana de Curitiba	23	213	16.948
2011	Moreira Sales	Centro Ocidental paranaense	1.180	7.900	15.178

Fonte: Brasil (2013)

Em relação aos falecimentos, (Tabela 9), o município de Ivaí registrou o maior número de mortos, cinco, seguido de Fazendo Rio Grande e Maria Helena, com três. Observa-se que alguns municípios registraram falecimentos, mas não afetados ou desabrigados. As enxurradas, de maneira geral, ocorrem nas áreas adjacentes aos rios e córregos, ou seja, acabam abrangendo uma pequena área. Assim, por serem localizados, alguns eventos não afetam todo o município, contudo, os danos na área afetada são relativamente altos, exemplificado pelo baixo número de afetados em alguns eventos, mas elevado número de mortos.

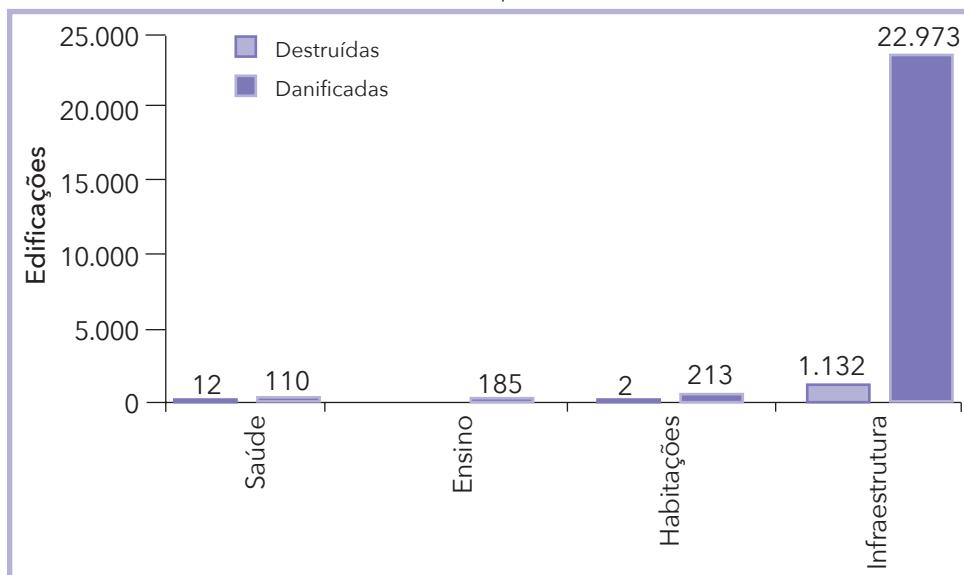
O Gráfico 7 apresenta os prejuízos registrados no Estado do Paraná, e as edificações mais afetadas foram as habitações com mais de 22 mil danificadas e 1,1 mil destruídas, das quais, em sua maioria, estão associadas às enxurradas de 2010 e 2011, demonstrando a magnitude e severidade desses eventos. Portanto, nesse caso, observa-se o elevado número de edificações de saúde

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

Ano	Município	Desabrigados	Desalojados	Mortos	Afetados
1999	Ivaí	-	-	5	-
2011	Fazenda Rio Grande	410	235	3	4.077
1997	Maria Helena	-	-	3	-
2005	Apucarana	40	300	2	98.700
2011	Antonina	1.160	2.289	2	7.550
2004	Morretes	366	1.200	2	3.820
1998	Jataizinho	-	-	2	-
2011	Londrina	61	150	1	100.000
2011	Almirante Tamandaré	170	2309	1	54.346
2009	Jacarezinho	70	577	1	1.960
1993	Colombo	600	-	1	1.000
2006	Paranavaí	-	40	1	240
1993	Pinhais	400	-	1	-
1993	Reserva	60	-	1	-

Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

e ensino danificadas. Escolas tendem a ser locais de abrigos durante eventos extremos e postos de saúde, assim como os hospitais ficam sobrecarregados devido ao alto número de pessoas afetadas. Dessa forma, a escolha dos locais para a construção de escolas e de postos de saúde e outros serviços essenciais deve sempre levar em consideração se são ou não áreas susceptíveis a ocorrências de enxurradas ou outros tipos de eventos extremos.

Por fim, na Tabela 10 são descritos os principais municípios em relação aos danos materiais. De maneira geral, a grande parte das edificações danificadas e/ou destruídas dos municípios trata-se de habitações, com destaque para o município de Matinhos, do qual 99% das edificações danificadas são habitações.

As enxurradas estão associadas a chuvas intensas em bacias hidrográficas declivosas. Contudo, elas podem ocorrem 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 umi-

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

Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2003	Matinhos	Metropolitana de Curitiba	-	3.003	3.003
2011	Moreira Sales	Centro Ocidental paranaense	86	2.480	2.566
2009	Pato Branco	Sudoeste paranaense	0	2.010	2.010
2010	Colombo	Metropolitana de Curitiba	1	1.441	1.442
2011	Antonina	Metropolitana de Curitiba	71	1.218	1.289

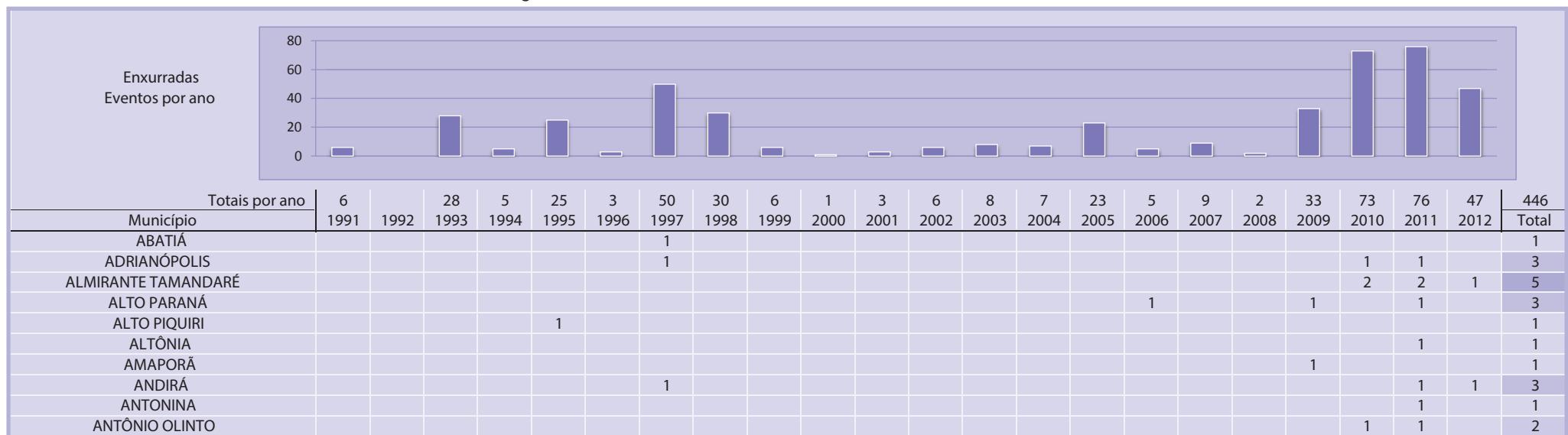
Fonte: Brasil (2013)

dade e a precipitação antecedente devem ser levadas em consideração ao se analisar esse tipo de desastre.

No Estado do Paraná, apesar da elevada frequência em alguns municípios, poucos estudos têm sido feitos sobre essa temática. A pesquisa científica aliada ao correto planejamento é um dos caminhos para a prevenção de fenômenos extremos, como as enxurradas.

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

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



Fonte: Brasil (2013)

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

APUCARANA		1	1	1		1	1		1	1	6
ARAPONGAS										1	1
ARAPOTI									1	1	2
ARAUCÁRIA							1				1
BANDEIRANTES				1					1	1	3
BARBOSA FERRAZ			1						1		3
BARRACÃO									2	1	3
BELA VISTA DA CAROBA									1		1
BELA VISTA DO PARAÍSO										1	1
BITURUNA										1	1
BOA ESPERANÇA			1								1
BOCAIÚVA DO SUL			1								1
BOM JESUS DO SUL								1	1		2
BOM SUCESSO				1						1	2
BOM SUCESSO DO SUL										1	1
BORRAZÓPOLIS	1										1
BRAGANEY									2		2
CAMBARÁ	1			1							2
CAMBIRA			1								1
CAMPINA DA LAGOA						1					1
CAMPINA GRANDE DO SUL		1							1		2
CAMPO BONITO											1
CAMPO DO TENENTE										1	1
CAMPO LARGO				2						1	3
CAMPO MAGRO							1			1	2
CÂNDIDO DE ABREU			1								1
CANDÓI										1	1
CANTAGALO	1			1							2
CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES	1			1				1			3
CARAMBEÍ									1	2	3
CARLÓPOLIS											1
CASCASVEL		1		1	1	1					4
CASTRO			1								1
CATANDUVAS								1			2
CERRO AZUL				1						1	3
CÉU AZUL		1									1
CIANORTE									1		1
CIDADE GAÚCHA			1								1
COLONBO	2								1	1	4
COLORADO									1	1	1
CONGONHINHAS			1								1
CORONEL DOMINGOS SOARES								3			3
CORONEL VIVIDA				1						1	1
CURITIBA	2	1		1			1				5
DIAMANTE DO NORTE											2
DOIS VIZINHOS	1	1									2

Fonte: Brasil (2013)

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

DOUTOR ULYSSES									1	1	2
ENÉAS MARQUES											1
ESPIGÃO ALTO DO IGUAÇU			1						1		1
FAZENDA RIO GRANDE										2	1
FLORAÍ							1				1
FLORESTÓPOLIS			1							2	3
FLÓRIDA								1			1
FRANCISCO BELTRÃO								1		1	3
GENERAL CARNEIRO									1	2	
GODOY MOREIRA			1								1
GOIOERÊ											1
GOIOXIM				1							1
GUAPIRAMA	1										1
GUARACI	1										1
GUARAPUAVA	1			1							1
GUARAQUEÇABA									2	1	3
GUARATUBA										1	1
HONÓRIO SERPA		1								2	3
IBAITI				1							2
ICARAÍMA				1					1	1	4
IMBITUVA										1	1
INÁCIO MARTINS										1	1
INAJÁ					1						1
IPIRANGA											1
IPORÃ				1							1
IRATI	1								1	2	2
IRETAMA											1
ITAGUAJÉ											1
ITAMBARACÁ				1							1
ITAPERUÇU		1									1
IVAI						1					1
IVAIPORÃ		1			1						2
JABOTI				1							3
JACAREZINHO					1		2			1	1
JAGUAPITÃ								1			1
JAGUARIAÍVA										1	1
JANIÓPOLIS								1			1
JAPIRA										1	1
JARDIM ALEGRE				1							1
JATAIZINHO						1				1	1
JUNDIAÍ DO SUL				1					1	1	4
KALORÉ						1					1
LAPA										1	1
LARANJEIRAS DO SUL		1	1								2
LEÓPOLIS											1
LINDOESTE	1	1							1	1	5

Fonte: Brasil (2013)

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

LOANDA		1							1	1	2		5
LOBATO								1					1
LONDRINA								1				2	1
LUNARDELLI		1											1
MALLET								1					1
MAMBORÉ			1										1
MANDAGUAÇU								1					1
MANFRINÓPOLIS									1	1			2
MANGUEIRINHA										1			1
MANOEL RIBAS									1		1		2
MARIA HELENA	1		1										2
MARILENA	1		1							1			3
MARMELEIRO		1							1	1	1	1	5
MATINHOS							1						1
MATO RICO											1	1	2
MAUÁ DA SERRA			1						1				1
MEDIANEIRA													1
MOREIRA SALES									1	2	2	1	5
MORRETES		1					1	1		1	2		6
MUNHOZ DE MELO									1				1
NOVA CANTU				1				1					2
NOVA ESPERANÇA									1				1
NOVA FÁTIMA				1									1
NOVA LARANJEIRAS		1	1						1				3
NOVA LONDRINA				1						1	1	1	4
NOVA PRATA DO IGUAÇU				1						1	1		1
NOVA TEBAS		1								1	1	1	4
ORTIGUEIRA					1						1		3
PALMEIRA								1					1
PARANACITY									1		1		2
PARANAGUÁ								1			1	3	5
PARANAVAÍ										2			2
PATO BRANCO											1		1
PAULA FREITAS	1												1
PAULO FRONTIN			1										2
PINHAL DE SÃO BENTO		2	1	1							1	1	6
PIRAÍ DO SUL					1	1							4
PIRAQUARA				1		1							2
PITANGA											1	1	2
PLANALTINA DO PARANÁ		1									1		2
PONTA GROSSA											1	1	2
PONTAL DO PARANÁ					1								1
PORECATU													1
PORTO AMAZONAS				1							1		2
PORTO BARREIRO								1					1

Fonte: Brasil (2013)

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

PORTO RICO	1			1																2
PRANCHITA		1																		1
PRIMEIRO DE MAIO				1																1
PRUDENTÓPOLIS																	2	2	2	6
QUATIGUÁ				1																1
QUATRO BARRAS			1																1	2
QUEDAS DO IGUAÇU					1															1
QUERÊNCIA DO NORTE	1															1	1	1	1	4
QUINTA DO SOL																		1	1	1
QUITANDINHA																1	1	1	2	
REBOUÇAS		1															1	1	1	3
RESERVA		1																		1
RIBEIRÃO CLARO			1												1	1				3
RIO AZUL																	1	1	3	5
RIO BONITO DO IGUAÇU			1																	1
RIO BRANCO DO SUL					1													1	1	2
RIO NEGRO		1						1										1		3
ROLÂNDIA																			1	1
ROSÁRIO DO IVAÍ				1																1
SABÁUDIA						1														1
SALTO DO ITARARÉ						1														1
SALTO DO LONTRA			1																	1
SANTA AMÉLIA						1														1
SANTA CRUZ DE MONTE CASTELO															2	1	2			5
SANTA FÉ							1													1
SANTA INÉS																		1	1	
SANTA ISABEL DO IVAÍ	1						1									1				2
SANTA MARIANA																	1	1		2
SANTA MÔNICA	1																			1
SANTA TEREZA DO OESTE			1														1	1	2	4
SANTANA DO ITARARÉ																	1	1		2
SANTO ANTÔNIO DA PLATINA						1	1	1							1			2	1	7
SANTO ANTÔNIO DO CAIUÁ	1																			1
SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE						1	1											1		3
SANTO INÁCIO																			2	2
SÃO JERÔNIMO DA SERRA			1														1			2
SÃO JOÃO																2	2			4
SÃO JOÃO DO IVAÍ							1													1
SÃO JOÃO DO TRIUNFO															1					1
SÃO JORGE DO IVAÍ																			1	1
SÃO JOSÉ DA BOA VISTA							1								1			1		3
SÃO JOSÉ DOS PINHAIS	1		1												1		2			6
SÃO MIGUEL DO IGUAÇU							1								1					2
SÃO PEDRO DO PARANÁ	1						1													2
SÃO TOMÉ																1				1
SAPOPEMA																	1			1

Fonte: Brasil (2013)

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

SARANDI				1															1
SENGÉS					1														2
SIQUEIRA CAMPOS					1													1	3
TAMBOARA		1																	1
TAPEJARA				1															1
TEIXEIRA SOARES																	1		1
TELÊMACO BORBA							1												1
TERRA RICA																1	1	2	
TOMAZINA																1	1		2
TRÊS BARRAS DO PARANÁ		1				1													2
TUNAS DO PARANÁ					1											1			2
TUNEIRAS DO OESTE						1											1		2
TUPÂSSI																1			1
UMUARAMA	1					1											2	1	6
UNIÃO DA VITÓRIA							1												1
VENTANIA																	1		1
VERA CRUZ DO OESTE																1	1		2
VIRMOND		1	1																2
VITORINO																			1
WENCESLAU BRAZ																1			1

Fonte: Brasil (2013)

Referências

ALBUQUERQUE, A. W. et al. Parâmetros erosividade da chuva e da enxurrada correlacionados com as perdas de solo de um solo bruno não-cálcico várzea em Sumé (Pb). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n. 22, p. 743-749, 1998.

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Boletim agroclimatológico mensal**. Brasília, DF: INMET, 2012. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_201206.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2013.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Análise de um evento de chuva intensa no litoral entre o PR e nordeste de SC**. São Paulo: CPTEC/INPE, 2011. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/16905>>. Acesso em: 16 jul. 2013.

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.

LOPES, F. C. A.; SOUZA, R. M. Análise de um evento extremo e desastre natural nas cidade de Antonina/Pr e Morretes/PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA – CBMET, 17., 2012, Gramado. **Anais...** Gramado: CBMET, 2012. v. 1. p. 01-05.

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

MELO, Ana Barbara C. de. El Niño continuará atuando nos meses de março a maio de 2010. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 17, n. 2, fev. 2010a. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201002.pdf>. Acesso em: 1º. jul. 2013.

MELO, Ana Barbara C. de. Previsão de declínio do fenômeno El Niño no início do inverno de 2010. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 17, n. 3, mar. 2010b. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201003.pdf>. Acesso em: 1º. jul. 2013.

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.

NEDEL, A. S.; SAUSEN, T. M. Análise das inundações bruscas ocorridas na região Sul do Brasil no período 1980 - 2009. **Ciência e Natura:** Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, Santa Maria, v. 34, n. 1, 2012.

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

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

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

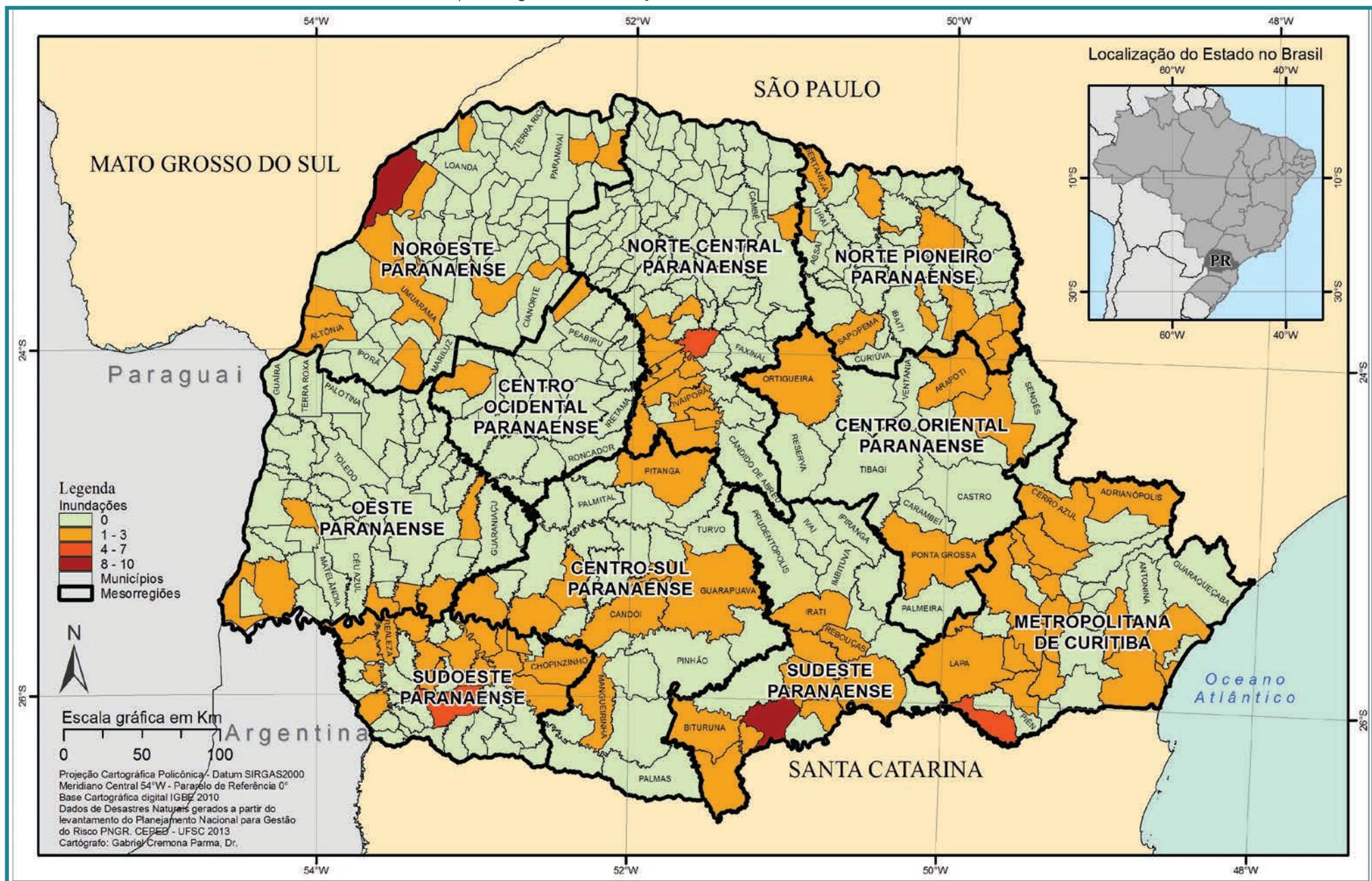
TERACINE, E. B. Impactos econômicos do El Niño 97/98 na produção agrícola Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CBMET, 2000. 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-f7ed5d4db4f4e0d8bb-e8d2c00c764726.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2013.

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

ULTRAMARI, C.; REZENDE, D.; FIRMINO, R. J. Dos conceitos de acidentes naturais e antrópicos e suas correlações sócio-demográficas: o caso do Estado do Paraná. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16., 2008, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ABEP, 2008.

INUNDAÇÃO

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



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

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

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

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

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

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

Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais

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

Fonte: Goerl e Kobiyama (2005)

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

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

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

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

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

No Estado do Paraná ocorreram 158 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 paranaense. A mesorregião metropolitana de Curitiba possui um total de

34 registros, que representa 22% das ocorrências de desastres no estado, se comparado às outras nove mesorregiões.

De acordo com o Mapa 4, o município mais atingido por inundações recorrentes foi União da Vitória, com dez ocorrências. Nesse município, as inundações atingem as zonas urbana e rural, às margens do rio Iguaçu que corta o seu território, conforme os documentos oficiais. O rio Iguaçu surge da junção do rio Atuba com o rio Iraí, esse encontro é chamado de marco zero do rio. Ao Oeste da Serra Geral, no terceiro planalto paranaense, o rio passa pelo município de União da Vitória e sua foz não é navegável por apresentar trechos encaixados, com vales estreitos e profundos, corredeiras, ilhas rochosas e quedas de água.

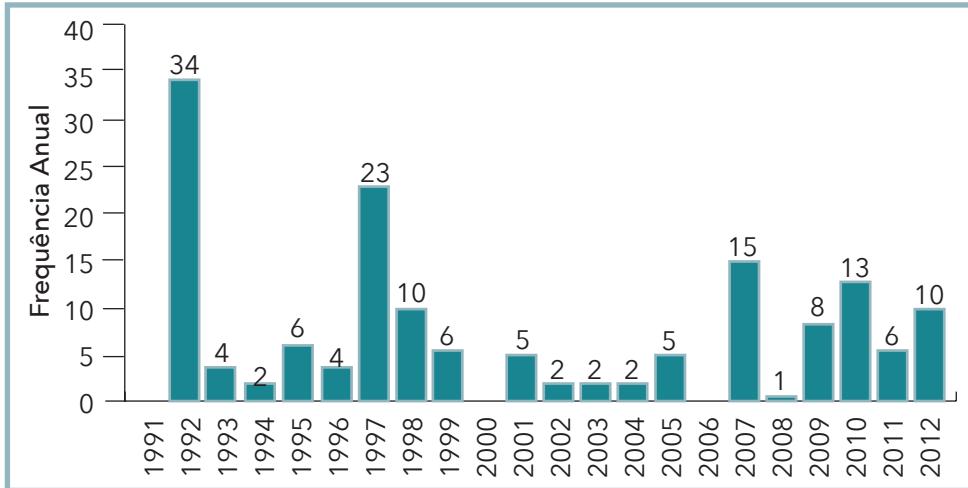
O mesmo mapa apresenta outros municípios classificados entre os mais afetados: Querência do Norte, com oito ocorrências; Rio Negro, com sete ocorrências; Borrazópolis e Francisco Beltrão, com quatro ocorrências cada.

Os anos das inundações severas registrados no período de 1991 a 2012 são apresentados no Gráfico 8. Verifica-se uma frequência anual de registros de desastres no estado. O ano de 1992 se destaca com 34 registros. Nesse ano, a Região Sul do Brasil esteve sob a influência do fenômeno El Niño (forte), que provocou chuvas abundantes e acima da média (GRIMM; FERRAZ; GOMES, 1998). As ocorrências de inundações no estado foram no final do mês de maio. Segundo Berlato e Fontana (2003), na época entre final do outono e começo do inverno ocorreu um período de “repique” do fenômeno El Niño, ocasionando um novo aumento na intensidade e na frequência das chuvas.

Em 1997 houve também um número considerável de desastres por inundações no estado, total de 23. Da mesma maneira que em 1992, esse ano esteve sob influência do fenômeno El Niño. De acordo com as observações da anomalia da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), o El Niño de 1997-1998 foi considerado o mais intenso desde a existência desses acompanhamentos (OLIVEIRA, 2001). Teracine (2000) afirma que em 1997-1998, ocorreu um El Niño de grande intensidade, sendo o mais forte aquecimento do Oceano Pacífico Oriental dos últimos 150 anos, conforme informações do CPTEC/INPE.

Esse fenômeno, portanto, foi responsável pelas chuvas intensas que ocasionaram desastres por inundações, principalmente nesses anos com maior número de municípios atingidos, 1992 e 1997.

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



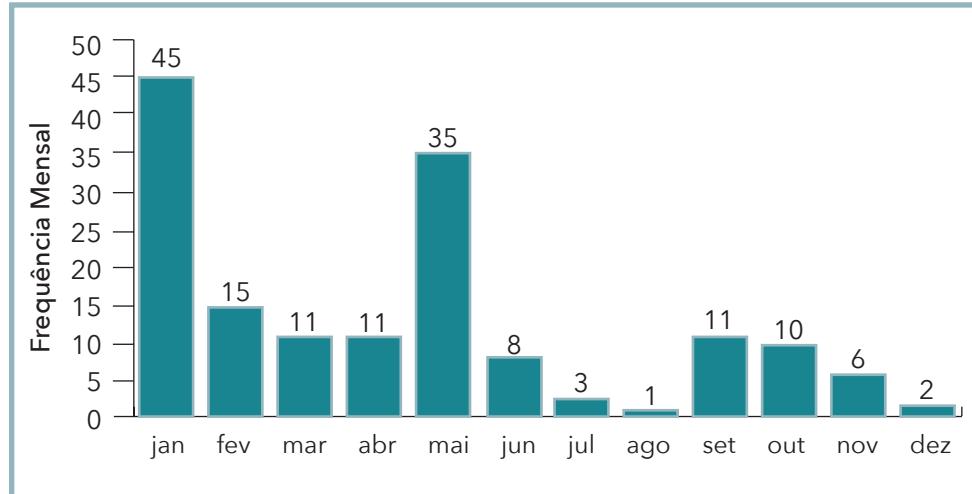
Fonte: Brasil (2013)

Segundo o INMET, a pluviosidade média anual da Região Sul oscila entre 1.250 e 2.000 mm. Há exceções no litoral do Estado do Paraná em que os valores são superiores a 2.000 mm, e no norte, que registram valores inferiores a 1.250 mm. O máximo pluviométrico em grande parte do Estado do Paraná é no verão, enquanto o mínimo no outono (SANTOS; CÂMARA, 2002). No entanto, não há estações chuvosas e secas bem definidas no estado, se comparado a outros estados do país.

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 nos meses de verão, que representam 45% do total de registros. O mês de janeiro foi o mais afetado ao longo do período em análise, com 45 ocorrências. Desses ocorrências, 15 correspondem aos eventos de inundações acontecidos no ano de 1997, registradas por municípios de diferentes mesorregiões do estado. O mês de maio também apresentou um elevado total de registros, sendo que a maior parte, 32 ocorrências, é relativa às inundações do ano de 1992.

As precipitações prolongadas durante o período chuvoso podem originar consequências negativas para comunidades de alguns municípios,

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



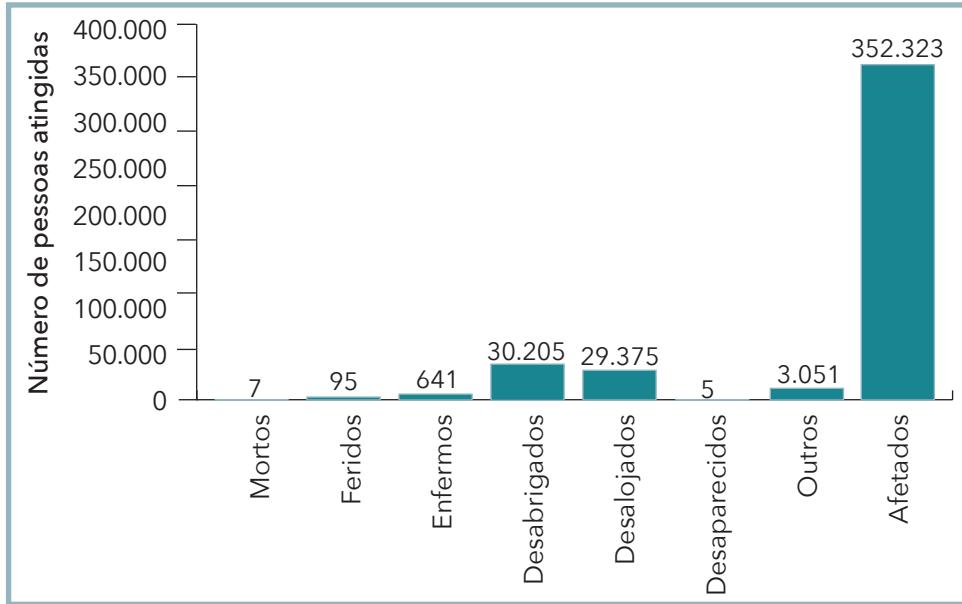
Fonte: Brasil (2013)

por conta da elevação dos níveis dos rios no estado. Nesse sentido, os danos humanos relacionados aos desastres por inundações são apresentados no Gráfico 10. É possível verificar mais de 300 mil pessoas afetadas ao longo dos anos analisados. No período de 1991 a 2012, foram registrados, oficialmente, sete mortos, 95 feridos, 641 enfermos, 30.205 desabrigados, 29.375 desalojados, cinco desaparecidos e 3.051 pessoas atingidas por outros tipos de danos.

Com relação aos danos relacionados a desabrigados, mortos e afetados, a Tabela 11 demonstra os municípios mais atingidos, com os respectivos anos das inundações e os totais de danos em número de pessoas. O município com o maior número de pessoas afetadas foi Ponta Grossa, localizado na Mesorregião Centro Oriental paranaense, com 240.000 no evento registrado em julho de 2011. Naquele ano, a área urbana do município foi atingida devido à intensa precipitação, de aproximadamente 260 mm entre o dia 30 de julho e 11 de agosto.

O município de Matinhos registrou, na inundação de janeiro de 2010, 35.000 pessoas afetadas, segundo o registro oficial. Esse evento extremo atingiu todos os bairros da cidade com a inundação dos rios e córregos

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



Fonte: Brasil (2013)

Figura 4: Inundação no Estado do Paraná



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Paraná (Brasil, 2011)

que cortam o perímetro urbano, atingindo ruas, casas e estabelecimentos comerciais.

Em Pitanga, os danos humanos também foram expressivos, com registro de 18.379 pessoas afetadas. No evento de setembro de 2009, bairros do setor urbano e parte da zona rural foram atingidos pela inundaçāo do rio Pitanga e seu afluente rio Ernesto. Segundo o documento oficial, choveu 120 mm em apenas nove horas. Em alguns distritos a precipitação alcançou 180 mm, sendo que a média pluviométrica do mês de setembro no ano anterior foi de 98 mm.

Há municípios que não estão entre os mais afetados da Tabela 11, no entanto apresentaram registros de óbitos por inundaçāo: Capitão Leônidas Marques registrou quatro mortes e Guarapuava uma morte nas inundações de maio de 1992; Alto Piquiri registrou uma morte no evento de janeiro de 1997 e em Francisco Beltrão houve registro de um caso em junho do mesmo ano.

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

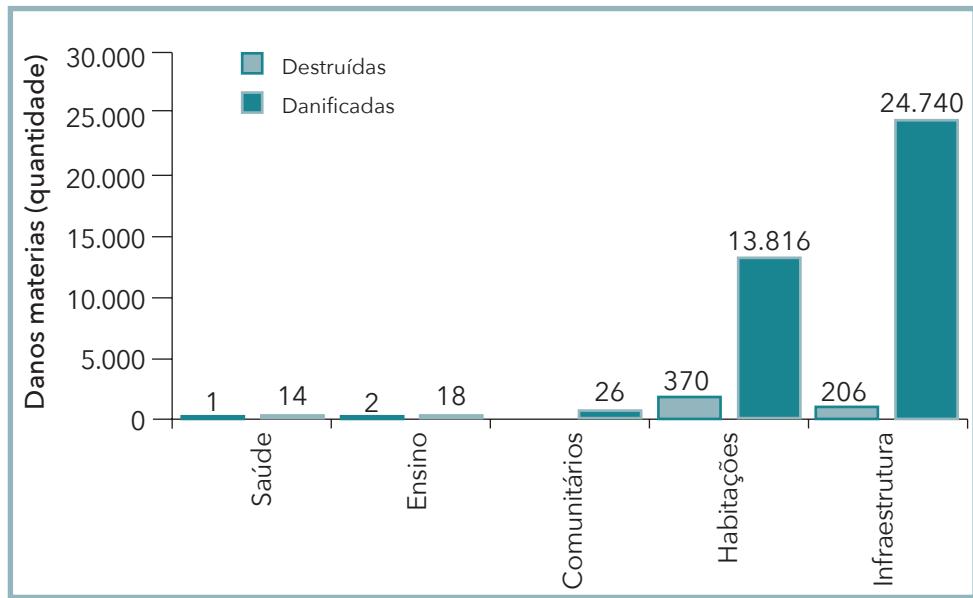
Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Afetados
2011	Ponta Grossa	Centro Oriental paranaense	150	-	240.000
2010	Matinhos	Metropolitana de Curitiba	-	-	35.000
2009	Pitanga	Centro-Sul paranaense	-	-	18.379
2008	São Tomé	Noroeste paranaense	-	-	10.757
2010	Candói	Centro-Sul paranaense	-	-	8.000
2007	Salto do Lontra	Sudoeste paranaense	142	-	7.345
2007	Três Barras do Paraná	Oeste paranaense	-	-	4.500
2009	Pitanga	Centro-Sul paranaense	-	-	3.205
1998	Borrazópolis	Norte Central paranaense	-	-	2.500
1998	Borrazópolis	Norte Central paranaense	20	-	2.000

Fonte: Brasil (2013)

Com relação aos danos materiais, o Estado do Paraná apresenta 39.193 registros de construções e sistemas de infraestrutura atingidos pelas inundações, entre os anos de 1991 e 2012. Observa-se no Gráfico 11 que os danos relativos aos sistemas de infraestrutura prevalecem sobre os demais, com o total de 38.614 estabelecimentos danificados e 579 des-

truídos. Na sequência, as habitações que registraram um total de 13.816 residências danificadas e 370 destruídas.

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



Fonte: Brasil (2013)

Na Tabela 12, estão demonstrados os municípios afetados, com os danos materiais mais expressivos. O município de Pinhais, localizado na mesorregião metropolitana de Curitiba, apresenta-se como o mais afetado do Estado do Paraná, segundo os documentos oficiais levantados, com o total de 23.838 estabelecimentos e estruturas danificados, referente à inundação de março de 2003. Nesse evento, algumas vilas como: Perneta, Palmital, Tebas, Tarumã, Maria Antonieta, União, Sol Nascente, Jardim Fénix, Cláudia, Pedro Demeterco, Weissópolis e Alto Tarumã; moradias: Bonilauri e Núcleo Colonial de Pinhais foram atingidos pelas inundações ocorridas às margens dos rios Atuba, Palmital e Iraí. Residências populares e parte do sistema viário foram danificadas pelas inundações provocadas pelas intensas chuvas, de acordo com o documento oficial.

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

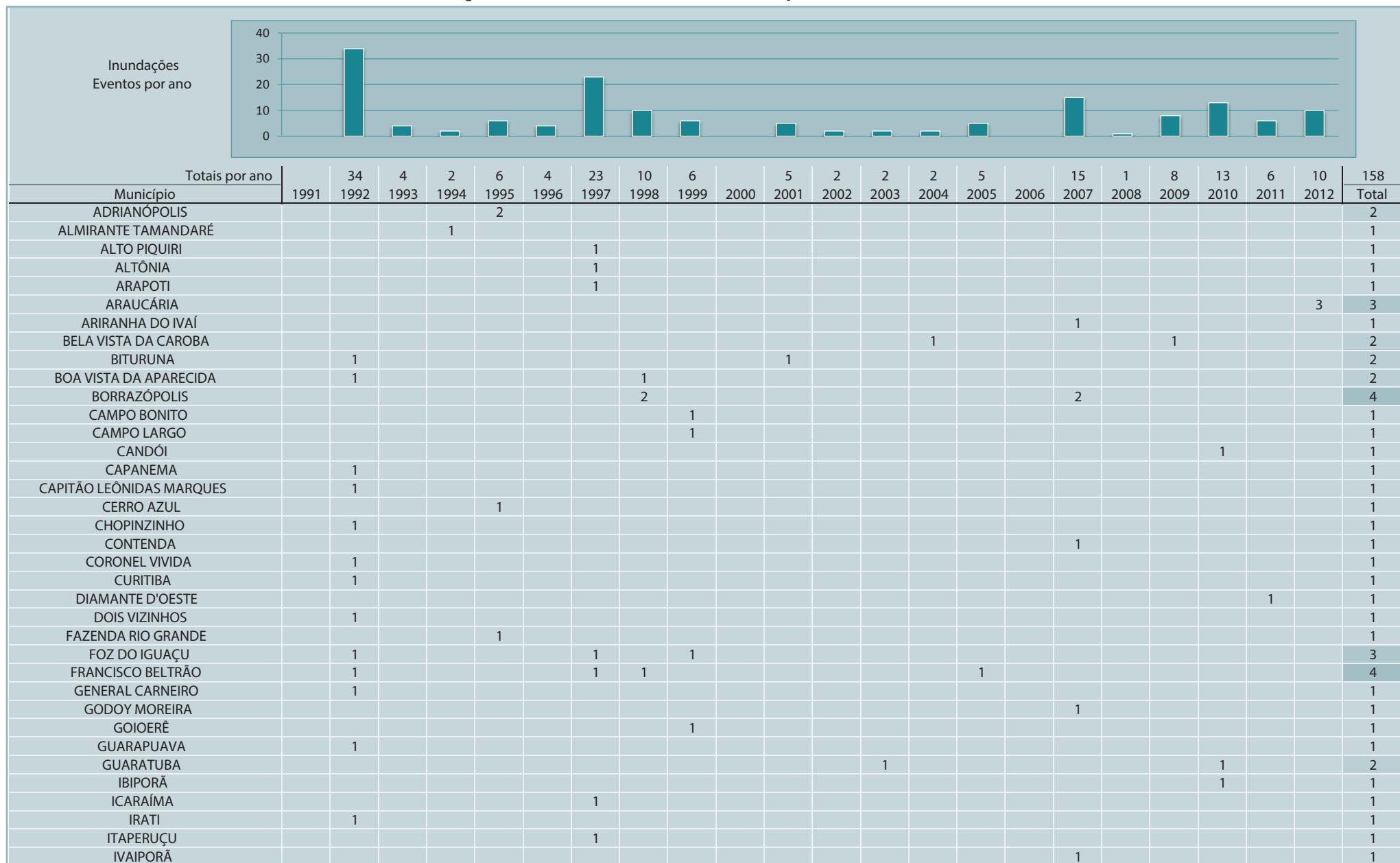
Ano	Município	Mesorregião	Total Danificados	Total Destruídos	Total
2003	Pinhais	Metropolitana de Curitiba	23.838	-	23.838
1992	União da Vitória	Sudeste paranaense	4.500	-	4.500
1992	São Mateus do Sul	Sudeste paranaense	1.200	-	1.200
2010	Candói	Centro-Sul paranaense	804	-	804
2007	Ivaiporã	Norte Central paranaense	728	23	751
1992	Rio Negro	Metropolitana de Curitiba	700	-	700
1992	Iraty	Sudeste paranaense	549	150	699
2010	União da Vitória	Sudeste paranaense	551	1	552
1992	Rebouças	Sudeste paranaense	400	-	400
2003	Guaratuba	Metropolitana de Curitiba	292	-	292

Fonte: Brasil (2013)

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

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

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



Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

SÃO JOÃO DO CAIUÁ							1													1
SÃO JOÃO DO IVAÍ																				1
SÃO JORGE DO PATROCÍNIO						1														1
SÃO JORGE D'OESTE							1													1
SÃO JOSÉ DA BOA VISTA						1														1
SÃO MATEUS DO SUL	1	1																1		3
SÃO MIGUEL DO IGUAÇU					1															1
SÃO PEDRO DO IVAÍ															1					1
SÃO TOMÉ																1				1
SAPOPEMA						1														1
SERTANEJA																			1	1
SULINA	1																			1
TAPEJARA							1													2
TERRA BOA																				1
TOMAZINA								1	1											2
TRÊS BARRAS DO PARANÁ						1														2
UMUARAMA									1											1
UNIÃO DA VITÓRIA	1	1			1													1		10
VERÊ	1																			1
WENCESLAU BRAZ						1														1

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña**: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 110 p.

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

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

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

CENAPRED – CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. Secretaría de Gobernación. **Inundaciones**. México: CENAPRED, 2007, 56 p. (Serie Fascículos). Disponible en: <http://www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasiculos/Fasc._Inundaciones_2007_a.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

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

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

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

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, Washington, n. 11, p. 2.863-2.880, 1998.

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

OLIVEIRA, G. S. **O El Niño e Você:** o fenômeno climático. São José dos Campos, SP: Editora Transtec, 2001. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. (Org.). O estado dos desastres ambientais. In: _____. **Geo Brasil:** perspectivas do meio ambiente no Brasil. Brasília: IBAMA, 2002. Disponível em: <<http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/geobrasil/desastres.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2013.

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

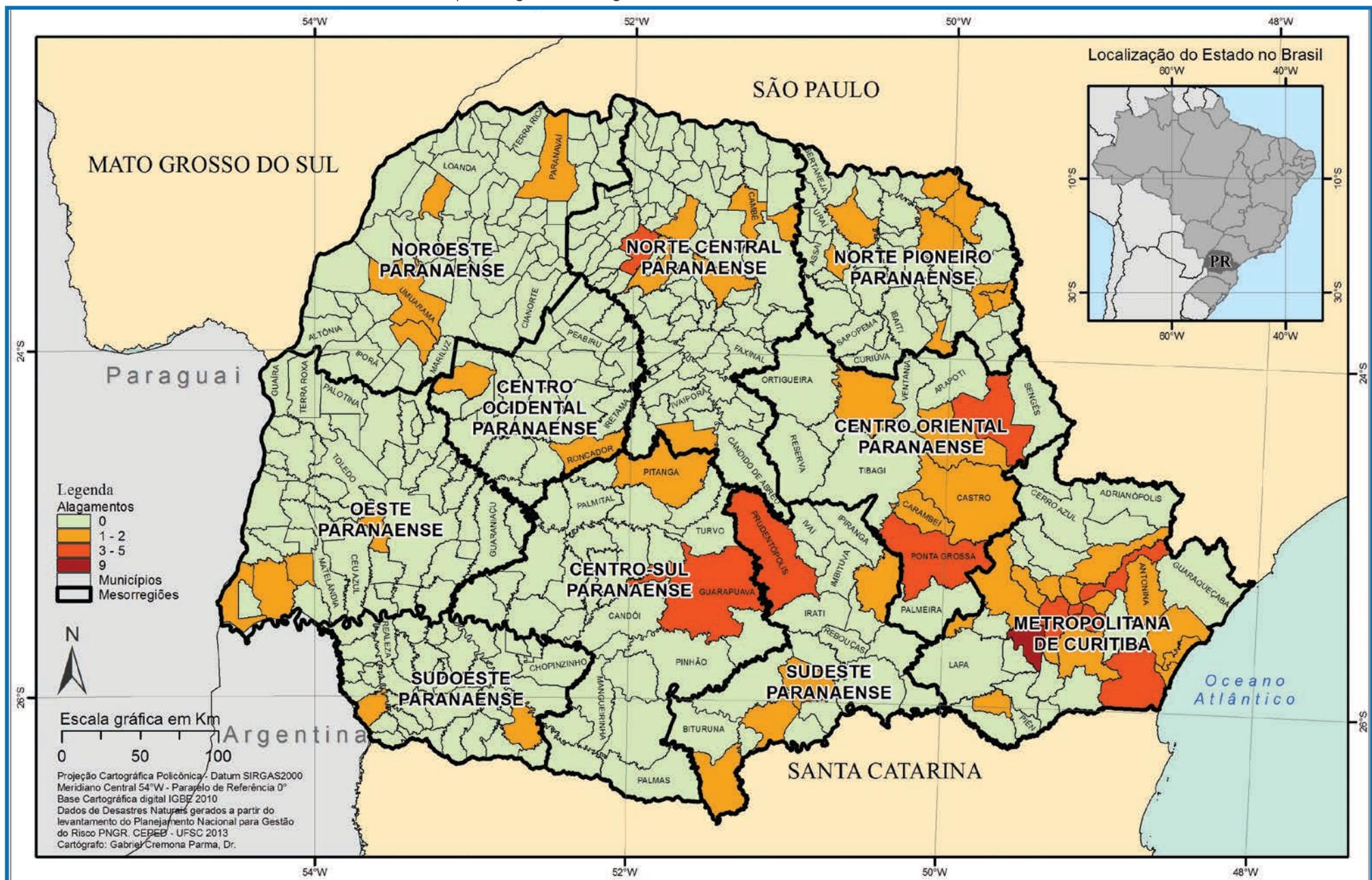
TERACINE, E. B. Impactos Econômicos do El Niño 97/98 na Produção Agrícola Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CBMET, 2000. CD-ROM. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-f7ed5d4db4f4e0d8bb-e8d2c00c764726.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

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

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

ALAGAMENTO

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

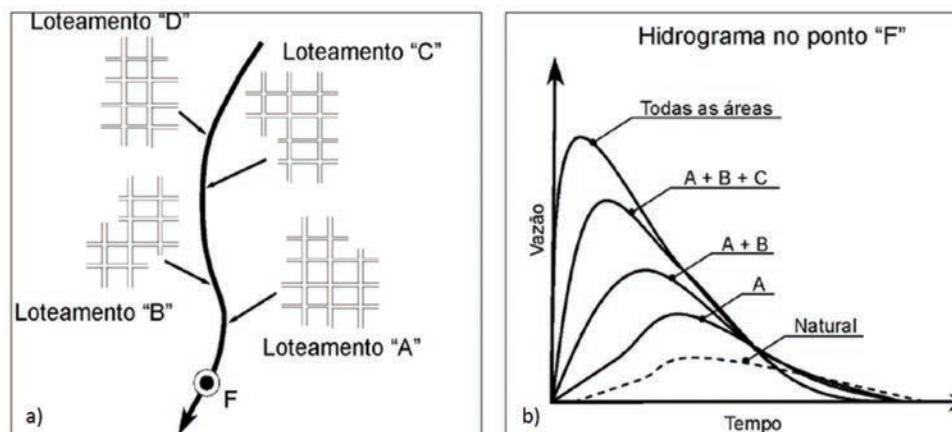


Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), proposta em 2012, os alagamentos caracterizam-se pela “Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de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

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

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

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)

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

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

Outro grande problema dos sistemas de drenagem está relacionado à própria gestão do saneamento.

O carreamento de lixo e de sedimentos para as sarjetas, as bocas de lobo e para as galerias acaba obstruindo as entradas e as tubulações de drenagem, colaborando na ocorrência de alagamentos localizados. Ademais, interligações clandestinas de esgoto contribuem para a insuficiência das redes de drenagem, com possibilidade de rompimento das tubulações. Essas condições, mesmo em pequenos volumes pluviométricos,

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

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

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

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

Nessa temática, Pompéo (1999) afirma que se deve relacionar a sustentabilidade com a drenagem urbana, por meio do reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade. Essa postura exige que a drenagem e o controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceitualizadas em termos técnicos e gerenciais. Essa definição eleva o conceito de drenagem a este: drenagem urbana sustentável. A drenagem urbana sustentável visa imitar o ciclo hidrológico natural controlando o escoamento superficial o

mais próximo da fonte, através de técnicas estruturais e não estruturais, com o objetivo de reduzir a exposição da população aos alagamentos e às inundações e a, consequente, minimização dos impactos ambientais.

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

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

O Estado do Paraná possui 109 registros oficiais de alagamentos excepcionais caracterizados como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 5 demonstra a distribuição espacial desses registros no território paranaense, onde nota-se que a maioria dos desastres (45%) ocorreu na mesorregião metropolitana de Curitiba. Esse fato pode estar associado, principalmente, à localização desta mesorregião, que é mais próxima ao litoral, área com altos índices de precipitação e que possui a maior concentração populacional do estado.

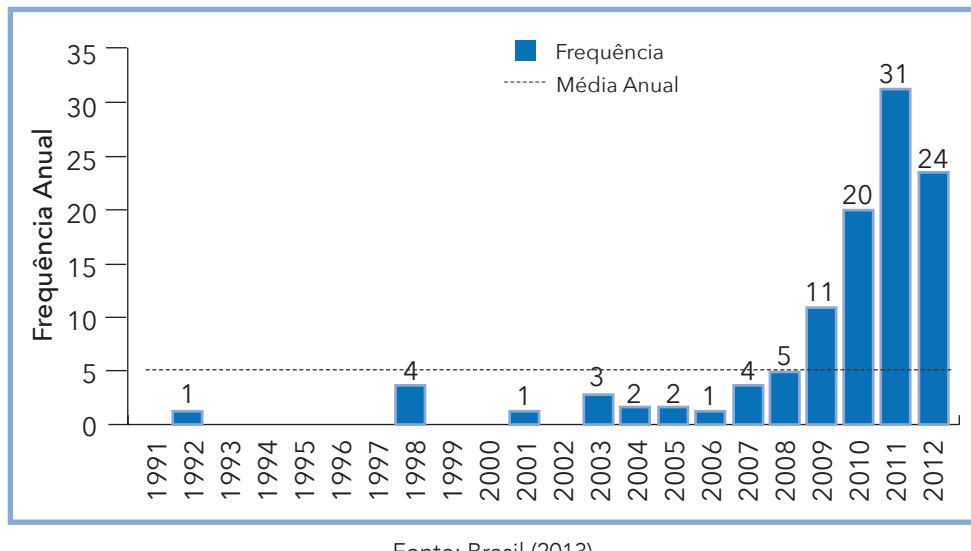
O município mais afetado é Araucária, com nove registros de desastres. Após, aparece Curitiba, Guarapuava e Prudentópolis, com cinco desastres em cada um. Ainda, os municípios de Guaratuba e Piraquara registraram quatro desastres. Ressalta-se que todas essas cidades possuem mais de 30 mil habitantes, sendo que a menos populosa é Guaratuba, ocupando a 52ª colocação estadual em termos populacionais, ao passo que Curitiba, capital do Paraná, já ultrapassou 1,7 milhão de habitantes (IBGE, 2011).

O aumento populacional promove o consequente aumento da impermeabilização, o que acaba por gerar um maior volume escoado superficialmente. Assim, os municípios populosos tornam-se mais suscetíveis à ocorrência de alagamentos severos.

O Gráfico 12 apresenta a frequência anual de alagamentos registrados entre 1991 e 2012. Nos primeiros 11 anos (1991-2001) foram observados me-

nos desastres, com uma média de apenas 0,54 desastres/ano. A partir de 2002, os alagamentos excepcionais tornaram-se mais frequentes, cuja média dos 11 anos seguintes (2002-2012) chegou a 9,36 desastres/ano, com destaque para o período de 2010-2012, que concentra 69% de todos os registros.

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



Fonte: Brasil (2013)

É possível observar que ocorreram desastres acima da média no período de 2009 a 2012. Em 2009, Nedel e Saunsen (2012) relatam que o estado sofreu a influência do fenômeno *El Niño* (fraco), 2009-2010, com ocorrência de frequentes precipitações com elevados totais (mensais) acumulados, principalmente entre setembro e novembro, quando os volumes das precipitações ultrapassaram em 300 mm a média climatológica, segundo registros do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O elevado número de desastres em 2010 se deve à ocorrência de fenômenos climáticos no início do ano. Segundo o Boletim de Informações Climáticas do CPTEC/INPE, o mês de janeiro foi marcado pela ocorrência de chuvas acima da média para a Região Sul do Brasil, devido ao escoamento da corrente de jato em baixos níveis trazendo umidade da região

tropical para as Regiões Sul e Sudeste, durante o mês de janeiro e início de fevereiro (MELO, 2010a). Em fevereiro, as chuvas acima da média em parte das Regiões Centro-Oeste e Sul estiveram associadas principalmente ao escoamento mais intenso que o normal do jato em baixos níveis, que continuou trazendo umidade da região tropical em direção ao centro-sul do país, prevendo-se chuva acima da média na Região Sul para os meses seguintes (MELO, 2010b).

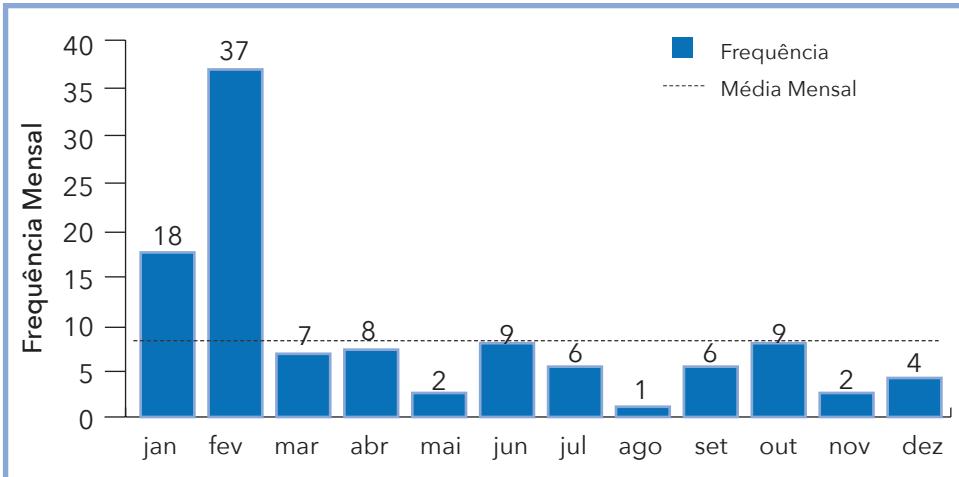
Já em 2011, um evento extremo de chuvas atingiu algumas cidades costeiras do Estado do Paraná, motivado por uma área de instabilidade favorecida pela atuação de um cavado com significativa amplitude e fortes ventos associados (LOPES; SOUZA, 2012). Esses fatores (amplitude alta e ventos fortes) garantem que a advecção de vorticidade ciclônica sobre a área seja considerada alta. Além disso, a existência de um gradiente vertical considerável de temperatura entre o nível médio e baixo da atmosfera favoreceu o desenvolvimento vertical da área de instabilidade. A esses fatores, somou-se a ocorrência de um gradiente de pressão no Oceano Atlântico, promovendo o transporte da umidade do oceano para o continente. Essa situação foi verificada em outros momentos, contudo, a forte advecção de leste/nordeste existente, com ventos em torno de 6 a 8 m/s acima da média, levaram ao significativo acúmulo de chuva (INPE, 2011).

Com relação aos desastres do ano 2012, o mês de junho é o que concentra maior número de ocorrências. Nesse mês, as chuvas variaram de normal a acima da normal climatológica da Região Sul do Brasil, que foi atingida por cinco frentes frias, as quais, aliadas às áreas de instabilidade, favoreceram a ocorrência das intensas chuvas em partes da Região Sul (INMET, 2012). Ainda, segundo o INMET (2012), o maior acumulado mensal de precipitação nesse mês de junho foi registrado em Londrina (PR), com 428,4 mm, mais de quatro vezes a média climatológica prevista para o mês (96,5 mm). O acumulado mensal em Irati (PR) foi de 291,1 mm, enquanto em Curitiba (PR) foi de 225,5 mm, quase o dobro da média prevista para o mês de junho (115,6 mm).

Em relação à distribuição mensal, observa-se que a maioria dos desastres ocorreu no mês de fevereiro, seguida de janeiro, meses que apresentam desastres acima da média (Gráfico 13). Dos 18 desastres registrados em janeiro, dez ocorreram no ano de 2010. Já com relação aos 37

desastres registrados em fevereiro, 29 ocorreram em 2011. Conforme já explicado, as chuvas intensas associadas à urbanização tornam as cidades mais suscetíveis à ocorrência de alagamentos.

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

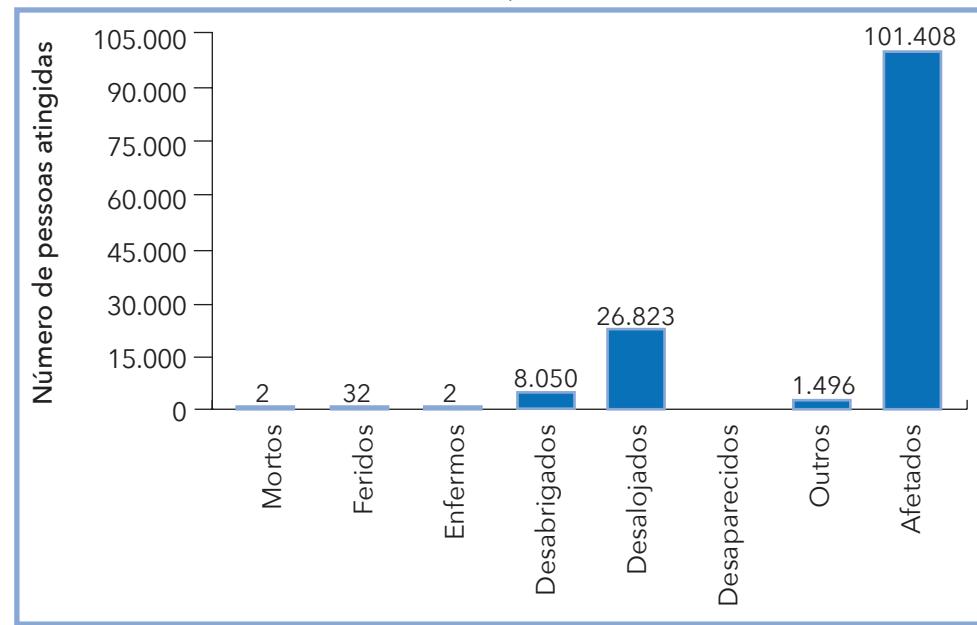


Fonte: Brasil (2013)

Os alagamentos desencadearam consequências negativas para as comunidades paranaenses. Reitera-se que esses eventos originam, de modo geral, poucos danos, já que a elevação do nível da água é relativamente baixa. Contudo, é possível verificar que os desastres deixaram mais de 101 mil pessoas afetadas, 8.050 desabrigadas, 26.823 desalojadas, 32 feridos, dois mortos, dois enfermos e 1.496 pessoas atingidas por outros tipos de danos (Gráfico 14).

A Tabela 13 apresenta os dez municípios com o maior número de afetados por evento. Verifica-se que a cidade que mais possui danos humanos é a cidade de Pinhais, que concentra 25% do total de afetados do período analisado (22 anos) em um único evento. As três primeiras cidades mais afetadas, Pinhais, Guaratuba e Matinhos, possuem 55% do total de afetados por alagamentos, o que foi motivado pelos eventos excepcionais que ocorreram em 2010 e 2011. Além do evento em Pinhais (2010), que registrou uma morte, o evento de Guaratuba (2008), embora não apa-

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



Fonte: Brasil (2013)

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

Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Desabrigados	Desalojados	Afetados
2010	Pinhais	Metropolitana de Curitiba	1	2.342	22.037	25.643
2010	Guaratuba	Metropolitana de Curitiba	-	-	-	15.000
2011	Matinhos	Metropolitana de Curitiba	-	-	-	15.000
2010	Pinhais	Metropolitana de Curitiba	-	110	26	9.300
2010	Guaratuba	Metropolitana de Curitiba	-	-	-	8.500
2010	Fazenda Rio Grande	Metropolitana de Curitiba	-	40	530	5.100
2004	Fazenda Rio Grande	Metropolitana de Curitiba	-	3.942	64	4.098
1992	Curitiba	Metropolitana de Curitiba	-	1.200	313	2.700
2011	Piraquara	Metropolitana de Curitiba	-	100	384	2.180
2011	Guarapuava	Centro-Sul paranaense	-	-	96	2.100

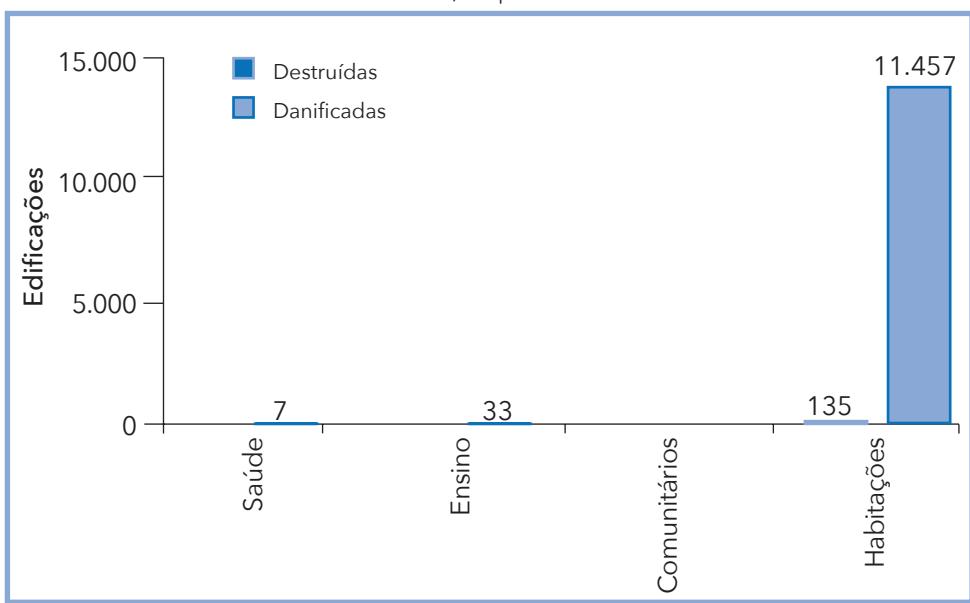
Fonte: Brasil (2013)

reça na tabela, também registrou um falecimento. Observa-se que o município que possui maior frequência de alagamentos severos, Araucária, não está entre as dez cidades com maior quantidade de danos humanos.

O Gráfico 15 apresenta os prejuízos registrados no Estado do Paraná, em que as edificações mais afetadas foram às habitações, com 11.457 danificadas e 135 destruídas. Além disso, 33 unidades de ensino e sete de saúde foram danificadas, o que demonstra um errôneo planejamento urbano, pois essas unidades foram construídas em áreas susceptíveis à ocorrência de alagamentos ou a intensa urbanização alterou a dinâmica do escoamento transformando o seu derredor em áreas de alagamentos.

No que se refere aos danos materiais, a Tabela 14 traz a quantificação

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



dos principais municípios atingidos. Novamente a cidade de Pinhais ocupa a primeira colocação, o que reforça a intensidade do fenômeno que ocorreu em abril de 2010. É interessante ressaltar que a cidade de Piraquara possui três

registros no mesmo ano (2010), embora apenas dois apareçam na tabela com maiores prejuízos, e outro registro em 2011. O que evidencia que os desastres têm ficado mais recorrentes no município, portanto, demanda medidas de análise das causas dos alagamentos com foco na prevenção dos desastres.

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

Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2010	Pinhais	Metropolitana de Curitiba	-	8.975	8.975
2004	Fazenda Rio Grande	Metropolitana de Curitiba	6	550	556
2010	Piraquara	Metropolitana de Curitiba	-	450	450
2010	Piraquara	Metropolitana de Curitiba	-	350	350
2010	Fazenda Rio Grande	Metropolitana de Curitiba	2	262	264
2010	Pinhais	Metropolitana de Curitiba	-	221	221
2008	Guarapuava	Metropolitana de Curitiba	20	83	103
2011	Piraquara	Metropolitana de Curitiba	10	88	98
2010	Pinhalão	Norte Pioneiro paranaense	90	1	91
2010	Araucária	Metropolitana de Curitiba	-	60	60

Fonte: Brasil (2013)

Na análise das causas dos alagamentos excepcionais do Estado do Paraná, descritos nos registros, é comum visualizar as palavras “inundações dos rios, transbordamento de córregos, trasbordamento de rios que cortam a cidade, inundações bruscas dos rios, chuvas associadas a deslizamento de terra, vendavais, alagamento causado pelo aumento do nível da represa”. Os alagamentos, conforme já visto, causam poucos danos. O elevado prejuízo, tanto humano quanto material, registrado no estado evidencia que os alagamentos podem ter ocorrido concomitantemente a outros eventos, estes sim causadores de danos maiores. Ou, ainda, que foi realizado o registro errôneo do desastre.

O registro errônico é muito comum, conforme foi explanado no capítulo de enxurradas. Reitera-se, no entanto, que o registro correto permite avaliar com maior clareza os fatos e características reais que desencadearam determinado desastre. Os alagamentos, por exemplo, estão associados à dificuldade de escoamento da água, problema intensificado pela urbanização, cujo nível da água é baixo e causa poucos danos. As en-

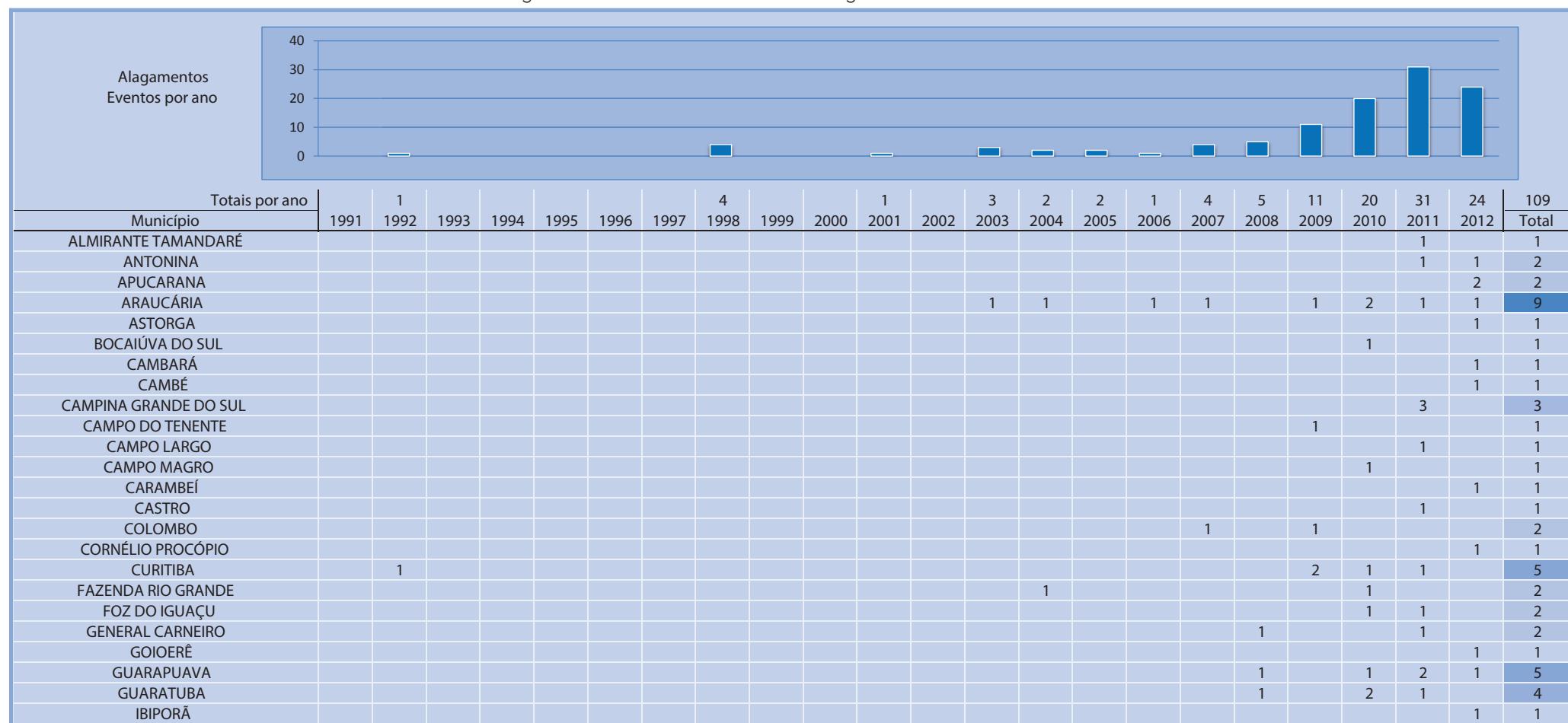
xurradas são características de pequenas bacias com relevo acidentado, cujo escoamento da água possui alta energia, o que pode gerar danos vultosos. Já nas inundações, o transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.

A ocorrência de alagamentos, como fenômenos, é frequente, principalmente nas cidades mais urbanizadas. Embora não causem danos que caracterizem desastres, esses fenômenos geram inúmeros transtornos às

pessoas. As causas desse cenário estão relacionadas à ocupação do espaço urbano pela população e à atual gestão da drenagem no nível local. Assim, a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana nos municípios, aliada a outras medidas não estruturais, colabora para que a redução dos alagamentos e, consequentemente, dos transtornos e desastres.

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

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



Fonte: Brasil (2013)

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

JACAREZINHO		1																	1
JAGUARIAÍVA																			3
MALLET																			2
MANOEL RIBAS																			1
MARIALVA																			1
MARINGÁ																			3
MATINHOS			1																2
MEDIANEIRA																			2
PARANAGUÁ																			2
PARANAVAÍ																			1
PATO BRANCO																			1
PEROBAL																			1
PINHAIS																	2	1	3
PINHALÃO																			1
PIRAÍ DO SUL																			1
PIRAQUARA																			4
PITANGA																			2
PONTA GROSSA																			3
PONTAL DO PARANÁ																			2
PORTO AMAZONAS		1																	1
PRUDENTÓPOLIS																			5
QUATRO BARRAS																			1
RONCADOR																			1
SALTO DO ITARARÉ			1																1
SANTA ISABEL DO IVAÍ																			1
SANTA TEREZA DO OESTE																			1
SANTO ANTÔNIO DA PLATINA																			1
SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE																			1
SÃO JOSÉ DOS PINHAIS																			2
SÃO MIGUEL DO IGUAÇU																			1
SÃO SEBASTIÃO DA AMOREIRA				1															1
SIQUEIRA CAMPOS																			1
TEIXEIRA SOARES																			1
TELÊMACO BORBA																			1
UMUARAMA																			1
UNIÃO DA VITÓRIA																			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, DF: Editora, 2009. 193 p. (Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos; v. 2)

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

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

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

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

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

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

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Boletim agroclimatológico mensal**. Brasília, DF: INMET, 2012. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_201206.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2013.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Análise de um evento de chuva intensa no litoral entre o PR e nordeste de SC**. São Paulo: CPTEC/INPE, 2011. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/16905>>. Acesso em: 16 jul. 2013.

LOPES, F. C. A.; SOUZA, R. M. Análise de um evento extremo e desastre natural nas cidades de Antonina/PR e Morretes/PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA – CBMET, 17., 2012, Gramado. **Anais...** Gramado: CBMET, 2012. v. 1. p. 01-05.

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.

MELO, Anna Bárbara C. de. El Niño continuará atuando nos meses de março a maio de 2010. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, DF, ano 17, n. 2, fev. 2010a. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201002.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2013.

_____. Previsão de declínio do fenômeno El Niño no início do inverno de 2010. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, DF, ano 17, n. 3, mar. 2010b. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201003.pdf>. Acesso em: 1º jul. 2013.

NEDEL, A. S.; SAUSEN, T. M. Análise das inundações bruscas ocorridas na região Sul do Brasil no período 1980-2009. **Ciência e Natura**: Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, Santa Maria, v. 34, n. 1, 2012.

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

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

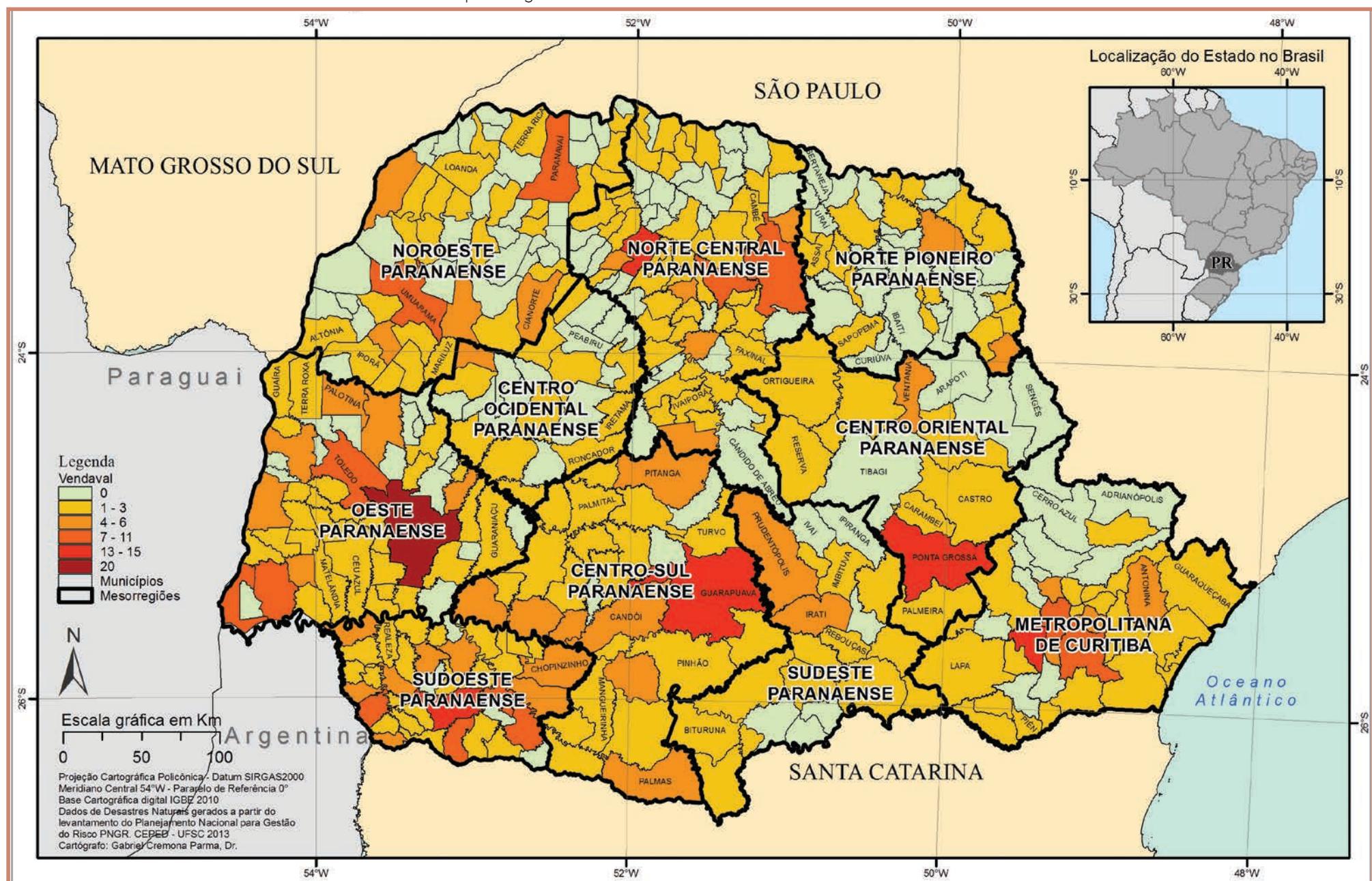
TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília, DF: Ministério das Cidades; Global Water Partnership; Wolrd Bank; Unesco, 2005. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs_resid_solidos/GestaoAguasPluviaisUrbanas.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2013.

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

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

VENDAVAL

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



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

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

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

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

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

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

A ocorrência de sistemas frontais (frentes frias), sistemas convectivos isolados (tempestades de verão), ciclones extratropicais, entre outros, podem ocasionar vendavais intensos. No entanto, neste atlas para o Estado do Paraná os registros referem-se somente aos desastres causados por vendavais em tempestades convectivas locais.

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

Figura 7: Vendavais no município de Jussara



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

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

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

Figura 8: Consequências de fortes vendavais no Estado do Paraná



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

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

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

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

teorológicos acompanham diariamente a evolução do tempo e têm condições de alertar a Defesa Civil com horas, ou mesmo dias de antecedência, sobre a passagem de uma frente fria intensa, a caracterização de linhas de instabilidade e sobre a caracterização de formações convectivas. Normalmente, nessas condições, a queda acentuada da pressão barométrica, em uma determinada área, e o estabelecimento de um forte gradiente de pressão, com uma frente em deslocamento, são um prenúncio de vendaval (CASTRO, 2003).

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

Nesse sentido, as ocorrências de vendaval no Estado do Paraná, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram 716 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.

Verifica-se que dos 399 municípios pertencentes ao estado, 259 foram atingidos por vendavais, representando 65% do total de municípios. Pode-se perceber que esse desastre natural atinge municípios por todo o estado e em todas as mesorregiões.

O município de Cascavel, situado na Mesorregião Oeste paranaense, foi atingido mais vezes, com 20 registros. O segundo que foi mais vezes atingido, com 15 registros, foi Ponta Grossa, localizado na Mesorregião Centro Oriental paranaense.

As mesorregiões mais afetadas foram a Sudoeste paranaense, Oeste paranaense e Norte Central paranaense, que concentraram 130, 120 e 120 ocorrências, respectivamente. Esse fato pode estar relacionado, além da ocupação e o crescente número de habitantes aumentando a suscetibilidade à ocorrência de danos humanos e materiais oriundos de vendavais, às características geográficas das mesorregiões, localizadas no planalto.

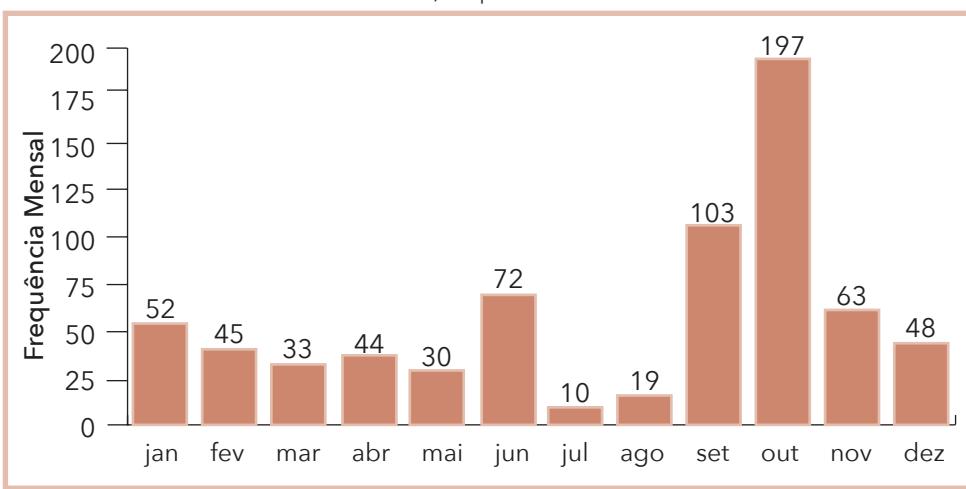
Com relação aos sistemas atmosféricos que podem causar desastres naturais por vendavais, estão: os Sistemas Frontais, que podem ocorrer o ano inteiro, mas sua atuação é mais frequente e intensa no inverno, gera tempo instável, produzindo muita chuva, que pode desencadear em inundações, além de vendavais, granizos e tornados; os Sistemas Convectivos Isolados, que ocorrem geralmente no verão e também podem se associar

com os Sistemas Frontais e gerar muita chuva, vendavais e granizo; e os Complexos Convectivos de Mesoescala, que se formam no norte da Argentina e Paraguai (região do Chaco) e deslocam-se em direção ao Leste, são sistemas com intensidade suficiente para gerar chuvas fortes, ventos, tornados, granizo, etc., ou seja, também são capazes de desencadear desastres naturais (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

As instabilidades associadas às passagens de Sistemas Frontais podem provocar vendavais intensos e até tornados. Durante o verão, podem interagir com o ar tropical quente e úmido, gerando convecção profunda com precipitação intensa, causando inundações, escorregamentos, algumas vezes com ventos fortes e granizo (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009).

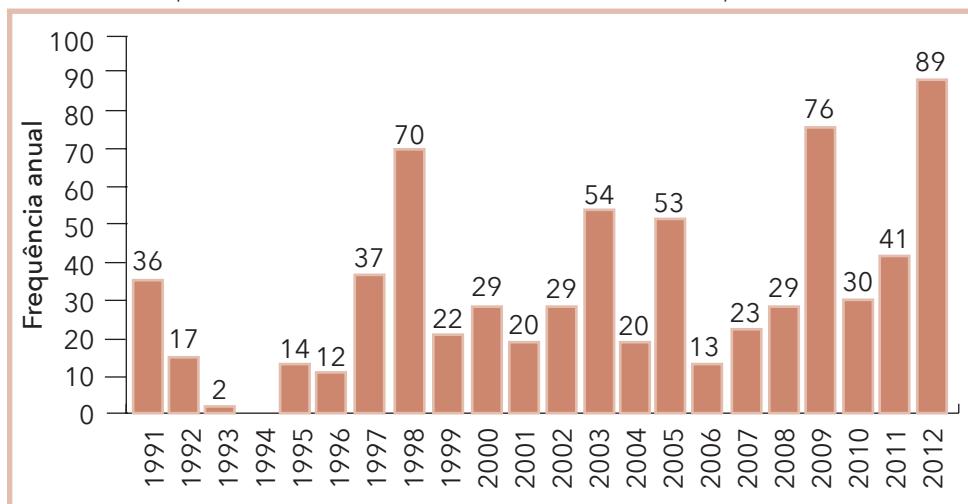
Com relação à frequência mensal dos vendavais, os registros se distribuem entre todos os meses do ano, de acordo com o Gráfico 16. No entanto, os meses mais quentes são os mais propícios à ocorrência de vendavais, pois são fenômenos característicos da estação chuvosa e foi o período que mais apresentou ocorrências. Destacam-se os meses de outubro, com 197 ocorrências, e de setembro, com 103 ocorrências.

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



Em relação à frequência anual de vendavais, conforme se pode observar no Gráfico 17, há ocorrências em quase todos os anos da escala temporal adotada, exceto no ano de 1994. Percebe-se o ano de 2012 apresentou maior número de registros, total de 89, registrados em 70 municípios. Com destaque para o município de Araucária, localizado na mesorregião metropolitana de Curitiba, com seis registros naquele ano, nos meses de janeiro, fevereiro, abril, junho, outubro e dezembro.

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



Fonte: Brasil (2013)

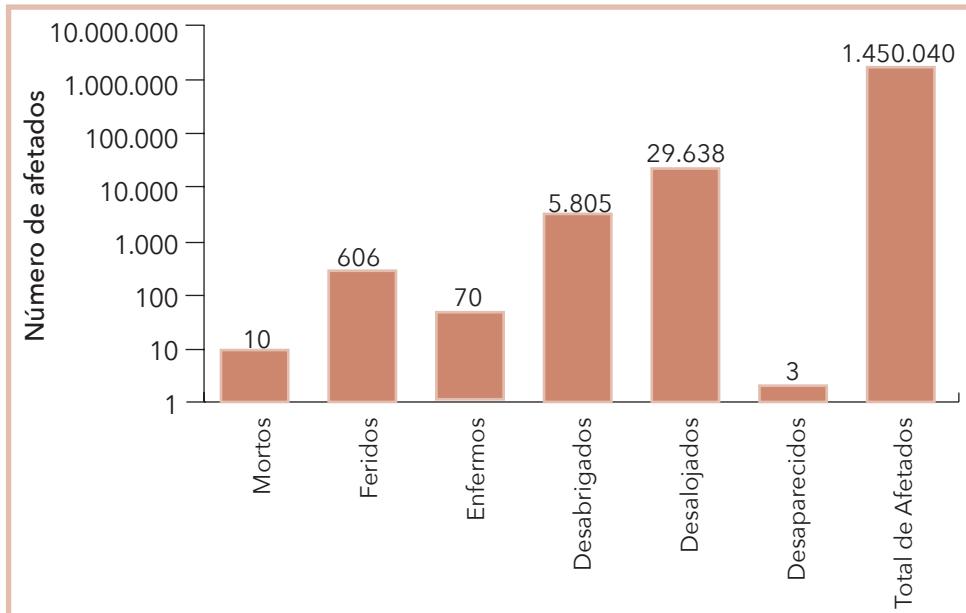
Em 2012, os meses que apresentaram mais vendavais foram outubro e dezembro, com 14 e 12 ocorrências respectivamente. O sistema frontal que atuou entre os dias 22 e 24 de outubro, associado a perturbações na média e alta troposfera, evoluiu para o ciclone extratropical que causou ventos fortes em várias cidades das Regiões Sul (MELO, 2012).

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

Conforme se pode observar no Gráfico 18, durante as ocorrências de vendavais registradas, um total de 1.450.040 pessoas foi afetado, 29.638

desalojadas, 5.805 desabrigadas, 70 enfermas, 606 feridas e dez pessoas morreram ao longo dos anos analisados.

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



Fonte: Brasil (2013)

As mortes foram registradas entre os anos de 2003 e 2009. Destacaram-se os municípios de Pinhais e Guarapuava por terem registrado duas mortes nos eventos que ocorreram em abril de 2005 e em outubro de 2008, respectivamente. Em Pinhais, localizado na mesorregião metropolitana de Curitiba, ocorreu um vendaval que causou destelhamento em edificações, como residências, pontos comerciais e industriais e prédios públicos, e que derrubou árvores em vias públicas e alguns muros.

Guarapuava, localizado na Mesorregião Centro-Sul paranaense, registrou o evento devido à ocorrência de fortes ventos seguido de chuvas, em alguns bairros urbanos, que causaram destelhamento de 13 residências.

Em relação ao total de mortos, feridos, desalojados e afetados, é possível observar na Tabela 15 os 11 municípios do Estado do Paraná que tiveram

vítimas fatais e mais danos devido aos desastres naturais por vendavais. Entre os atingidos, Curitiba, localizado na Mesorregião Metropolitana de Curitiba, além de apresentar uma morte, foi o que apresentou o maior número de afetados – 400.000 habitantes devido ao evento registrado em julho de 2003.

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

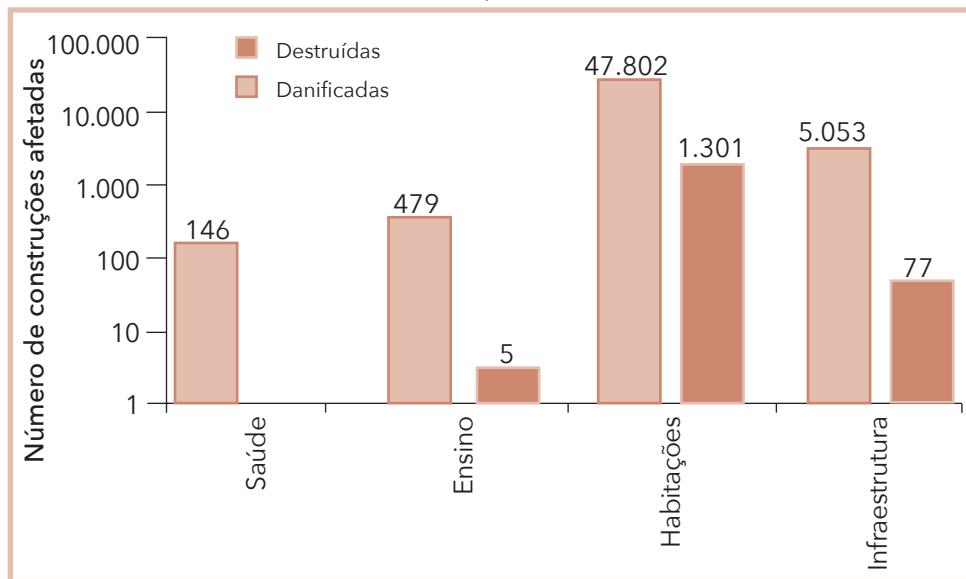
Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Feridos	Desalojados	Total de Afetados
2005	Pinhais	Metropolitana de Curitiba	2	0	1.077	1.077
2008	Guarapuava	Centro-Sul paranaense	2	1	62	98
2003	Curitiba	Metropolitana de Curitiba	1	2	0	400.000
2009	Francisco Beltrão	Sudoeste paranaense	1	0	1.168	1.168
2004	Ramilândia	Oeste paranaense	1	1	0	406
2005	Roncador	Centro Ocidental paranaense	1	0	0	300
2008	Guaratuba	Metropolitana de Curitiba	1	0	27	212
2003	Paranavaí	Noroeste paranaense	1	0	420	0
2012	Cascavel	Oeste paranaense	0	0	0	120.000
2011	Foz do Iguaçu	Oeste paranaense	0	0	50	100.000
2012	Foz do Iguaçu	Oeste paranaense	0	0	0	100.000
1991-2012	Estado do Paraná		10	606	29.638	1.450.040

Fonte: Brasil (2013)

De acordo com o documento oficial, as Regiões Norte, Nordeste e Noroeste do município foram afetadas. Em consequência da entrada de uma frente fria, ocorreu chuva de 32 mm em duas horas, fortes ventos e queda de granizos. Cabe destacar que em apenas duas quadras foram retiradas aproximadamente 400 toneladas de granizo e em toda área atingida foram retiradas mais ou menos 200 toneladas de folhas e troncos.

Com relação aos danos materiais, o Estado do Paraná apresentou um total de 53.480 construções danificadas e 1.383 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 ao município de Curitiba, localizado na mesorregião metropolitana de Curitiba, com o maior número de habitações danificadas, e Mauá da Serra, localizado na mesorregião Norte Central paranaense, com o maior número de habitações destruídas.

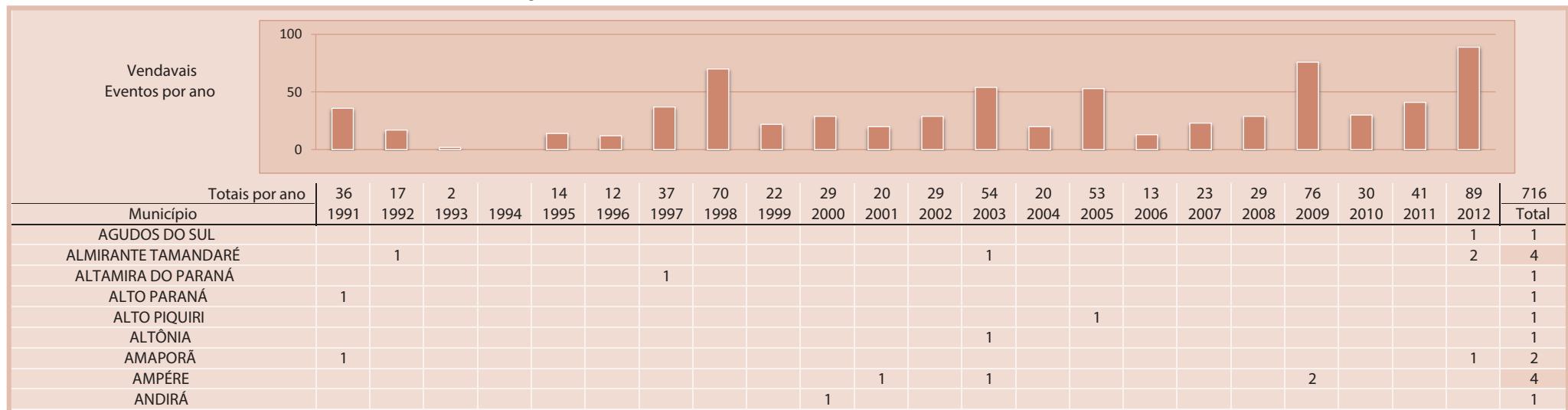
Gráfico 19: Danos materiais causados por vendavais no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

O evento, que ocorreu em julho de 2003 em Curitiba, além de deixar o maior número de afetados na escala temporal adotada, também teve o maior número de habitações danificadas, 3.000, além de cinco destruídas. Em Mauá da Serra foram registradas 746 habitações destruídas e 52 danificadas no evento ocorrido em outubro 2004. Naquela data, ocorreu um forte vendaval que atingiu as áreas rural e urbana, deixando várias famílias desabrigadas.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

ANTONINA								1	1						1	1	4
ANTÔNIO OLINTO										1							1
APUCARANA		1						1	1	1					1	1	7
ARAPONGAS															1	1	2
ARAPUÃ			1														1
ARARUNA											1			1			2
ARAUCÁRIA								1			1		1		2	6	13
ARIRANHA DO IVAÍ							1										1
ASSAÍ				1				1						1	1	1	5
ASSIS CHATEAUBRIAND								1						1	1		1
ASTORGA																1	1
ATALAIA												1		1			2
BANDEIRANTES																	1
BARBOSA FERRAZ												1					1
BARRACÃO							1	1									5
BELA VISTA DA CAROBA									1								1
BELA VISTA DO PARAÍSO						2										1	3
BITURUNA														1			1
BOA ESPERANÇA DO IGUAÇU							1								1		2
BOA VISTA DA APARECIDA	1							1									2
BOM JESUS DO SUL											2						2
BOM SUCESSO	1							1									2
BORRAZÓPOLIS	1							2						1			4
BRAGANEY													1		2	1	4
BRASILÂNDIA DO SUL																1	1
CAFEARA			1														1
CAFELÂNDIA							1							1			2
CAFEZAL DO SUL				1					1				1		1		4
CALIFÓRNIA	1												1				2
CAMBÉ																1	1
CAMBIRA							1										2
CAMPINA DA LAGOA								1									2
CAMPINA GRANDE DO SUL															1	1	2
CAMPO BONITO									1								1
CAMPO DO TENENTE	1																2
CAMPO LARGO									1								2
CAMPO MOURÃO												1		1			2
CANDÓI								1			1		1				6
CANTAGALO	1														2		3
CAPANEMA							1	1	1								5
CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES		1														1	2
CARAMBEÍ												1				2	3
CASCABEL				1	2				2	1	1	2		2		2	20
CASTRO									1				1				2
CATANDUVAS							1										1
CENTENÁRIO DO SUL															1		1

Fonte: Brasil (2013)

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

CÉU AZUL			1		1		1		1		1		1		1		3
CHOPINZINHO		1															5
CIANORTE					1		1	1	1								6
CIDADE GAÚCHA			1				1										2
CLEVELÂNDIA										1							1
COLOMBO																	1
COLORADO	1																2
CONSELHEIRO MAIRINCK					1												1
CONTENDA																	1
CORNÉLIO PROCÓPIO										2	1						3
CORONEL DOMINGOS SOARES			1														1
CORONEL VIVIDA	1				1	1			2								5
CRUZ MACHADO																	1
CRUZEIRO DO OESTE																	4
CRUZEIRO DO SUL	1																1
CURITIBA	1			1	2				1								7
DIAMANTE D'OESTE							1		1								2
DOIS VIZINHOS	1							1	1								4
DOURADINA						1											1
DOUTOR CAMARGO	1						1			1							2
ENÉAS MARQUES										1							2
ESPIGÃO ALTO DO IGUAÇU							1										1
FAXINAL	1					1											3
FAZENDA RIO GRANDE							1	1									5
FLOR DA SERRA DO SUL					2												3
FOZ DO IGUAÇU		1	1				1		2								10
FOZ DO JORDÃO						1											2
FRANCISCO BELTRÃO					1	1	1	2	1	1	1		1	1	2		14
GENERAL CARNEIRO																	2
GOIOERÊ							1					2					3
GOIOXIM						1											1
GRANDES RIOS	1																1
GUAÍRA													1	1	1		3
GUAMIRANGA																	1
GUARANIAÇU					1						1						2
GUARAPUAVA										1	1	2	3	2			13
GUARQUEÇABA					1								1				2
GUARATUBA					1								1				2
HONÓRIO SERPA																	1
IBIPORÃ										1			2		1		4
IGUATU													1				1
IMBAÚ											1						1
IMBITUVA						1											2
INÁCIO MARTINS	1	1								1							2
IPORÃ										1							1
IRATI										1			1	1	1		5

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

REBOUÇAS			1									1
RENASCENÇA					1							3
RESERVA	1											1
RESERVA DO IGUAÇU			1			1	2					5
RIBEIRÃO CLARO					1							1
RIO AZUL	1											1
RIO BOM	1											1
RIO BONITO DO IGUAÇU			1					1		1		5
RIO NEGRO				1								1
ROLÂNDIA										1		1
RONCADOR								1				1
ROSÁRIO DO IVAÍ	1											1
SABÁUDIA			2	1								3
SALGADO FILHO				1								1
SALTO DO ITARARÉ		1			1	1			2		1	1
SALTO DO LONTRA											1	6
SANTA CRUZ DE MONTE CASTELO			1	1						1		3
SANTA HELENA										2	1	4
SANTA ISABEL DO IVAÍ											2	2
SANTA IZABEL DO OESTE					1	1						2
SANTA LÚCIA		1										1
SANTA MARIA DO OESTE										1		1
SANTA MÔNICA										1		1
SANTA TEREZA DO OESTE				1							1	2
SANTANA DO ITARARÉ					1							1
SANTO ANTÔNIO DA PLATINA		1	1					2	1			5
SANTO ANTÔNIO DO PARAÍSO			1									1
SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE			2	2		1		1		1	1	9
SANTO INÁCIO										1		1
SÃO JOÃO			1								1	2
SÃO JOÃO DO IVAÍ	1									1		2
SÃO JOÃO DO TRIUNFO								1				1
SÃO JORGE D'OESTE											1	1
SÃO JOSÉ DA BOA VISTA			1	1					1	1		4
SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS					2		1					1
SÃO JOSÉ DOS PINHAIS	1								1	1	1	7
SÃO MATEUS DO SUL											1	1
SÃO MIGUEL DO IGUAÇU	1			1			2	1	2	1		8
SÃO PEDRO DO IGUAÇU							1					1
SÃO PEDRO DO IVAÍ	1				1							2
SÃO SEBASTIÃO DA AMOREIRA			1	1				1				3
SÃO TOMÉ										1		2
SAPOPEMA				1								1
SARANDI	1							1	1			1
SAUDADE DO IGUAÇU							1	1				3
SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU			1									1

Fonte: Brasil (2013)

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

SULINA	1							1								3
TEIXEIRA SOARES																3
TELÊMACO BORBA				1												2
TERRA BOA		1														1
TERRA RICA																1
TERRA ROXA			1													1
TIJUCAS DO SUL															1	1
TOLEDO				4	2			1	1						1	9
TUNAS DO PARANÁ															1	1
TUNEIRAS DO OESTE	1		1													2
TURVO															1	1
UBIRATÃ															1	2
UMUARAMA			1			1	1	1			2		3	2		11
UNIFLOR																1
VENTANIA		1	2			1					1					4
VERA CRUZ DO OESTE			1													1
VERÊ		1	1		1											3
VITORINO																1
WENCESLAU BRAZ			1													1
XAMBRÊ													1	1		3

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

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

MELO, Anna Bárbara Coutinho de. As chuvas podem continuar escassas sobre o nordeste do Brasil. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 19, n. 11, nov. 2012. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201211.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2013.

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

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

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela (Org.).

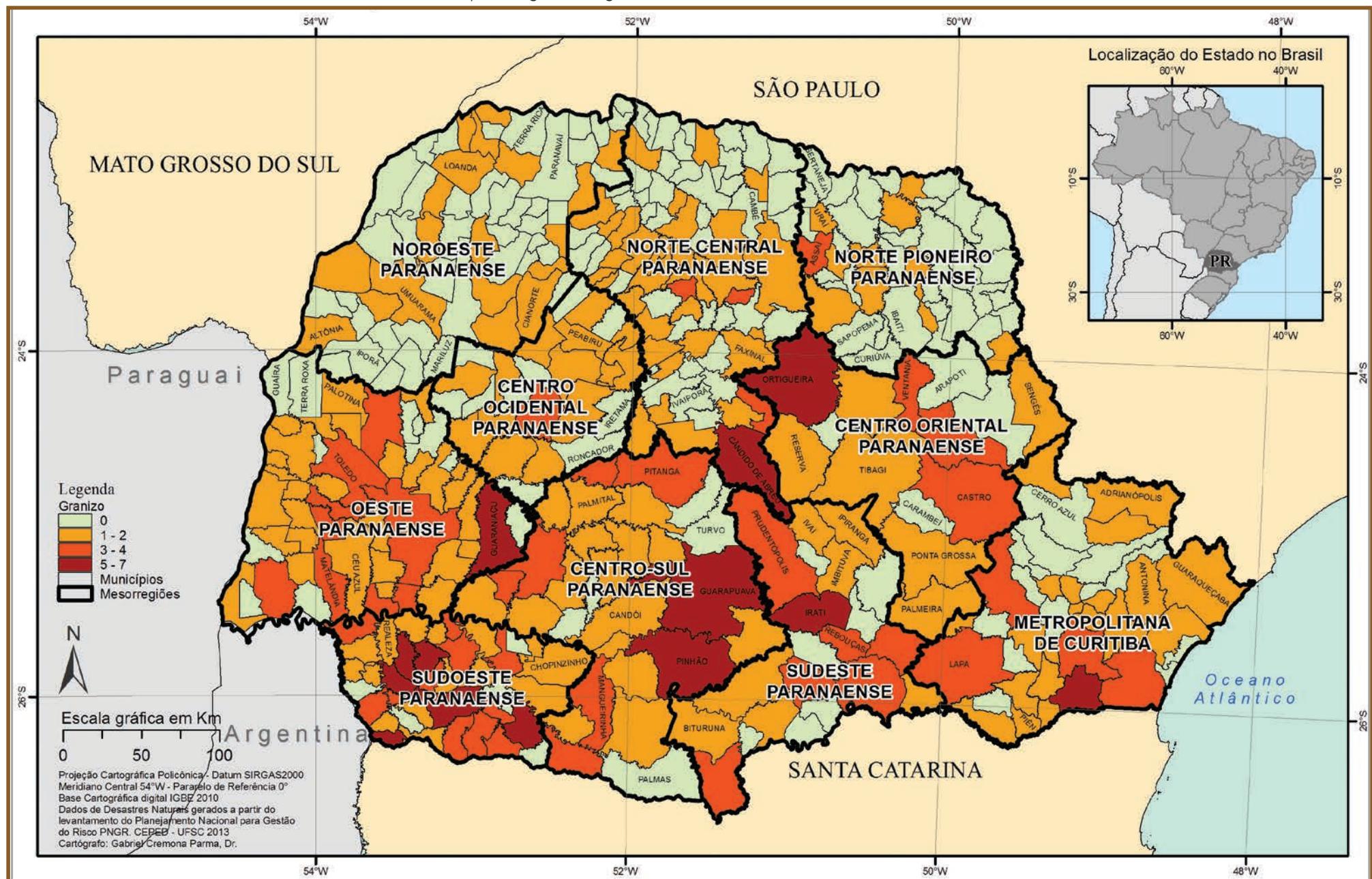
Desastres naturais: conhecer para prevenir. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2013.

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

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

GRANIZO

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



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

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

A precipitação de granizos ocorre, em geral, durante os temporais. Uma grande gota de chuva na parte inferior da nuvem, numa forte corrente de ascensão, é levada para cima e, ao alcançar temperaturas menores na linha isotérmica de 0°C, transforma-se em gelo. As gotas congeladas ao crescerem, pelo processo de coalescência (agrupamento com outras gotas menores), movimentam-se com as correntes subsidentes. Nessa movimentação, ao se chocarem com gotas mais frias, crescem rapidamente até alcançarem um peso máximo, ao ponto de não serem mais suportadas pelas correntes ascendentes, quando ocorre a precipitação, conforme apresenta a Figura 9 (KULICOV; RUDNEV, 1980; KNIGHT; KNIGHT, 2001).

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

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

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

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

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

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

No Estado do Paraná, assim como na Região Sul do Brasil, a queda de granizos é frequente. Ao longo dos anos de análise foram levantados 442 registros oficiais do fenômeno, espacializados no Mapa 7.

O fenômeno é mais frequente em área de clima frio e de altitude. O clima da Mesorregião Sudoeste paranaense é o Subtropical (Mesotérmico ou Temperado) que apresenta temperatura média do mês mais frio entre -3°C e 18°C (EMBRAPA, 2011). Em relação à altitude, os municípios mais atingidos situam-se em áreas elevadas (acima de 500 m de altitude); onde os municípios de Francisco Beltrão e Ampére estão localizados, a 600 m de altitude, enquanto Pato Branco a 760 m de altitude (IPARDES, 2009).

Dessa forma, a maior parte dos municípios atingidos localiza-se nas áreas mais altas do estado, no Sudoeste. A mesorregião mais atingida

Figura 9: Processo de formação de granizo



Fonte: Tavares (2009)

foi a Sudoeste paranaense, com 92 registros em 32 municípios, destacam-se os municípios de Ampére, Francisco Beltrão, Pato Branco e Salto do Lontra, com seis registros em cada. A segunda mais atingida, com 75 registros, foi a Oeste paranaense, com 38 municípios afetados. Entretanto, do total, o município com a maior recorrência do desastre, sete registros, foi Guarapuava, localizado na Mesorregião Centro-Sul paranaense.

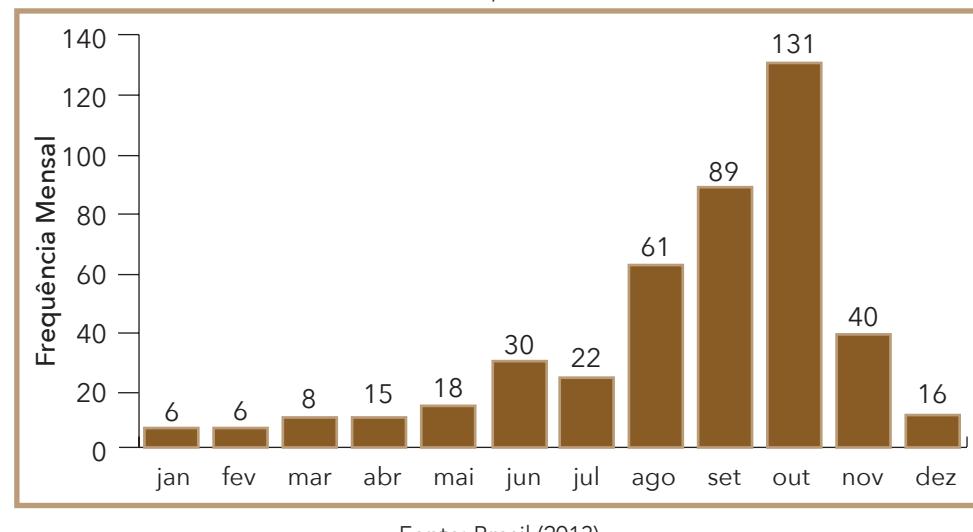
Com relação aos sistemas atmosféricos que podem causar desastres naturais por queda de granizos, estão: os Sistemas Frontais, que podem ocorrer o ano inteiro, mas sua atuação é mais frequente e intensa no inverno, gera tempo instável, produzindo muita chuva, que pode desencadear em inundações, além de vendavais, granizos e tornados; os Sistemas Convectivos Isolados, que ocorrem geralmente no verão e também podem se associar com os Sistemas Frontais e gerar muita chuva, vendavais e granizo; e os Complexos Convectivos de Mesoescala, que se formam no norte da Argentina e Paraguai (região do Chaco) e deslocam-se em direção ao Leste, são sistemas com intensidade suficiente para gerar chuvas fortes, ventos, tornados, granizo, etc., ou seja, também são capazes de desencadear desastres naturais (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

Esse tipo de desastre natural é considerado comum na época das chuvas e nos meses mais quentes que, como já citado, além da queda de granizos, podem ocorrer outros fenômenos como inundações, vendavais, raios e trovões.

Nesse sentido, com relação à frequência mensal dos registros, é possível observar, no Gráfico 20, que os meses de setembro e outubro foram os que apresentaram o maior número de desastres, 89 e 131, respectivamente. Esses meses correspondem ao início da estação chuvosa no estado, e apresentam temperaturas mais elevadas em relação ao inverno, que pode aumentar a probabilidade das chuvas serem acompanhadas por tempestade com trovoadas e ocorrer queda de granizo.

As ocorrências de granizos nos meses de setembro e de outubro podem estar relacionadas com as Frentes Fria (FFs) ou Sistemas Frontais oriundas das latitudes subtropicais, que atingem o Sul e induzem a formação de nebulosidade convectiva sobre essa região. Esses eventos são caracterizados por uma banda de nuvens que se deslocam de sudoeste para nordeste sobre o continente e Oceano Atlântico. As nuvens se formam na confluência da massa de

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



Fonte: Brasil (2013)

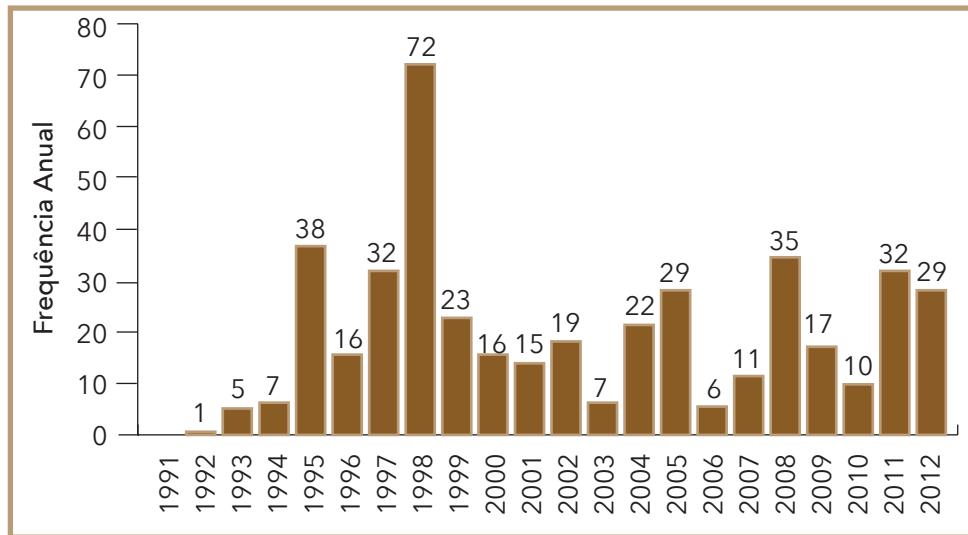
ar frio mais densa, que penetra sob uma massa de ar quente, quando avançam em direção ao norte. Durante os meses mais quentes, podem interagir com o ar tropical quente e úmido, gerando convecção profunda com precipitação intensa, algumas vezes com ventos fortes e granizo (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009).

No Gráfico 21, percebe-se que em todos os anos houve registros de precipitações de granizos caracterizadas como desastres, exceto o ano de 1991. O ano que apresentou mais registros foi 1998, com 72 eventos adversos em 64 municípios, com destaque ao município de Guarapuava, com três ocorrências de queda de granizo nesse mesmo ano.

Os registros foram dois em setembro e um em outubro. No dia 4 de setembro, residências da área urbana tiveram os telhados parcialmente (72) e totalmente (43) danificados pela queda de granizo. No dia 12, os danos nos telhados foram na área rural, sendo destruídas aproximadamente 1.400 telhas, por uma chuva de granizo. No dia 5 de outubro, a área urbana registrou ventos fortes, queda de granizo e chuva torrencial.

Os danos humanos causados por desastres naturais associados a eventos de granizos deixaram mais de 425 mil pessoas afetadas nos municípios com registros do Estado do Paraná.

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



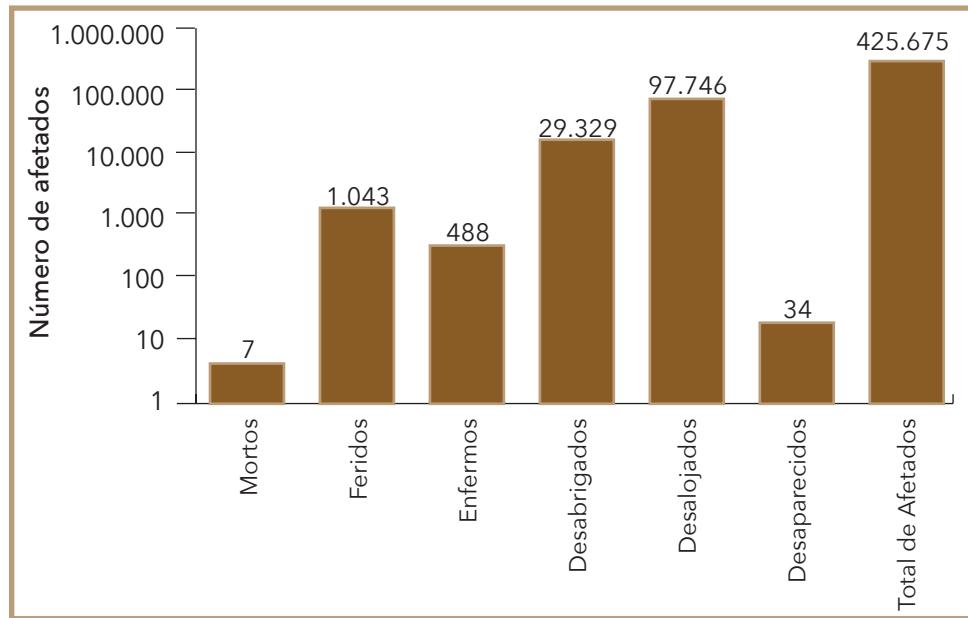
Fonte: Brasil (2013)

Conforme pode-se observar, no Gráfico 22, durante as ocorrências de granizos registradas, 425.675 pessoas foram afetadas, 34 desaparecidas, 97.746 desalojadas, 29.329 desabrigadas, 488 enfermas, 1.043 feridas e sete mortas ao longo dos anos analisados.

As mortes ocorreram entre os anos de 1995 e 1997 nos municípios de Nova Laranjeiras, Dois Vizinhos, Mamborê e Tapejara. Destacou-se o município de Nova Laranjeiras, localizado na Mesorregião Centro-Sul paranaense, por ter ocorrido quatro óbitos no evento registrado em junho de 1997. De acordo com o documento oficial, um forte vendaval, com granizos e chuva de curta duração, causou danos na área urbana, deixando um total de 98 edificações destruídas e 157 edificações danificadas.

Em relação ao total de mortos, feridos, desalojados e afetados, podem-se observar na Tabela 16, os dez municípios do Estado do Paraná que tiveram vítimas fatais e os mais afetados devido aos desastres naturais por granizos. Entre os atingidos, Maringá, localizado na Mesorregião Norte Central paranaense, foi o que apresentou o maior número de afetados – 50.000 habitantes devido ao evento registrado em abril de 2008. Segundo o documento oficial, a intensa

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



Fonte: Brasil (2013)

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

Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Feridos	Desalojados	Total de Afetados
1997	Nova Laranjeiras	Centro-Sul paranaense	4	92	123	0
1997	Dois Vizinhos	Sudoeste paranaense	1	9	0	1.022
1995	Mamborê	Centro Ocidental paranaense	1	280	4.000	0
1996	Tapejara	Noroeste paranaense	1	0	0	0
2008	Maringá	Norte Central paranaense	0	0	300	50.000
2006	Piraquara	Metropolitana de Curitiba	0	0	0	23.976
2004	União da Vitória	Sudeste paranaense	0	15	0	20.205
1998	Chopinzinho	Sudoeste paranaense	0	0	0	21.000
2011	Reserva	Centro Oriental paranaense	0	18	0	12.000
2007	Palotina	Oeste paranaense	0	0	0	12.000
1991-2012	Estado do Paraná		7	1.043	97.746	425.675

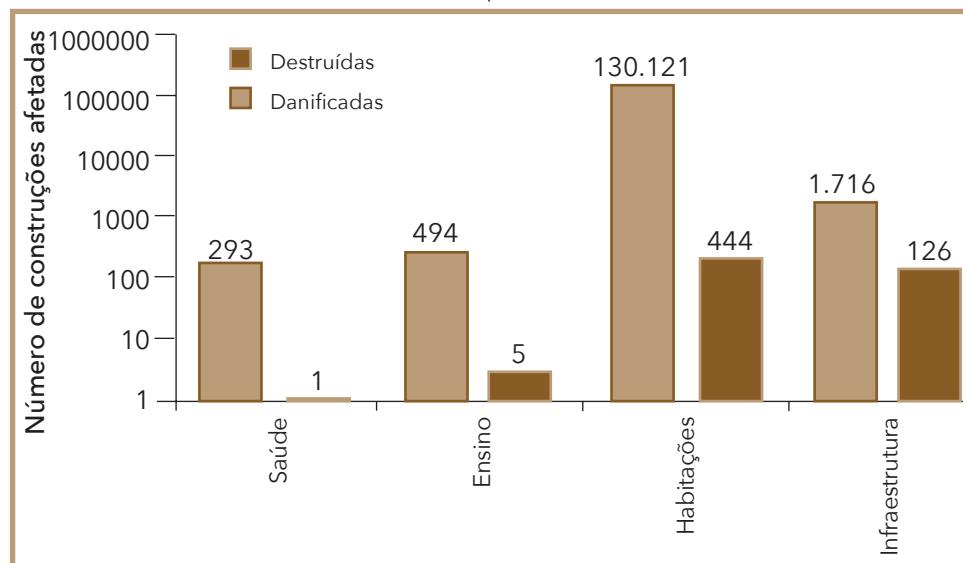
Fonte: Brasil (2013)

queda de granizos ocorreu na área urbana do município, associada a fortes tempestades.

Segundo os documentos oficiais, os desastres registrados pelas quedas de granizo no Estado do Paraná estavam associados às chuvas intensas e a fortes ventos, que contribuíram para intensificar os danos (Figuras 10 e 11).

Com relação aos danos materiais, o Estado do Paraná teve um total de 132.624 construções danificadas e 576 destruídas por granizos no período de 1991 a 2012. De acordo com o Gráfico 23, a maior parte dos danos materiais foi nas habitações, com destaque ao município de Cascavel, localizado na Mesorregião Oeste paranaense, com o maior número de habitações danificadas, e Mamborê, localizado na mesorregião Centro Ocidental paranaense, com o maior número de habitações destruídas.

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



Fonte: Brasil (2013)

Figura 10: Granizo em Piraí do Sul



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

Em Cascavel foram 6.168 habitações danificadas no evento registrado em outubro de 1995. De acordo com o documento oficial, ocorreu forte precipitação pluviométrica acompanhada por queda de granizo.

Em Mamborê foram registradas 2.800 habitações destruídas e 100 danificadas no evento ocorrido em outubro 1995. Ocorreram fortes chuvas, seguidas de granizo com grande granulometria e vendaval com velocidade de 80 km/h, atingindo 100% da área urbana e parte da área rural.

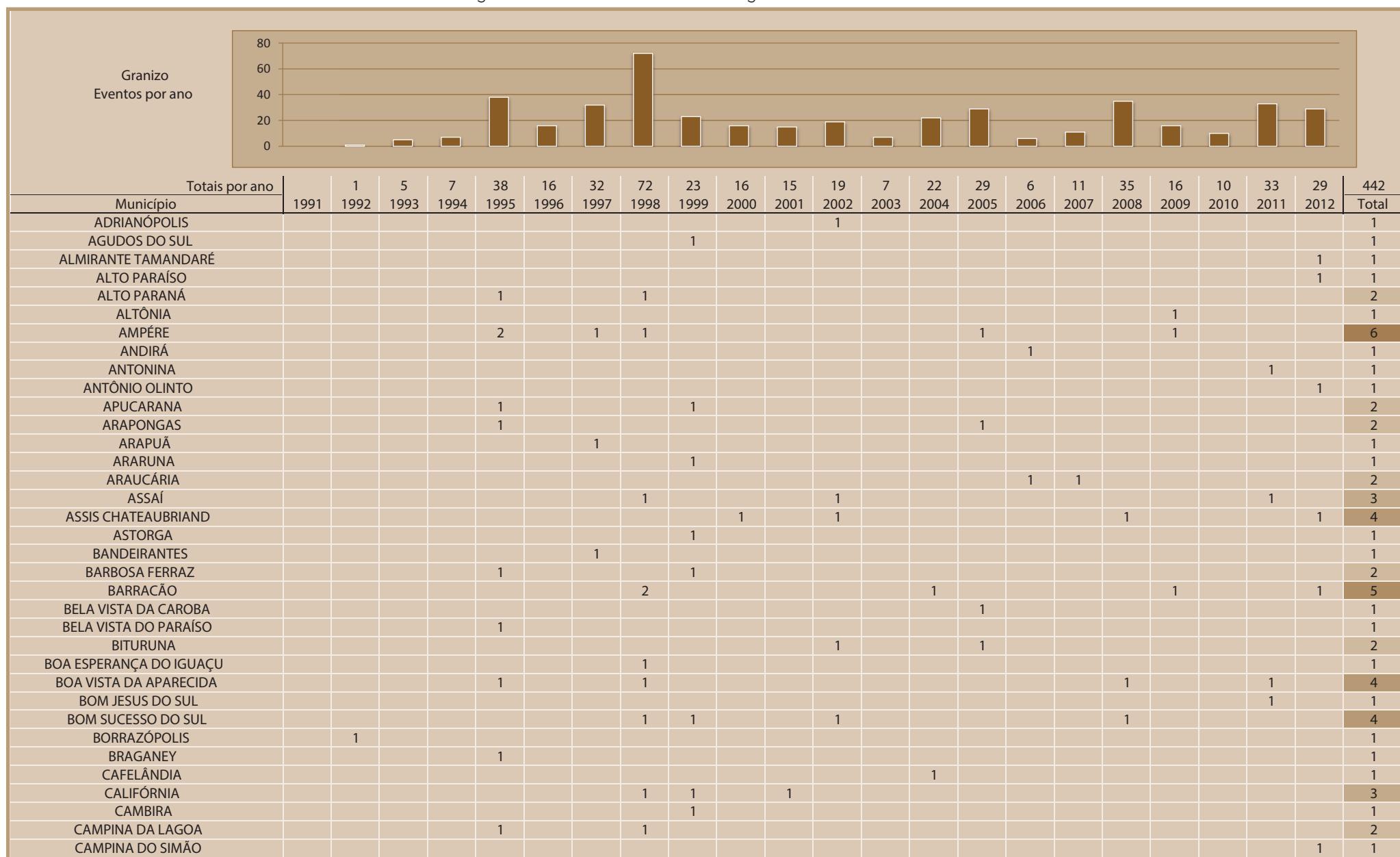
Em função da recorrência das precipitações de granizos na Região Sul, assim como no Estado do Paraná, foi desenvolvido um projeto de pesquisa intitulado REMOTE (Rede de Monitoramento de Tempestades severas associadas à ocorrência de granizo), que se propõe a implementar uma rede de monitoramento e análise de tempestades associadas à ocorrência de granizo no Estado. Além do desenvolvimento da rede de observação e de coleta de granizos, pretende-se realizar análises da composição química e microbiológica dos granizos coletados. O que revela parte importante da história da tempestade, podendo ser resgatada pelas modernas técnicas de análises laboratoriais para fornecer respostas às grandes incertezas que permeiam a área de modelagem atmosférica (ATMOSPHER, 2011).

Figura 11: Consequências da queda de granizos em Piraí do Sul

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



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



Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

GOIOXIM				1					1							2
GUAIARAÇÁ			1												1	2
GUARANIAÇU				1	2					1					1	5
GUARAPUAVA				3				1	1						2	7
GUARÄQUECABA										1						1
GUARATUBA										1	1				1	3
HONÓRIO SERPA		1			1											2
IBEMA																1
IGUATU		1														1
IMBITUVA						1										1
INÁCIO MARTINS					1											1
IPIRANGA					1											1
IRATI		1					1									5
ITAMBÉ							1									1
IVAI		1														2
IVATUBA						1										1
JANDAIA DO SUL		1				1										3
JANIÓPOLIS					1											1
JAPIRA															1	1
JUNDIAÍ DO SUL		1														1
JURANDA								1								1
LAPA										1	1					2
LARANJAL															1	1
LARANJEIRAS DO SUL														2		2
LINDOESTE		1														2
LOANDA			1													1
LONDRINA		1														1
LUZIANA						1										2
LUNARDELLI								1								1
MALLET						1	1									4
MAMBORÉ		1				1	1									3
MANDAGUAÇU		1														1
MANDAGUARI										1	1					2
MANDIRITUBA											1					1
MANFRINÓPOLIS																1
MANGUEIRINHA		1						1								3
MANOEL RIBAS																2
MARECHAL CÂNDIDO RONDON																1
MARIALVA								1								1
MARILENA			1					1								2
MARINGÁ																2
MARIPÁ																1
MARMELEIRO		1		1	1											4
MARQUINHO						1										2
MARUMBI			1				1									2
MATELÂNDIA									1		2					3

Fonte: Brasil (2013)

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

MATO RICO				1										1	1	3
MAUÁ DA SERRA						1										1
MEDIANEIRA							1									2
MERCEDES								1								1
MISSAL								1								2
MORRETES									1							1
MUNHOZ DE MELO										1						1
NOVA CANTU	1				1											2
NOVA ESPERANÇA		1														1
NOVA ESPERANÇA DO SUDOESTE	1													1	1	3
NOVA FÁTIMA				1												1
NOVA LARANJEIRAS			1	1										1	1	4
NOVA LONDRINA		1														1
NOVA PRATA DO IGUAÇU				1												1
NOVA SANTA ROSA														1		1
NOVA TEBAS	1	1			2											2
ORTIGUEIRA						1								1	1	5
OURO VERDE DO OESTE							1									2
PAIÇANDU								1								1
PALMEIRA			1													1
PALMITAL				1												2
PALOTINA																1
PARANACITY					1											1
PARANAGUÁ																2
PATO BRAGADO															1	1
PATO BRANCO	1		2	1												6
PEABIRU				1												1
PÉROLA D'OESTE						1										1
PIÊN																1
PINHAIS																2
PINHAL DE SÃO BENTO			2	1												4
PINHÃO				1												5
PIRAÍ DO SUL	1		1													3
PIRAQUARA																1
PITANGA					1											3
PLANALTO						1										2
PONTA GROSSA																1
PORTO AMAZONAS					1	1										2
PRESIDENTE CASTELO BRANCO		1														1
PRUDENTÓPOLIS											1	1				3
QUATRO BARRAS												1				1
QUEDAS DO IGUAÇU		1			1											2
QUITANDINHA																1
RAMILÂNDIA																1
REALEZA							1									1
REBOUÇAS								1	1							3

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

URAI					1		1												1
VENTANIA						1													3
VERA CRUZ DO OESTE							1											1	3
VERÊ								1											1
VITORINO					1														3
XAMBRÉ																		1	1

Fonte: Brasil (2013)

Referências

ATMOSFER – GRUPO DE POLUIÇÃO DO AR E PROCESSOS ATMOSFÉRICOS. **REMOTE**: rede de monitoramento de tempestades severas associadas à ocorrência de granizo. Londrina: UFPR Londrina, 2011. Disponível em: <<http://atmospher.org/projetos/69-remote-rede-de-monitoramento-de-tempo>>. Acesso em: 24 ago. 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.

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.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Clima. Colombo: EMBRAPA, 2011. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>>. Acesso em: 24 nov. 2011.

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Anuário estatístico do Estado do Paraná**. 2009. Disponível em: <http://www.ipardes.pr.gov.br/anuario_2009/index.html>. Acesso em: 11 ago. 2013.

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

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

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

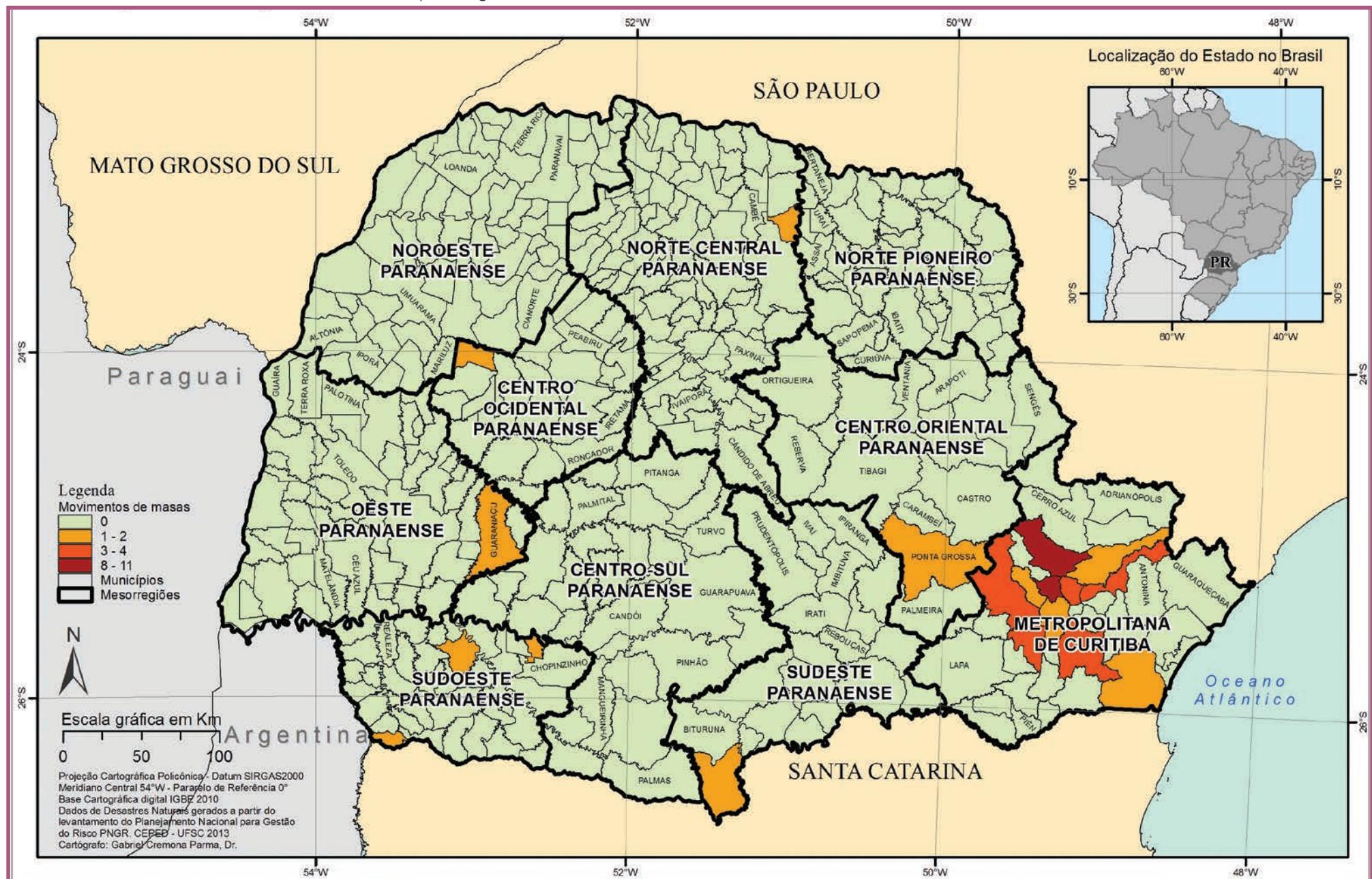
TAVARES, R. Clima, tempo e desastres. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 111-146.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela (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: 24 ago. 2013.

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

MOVIMENTO DE MASSA

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



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

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

CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE MASSA

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

Augusto Filho (1992) ajustou a classificação dos movimentos de massa proposta por Varnes (1978) à dinâmica ambiental brasileira, relacionando os diferentes tipos desses movimentos com suas características, material envolvido e geometria, conforme apresentado no Quadro 6. Os diferentes tipos de movimentos de massa, indicados no Quadro 6, estão esquematicamente representados na Figura 12.

CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

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

Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento

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

Fonte: Augusto Filho (1992)

prováveis para a deflagração deste tipo de dinâmica de superfície. Fernandes e Amaral (1996) destacam, entre os diversos aspectos geológicos e geomorfológicos, as fraturas, falhas, foliação e bandeamento composicional, descontinuidades no solo, morfologia da encosta e depósitos de encosta. As principais associações desses aspectos em relação aos movimentos de massa são os seguintes:

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

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

As descontinuidades do solo estão presentes nos solos residuais no horizonte saprolítico também conhecido como horizonte residual jovem. Esse horizonte tem como principal característica o fato de apresentar estrutura reliquiar herdada da rocha de origem e geralmente apresentam uma condutividade hidráulica maior atuando muitas vezes como um dreno para os horizontes mais superficiais (FERNANDES; AMARAL, 1996). Essas estruturas reliquias são planos de fraqueza que podem condicionar os movimentos de massa.

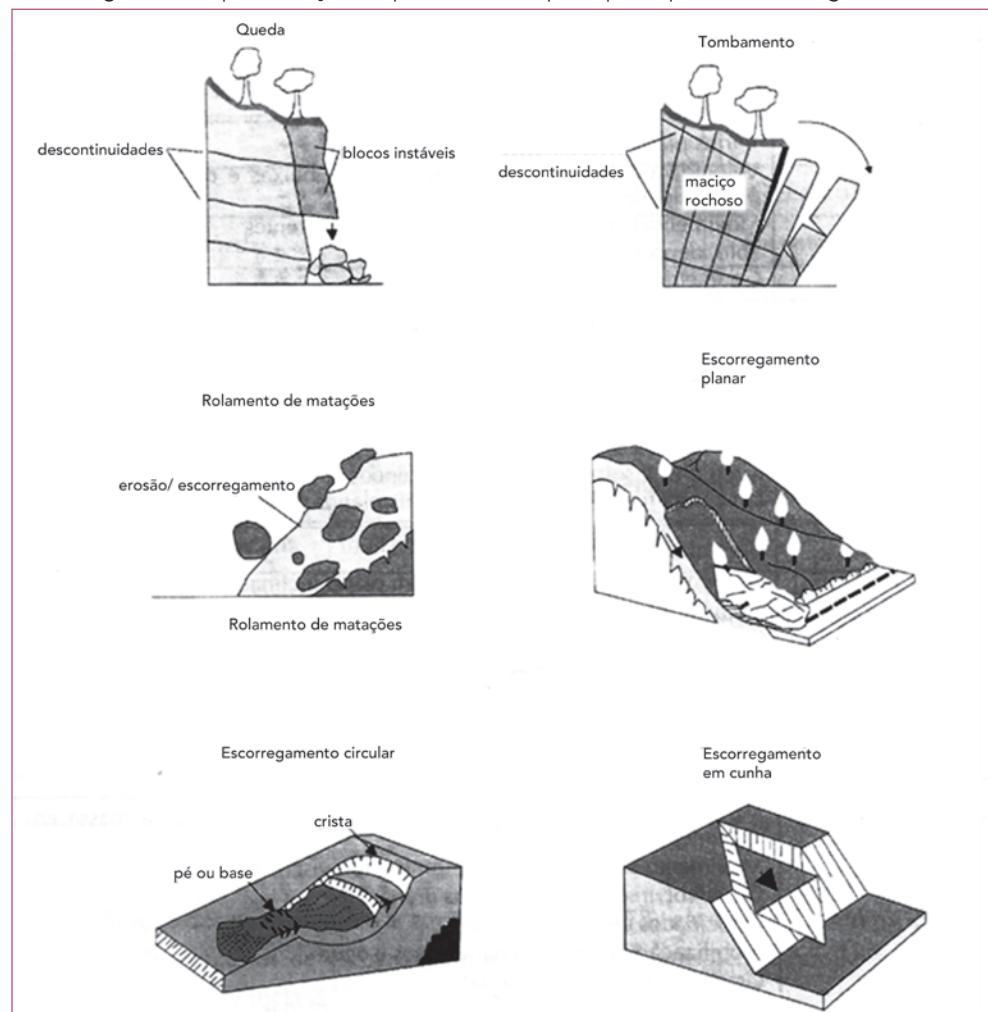
A morfologia da encosta pode condicionar de forma direta ou indireta os movimentos de massa. Existe uma correlação direta entre a declividade e os locais de movimentos de massa. Os escorregamentos translacionais observados na Serra do Mar estão associados às encostas retilíneas com inclinações superiores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

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

PRINCIPAIS CAUSAS DOS MOVIMENTOS DE MASSA

As causas dos movimentos de massa podem ser divididas em externas e internas. As externas são solicitações que provocam um aumento das tensões cisalhantes sem que haja um aumento da resistência ao cisalhamento do material da encosta. Essas solicitações estão relacionadas ao aumento da declividade da encosta por processos de erosão ou escavações feitas pelo homem ou a deposição de material na parte superior da encosta (TERZAGHI, 1952).

Figura 12: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento



Fonte: MASS... (1968)

Entre as causas externas mais comuns estão os movimentos de massa induzidos por cortes excessivos no pé das encostas durante a construção de rodovias e à forma de ocupação desordenada das encostas pelo homem. Nesse tipo de ocupação os principais problemas estão associados aos cortes

e aterros, efetuados para se criar uma região plana para a construção de moradias, problemas de drenagem das águas servidas e águas pluviais e ao lançamento inadequado de lixo. As causas externas provocam um aumento das tensões de cisalhamento ao longo da superfície potencial de ruptura. Se essas tensões induzidas se igualarem à resistência ao cisalhamento disponível, do material da encosta, ocorrerão os movimentos de massa.

A foto apresentada na Figura 13 ilustra vários escorregamentos translacionais ocorridos na Serra do Mar em São Paulo, no vale do Rio Mogi em 1985. Esse evento deflagrado pelas chuvas está também relacionado à ação indireta do homem. Foi constatado que a floresta dessa região do vale apresentava um acelerado processo de deterioração devido à poluição atmosférica gerada pelo polo industrial de Cubatão. Vários estudos revelaram que a cobertura vegetal impede o acesso ao solo de até 20% do total pluviométrico precipitado (SANTOS, 2004).

As causas internas são aquelas que provocam um movimento de massa sem que haja modificações das condições superficiais, ou seja, sem que ocorra aumento das tensões cisalhantes e sim uma redução da resistência ao cisalhamento do material da encosta. As causas internas mais comuns estão associadas a um aumento do poro pressão, decréscimo da coesão do material do talude e variações do lençol freático (TERZAGHI, 1952).

As causas internas estão relacionadas principalmente à presença da água que pode afetar a estabilidade da encosta de diferentes maneiras. No interior da massa do solo a água pode estar presente na zona de aeração, acima do lençol freático, ou na zona de saturação, abaixo do lençol freático. Na zona de aeração o solo está parcialmente saturado e a água forma meniscos entre as partículas de solo que atrai uma de encontro a outra. Essa força adicional entre as partícu-

Figura 13: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP



Fonte: Arquivo IPT (1985 apud SANTOS, 1998)

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

A água da chuva que se infiltra na encosta reduz estas forças de contato entre as partículas de solo e, consequentemente, provoca uma redução da resistência disponível. A água que se infiltrou no solo e atingiu a zona de saturação pode provocar também um aumento do nível do lençol freático. Na zona de saturação a pressão da água reduz as forças de contato entre as partículas do solo reduzindo assim a tensão efetiva e consequentemente a resistência ao cisalhamento disponível. Portanto, a infiltração da água pela superfície do solo e o aumento do nível do lençol freático reduzem a resistência ao cisalhamento de forma que pode ocorrer a ruptura da encosta sem haver a necessidade de que ela esteja saturada.

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

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

No Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012, foram registrados oficialmente 53 desastres relacionados a movimentos de massa. No entanto, desse montante, três desastres se referem a subsidências e colap-

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)

sos e 50 correspondem a deslizamentos de solo e ou rocha. No Mapa 8 estão indicados todos os municípios do Estado do Paraná atingidos por movimento de massa com os seus respectivos quantitativos.

Do total de 399 municípios desse estado, 19 foram atingidos por esse tipo de desastre. A mesorregião metropolitana de Curitiba apresentou o maior número de registros, seguida da Mesorregião Sudoeste paranaense com respectivamente 41 e quatro eventos. Os municípios mais atingidos pertencem à mesorregião metropolitana de Curitiba que apresenta aproximadamente 79% do total de registros. Os municípios de Rio Branco do Sul e Almirante Tamandaré foram os mais atingidos com respectivamente 11 e oito eventos de movimentos de massa.

Cinco paisagens naturais são bem evidentes no Estado do Paraná. Indo de sua margem oceânica em direção ao Oeste, encontra-se a região do Litoral, seguida da Serra do Mar, Primeiro Planalto, Segundo Planalto e Terceiro Planalto (MAACK; 2001).

A mesorregião metropolitana de Curitiba, palco de 79% do total de registros de movimentos de massa do Estado do Paraná, está inserida no Primeiro Planalto ou Planalto de Curitiba. Esse planalto faz parte do Planalto Atlântico

que corresponde a um conjunto de Serras com mais de 1.000 km de extensão, indo do Rio de Janeiro até o norte de Santa Catarina. O relevo do Primeiro Planalto apresenta altitudes de até 1.200 m sendo limitado ao Leste pelas vertentes da Serra do Mar. O Primeiro Planalto apresenta uma paisagem suavemente ondulada, com altitudes médias variando entre 850 e 950 m, esculpida em rochas cristalinas, como xisto, gnaisses e intrusões graníticas. Essa região é intercalada por sedimentos coluvio-aluvionares ao longo da rede de drenagem. A Formação Guabirotuba preenche a bacia de Curitiba sendo constituída por uma área de relevo de colinas e planícies fluviais (MINEROPAR, 2006).

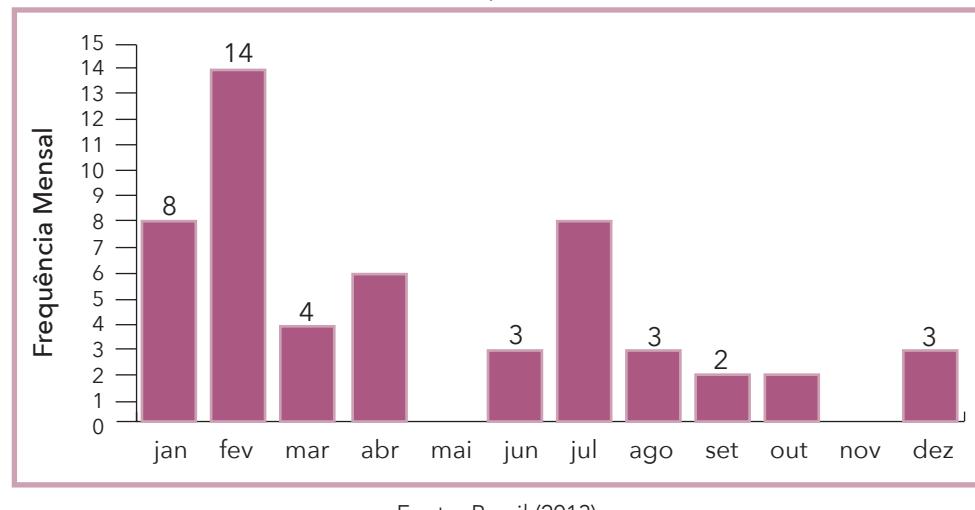
Uma grande área da mesorregião metropolitana de Curitiba é composta por sedimentos da Formação Guabirotuba. Os sedimentos desta formação geológica estão presentes desde o município de Campo Largo até o Município de Quatro Barras. Estes sedimentos atingem espessuras da ordem de 60 a 80 metros com predomínio de argilas e areias contendo feldspato (20% a 40%). É comum também a presença de carbonato de cálcio impregnando esses sedimentos. A argila da Formação Guabirotuba pertence ao grupo das esmectitas, que são expansivas e apresenta grande variação volumétrica devido à ciclicidade relacionadas às perdas e absorção de água, o que lhe confere uma alta susceptibilidade a processos de erosão e movimentos de massa em encostas. Esses processos estão diretamente relacionados à forma inadequada de ocupação das encostas pelo homem, provocando muitos danos humanos e materiais (FELIPE; 2011).

A frequência mensal dos movimentos de massa do Estado do Paraná, registrados oficialmente entre 1991 a 2012, está apresentada no Gráfico 24. Observa-se uma maior quantidade de eventos nos primeiros meses do ano, correspondente à estação chuvosa do verão. O mês de fevereiro apresentou o maior número de movimentos de massa com 14 registros.

Os danos humanos causados pelos 52 eventos de movimentos de massa estão apresentados no Gráfico 25. Foram atingidas por esse tipo de desastre 24.460 pessoas, com uma vítima fatal, com 556 pessoas desalojadas e 204 desabrigadas.

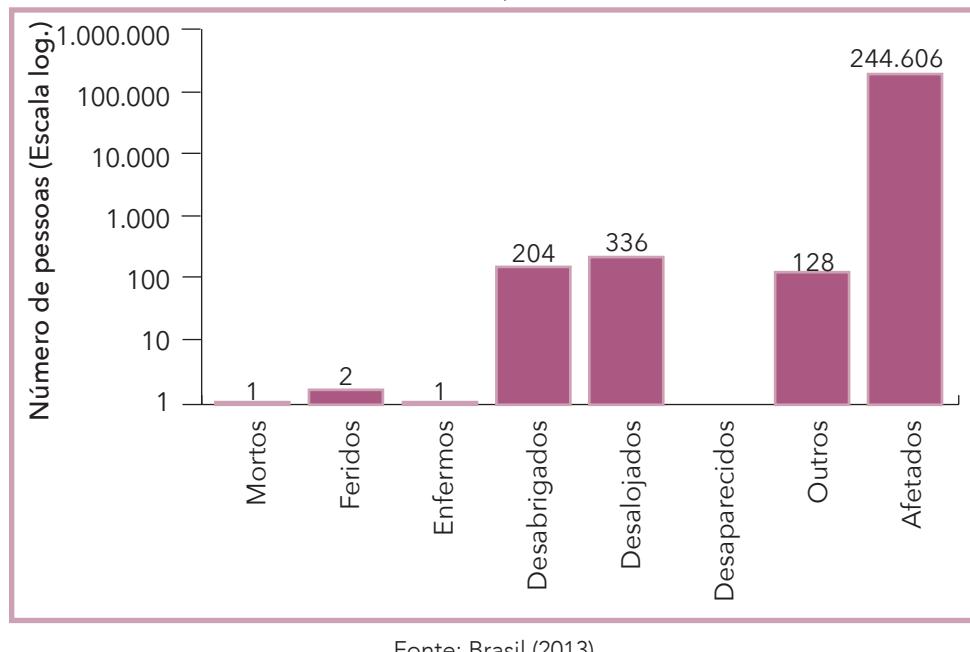
No Infográfico 7 estão todos os municípios atingidos por movimentos de massa no período de 1991 a 2012, com suas respectivas quantidades de eventos e sua frequência anual. O ano de 2011 apresentou a maior quantidade de registros com 18 eventos de movimento de massa.

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

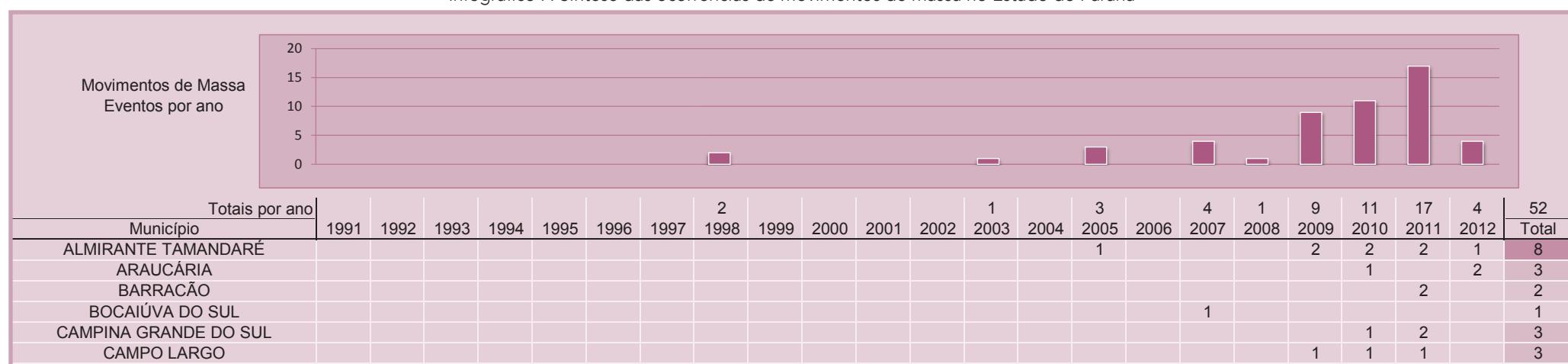


O município de Rio Branco do Sul, o mais atingido por movimentos de massa, apresentou esse tipo de desastre por seis anos consecutivos, correspondendo ao período de 2007 a 2012.

Gráfico 25: Danos humanos causados por movimentos de massa no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012



Infográfico 7: Síntese das ocorrências de movimentos de massa no Estado do Paraná



Infográfico 7: Síntese das ocorrências de movimentos de massa no Estado do Paraná

CAMPO MAGRO							1				1		2
COLOMBO							1				2		4
CURITIBA											1		2
DOIS VIZINHOS			1										1
GENERAL CARNEIRO											1		1
GUARANIAÇU			1								1		2
GUARATUBA												1	1
IBIPORÃ											1		1
MOREIRA SALES											1		1
PONTA GROSSA											2		2
RIO BRANCO DO SUL							1				2		11
SÃO JOSÉ DOS PINHAIS								3	1	1	2	2	1
SAUDADE DO IGUAÇU											1		3
												1	

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

FELIPE, R. S. **Características geológicas-geotécnicas na formação guabirouba erosão**: movimentos gravitacionais de massa. Curitiba: MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná, 2011.

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

MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. jubilee, p. 169-288, dez. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/babt/vjubileea10vjub.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

MINEROPAR. **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006. (Escala base: 1:250.000. Modelos reduzidos: 1:500.000)

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

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

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

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

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

EROSÃO

Mapa 9: Registros de erosões no Estado do Paraná de 1991 a 2012



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

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

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

Segundo Oliveira e Brito (1998), de forma geral, os processos erosivos são abordados por erosão natural ou geológica (desenvolvimento equilibrado com a formação do solo) e erosão acelerada ou antrópica (intensidade superior à formação do solo, não permitindo recuperação natural). No Quadro 8 está apresentada a proposta de Zachar (1982) para a classificação das erosões relacionando os principais tipos com os seus fatores ativos.

Quadro 8: Classificação da erosão pelos fatores ativos

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

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

Em síntese, com relação à forma como surgem as erosões, o mais comum é classificá-las em quatro grandes grupos: erosão hídrica, erosão eólica, erosão glacial e erosão orgânica. (CARVALHO et al., 2006).

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

Enquanto a dinâmica da erosão segue uma evolução natural, o sistema ambiental mantém-se em equilíbrio dinâmico. Porém, a partir das intervenções antrópicas, o processo de erosão tende a se acelerar (TOMINAGA et al., 2009). Exemplo disso é a ocupação do solo de forma desordenada pelo homem, podendo ocasionar a perda de solos férteis, assoreamento, polui-

ção, 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, dos quais são apontados como um dos principais problemas nas áreas urbanas, destacando-se pela rapidez como ocorrem, pelas dimensões que atingem e pelos problemas que geram. (CARVALHO et al., 2006).

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

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

EROSÕES ASSOCIADAS À PRECIPITAÇÃO DE CHUVAS

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

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

O Brasil é um país 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,

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)

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, 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 esse tipo de processo são: erosão marginal (responsável pelo transporte de solo dos taludes marginais dos rios provocados pela ação erosiva das águas no canal de drenagem), e solapamento (ruptura de taludes marginais dos rios por erosão e ação instabilizadora da água durante ou logo após 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).

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

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

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

Os processos erosivos atuantes na costa estão relacionados às características geológicas do relevo litorâneo e topográficas da faixa de contato entre o mar e o litoral; à intensidade, duração e sentido dos ventos dominantes na região; intensidade e sentido das correntes marinhas locais; intensidade e altura das marés; intensidade das ondas; maior ou menor proximidade da foz de rios; e atividades antrópicas que 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 encostas dos rios que provoca desmoronamento de barrancos que ocorre por meio dos processos de corrosão (químico), atrito (mecânico) e cavitação (fragmentação das rochas devido à grande velocidade da água).
- Erosão Continental – o processo erosivo causado pela água das chuvas, subdividido nesta classificação como: laminar, ravinas e boçorocas.

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

Quadro 10: Codificação dos processos erosivos segundo a COBRADE

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

Fonte: COBRADE (2013)

As condições que levam a um processo erosivo, assim como a deflagração de um escorregamento e quedas de blocos, devem ser corretamente entendidos e diferenciados, pois dele 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 e 2012 no Estado do Paraná, foram enquadrados os registros em conformidade com a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Dentre as tipologias atuantes no estado (Tabela 17), foram identificadas as erosões de Margem Fluvial e Continental.

Tabela 17: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado do Paraná

Terminologia	Quantidade de Ocorrências/Registros
Erosão de Margem Fluvial	03
Erosão Continental	18

Fonte: Brasil (2013)

Como desastre, a erosão continental atuando de forma linear pode provocar o aprofundamento por ravinas até o nível do lençol freático. Essa potencialização e sua abrangência destrutiva podem culminar em voçorocas ou entubamento, abrindo profundas e extensas cavas no solo principalmente nos meses mais chuvosos. As ocorrências no Estado do Paraná para esse tipo erosivo concentram-se principalmente nas Mesorregiões do Noroeste paranaense e Norte Central paranaense.

Já os registros de erosão de margem fluvial atuante no Estado do Paraná ocorrem principalmente na mesorregião metropolitana de Curitiba. A essa tipologia é comum associar-se a processos graduais de cheias relacionados a longos períodos de chuvas. A retirada da cobertura vegetal e a ocupação irregular das margens dos rios potencializam esse tipo de ocorrência.

Assim, cada tipologia traz consequências que podem caracterizar uma situação de emergência, dependendo das vulnerabilidades e magnitudes das adversidades. A distribuição de eventos, relatados nos bancos de dados compilados pelo CEPED/UFSC e CENAD/SEDEC/MI no Estado do Paraná, está elencada no Mapa 9.

O Estado do Paraná, entre os anos de 1991 e 2012, apresentou 18 registros oficiais de desastres causados por erosão continental, registrados na for-

Figura 14: Erosão continental no Estado do Paraná



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

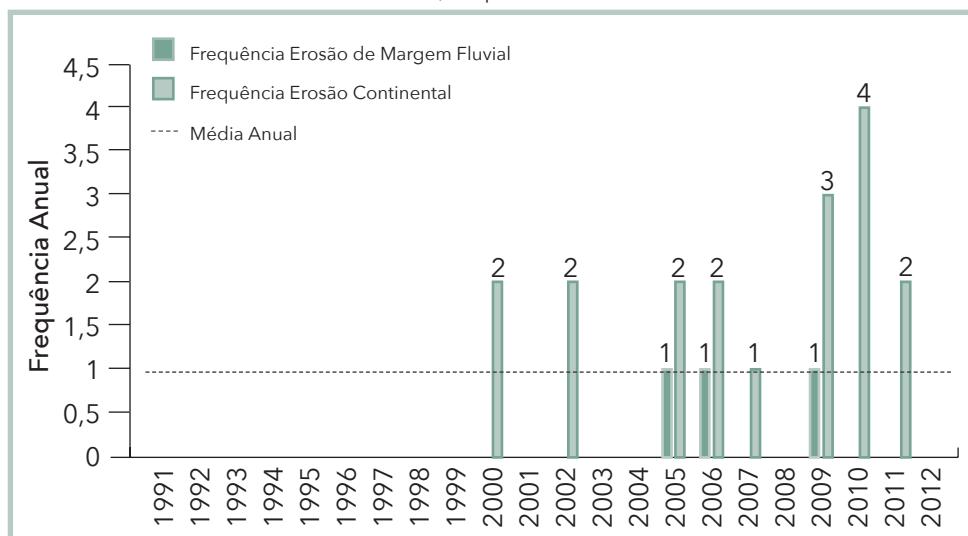
ma de ravinas. Conforme o Mapa 9, o município de Querência, juntamente com Ivaté, ambos localizados na Mesorregião Noroeste paranaense, foram os mais recorrentes, com dois eventos cada. Os demais municípios, com uma ocorrência cada, estão distribuídos nas Mesorregiões Centro Ocidental paranaense, Norte Pioneiro paranaense, Metropolitana de Curitiba, Norte Central paranaense e Noroeste paranaense. Os anos com a maioria dos registros oficiais de erosão continental concentraram-se entre 2005 e 2011. Nesse período, apenas o ano de 2008 não registrou eventos, conforme Gráfico 26.

As informações coletadas dos registros oficiais indicam que os eventos adversos atingiram tanto a área urbana quanto a rural do município, cujas causas estão atreladas aos altos índices pluviométricos que intensificaram o processo para esse tipo erosivo, ocorrendo a perda de consistência do solo. Os terrenos movimentados, caracterizados por colinas de médio e grande porte, morros e morretes, também são mais propícios às erosões em ravinas e voçorocas. Vale ressaltar que fatores geomorfológicos só são importantes, quando combinados com os relativos ao solo e à geologia. E também por fatores de intervenções antrópicas, onde a erosão é intensi-

ficada pelas atividades humanas inadequadas, em áreas de urbanização, construção de vias de transporte e manejo agropecuário (CASTRO, 2003).

No Estado do Paraná, os desastres causados por erosão fluvial, entre os anos de 1991 a 2012, somaram três registros oficiais. Os municípios atingidos foram: Curitiba, Colombo e Goioerê com um registro cada. Na escala temporal de 22 anos, as ocorrências por esse tipo erosivo sucederam nos anos de 2005, 2006 e 2009, conforme demonstra o Gráfico 26. Segundo informações contidas nos registros, o município de Goioerê decretou Estado de Emergência em dezembro de 2006, por danos sucedidos no perímetro urbano, no córrego Arroio Schimidt. Já o município de Colombo, foi em novembro de 2005 e atingiu a área urbana na Vila Maria do Rosário.

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

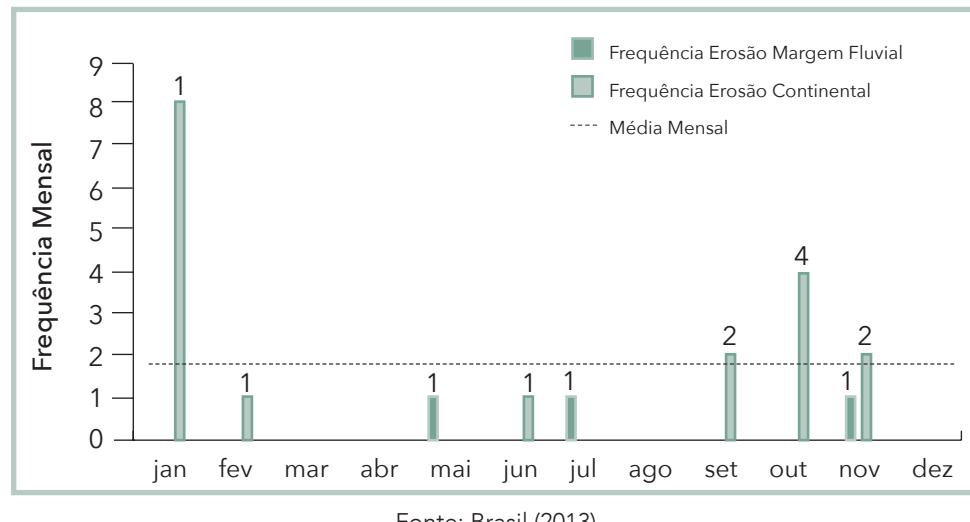


A recorrência de erosões está ligada às maiores concentrações de precipitação, que no Estado do Paraná, podem ser esperadas para o verão.

Nesse sentido, com relação à frequência mensal, o mês que apresentou mais registros de erosão continental foi janeiro, com oito ocorrências, seguidos dos meses de setembro, outubro e novembro, conforme mostra o Gráfico 27.

Com relação à erosão fluvial e sua frequência mensal, fica difícil estabelecer um padrão de análise, uma vez que o número de registros é reduzido. As três únicas ocorrências foram registradas no mês de maio, julho e novembro, conforme demonstra o Gráfico 27.

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



Ambos os tipos de erosão, fluvial e continental, são processos que atuam como modeladores da paisagem e podem, ou não, ocasionar danos econômicos e sociais.

Os danos humanos provocados pelos processos erosivos, Gráfico 28, já correspondem 14.655 afetados, equivalente a 0,1% do total da população do Estado do Paraná, baseando-se nos registros e no último censo demográfico. Para o município de Paranavaí, essa proporção chega a 15,3% da população do município, sendo considerado o local da maior número de afetados entre o período de 1991 a 2012, conforme Tabela 18. Durante o evento adverso ocorrido em 2006 em Paranavaí, as áreas urbana e rural foram afetadas, ocorrendo perda de consistência do solo, acarretando o surgimento e agravamento de voçorocas, afetando a drenagem, encostas, causando deslizamentos e colocando em risco o abastecimento

de água do município. Já no município de Goioerê, também relacionado como um dos mais afetados, o problema é com erosão de margem fluvial do córrego Arroio Schimidt, que passa na área urbana, onde existem 323 casas e casebres. Nesse córrego, em períodos de intensas chuvas, a erosão provoca enchentes com desbarrancamento de suas margens, e, como consequência o desabamento de residências.

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

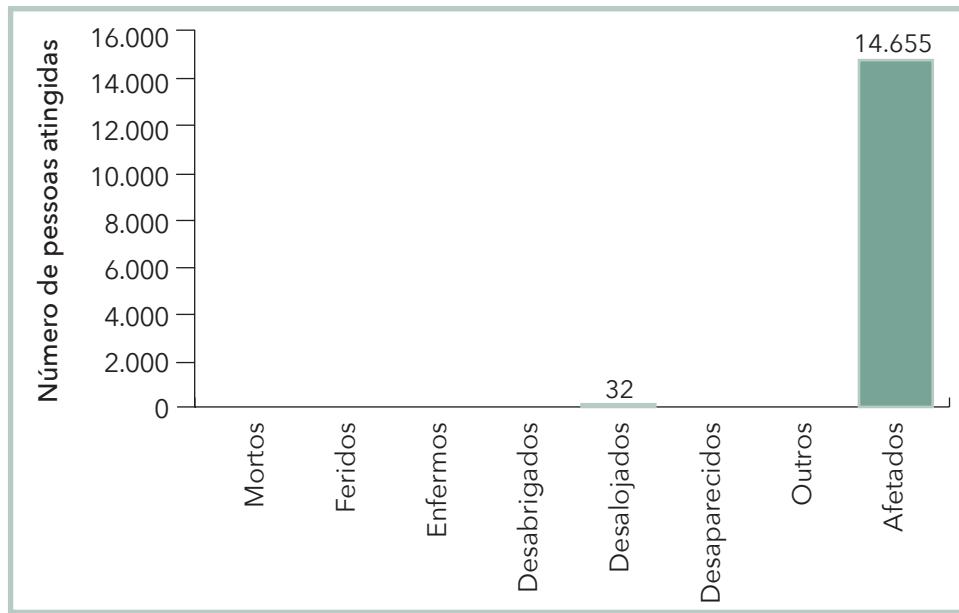


Tabela 18: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Total de Afetados
2006	Paranavaí	Noroeste paranaense	0	0	12460
2009	Ivaté	Noroeste paranaense	0	0	800
2010	Ivaté	Centro Ocidental paranaense	0	0	600
2006	Goioerê	Leste Goiano	0	0	379
2002	Iporã	Noroeste paranaense	0	0	130

Fonte: Brasil (2013)

Com relação aos danos materiais por processos erosivos, o Estado do Paraná apresenta sua maior perda relacionada à Infraestrutura, registrando 1.733 propriedades destruídas no período de 1991-2012, conforme Gráfico 29.

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



Dentre os eventos erosivos que mais causaram danos materiais registrados no Estado do Paraná entre 1991-2012, o município de Ivaté aparece com a maioria dos danos, conforme Tabela 19.

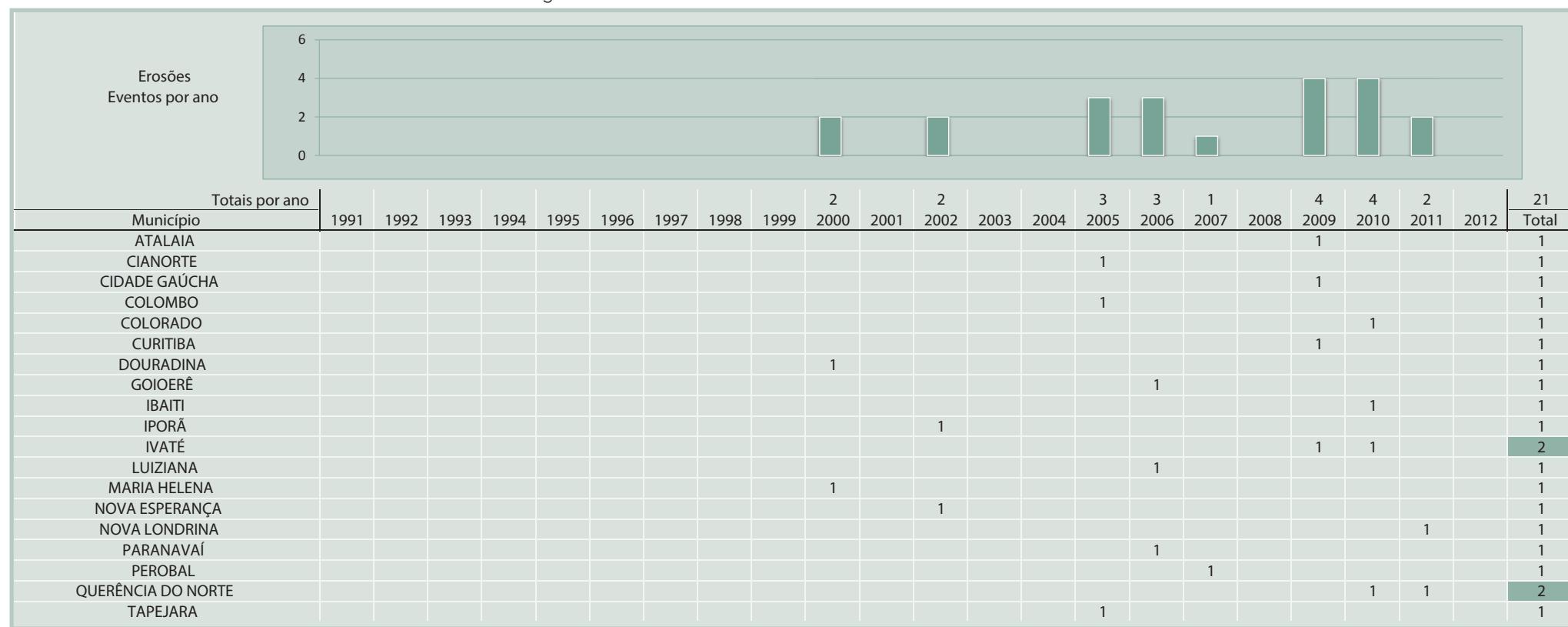
Tabela 19: Danos materiais relacionados aos cinco eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídos	Total Danificados	Total
2010	Ivaté	Noroeste paranaense	254000	0	254000
2009	Ivaté	Noroeste paranaense	18	82	100
2002	Iporã	Noroeste paranaense	7	40	47
2006	Paranavaí	Noroeste paranaense	0	15	15
2000	Maria Helena	Noroeste paranaense	0	15	15

Fonte: Brasil (2013)

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

Infográfico 8: Síntese das ocorrências de erosão no Estado do Paraná



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

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.

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

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

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

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).

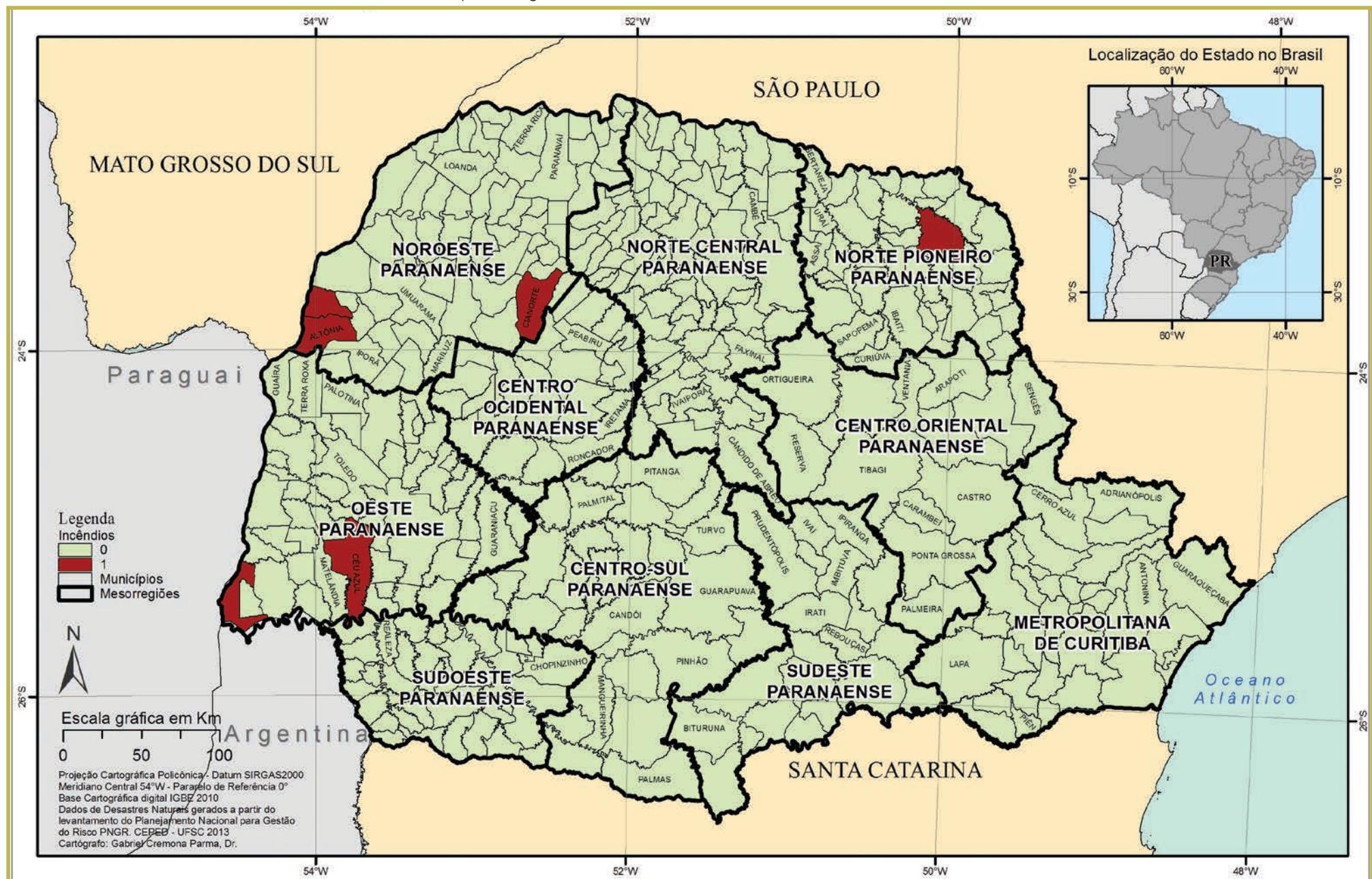
KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109 p. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 13 maio 2013.

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 10: Registros de incêndios no Estado do Paraná de 1991 a 2012



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

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

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

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

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

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

O Estado do Paraná apresenta regiões com cobertura vegetal de Floresta Ombrófila Densa e Mista, Floresta Estacional Semidecidual, for-

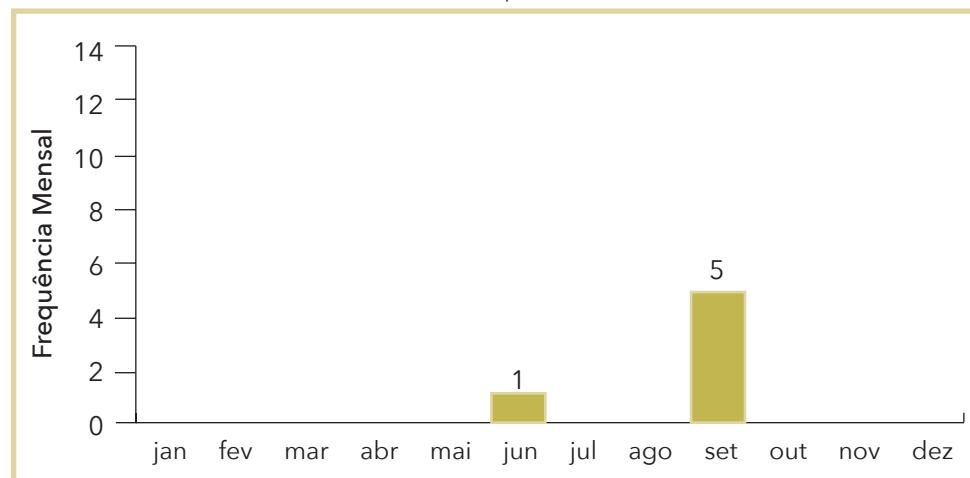
mações pioneiras, campos e ambientes transformados (como capoeiras, plantações, pastagens e áreas desmatadas).

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

De acordo com o Mapa 10, verifica-se que, dos 399 municípios somente seis deles (2%) foram atingidos por incêndios florestais. Ainda pode-se observar que três dos municípios atingidos localizam-se na Mesorregião Noroeste paranaense: Altônia, Cianorte e São Jorge do Patrocínio; Foz do Iguaçu e Céu Azul na Mesorregião Oeste paranaense e Santo Antônio da Platina na Mesorregião Norte Pioneiro paranaense.

Ao analisar o aspecto climático como predominante na deflagração desse tipo de evento adverso, verifica-se no Gráfico 30 os meses com registros são geralmente meses mais secos, junho e setembro. Os períodos de baixa pluviométrica no estado são mais suscetíveis à ocorrência e ao aumento da frequência de incêndios, com destaque para o mês de setembro que obteve o maior número de registros, total de cinco.

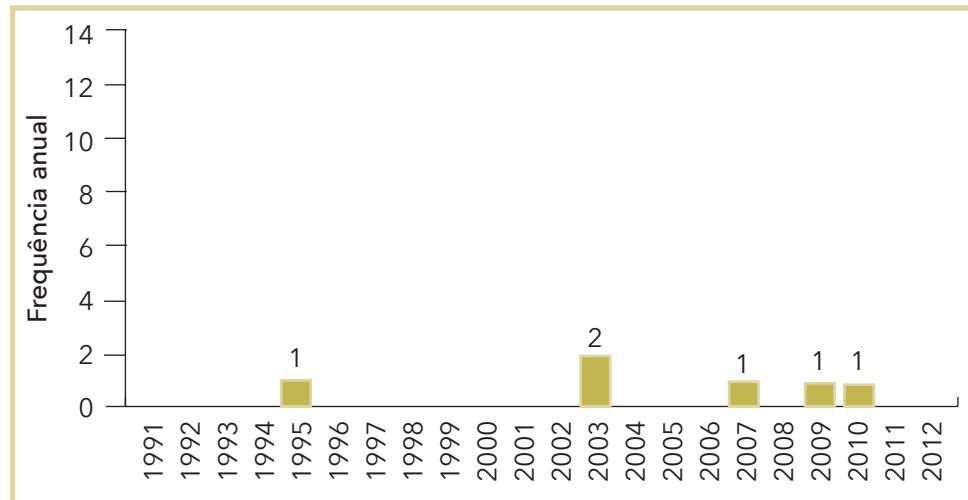
Gráfico 30: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Em relação à frequência anual de incêndios, conforme se pode observar no Gráfico 31, destacam-se os anos de 1995, 2003, 2007, 2009 e 2010, por serem os únicos a apresentarem registros de desastre natural por incêndio florestal, sendo, no total, um registro em 1995, dois em 2003, um em 2007, um em 2009 e um em 2010, totalizando seis registros.

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



Fonte: Brasil (2013)

O episódio registrado em 1995 foi pelo município de Cianorte. Em 2003, ocorreram dois registros de incêndios florestais, em Altônia e São Jorge do Patrocínio, áreas de vegetação rasteira, presença da planta capitava e de matas ciliares. Após quatro anos, em 2007, parte da área rural do município de Foz do Iguaçu, em Área de Preservação Permanente, foi atingida por incêndio no mês de setembro. Em junho de 2009, parte da área rural do município de Santo Antônio da Platina também foi afetada, e os focos de incêndio atingiram cerca de 120.000 m² de pastagem. E, em setembro de 2010, o incêndio atingiu a vegetação de campo e florestal em parte da área rural de Céu Azul, afetando diversas propriedades, com dano total a uma residência sem moradores, instalações rurais, culturas de inverno, reflorestamentos e matas. O incêndio, segundo documento

Figura 15: Propagação de incêndios no município de Céu Azul



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

oficial, foi iniciado pelo lançamento de uma ponta de cigarro, que se alastrou por 3.500 m de extensão. O vento, com aproximadamente 40 km/h, proporcionou um avanço rápido e de difícil controle.

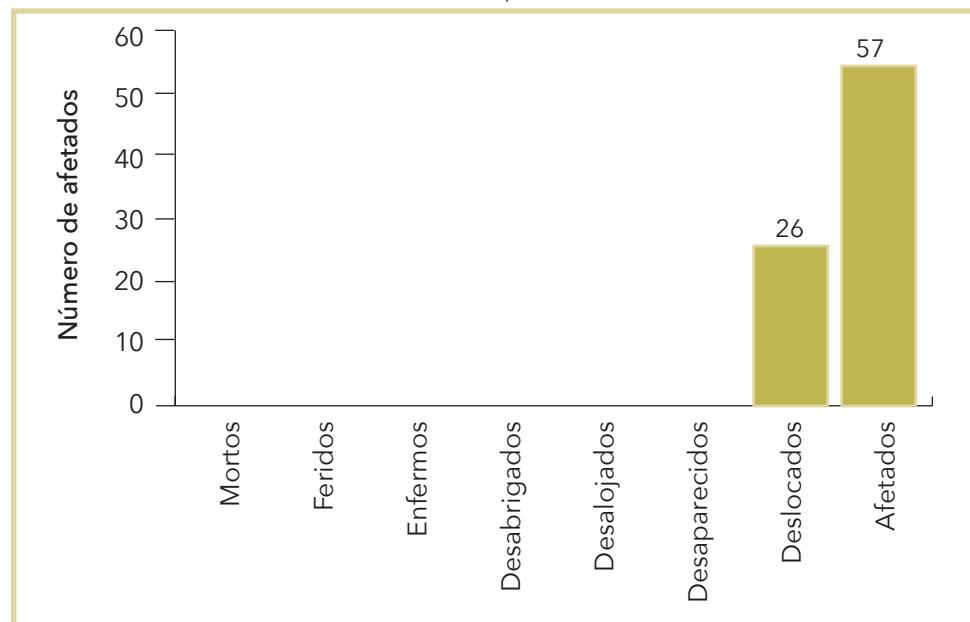
Os incêndios, quando atingem áreas florestais e outros ecossistemas, provocam danos à flora e à fauna pela perda de habitat e de alimentos, ao solo, com a perda de nutrientes e organismos decompositores, e liberam grande quantidade de gás carbônico que, segundo Barbosa e Fearnside (1999), pode ser emitido instantaneamente para a atmosfera e/ou estoquada na forma de carvão sobre o solo ou no material vegetal morto pelo fogo em processo de decomposição.

Com relação aos danos humanos causados à população no Estado do Paraná, referente ao período de análise (1991-2012), soma-se 57 paranaenses afetados, 26 deslocados e um levemente ferido, conforme apresenta o Gráfico 32.

O município que apresentou o maior número de afetados, com 30 habitantes, foi Altônia, em setembro de 2003, por um incêndio florestal em área de vegetação rasteira e matas ciliares.

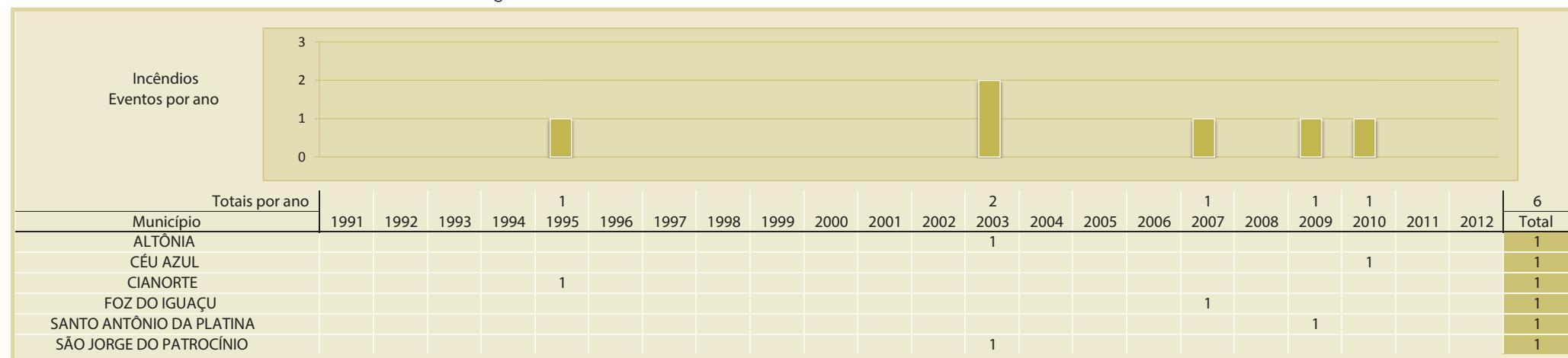
O Infográfico 9 apresenta os municípios atingidos e os registros de incêndios, por ano, na escala temporal de 1991 a 2012.

Gráfico 32: Danos humanos ocasionados por incêndios florestais no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

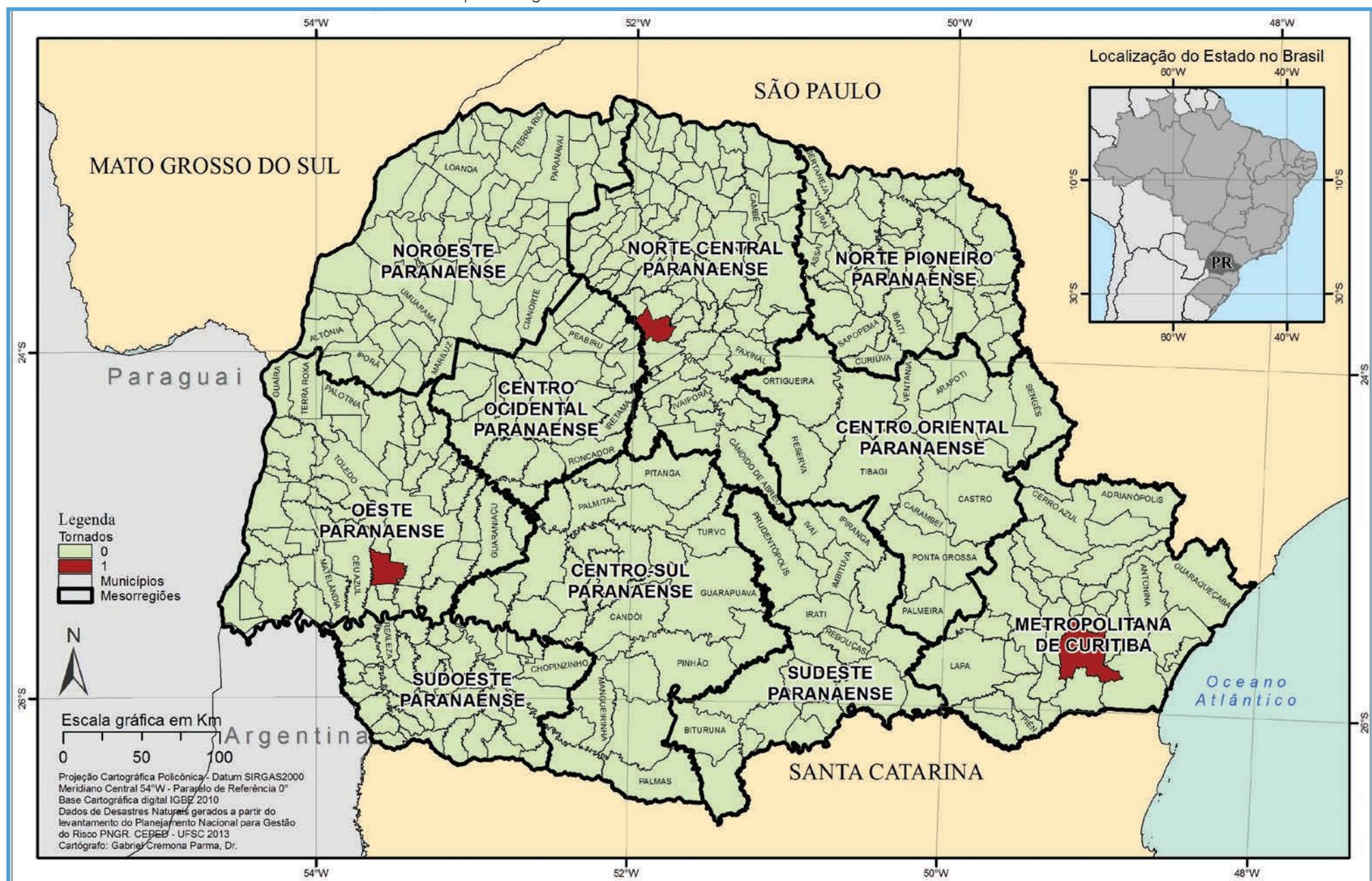
Referências

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.

TORNADO

Mapa 11: Registros de tornados no Estado do Paraná de 1991 a 2012



Dentre os fenômenos extremos que ocorrem no Brasil, os tornados são pouco estudados. Isso advém, principalmente, devido à dificuldade de monitoramento e previsibilidade do fenômeno, que por sua vez reflete a súbita natureza dos tornados e a falta de equipamentos necessários para a sua correta identificação. De maneira geral, os tornados estão associados às tempestades severas que se desenvolvem em ambientes instáveis e formam-se na base de sistemas convectivos, também denominados de mesociclones ou supercélulas (MARCELINO; FERREIRA; CONFORTI; 2003).

Huschke (1959 *apud* DOSWELL; BRUGESS, 1993) define tornado como uma coluna de ar girando violentamente, pendente a uma nuvem cúmulo-nimbo e quase sempre observado como uma “nuvem funil”. Para ser caracterizado como tornado, os ventos que formam o fenômeno devem causar danos na superfície terrestre.

Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (CO-BRADE), proposta em 2012, o tornado é caracterizado por uma coluna de ar que gira de forma violenta e muito perigosa, estando em contato com a terra e a base de uma nuvem de grande desenvolvimento vertical. Essa coluna de ar pode percorrer vários quilômetros e deixa um rastro de destruição pelo caminho percorrido.

A tromba d’água é um tipo de tornado que ocorre sobre oceanos, grandes lagos ou lagoas ou, ainda, sobre qualquer superfície aquática ampla o suficiente para o seu deslocamento. Contudo, 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.

Conforme argumentam Brooks e Doswell (2001), os tornados têm sido observados em todos os continentes, exceto na Antártica. No Brasil, os tornados eram eventos praticamente desconhecidos para a grande maioria da população há apenas algumas décadas, mas cuja ocorrência tem sido mencionada com maior frequência nos dias atuais. Entre 1960 e 2008, mais de 158 episódios de tornados foram registrados, principalmente nos estados da Região Sul e alguns estados das Regiões Sudeste e Centro-Oeste (SILVA DIAS, 2011). Essa tendência é também apresentada por Nascimento (2005), que demonstra que a Região Sul do Brasil é uma

das mais favoráveis para a ocorrência de tempestades severas e, consequentemente, de tornados.

Devido à grande dificuldade de inserir equipamentos de medição no interior dos tornados, há uma ampla utilização da estimativa da intensidade do fenômeno, que é realizada através de medições de radares doppler e de avaliação dos danos em campo. Existem diversas escalas para a classificação conforme os danos ocasionados, entretanto a mais utilizada é escala Fujita – Pearson (Tabela 20) (KOBAYAMA *et al.*, 2006; MARCELINO; MARCELINO; SUSEN, 2007).

Tabela 20: Escala de intensidade Fujita-Pearson

Escala	Categoria	Intensidade (km/h)	Comprimento (km)	Largura (m)	Danos
F0	Fraco	65-116	0 - 1,6	0 - 16	Leves
F1	Fraco	119-177	1,6 - 5	17 - 50	Moderados
F2	Forte	180-249	5,1 - 15,9	51 - 160	Consideráveis
F3	Forte	252-332	16 - 50	161 - 508	Severos
F4	Violento	335-418	51 - 159	540 - 1.400	Devastadores
F5	Violento	421-512	161 - 507	1.600 - 5.000	Incríveis

Fonte: Kobiyama *et al.*, (2006)

Ressalta-se que, de maneira geral, há uma confusão entre o registro de tornado e de vendavais. Quando a destruição é ocasionada por uma “nuvem funil” ou “redemoinho” e a destruição seguir uma trajetória linear, trata-se de um tornado. Quando a destruição é causada por ventos abrangendo uma extensa área, trata-se de um vendaval (KOBAYAMA *et al.*, 2006). Como no Brasil o monitoramento de tempestades severas em escala local, bem como os sistemas de alerta para eventos extremamente súbitos, como os tornados, ainda são incipientes, o correto registro do fenômeno contribui para a identificação de locais mais susceptíveis a sua ocorrência.

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

O Estado do Paraná possui três registros oficiais de tornado, entre os anos de 1991 e 2012. Os municípios atingidos foram: Lindoeste, na Mesorregião do Oeste paranaense, em 3 de março de 1994; São Pedro do Ivaí, no

Norte Central paranaense, em 30 de março de 1998 e São José dos Pinhais, na mesorregião metropolitana de Curitiba, em 17 de abril de 1998.

Sobre o último evento, em São José dos Pinhais, percebe-se na descrição do ocorrido que consta no relatório de danos emitido pelo mu-

Tabela 21: Danos humanos provocados pelo tornado em São José dos Pinhais

Desalojados	Deslocadas	Mortas
1.420	245	01

Fonte: Brasil (2013)

nício: Tornado – Ventos Fortes – Chuvas. Esse desastre ocasionou um falecimento, deixando 1.420 desalojados e 245 deslocados (Tabela 21).

Os danos materiais são apresentados na Tabela 22. Os tornados, devido as suas características, causam destruição ao longo de um faixa relativamente estreita e contínua. Contudo, a destruição nesta faixa tende a ser alta, como demonstra a quantidade de residências danificadas e destruídas.

Tabela 22: Danos materiais provocados pelo tornado em São José dos Pinhais

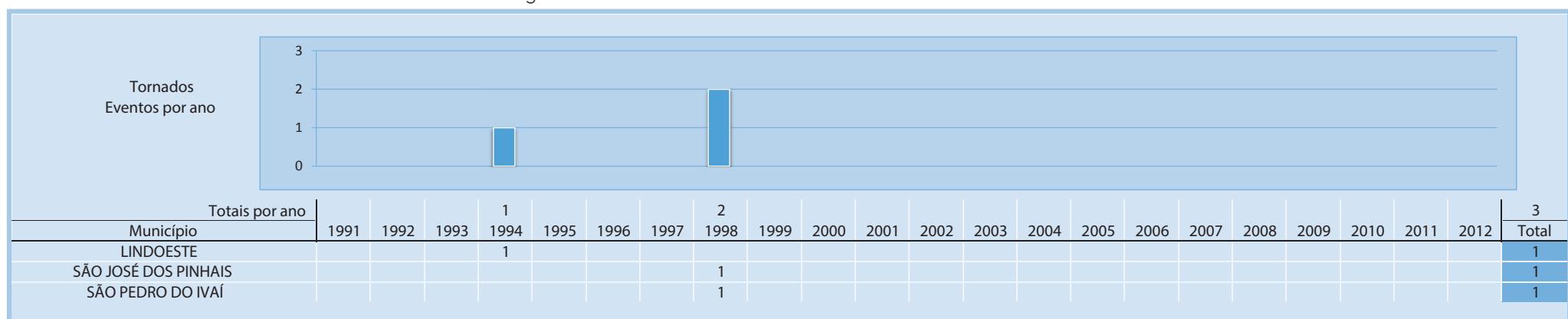
	Danificadas	Destruídas	Total
Habitações	323	42	365
Outras Edificações	32	3	35

Fonte: Brasil (2013)

Os tornados, conforme comentado, são de maneira geral raros no Brasil, principalmente quando comparados com outros tipos de fenômenos extremos. Contudo, com o avanço da tecnologia e a popularização de aparelhos eletrônicos, o seu registro, mesmo que extraoficial, tem ocorrido. Dessa maneira, muitos eventos que seriam equivocadamente registrados como vendavais têm sido corretamente registrados como tornados. O correto registro auxilia no processo de prevenção e em futuros estudos, que ainda são incipientes no Brasil, principalmente se tratando de tornados.

O Infográfico 10 apresenta um resumo das ocorrências de tornado no Estado do Paraná.

Infográfico 10: Síntese das ocorrências de tornados no Estado do Paraná



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.

BROOKS, H.; DOSWELL, C. A. Some aspects of the international climatology of tornadoes by damage classification. **Atmospheric Research**, [S.I.], n. 56 p. 191–201, 2001.

DOSWELL, C. A.; BURGESS, D. W. Tornadoes and Tornadic Storms: A Review of Conceptual Models. In: CHURCH, C. et al. (Ed.). **The Tornado**: its structure, dynamics, prediction, and hazards. Geophysical Monograph, [S.I.], n. 79, p. 161-172, 1993.

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

MARCELINO, I. P. V. O.; FERREIRA, N. J.; CONFORTI, J. C. Analise do episódio de tornado ocorrido no dia 07/02/98 no município de Abdon Batista – SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, p. 479-486. 2003.

MARCELINO, I. P. V. O; MARCELINO, E. V. SUSEN, T. M. **Tornado ocorrido em Muitos Capões – RS no dia 29/08/2005**. Santa Maria: Centro Regional Sul-INPE, 2007. 36 p.

NASCIMENTO, E. L. Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos e modelos de mesoescala: uma estratégia operacional adotável no Brasil? **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S.I.], v. 20, n. 1, p. 121-140, 2005.

SILVA DIAS, M. A. F. An increase in the number of tornado reports in Brazil. **Weather Climate and Society**, [S.I.], v. 3, n. 3, p. 209-217, 2011.

GEADA

Mapa 12: Registros de geadas no Estado do Paraná de 1991 a 2012



Geadas de acordo com a COBRADE compõem o grupo de desastres naturais meteorológicos relacionadas à onda 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, provocadas por ventos fortes com temperaturas muito baixas em decorrência da passagem de massas polares e capazes 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, é mais rara e severa, forma-se em condições de pouca umidade e geada branca, quando em condições de maior umidade do ar, existindo efetivamente o congelamento de água.

A observação da geada negra, significa invariavelmente danos à vegetação e agricultura, já que quando ocorrem as geadas brancas, nem sempre se produzem danos (MOTA, 1983). Com a baixa temperatura forma-se e geada, provocando o congelamento da seiva das plantas, 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, de 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 sulinos e nas áreas montanhosas da Região Sudeste.

Nesse sentido, apesar de ser comum a ocorrência de geado no Estado do Paraná, entre os anos de 1991 e 2012, obteve-se apenas um registro oficial de desastre por geada.

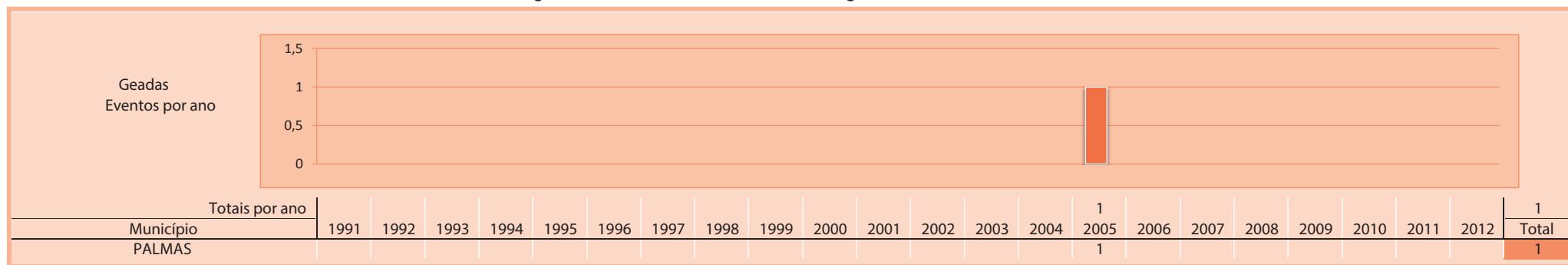
No Mapa 12, verifica-se que o município atingido pelo único evento registrado foi Palmas, localizado na Mesorregião Centro-Sul paranaense. O desastre foi registrado no ano de 2005 e o episódio ocorreu no mês de julho, conforme apresenta o Infográfico 11.

A Região Sul do Estado do Paraná pode sofrer com geadas no período abril-setembro; a Região Centro-Oeste, no período maio e agosto, enquanto as Regiões Nordeste e Norte sofrem geadas com menor frequência, tendo os meses de junho-julho como período crítico (CARAMORI; MANNETTI, 1993 apud ZAICOVSKI; GUETTER; QUADRO, 2000). No entanto, em decorrência de um único evento adverso, não é possível estabelecer uma frequência mensal de desastres por geadas no Estado do Paraná.

Essa tipologia de desastre natural é considerada comum no inverno, quando a temperatura fica mais baixa e a penetração de massas polares é maior e mais frequente. A passagem de Sistemas Frontais pode causar quedas bruscas de temperatura, provocando geadas através da incursão de massas polares e, se tiver umidade suficiente, até precipitação de neve (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

As geadas causam danos humanos, assim como grandes prejuízos à agricultura, com a perda da lavoura. Segundo Zaicovski, Guetter e Quadro (2000), o efeito das geadas no Paraná é devastador para várias culturas, particularmente para cafezais, se não tiverem proteção adequada. No entanto, o documento oficial referente ao desastre em Palmas não informou danos humanos ou materiais que possivelmente poderiam ter sido gerados em função da geada ocorrida.

Infográfico 11: Síntese das ocorrências de geadas no Estado do Paraná



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.

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

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.

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

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

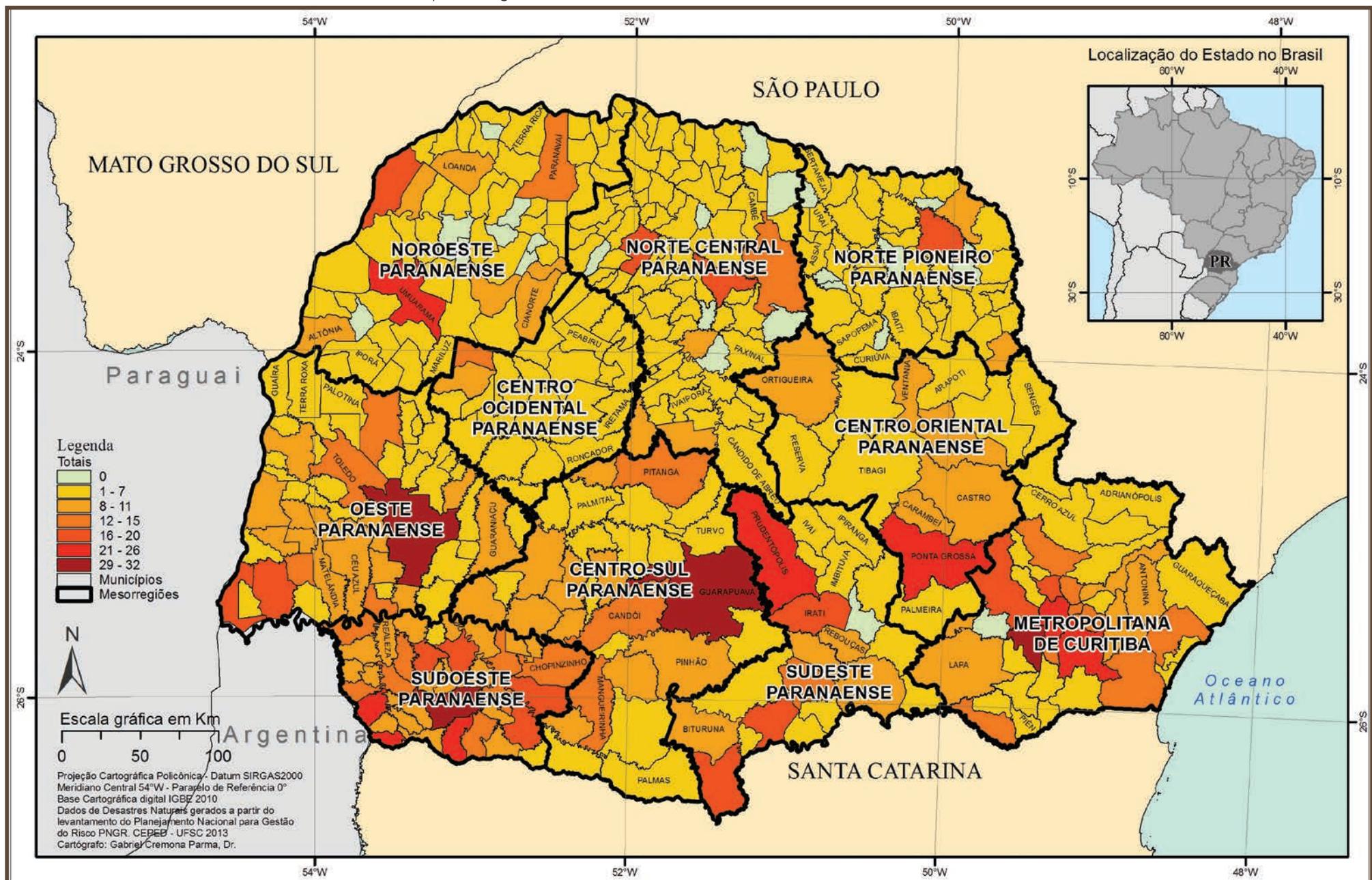
TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2013.

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

ZAIKOVSKI, Marcelo Brauer; GUETTER, Alexandre K.; QUADRO, Mário Francisco Leal de. Monitoramento e previsão climática de geadas no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CBMET, 2000. Disponível em: <<http://www.cbm.com/cbm-files/12-b832b236c7f5d0d9216a0f234e6a619a.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2013.

DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO PARANÁ

Mapa 13: Registros do total dos eventos no Estado do Paraná de 1991 a 2012



Ao analisar os desastres naturais que afetaram o Estado do Paraná ao longo do intervalo temporal analisado, de 1991 a 2012, nota-se a ocorrência dos seguintes eventos naturais adversos: estiagens e secas, inundações, vendavais e/ou ciclones, tornados, granizos, geadas, incêndios, erosões e movimentos de massa. No total, foram analisados os registros computados em 2.469 documentos oficiais.

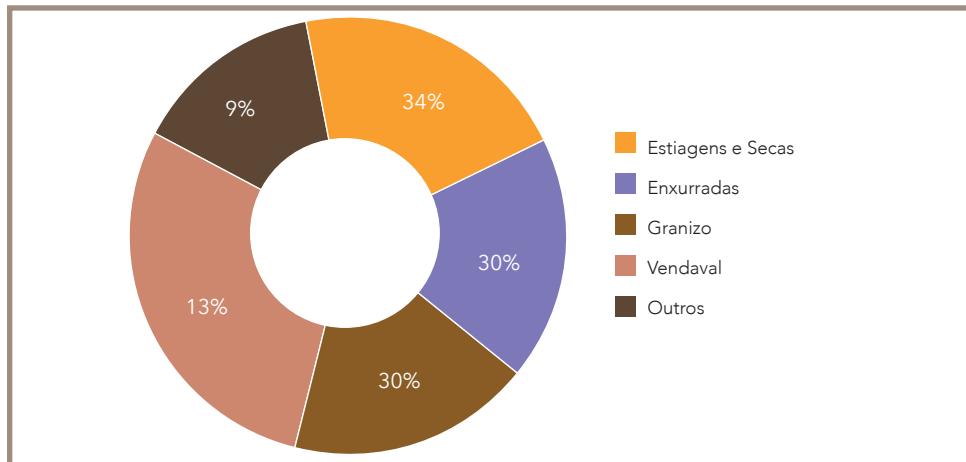
Os vendavais, diretamente relacionados com a intensificação do regime dos ventos ou com a forte redução da circulação atmosférica, são a tipologia de desastre mais recorrente no Estado do Paraná. Esse fenômeno corresponde a 722 registros, equivalente a 29% dos desastres naturais do estado, conforme os dados apresentados no Gráfico 33. Foram afetadas por esses eventos de vendavais 1.494.783 pessoas residentes em 259 municípios. Associados a eles estão os efeitos adversos como queda de árvores e danos às plantações; derrubada das fiação elétricas e telefônicas; causando danos estruturais em edificações, assim como destelhamento.

Os próximos eventos mais recorrentes no Estado do Paraná foram as estiagens e secas, as enxurradas e quedas de granizos com respectivamente 509, 448 e 402 registros. O estado sofre anualmente com o excesso de chuvas, mas por outro lado, também com a sua escassez. As estiagens e secas, com 21% do total de registros, produzem reflexos sobre as reservas hidrológicas locais, consequentemente, causando efeitos negativos na economia e na sociedade. Outro evento expressivo no Estado do Paraná são as quedas de granizo, com 18% do total de registro. As precipitações de pedras de gelo, devido a temperaturas extremamente baixas nas nuvens que os formam, causam grandes danos e prejuízos econômicos à agricultura.

Os demais desastres naturais ocorridos no estado: inundações, movimentos de massa, erosões, incêndio, tornados e geadas, foram menos expressivos no intervalo temporal analisado. Estão classificados, portanto, na categoria Outros, representados no Gráfico 33 com 14% do total, referente a 348 registros, sendo 158 de inundações, 109 alagamentos, 52 de movimentos de massa, 21 de erosões, seis de incêndios, um de tornado e um de geada.

A Região Sul do Brasil é cortada pelo trópico de Capricórnio, praticamente toda a área se encontra abaixo dele, sendo marcada pela transição entre climas quentes de baixas latitudes e climas mesotérmicos das

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



Fonte: Brasil (2013)

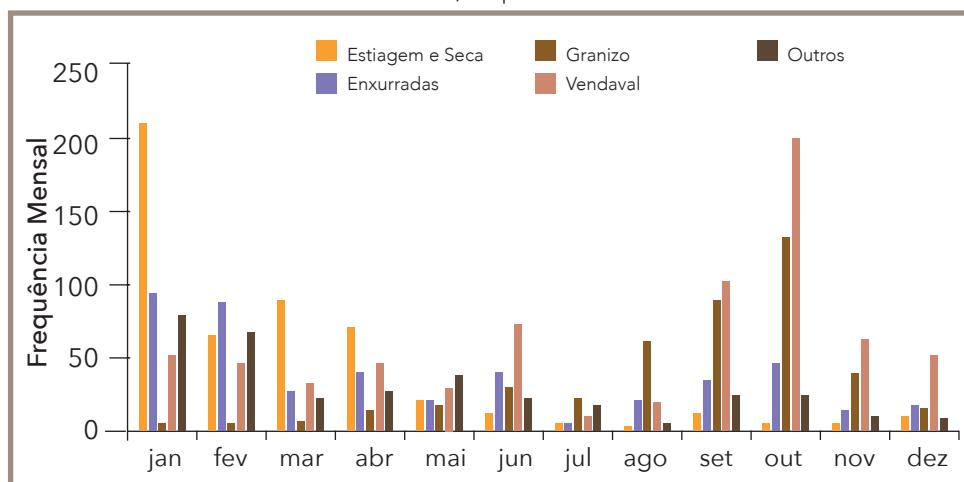
latitudes médias (NIMER, 1979). A variabilidade latitudinal e de relevo, a maritimidade/continentalidade e a atuação de variados sistemas tropicais e extratropicais de latitudes médias contribuem para que ocorram grandes contrastes de regimes de temperatura e precipitação (GRIM, 2009).

No Gráfico 34 está apresentada a frequência mensal dos registros dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Paraná no período de 1991 a 2012. Os meses que apresentam a maior quantidade de eventos são outubro e janeiro, com 441 e 404, respectivamente, sendo a maior quantidade de registros do mês de janeiro referentes a estiagens e secas, e do mês de outubro a vendavais. As estiagens e secas ocorreram com mais frequência nos primeiros meses do ano e os vendavais nos meses de setembro e outubro, início da primavera. A mesorregião do Oeste paranaense é a segunda em quantidade de episódios de estiagem e seca, no entanto é a que apresenta a maior quantidade de vendavais. Portanto, apresenta registro de desastres naturais ao longo de todo o ano.

Essa mesma mesorregião, em função de sua extensão geográfica, apresenta municípios com registros de enxurradas e municípios que com registros de estiagem e seca nos primeiros meses do ano, período onde esses dois tipos de desastres são mais recorrentes, conforme os dados do Gráfico 34.

Os episódios de precipitação de granizos também foram mais recorrentes nos meses de maior frequência de vendavais no estado. Os principais sistemas que contribuem para a distribuição de precipitação na Região Sul e, que muitas vezes, estão associados a eventos extremos são: as frentes frias, os ciclones extratropicais, os cavados, o posicionamento e intensidade do Jato Subtropical da América do Sul, os Sistemas Convectivos de Mesoescala, a Zona de Convergência do Atlântico Sul, a convecção tropical e a circulação marítima (GRIM, 2009; MONTEIRO; MENDONÇA, 2007; QUADRO et al., 1996).

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



Fonte: Brasil (2013)

No Mapa 13 estão todos os registros de desastres naturais por município no Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012. Verifica-se que, dos 399 municípios do estado, 375 foram atingidos por algum tipo de evento, no decorrer da escala temporal adotada.

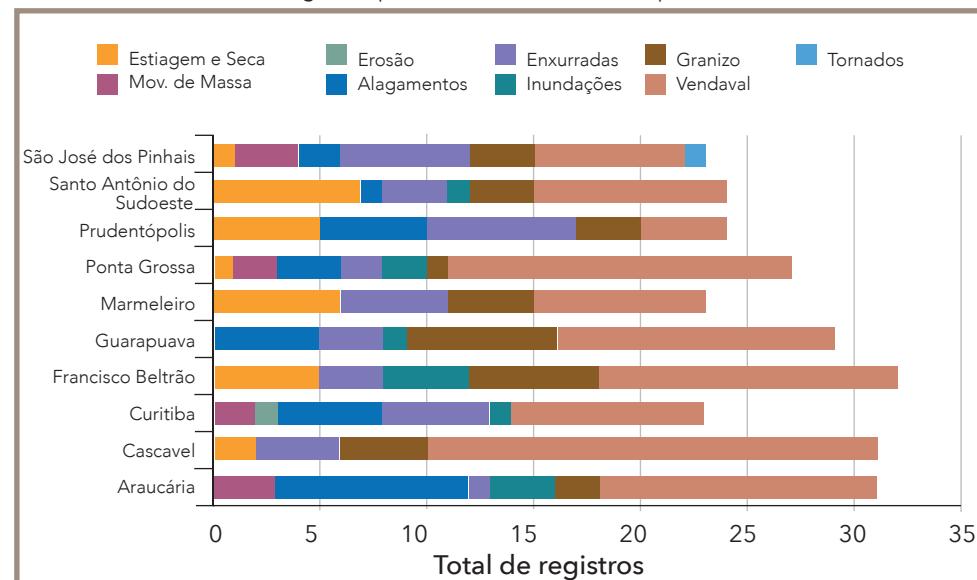
Dentre os mais afetados estão os municípios de Francisco Beltrão, Araucária, Cascavel, Guarapuava e Ponta Grossa que se enquadram no Mapa 13 na classe de 27-32 registros. Os municípios localizados no Sudoeste do estado apresentaram o maior número de eventos, sendo as

mesorregiões Sudoeste paranaense e Oeste paranaense as mais afetadas, com 475 e 362 registros, respectivamente.

Essas mesorregiões estão localizadas, em maior parte, na área classificada por Köppen (1948) como clima subtropical úmido (Cfa) sem estação seca definida e situam-se em área do Terceiro Planalto ou Planalto de Guarapuava, onde as altitudes variam entre 1.200 e 900 m.

No Gráfico 35 estão os dez municípios mais atingidos por desastres naturais, com discriminação da quantidade de eventos associados a cada tipologia. Verifica-se que os municípios que apresentaram o maior número de registros foram Francisco Beltrão, Cascavel e Araucária com respectivamente 32, 31 e 31 eventos registrados. No município de Francisco Beltrão, localizado na Mesorregião Sudoeste paranaense, foram registrados 14 vendavais, seis de granizos, cinco de estiagem e seca, quatro de inundações e três de enxurrada. Todos esses municípios apresentam mais de 23 desastres dentro do período de análise.

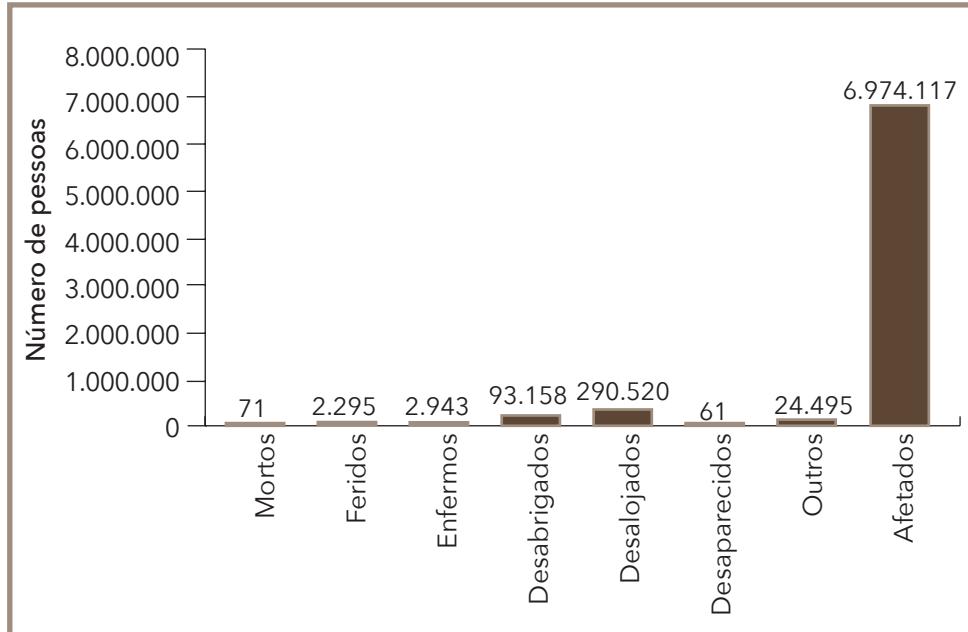
Gráfico 35: Municípios do Estado do Paraná mais atingidos, classificados pelo maior número de registros por desastres naturais, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Esses eventos naturais, comuns ao estado, causam danos à população recorrentemente, de forma direta ou indireta. Ao longo dos 22 anos analisados, foram afetadas 6.974.117 pessoas, na qual 2.943 ficaram enfermas, 93.158 desabrigadas e 290.520 desalojadas, com um total de 71 registros de mortes conforme o Gráfico 36 de danos humanos.

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



Fonte: Brasil (2013)

Os danos ocasionados por desastres naturais, de maneira geral, estão relacionados às perdas das pastagens, do gado e plantações e a dificuldade de escoamento da produção, causando prejuízos aos agricultores e ao abastecimento de gêneros alimentícios; o desabastecimento e racionamento de água e energia elétrica; de medicamentos, que pode agravar o quadro de doenças; e prejuízos às edificações e infraestruturas. Também ocorrem desequilíbrios ambientais, relacionados ao ressecamento ou assoreamento do leito de rios, perda de nutrientes e erosão

dos solos e queima das florestas, que provocam danos à fauna com a falta de habitat e alimentos.

O ano de 2005 apresentou 150 registros de estiagens e seca em função do volume de chuva excepcionalmente baixo e muito inferior à média histórica. Os prejuízos ultrapassaram 1 bilhão de reais na agricultura, as Cataratas do Iguaçu secaram, dezenas de cidades decretaram situação de emergência e milhares de pessoas passaram a enfrentar racionamento de água (AGUIAR, 2006).

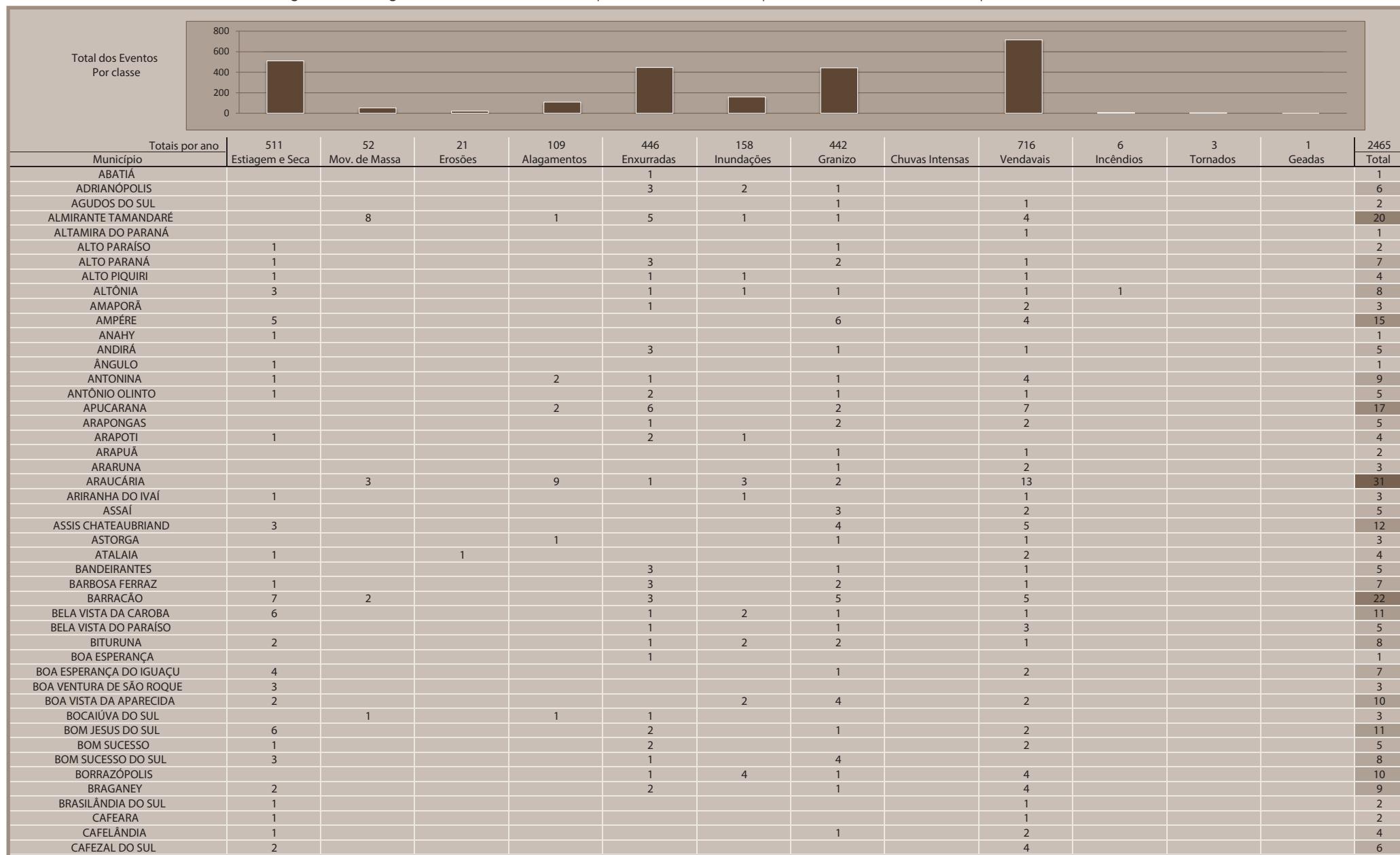
Com base no total de registros levantados, se verifica que o Estado do Paraná é recorrentemente afetado por vendavais, estiagens e secas, responsáveis em grande parte pelas decretações dos estados de emergência.

Esses eventos naturais, comuns ao estado, passaram a causar danos à população, na medida em que quase todos os anos há registros confirmados e caracterizados como desastre. Isso porque qualquer desequilíbrio mais acentuado no regime hídrico local e sistemas meteorológicos geram impactos significativos sobre a dinâmica econômica e social.

Dentre os principais sistemas meteorológicos que afetam o tempo e o clima e suas relações com a ocorrência de eventos adversos de causa eólica se destacam os Sistemas Frontais, que podem ocasionar tempestades e vendavais. Os vendavais quando atingem os aglomerados urbanos são considerados como desastres naturais, causando danos à vegetação, à infraestrutura e às edificações e podendo estar associados ao desencadeamento de outros fenômenos naturais.

O modelo de planejamento da ocupação nas áreas urbanas, com a impermeabilização dos solos e ocupação às margens de rios, bem como a estruturação da rede de drenagem das águas precipitadas, pode agravar o impacto gerado pelo aumento e acúmulo de chuvas no município ou região atingida. No infográfico 12 estão apresentados todos os municípios atingidos por desastres naturais com os quantitativos relacionados às diferentes tipologias.

Infográfico 12: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 12: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012

CALIFÓRNIA	2					3	2				7
CAMBARÁ				1	2						3
CAMBÉ			1								2
CAMBIRA	2			1		1		2			6
CAMPINA DA LAGOA	1			1		2		2			6
CAMPINA DO SIMÃO	1					1					2
CAMPINA GRANDE DO SUL		3		3	2			2			10
CAMPO BONITO	1			1	1	1	1		1		5
CAMPO DO TENENTE			1	1				2			4
CAMPO LARGO		3		1	8	1	4		2		19
CAMPO MAGRO		2		1	2						5
CAMPO MOURÃO							1	2			3
CÂNDIDO DE ABREU	1					1	5				7
CANDÓI	3					1	2		6		13
CANTAGALO	1					2			3		8
CAPANEMA	5					1	4		5		15
CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES	3				3	1	3		2		12
CARAMBEÍ	1			1	3			3			8
CARLÓPOLIS					1						1
CASCABEL	2				4		4		20		30
CASTRO	1			1	1		3		2		8
CATANDUVAS	1				2		1		1		5
CENTENÁRIO DO SUL	1						1		1		3
CERRO AZUL					3	1					4
CÉU AZUL	1				1		2		3	1	8
CHOPINZINHO	5					1	1		5		12
CIANORTE	1		1		1		1		6	1	11
CIDADE GAUCHA			1		1		2		2		6
CLEVELÂNDIA	3						3		1		7
COLOMBO		4	1	2	4		1		1		13
COLORADO			1		3		1		2		7
CONGONHINHAS					1		1				2
CONSELHEIRO MAIRINCK									1		1
CONTENDA						1			1		2
CORBÉLIA	1						1				2
CORNÉLIO PROCÓPIO				1					3		4
CORONEL DOMINGOS SOARES	1				3		1		1		6
CORONEL VIVIDA	5				3	1	2		5		16
CORUMBATAÍ DO SUL	2						1				3
CRUZ MACHADO	2						1				4
CRUZEIRO DO IGUAÇU	4						4				8
CRUZEIRO DO OESTE	2								4		6
CRUZEIRO DO SUL	1								1		2
CURITIBA		2	1	5	5	1			7		21
CURIÚVA	1										1
DIAMANTE DO NORTE	1				2		1				4
DIAMANTE DO SUL	1										1
DIAMANTE D'OESTE	6					1	1		2		10
DOIS VIZINHOS	6	1			2	1	4		4		18
DOURADINA			1				1		1		3
DOUTOR CAMARGO							2		2		4
DOUTOR ULYSES					2		2				4
ENÉIAS MARQUES	6				1		2		2		11
ENGENHEIRO BELTRÃO	4						1				5
ENTRE RIOS DO OESTE	3						1				4
ESPERANÇA NOVA	2										2
ESPIGÃO ALTO DO IGUAÇU	1				1		3		1		6

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 12: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012

FAROL	1										1
FAXINAL											5
FAZENDA RIO GRANDE			2	3	1	1		3			12
FÉNIX	2					2		5			4
FLOR DA SERRA DO SUL	4					1		3			8
FLORAÍ				1							1
FLORESTA	1										1
FLORESTÓPOLIS				3							3
FLÓRIDA				1							1
FORMOSA DO OESTE	1					1					2
FOZ DO IGUAÇU	1		2		3	2		10	1		19
FOZ DO JORDÃO	2					1		2			5
FRANCISCO ALVES	3										3
FRANCISCO BELTRÃO	5			3	4	6		14			32
GENERAL CARNEIRO	3	1	2	4	1	3		2			16
GODOY MOREIRA				2	1						3
GOIOERÊ	2		1	1	1	1		3			10
GOIOXIM	1			1		2		1			5
GRANDES RIOS								1			1
GUAIRÁ	3							3			6
GUAIRACÁ											2
GUAMIRANGA	1							1			2
GUAPIRAMA				1							1
GUARACI	1			1							2
GUARANIAÇU	1	2				5		2			10
GUARAPUAVA				5	3	1	7	13			29
GUARAQUEÇABA					3		1				6
GUARATUBA		1		4	2	2	3				14
HONÓRIO SERPA	2				3		2	1			8
IBAITI			1		2						3
IBEMA	1						1				2
IBIPORÃ		1		1		1		4			7
ICARAÍMA	1				4	1					6
IGUARAÇU	1										1
IGUATU	1						1	1			3
IMBAÚ								1			1
IMBITUVA	1			2		1		2			6
INÁCIO MARTINS				1		1		2			4
INAJÁ					1						1
IPIRANGA				1		1					2
IPORÃ	2		1		1			1			5
IRACEMA DO OESTE	1										1
IRATI				6	1	5		5			17
IRETAMA	1			1				1			3
ITAGUAJÉ				1				1			2
ITAIPULÂNDIA	2							3			5
ITAMBARACÁ	1			1				1			3
ITAMBÉ	2						1				3
ITAPEJARA D'OESTE	5							7			12
ITAPERUÇU				1	1						2
IVAI				1		2					3
IVAIPORÃ			2		1			3			6
IVATÉ								1			3
IVATUBA						1					1
JABOTI				3							3
JACAREZINHO			1	6				3			10
JAGUAPITÁ	1			1							2

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 12: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012

JAGUARIAÍVA			3	1	1							5
JANDAIA DO SUL						3		4				7
JANIÓPOLIS				1		1						2
JAPIRA				1	1	1						4
JAPURÁ	1											1
JARDIM ALEGRE					1	2			3			6
JARDIM OLINDA	1											1
JATAIZINHO					4	1			2			7
JESUÍTAS	1											1
JUNDIAÍ DO SUL					1		1					2
JURANDA							1					1
JUSSARA	2								2			4
KALORÉ	1				1				3			5
LÁPA	2				1	1	4		3			11
LARANJAL	2						1		2			5
LARANJEIRAS DO SUL	1				2	1	2		2			8
LEÓPOLIS					1							1
LIDIANÓPOLIS						1			2			3
LINDOESTE	2				5		2		1		1	11
LOANDA	1				5		1		3			10
LOBATO	1				1							2
LONDRINA					4		1		9			14
LUIZIANA		1					2					3
LUNARDELLI					1	1	1					3
LUPIONÓPOLIS	1								1			2
MALLET	2		2		1	2	4		3			14
MAMBORÉ	1				1		3		2			7
MANDAGUAÇU					1		1		2			4
MANDAGUARI							2		2			4
MANDIRITUBA						1	2					3
MANFRINÓPOLIS	4				2		1		3			10
MANGUEIRINHA	5				1	1	3		2			12
MANOEL RIBAS			1		2	2	2		4			11
MARECHAL CÂNDIDO RONDON	3						1		5			9
MARIA HELENA		1			2							3
MARIALVA	1			1			1		2			5
MARILÂNDIA DO SUL									3			3
MARILENA	1				3	1	2					7
MARILUZ	2								1			3
MARINGÁ			3				2		13			18
MARIÓPOLIS	3											3
MARIPÁ	2						1					3
MARMELEIRO	6				5		4		8			23
MARQUINHO	1						2		3			6
MARUMBI						1	2		1			4
MATELÂNDIA	3						3		2			8
MATINHOS			2		1	1			2			6
MATO RICO	3				2		3		2			10
MAUÁ DA SERRA					1		1		1			3
MEDIANEIRA	3		2		1		2		6			14
MERCEDES	3						1		3			7
MIRASELVA									1			1
MISSAL	4						2		3			9
MOREIRA SALES	1	1			5				5			12
MORRETES					6	1	1		2			10
MUNHOZ DE MELO					1		1					2
NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS									1			1
NOVA ALIANÇA DO IVAÍ									1			1

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 12: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012

NOVA AMÉRICA DA COLINA							1				1
NOVA AURORA	1										2
NOVA CANTU	1				2		2				5
NOVA ESPERANÇA			1		1		1		2		5
NOVA ESPERANÇA DO SUDOESTE	6				1	1	3				10
NOVA FÁTIMA	1				1		1				3
NOVA LARANJEIRAS	2				3		4				10
NOVA LONDRINA			1		4		1				7
NOVA PRATA DO IGUAÇU	5				1	1	1		2		10
NOVA SANTA ROSA	3						1				4
NOVA TEBAS	1				4	1	2				8
ORTIGUEIRA	1				3	1	5				11
OURO VERDE DO OESTE	4						2				7
PAIÇANDU							1				5
PALMAS	1									4	
PALMEIRA	2				1		1				5
PALMITAL	3						2				6
PALOTINA	2						1				7
PARAÍSO DO NORTE											1
PARANACITY					2	1	1				7
PARANAGUÁ				2	5	2	2				12
PARANAPOEMA	1										2
PARANAVÁI	1		1	1	2						14
PATO BRAGADO	4						1				5
PATO BRANCO	3			1	1		6				20
PAULA FREITAS	1				1						2
PAULO FRONTIN	1				2	2					5
PEABIRU	1						1				2
PEROBAL			1	1							4
PÉROLA D'OESTE	6						1				10
PIÉN							1				2
PINHAIS				3	6	2	2				14
PINHAL DE SÃO BENTO	5				1						11
PINHALÃO				1							1
PINHÃO	3						5				11
PIRAÍ DO SUL				1	4		3				9
PIRAQUARA				4	2		2				12
PITANGA	2			2	2	2	3				15
PLANALTINA DO PARANÁ					2						2
PLANALTO	5						1	2			11
PONTA GROSSA	1	2			3	2	2	1			26
PONTAL DO PARANÁ				2	1						5
PORECATU					1						1
PORTO AMAZONAS					1	2	3	2			9
PORTO BARREIRO	3					1					8
PORTO RICO					2						2
PORTO VITÓRIA	2					1					4
PRADO FERREIRA	1										1
PRANCHITA	8				1						14
PRESIDENTE CASTELO BRANCO							1				2
PRIMEIRO DE MAIO					1						3
PRUDENTÓPOLIS	5			5	6		3				23
QUARTO CENTENÁRIO	1										1
QUATIGUÁ					1						1
QUATRO BARRAS				1	2		1				7
QUATRO PONTES	3										3
QUEDAS DO IGUAÇU	1				1	1	2				9

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 12: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012

QUERÊNCIA DO NORTE	2		2		4	8			4				20
QUINTA DO SOL	2				1								3
QUITANDINHA					2	1	1						4
RAMILÂNDIA	5						1						9
RANCHO ALEGRE D'OESTE	1												1
REALÉZA	6					1	1						10
REBOUÇAS	1					3	1	3					9
RENASCENÇA	8							3					14
RESERVA					1		2			1			4
RESERVA DO IGUAÇU	2						2			5			9
RIBEIRÃO CLARO						3				1			4
RIO AZUL						5	2			1			8
RIO BOM	1									1			2
RIO BONITO DO IGUAÇU	2					1	1	1		5			10
RIO BRANCO DO IVAÍ								1					1
RIO BRANCO DO SUL		11				2	1						14
RIO NEGRO						3	7	1					12
ROLÂNDIA						1		1					3
RONCADOR	1			1									3
RONDON	1												1
ROSÁRIO DO IVAÍ	2					1		3					7
SABÁUDIA						1							4
SALGADO FILHO	6												8
SALTO DO ITARARÉ			1		1								3
SALTO DO LONTRA	5					1	2	6					20
SANTA AMÉLIA						1	1						2
SANTA CRUZ DE MONTE CASTELO	1					5	1						10
SANTA FÉ	2					1							3
SANTA HELENA	4												9
SANTA INÉS						1							1
SANTA ISABEL DO IVAÍ	1		1		2								7
SANTA IZABEL DO OESTE	7												14
SANTA LÚCIA	2												5
SANTA MARIA DO OESTE	2												5
SANTA MARIANA	3					2	1						6
SANTA MÔNICA	1					1							3
SANTA TEREZA DO OESTE	1		1		4								10
SANTA TEREZINHA DE ITAIPU	3												3
SANTANA DO ITARARÉ						2	1						4
SANTO ANTÔNIO DA PLATINA	1		1		7	3				5	1		18
SANTO ANTÔNIO DO CAIUÁ						1							1
SANTO ANTÔNIO DO PARAÍSO	1												2
SANTO ANTÔNIO DO SUDESTE	7		1		3	1	3						24
SANTO INÁCIO	1					2							4
SÃO CARLOS DO IVAÍ								1					1
SÃO JERÔNIMO DA SERRA						2		1					3
SÃO JOÃO	4					4	1	3					14
SÃO JOÃO DO CAIUÁ							1						1
SÃO JOÃO DO IVAÍ						1	1	1					5
SÃO JOÃO DO TRIUNFO	1					1		3					6
SÃO JORGE DO IVAÍ						1							1
SÃO JORGE DO PATROCÍNIO	3						1					1	5
SÃO JORGE D'OESTE	6						1	2					10
SÃO JOSÉ DA BOA VISTA						3	1	1					9
SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS	5							1					7
SÃO JOSÉ DOS PINHAIROS	1	3	2	6				3		7	1		23
SÃO MATEUS DO SUL	1					3	3			1			8

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 12: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Paraná, no período de 1991 a 2012

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU	3			1	2	1	3	8				18
SÃO PEDRO DO IGUAÇU	2						3	2				7
SÃO PEDRO DO IVAÍ	2					1	1	2			1	7
SÃO PEDRO DO PARANÁ				2				2				2
SÃO SEBASTIÃO DA AMOREIRA			1				1	3				5
SÃO TOMÉ	3				1	1	1	2				8
SAPOPEMA				1		1		1				3
SARANDI				1			1	1				3
SAUDADE DO IGUAÇU	3	1					1	3				8
SENGÉS				2			1					3
SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU	1							1				2
SERTANEJA						1						1
SIQUEIRA CAMPOS			1		3							4
SULINA	4					1		3				8
TAMBOARA				1								1
TAPEJARA	3		1		1	2	2					9
TEIXEIRA SOARES	1			1	1			3				6
TELÊMACO BORBA				1	1		2	2				6
TERRA BOA	1					1		1				3
TERRA RICA				2				1				3
TERRA ROXA	5							1				6
TIBAGI	1						1					2
TIJUCAS DO SUL							5	1				6
TOLEDO	2						4	9				15
TOMAZINA				2	2	2						4
TRÊS BARRAS DO PARANÁ	1			2	2	2						7
TUNAS DO PARANÁ				2		1		1				4
TUNEIRAS DO OESTE				2		2		2				6
TUPÂSSI	2			1		2						5
TURVO								1				1
UBIRATÂ	1						1	2				4
UMUARAMA	1		1	6	1	2		11				22
UNIÃO DA VITÓRIA	2		1	1	10	2						16
UNIFLOR								1				1
URAÍ							1					1
VENTANIA	1			1			3	4				9
VERA CRUZ DO OESTE	2			2			3	1				8
VERÉ	5				1	1		3				10
VIRMOND	1			2								3
VITORINO	3			1			3	1				8
WENCESLAU BRAZ				1	1			1				3
XAMBRÉ	1						1	3				5

Fonte: Brasil (2013)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

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

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

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

Dante 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 pro-

fissionais 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.

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

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

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

Referências

AGUIAR, A. A. de. **Estiagem de proporções históricas no Paraná**. Porto Alegre: MetSul Meteorologia, 2006. Disponível em: <http://www.metsul.com/secoes/visualiza.php?cod_subsecao=29&cod_texto=127>. Acesso em: 30 ago. 2013.

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

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.

GRIM, A. M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, Nelson J. et al. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 259-27.

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

MONTEIRO, M. A.; MENDONCA, M. Dinâmica atmosférica do Estado de Santa Catarina. In: HERRMANN, M. L. de P. (Org.). **Atlas de desastres naturais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: IOESC, 2007, p. 5-10.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Turismo. Acervo fotográfico. 2011.

QUADRO, M. et al. **Climatologia de precipitação e temperatura. Climanálise**, [S.I.], v. 1, p. 90, 1996. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/chuesp.html>>. Acesso em: 30 set. 2013.

WIKIPÉDIA a encyclopédia livre. **Wikmédia Commons**: imagens. Flórida: Wikimedia Foundation, 2013. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Paran%C3%A1>>. Acesso em: 10 jul. 2013.