

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 Rio Grande do Sul

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

Volume Rio Grande do Sul.

I. Desastres naturais. 2. Estado do Rio Grande do Sul - 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 (816.5).

Catalogação na publicação por Graziela Bonin – CRB14/1191.

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

Humberto Viana
Secretário Nacional de Defesa Civil

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EXECUÇÃO DO ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS

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

COORDENAÇÃO DO PROJETO

Professor Antônio Edésio Jungles, Dr.

SUPERVISÃO DO PROJETO

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Jairo Ernesto Bastos Krüger

EQUIPE DE ELABORAÇÃO DO ATLAS

AUTORES

Daniel Galvão Veronez Parizoto

Gerly Mattos Sanchez

Mari Angela Machado

Michely Marcia Martins

Professor Orlando Martini de Oliveira, Dr.

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Regiane Mara Sbroglio

Rita de Cássia Dutra

Roberto Fabris Goerl

Rodrigo Bim

GEOPROCESSAMENTO

Professor Gabriel Oscar Cremona Parma, Dr.

REVISÃO TÉCNICA DE CONTEÚDO

Professor Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.

Professor Orlando Martini de Oliveira, Dr.

Professora Janete Abreu, Dra.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Graziela Bonin

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL

Pedro Paulo de Souza

Sergio Luiz Meira

EQUIPE DE CAMPO, COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Ana Caroline Gularde

Bruna Alinne Classen

Daniela Gesser

Karen Barbosa Amarante

Maria Elisa Horn Iwaya

Larissa Mazzoli

Luiz Gustavo Rocha dos Santos

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Denise Aparecida Bunn

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Joice Balboa

EQUIPE DE APOIO

Adriano Schmidt Reibnitz

Eliane Alves Barreto

Érika Alessandra Salmeron Silva

Evillyn Kjellin Pattussi

Patrícia Regina da Costa

Paulo Roberto dos Santos

FOTOS CAPA

Foto superior: Defesa Civil de Rio do Sul - SC

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

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

Lista de Figuras

Figura 1: Registro de desastres.....	15
Figura 2: Sistema viário comprometido por enxurrada no Estado do Rio Grande do Sul.....	52
Figura 3: Inundação no Estado do Rio Grande do Sul.....	71
Figura 4: Município de Charqueadas, RS.....	83
Figura 5: a) Construção de novos loteamentos b) Aumento no hidrograma.....	84
Figura 6: a) Obstrução à drenagem b) Lixo retido na drenagem.....	84
Figura 7: Município de Alegrete, RS.....	85
Figura 8: Município de Charqueadas, RS.....	85
Figura 9: Vendaval no município de Charqueadas.....	93
Figura 10: Consequências de vendavais intensos no Estado do Rio Grande do Sul.....	94
Figura 11: Ventos intensos que ocasionaram queda de árvores e destelhamentos no Estado do Rio Grande do Sul.....	95
Figura 12: Furacão Catarina	96
Figura 13: Processo de formação de granizo.....	111
Figura 14: Pedras de granizo, Estado do Rio Grande do Sul	114
Figura 15: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento	128
Figura 16: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP	129

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Frequência anual de desastres causados por estiagem e seca no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	36
Gráfico 2: Frequência mensal de estiagem e seca no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	37
Gráfico 3: Danos humanos ocasionados por estiagem e seca no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	37
Gráfico 4: Frequência anual de desastres por enxurradas no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	53
Gráfico 5: Frequência anual de desastres por enxurradas no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	53

Gráfico 6: Danos humanos causados por enxurradas no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	54
Gráfico 7: Edificações destruídas e danificadas pelas enxurradas no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	55
Gráfico 8: Frequência anual de desastres por inundações no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	71
Gráfico 9: Frequência mensal de desastres por inundações no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	72
Gráfico 10: Danos humanos causados por desastres de inundações no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	72
Gráfico 11: Danos materiais causados por desastres de inundações no Estado do Rio Grande do Sul (1991-2012).....	73
Gráfico 12: Frequência anual de desastres por alagamentos no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	86
Gráfico 13: Frequência mensal de desastres por alagamentos no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	86
Gráfico 14: Danos humanos causados por desastres de alagamentos no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	86
Gráfico 15: Edificações destruídas e danificadas pelos alagamentos no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	87
Gráfico 16: Frequência mensal de registros de vendaval no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	95
Gráfico 17: Frequência anual de vendaval no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	96
Gráfico 18: Danos humanos causados por vendavais no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	97
Gráfico 19: Danos materiais causados por vendavais no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	98
Gráfico 20: Frequência mensal de registros de granizo no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	112
Gráfico 21: Frequência anual de registros de granizo no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	113
Gráfico 22: Danos humanos causados por granizos no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	113
Gráfico 23: Danos materiais causados por granizos no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	115
Gráfico 24: Frequência mensal de movimentos de massa no Estado do Rio Grande do Sul, período de 1991 a 2012.....	131
Gráfico 25: Danos humanos ocasionados por movimentos de massa no Estado do Rio Grande do Sul no período de 1991 a 2012.....	131
Gráfico 26: Frequência anual de desastres por erosão no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	140
Gráfico 27: Frequência mensal de desastres por erosão no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	141
Gráfico 28: Danos humanos causados por erosão no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	141

Gráfico 29: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	147
Gráfico 30: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	148
Gráfico 31: Frequência anual de tornados no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	152
Gráfico 32: Frequência mensal de tornados no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	152
Gráfico 33: Danos humanos relacionados aos tornados no Estado do Rio Grande do Sul (1991-2012).....	153
Gráfico 34: Edificações destruídas e danificadas por tornados no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	154
Gráfico 35: Frequência mensal de registros de geada no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	160
Gráfico 36: Frequência anual de registros de geada no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	160
Gráfico 37: Danos humanos causados por geada no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012.....	161
Gráfico 38: Municípios mais atingidos, classificados pelo maior número de registros por desastres naturais, no período de 1991 a 2012.....	167
Gráfico 39: Percentagem dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	168
Gráfico 40: Frequência mensal dos desastres naturais mais recorrentes do Estado do Rio Grande do Sul divididos por sua tipologia, no período de 1991 a 2012	169
Gráfico 41: Frequência mensal dos desastres de menor recorrência do Estado do Rio Grande do Sul divididos por sua tipologia, no período de 1991 a 2012	169
Gráfico 42: Frequência Mensal dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	170
Gráfico 43: Frequência anual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Rio Grande do Sul divididos por sua tipologia, no período de 1991 a 2012	171
Gráfico 44: Frequência anual dos desastres naturais de menor recorrência no Estado do Rio Grande do Sul divididos por sua tipologia, no período de 1991 a 2012	171
Gráfico 45: Total de danos humanos no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012, em escala logarítmica.....	172
Gráfico 46: Danos materiais causados por desastres no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	172
Gráfico 47: Frequência anual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012	183

Listas de Infográficos

Infográfico 1: Síntese das ocorrências de estiagem e seca no Estado do Rio Grande do Sul	38
Infográfico 2: Síntese das ocorrências de enxurradas no Estado do Rio Grande do Sul.....	56
Infográfico 3: Síntese das ocorrências de inundações no Estado do Rio Grande do Sul	74

Infográfico 4: Síntese das ocorrências de alagamento no Estado do Rio Grande do Sul.....	88
Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado do Rio Grande do Sul.....	98
Infográfico 6: Síntese das ocorrências de granizos no Estado do Rio Grande do Sul.....	115
Infográfico 7: Municípios atingidos por movimentos de massa no período de 1991 a 2012.....	132
Infográfico 8: Síntese das ocorrências de erosão no Estado do Rio Grande do Sul.....	142
Infográfico 9: Síntese das ocorrências de incêndios florestais no Estado do Rio Grande do Sul.....	148
Infográfico 10: Municípios atingidos por tornados no período de 1991 a 2012.....	154
Infográfico 11: Síntese das ocorrências de geadas no Estado do Rio Grande do Sul	161
Infográfico 12: Registros de desastres naturais por evento, nos municípios do Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012.....	173

Listá de Mapas

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado do Rio Grande do Sul	22
Mapa 2: Registros de estiagem e seca no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012.....	34
Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012.....	50
Mapa 4: Registros de inundações no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012.....	68
Mapa 5: Registros de alagamento no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012	82
Mapa 6: Registros de vendavais no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012.....	92
Mapa 7: Registros de granizos no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012.....	110
Mapa 8: Registros de movimentos de massa no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012	126
Mapa 9: Registros de erosões no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012	136
Mapa 10: Registros de incêndios no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012	146
Mapa 11: Registros de granizos no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012	150
Mapa 12: Registros de granizos no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012	158
Mapa 13: Registros do total dos eventos no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012	166

Lista de Quadros

Quadro 1: Hierarquização de documentos.....	16
Quadro 2: Principais eventos incidentes no País.....	18
Quadro 3: Transformação da CODAR em COBRADE.....	19
Quadro 4: Termos e definições propostos para as enxurradas.....	51
Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais.....	69
Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento.....	127
Quadro 7: Principais fatores deflagradores de movimentos de massa.....	130
Quadro 8: Classificação da erosão pelos fatores ativos.....	137
Quadro 9: Terminologia de processos erosivos em relação à sua forma de ocorrência	138
Quadro 10: Codificação processos erosivos segundo a COBRADE.....	139

Lista de Tabelas

Tabela 1: População, taxa de crescimento, densidade demográfica e taxa de urbanização, segundo as Grandes Regiões do Brasil – 2000/2010	26
Tabela 2: População, taxa de crescimento e taxa de população urbana e rural, segundo a Região Sul e Unidades da Federação – 2000/2010.....	26
Tabela 3: Produto Interno Bruto <i>per capita</i> , segundo a Região Sul e Unidades da Federação – 2004/2008	27
Tabela 4: Déficit Habitacional Urbano em relação aos domicílios particulares permanentes, segundo Brasil, Região Sul e Unidades da Federação – 2008	27
Tabela 5: Distribuição percentual do déficit habitacional urbano por faixas de renda média familiar mensal, segundo Região Sul e Unidades da Federação – FJP/2008	28
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 Rio Grande do Sul – 2009 .	28
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	28
Tabela 8: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)	54
Tabela 9: Mortes relacionadas aos eventos mais severos (1991-2012).....	54
Tabela 10: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012).....	55
Tabela 11: Os municípios mais severamente atingidos no Estado do Rio Grande do Sul (1991-2012).....	72

Tabela 12: Total de danos materiais – eventos mais severos (1991-2012)	73
Tabela 13: Danos humanos relacionados aos eventos mais severos (1991-2012)	86
Tabela 14: Descrição dos principais municípios em relação aos danos materiais (1991-2012).....	87
Tabela 15: Municípios mais afetados por eventos de vendavais entre os anos de 1991 a 2012.....	97
Tabela 16: Municípios mais afetados por eventos de granizos entre os anos de 1991 a 2012.....	114
Tabela 17: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado do Rio Grande do Sul	140
Tabela 18: Escala de intensidade Fujita-Pearson.....	151
Tabela 19: Danos humanos relacionados aos eventos de tornados (1991-2012)	153



Salto do Yucumá, no Parque Estadual do Turvo. Foto: Vanderlei Debastiani.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

15

O ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL

21

DESASTRES NATURAIS NO
ESTADO DO RIO GRANDE
DO SUL DE 1991 A 2012

31

ESTIAGEM E SECA

33

ENXURRADA

49

INUNDAÇÃO

67

ALAGAMENTO

81

MOVIME

VENDAVAL

91

INCÊNDIO FLORESTAL

145

GRANIZO

109

TORNADO

149

MONTANTE DE MASSA

125

GEADA

157

EROSÃO

135

DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES
NATURAIS NO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL

165

INTRODUÇÃO

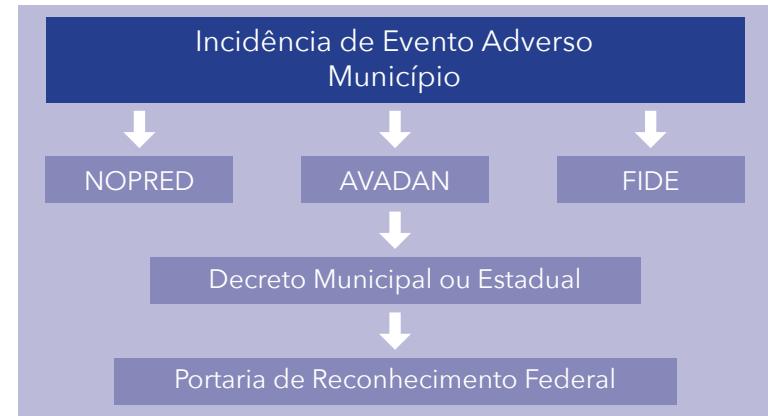
 *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais* é um produto de pesquisa realizada por meio de um acordo de cooperação celebrado entre o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria Nacional de Defesa Civil.

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

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

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

Figura 1: Registro de desastres



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

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

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

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

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

LEVANTAMENTO DE DADOS

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

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

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

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

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

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

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

TRATAMENTO DOS DADOS

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

Quadro 1: Hierarquização de documentos

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

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

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

1 – Unidade Federativa;

2 – Tipo do documento:

A – AVADAN;

N – NOPRED;

F – FIDE;

R – Relatório de danos;

D – Decreto municipal;

P – Portaria;

J – Jornais.

3 – Código do município estabelecido pelo IBGE;

4 – Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE);

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

EX: SC – A – 4201901 – 12302 – 20100203



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

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

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

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

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

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

CLASSIFICAÇÃO DOS DESASTRES NATURAIS

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

Quadro 2: Principais eventos incidentes no País

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

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Quadro 3: Transformação da CODAR em COBRADE

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

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

PRODUÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS

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

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

ANÁLISE DOS DADOS

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

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

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

LIMITAÇÕES DA PESQUISA

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

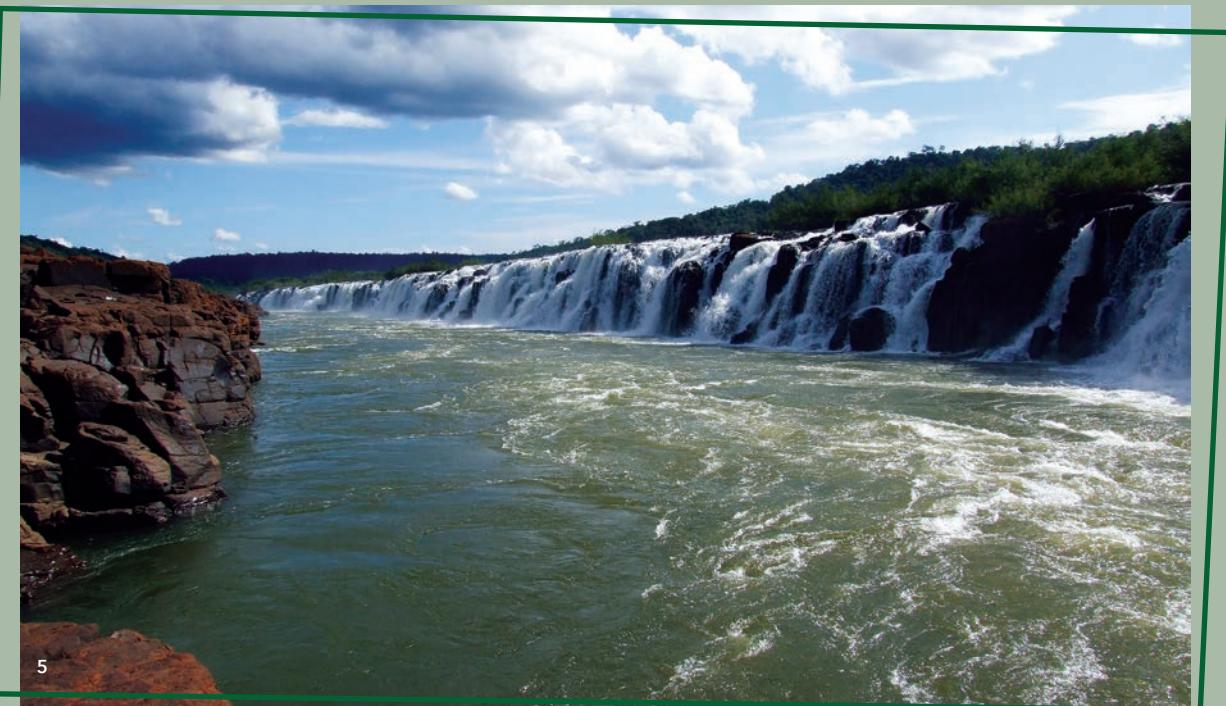
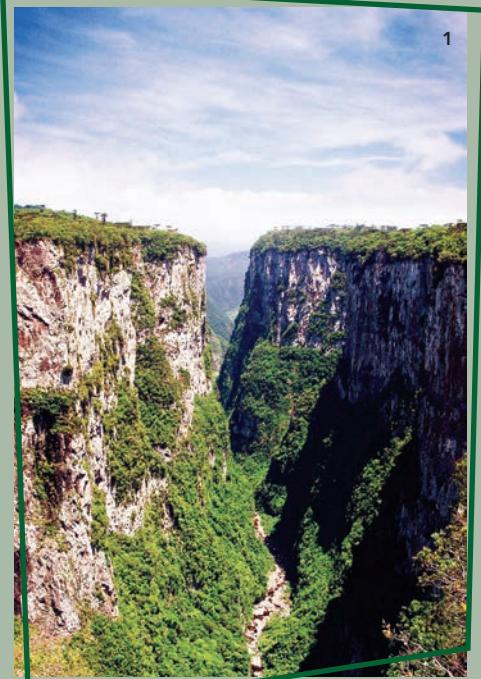
As lacunas de informações quanto aos registros de desastres, o banco de imagens sobre desastres e o referencial teórico para caracterização geográfica por estado também se configuram como as principais limitações para a profundidade das análises.

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

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

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

Foto 1: Wikimedia Commons, Valdiney Pimenta. Foto 2: Wikimedia Commons, Pgpm. Foto 3: Wikimedia Commons, Vanderlei Debbastiani. Foto 4: Wikimedia Commons, Vanderlei Debbastiani. Foto 5: Wikimedia Commons, Vanderlei Debbastiani.



O ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL

Mapa 1: Municípios e mesorregiões do Estado do Rio Grande do Sul



CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

 Estado do Rio Grande do Sul pertence à Região Sul do Brasil, que é composta pelos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e localiza-se entre os paralelos 27°04'48"S e 33°45'04"S e os meridianos 49°41'28"W e 57°38'36"W (IBGE, 2010a).

Com uma extensão territorial de 281.730,223 km², correspondente a 3,31% da área do país e a 48,88% da Região Sul, o Rio Grande do Sul é o 9º maior estado brasileiro (IBGE, 2010a).

O Estado do Rio Grande do Sul localiza-se no extremo meridional do país, tendo a curva do arroio Chuí (volta da Baleia), situada a 33°44'42" de latitude sul, como ponto extremo do estado e do país (SETUR, 2011). Limita-se a norte com o Estado de Santa Catarina, a sul com a República Oriental do Uruguai, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com a Argentina.

Ao todo são 497 municípios no Estado do Rio Grande do Sul; a capital, Porto Alegre, é o município mais populoso, com 1.409.351 habitantes (IBGE, 2010b). Do ponto de vista populacional e econômico, os principais municípios gaúchos são: Porto Alegre, Canoas, Caxias do Sul, Santa Maria, Pelotas, Passo Fundo, Rio Grande e Uruguaiana (SETUR, 2011).

O Estado do Rio Grande do Sul se divide em sete mesorregiões: Mesorregião do Centro Ocidental Rio-Grandense, Mesorregião do Centro Oriental Rio-Grandense, Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre, Mesorregião do Nordeste Rio-Grandense, Mesorregião do Noroeste Rio-Grandense, Mesorregião do Sudeste Rio-Grandense e Mesorregião do Sudoeste Rio-Grandense, conforme mostra o Mapa 1.

A Mesorregião do Centro Ocidental Rio-Grandense é formada pela união de 31 municípios agrupados em três microrregiões: Restinga Seca, Santa Maria e Santiago. A Mesorregião do Centro Oriental Rio-Grandense é formada por 54 municípios agrupados em três microrregiões: Cachoeira do Sul, Lajeado-Estrela e Santa Cruz do Sul. A Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre é composta pela capital do estado e mais 97 municípios, distribuídos por seis microrregiões: Camaquã, Gramado-Canela, Montenegro, Osório, Porto Alegre e São Jerônimo. A Mesorregião do Nordeste Rio-Grandense é composta por 53 municípios agrupados em três microrregiões: Caxias do Sul, Guaporé e Vacaria. A Mesorregião do Noroeste Rio-Gran-

dense tem 216 municípios distribuídos por treze microrregiões: Cerro Largo, Cruz Alta, Erechim, Frederico Westphalen, Ijuí, Não-Me-Toque, Passo Fundo, Sananduva, Santa Rosa, Santo Ângelo, Soledade e Três Passos. A Mesorregião do Sudeste Rio-Grandense é formada por 25 municípios agrupados em quatro microrregiões: Jaguarão, Litoral Lagunar, Pelotas e Serras de Sudeste. E, por fim, a Mesorregião do Sudoeste Rio-Grandense apresenta 19 municípios agrupados em três microrregiões: Campanha Central, Campanha Meridional e Campanha Ocidental (SEPLAG, 2011).

O clima do Estado do Rio Grande do Sul é temperado do tipo subtropical, classificado como mesotérmico úmido. Segundo a classificação de Köppen, é dividido em Cfa (mesotérmico úmido com verão quente) na maior parte do estado, e Cfb (mesotérmico úmido com verão brando) no nordeste e nas serras de sudeste (SETUR, 2011).

Devido à sua posição geográfica, a latitude reforça as influências das massas de ar oriundas da região polar e da área tropical continental e Atlântica, sendo que a movimentação e os encontros destas massas definem as características climáticas do estado. As temperaturas apresentam grande variação sazonal, com verões quentes e invernos bastante rigorosos, com a ocorrência de geada e precipitação eventual de neve. As temperaturas médias variam entre 15 e 18 °C, com mínimas de até 10 °C e máximas de 40 °C. Com relação às precipitações, apresenta uma distribuição relativamente equilibrada das chuvas ao longo do ano, em decorrência das massas de ar oceânicas que penetram no estado. O volume de chuvas, no entanto, é diferenciado nas distintas regiões: a sul a precipitação média situa-se entre 1.299 e 1.500 mm e a norte a média está entre 1.500 e 1.800 mm, com intensidade maior de chuvas a nordeste, especialmente na encosta do planalto, onde ocorre a maior precipitação do estado (SEPLAG, 2011).

O Estado do Rio Grande do Sul apresenta variedade nas formas de relevo. Do ponto de vista geomorfológico pode-se subdividi-lo em seis Unidades (BRITTO, 2004):

- Planície Costeira: situa-se em toda a porção leste do estado ao longo da costa. Compreende amplas e alongadas planícies, com cerca de 622 km de extensão. Corresponde a uma superfície baixa, com altitudes que variam, de modo geral, entre 1 e 25 m.

Tem grande ocorrência de lagunas e lagoas, entre as quais se destacam a lagoa dos Patos e a lagoa Mirim.

- Planalto das Araucárias: ocupa a região nordeste do estado e caracteriza-se por relevos conservados e dissecados de planaltos e suas bordas escarpadas. As cotas mais elevadas ocorrem na borda leste, sendo o ponto mais elevado do território o monte Negro, com 1.398 m, localizado no município de São José dos Ausentes (IBGE, 2010b). Suas bordas correspondem à chamada Serra Geral.
- Planalto das Missões: localiza-se a noroeste do estado, apresentando formas homogêneas, por colinas suaves, bem arredondadas, chamadas “coxilhas”. As altitudes variam entre 200 e 500 m e decrescem em direção ao rio Uruguai.
- Planalto da Campanha: situado a sudoeste do estado, é coberto por vegetação campestre. A morfologia plana, que caracteriza esta região, foi esculpida em rochas da Formação Serra Geral e, secundariamente, em arenitos da Formação Botucatu. A altitude situa-se entre as cotas de 200 e 300 m.
- Depressão Central: localizada na porção central do estado, é formada por rochas sedimentares dando origem a um extenso corredor que liga o oeste ao leste, através de terrenos de baixa altitude, da ordem de 40 m nos vales, com as maiores cotas atingido cerca de 200 m.
- Planalto Sul-Rio-Grandense: localizado a sudeste do estado, tem rochas ígneas muito desgastadas pela erosão. Em forma de colinas, essa unidade apresenta as áreas mais elevadas, com altitudes entre 400 m e 600 m. Na porção sul, os relevos mais elevados de topos dissecados apresentam altitudes entre as cotas 100 e 200 m.
- Com relação à rede hidrográfica, o território gaúcho é formado por três grandes bacias: a Bacia do Uruguai, que faz parte da Bacia do Rio da Prata e abrange 57% da área total do estado; a Bacia do Guaíba, com 30%; e a Bacia Litorânea com 13% (SEPLAG, 2011).

- A Bacia do Uruguai é formada pelo rio Uruguai e seus afluentes. Este rio, o mais extenso do estado, é formado pela junção dos rios Pelotas e Canoas, na divisa com Santa Catarina, e desemboca no rio da Prata, entre o Uruguai e a Argentina. Os principais afluentes são os rios Inhandava, Erechim, Passo Fundo, Várzea, Ijuí, Piratini, Jaguari, Santa Maria, Ibirapuitã, Ibicuí e Quaraí (SETUR, 2011).
- A Bacia Atlântica e a Bacia do Guaíba são compostas por um conjunto de bacias hidrográficas cujas águas correm para o Oceano Atlântico. Os principais rios das bacias são o Jacuí, Pardo, Taquari, Caí, dos Sinos, Gravataí, Camaquã, Jaguarão e Piratini. Ainda merecem destaque as águas do lago Guaíba, da laguna dos Patos e da lagoa Mirim, bem como das lagoas Itapeva, dos Quadros, Pinguela, dos Barros, do Peixe e Mangueira (SETUR, 2011).
- A cobertura vegetal do Estado do Rio Grande do Sul está diretamente relacionada com a hidrografia, o relevo e as condições climáticas e edáficas de cada região. Segundo o Mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 2004), o estado está inserido em dois biomas brasileiros: o Pampa e a Mata Atlântica. O Bioma Pampa se restringe apenas ao seu território e ocupa 63% dele, enquanto o Bioma Mata Atlântica ocupa os 37% restantes. O Estado do Rio Grande do Sul é constituído pelas seguintes Regiões Fitoecológicas desses biomas (BIODIVERSIDADE, 2011):
 - Floresta Ombrófila Densa: sua principal característica ecológica reside nos ambientes ombrófilos, relacionados aos índices termopluviométricos mais elevados da região litorânea. A precipitação bem distribuída durante o ano determina uma situação bioecológica praticamente sem período seco. No estado sua ocorrência está restrita à região nordeste, recobrindo a encosta leste do Planalto Meridional (Serra Geral), em altitudes que vão desde a Planície Costeira, quase ao nível do mar, até cerca de 900 m, junto à borda do Planalto.

- Floresta Ombrófila Mista: caracterizada por apresentar o estrato superior dominado pela Araucária angustifolia. O estrato inferior é constituído por árvores mais baixas ou arbustos arborescentes, pertencente em grande parte às mirtáceas. É uma floresta típica do Planalto Meridional, ocorrendo em altitudes entre 500 m a oeste e a 1.000 m a leste, onde se destacam três núcleos principais: na borda dos Aparados entre os rios Maquiné e das Antas, na borda da encosta sul do Planalto, entre os rios Taquari e dos Sinos, e em pleno Planalto Central, no curso superior do rio Jacuí.
- Floresta Estacional Semidecidual: a principal característica ecológica deste tipo de vegetação é a dupla estacionalidade climática, representada no estado pela chamada seca fisiológica provocada pelo frio intenso do inverno, com temperaturas médias inferiores a 15 °C. A percentagem das árvores que perdem as folhas no conjunto florestal situa-se entre 20 e 50%. Além das florestas semideciduais localizadas na região da encosta inferior do nordeste, merecem destaque as localizadas na serra do sudeste, a oeste das lagunas dos Patos e Mirim, onde, em função das características edáficas, estão inseridas numa paisagem diferenciada, formada por um mosaico de vegetação muito variada, que inclui os campos limpos, campos sujos, matas arbustivas e florestas-parque.
- Floresta Estacional Decidual: este tipo de vegetação é caracterizado por duas estações climáticas bem demarcadas. No estado, há uma curta época muito fria e que ocasiona, provavelmente, a estacionalidade fisiológica da floresta, apresentando o estrato predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhas no período frio. Sua ocorrência é destacada na região do Alto Uruguai, ao norte do estado, e na borda sul do Planalto, acompanhando a Serra Geral, até as proximidades do rio Itu (afluente do rio Ibicuí), fazendo limite com os campos da campanha gaúcha.
- Áreas de Formações Pioneiras: situam-se na Planície Costeira e ao longo da rede hidrográfica da Depressão Central e da Campanha. Nestas áreas encontram-se espécies desde

herbáceas até arbóreas, com a ocorrência de variadas formas biológicas adaptadas às diferentes condições edáficas. As formações vegetais encontradas são de influência marinha (restinga), fluvial (comunidades aluviais) e fluviomarinha (manguezal e campos salinos).

- Estepe (campos gerais planálticos e da campanha gaúcha): a fisionomia dos campos do Estado do Rio Grande do Sul é bastante variável, apresentando uma grande diversidade de formações locais, principalmente relacionadas às diferenciações de solo. Nos campos localizados nas altitudes mais elevadas do estado, os denominados Campos de Cima da Serra, há ocorrência de capões de Araucária angustifolia e de solos turfosos com gramíneas, tibouchinas e juncais. Os chamados Campos da Campanha, localizados em altitudes de até 300 m, apresentam uma grande variabilidade de formações vegetais, constituídas pelas famílias das gramíneas e leguminosas.
- Savana Estépica: é caracterizada pela dupla estacionalidade. Esta classificação é empregada para denominar a área do “sertão árido nordestino” com dupla estacionalidade, uma área disjunta no norte do Estado de Roraima e duas outras áreas também disjuntas, uma no extremo sul do Estado do Mato Grosso e outra na barra do rio Quaraí, no Estado do Rio Grande do Sul.

Estima-se que a cobertura original de vegetação de Mata Atlântica no estado era de 11.202.705 hectares Em 1940, este número diminuiu para 9.898.536 hectares, no entanto, em menos de 20 anos perdeu-se mais 7 milhões de hectares dessa vegetação, restando apenas 2.700.501 hectares . Estudo da Fundação SOS Mata Atlântica e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mostrou que em 1995 havia somente 2,69% do território gaúcho com cobertura de remanescentes de Floresta Atlântica. O desmatamento ocorrido no estado está estreitamente relacionada com o aumento da área agrícola, que ocorreu com a migração de colonos e seus descendentes para novas áreas, assim como com a mecanização da agricultura, além do crescimento populacional e da consequente urbanização (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006).

Nos últimos anos, entretanto, percebe-se a recuperação florestal em áreas abandonadas pela agricultura. A mecanização e a falta de políticas públicas para o pequeno agricultor têm levado os produtores rurais a abandonar áreas antes usadas para agricultura, principalmente as encostas de morros (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006). Logo, segundo a SEMA (2010), comparando-se com dados disponibilizados em 1995 pela Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, houve um acréscimo de 4,81% na cobertura de Mata Atlântica no estado, restando atualmente 7,5% dos remanescentes da cobertura vegetal original.

DADOS DEMOGRÁFICOS

A Região Sul do Brasil tem uma densidade demográfica de 48,58 hab/km², a segunda mais alta do Brasil; entretanto, possui a menor taxa de crescimento do país, com 9,07% no período de 2000 a 2010. Já o Estado do Rio Grande do Sul apresenta uma população de 10.695.532 habitantes e densidade demográfica de 39,79 hab/Km² (Tabelas 1 e 2).

A população sul-rio-grandense é predominantemente urbana, com uma taxa de 85,3%, característica encontrada também na Região Sul, com 84,93% e no Brasil, com 84,3% (Tabela 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
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)

PRODUTO INTERNO BRUTO

O PIB¹ per capita do Estado do Rio Grande do Sul, segundo dados da Tabela 3, cresceu em média 43%, 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\$ 18.378,17 – próximo à média regional - R\$ 18.257,79 – e maior que a média nacional - R\$ 15.989,75. O PIB per capita do Estado do Rio Grande do Sul é o mais mediano entre os estados da Região Sul. No mesmo período, a taxa de variação foi de 43% (Tabela 3).

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 a despesa de consumo das famílias, mais o consumo do governo, mais o consumo das instituições sem fins de lucro a serviço das famílias (consumo final), mais a formação bruta de capital fixo, mais a variação de estoques, mais as exportações de bens e serviços, menos as importações de bens e serviços; c) da renda - o PIB é igual à remuneração dos empregados, mais o total dos impostos, líquidos de subsídios, sobre a produção e a importação, mais o rendimento misto bruto, mais o excedente operacional bruto (IBGE, 2008).

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%
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)

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 Rio Grande do Sul, o déficit habitacional, em 2008, era de 226.966 domicílios, dos quais 202.607 localizados nas áreas urbanas e 24.359 nas rurais (Tabela 4).

Em relação ao estoque de domicílios particulares permanentes do Estado do Rio Grande do Sul, o déficit corresponde a 6,2%. Se comparado aos percentuais de domicílios particulares dos demais estados da região, é o

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.

mais baixo, próximo ao percentual regional, 6,5%, mas abaixo do nacional, 9,6%, conforme a 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)

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 Rio Grande do Sul as desigualdades sociais estão expressas pelos indicadores do déficit habitacional segundo a faixa de renda. Os dados mostram que a renda familiar mensal das famílias é muito baixa, pois 83,4% recebem uma renda de até 3 salários mínimos, igual à média da Região Sul, 83,4%, e abaixo da média no Brasil, 89,6% (Tabela 5).

ESCOLARIDADE

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

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 à 5	5 à 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)

O indicador de escolaridade no Estado do Rio Grande do Sul revela um percentual de analfabetos (7,1%), de analfabetos funcionais (10,2%), ou seja, pessoas com até 3 anos de estudos, e os de baixa escolaridade (27,3%), compõndo um indicador formado pelos sem escolaridade, com muito baixa e baixa escolaridade, que, na soma, corresponde a 37,5% 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 Rio Grande do Sul – 2009

Abrangência Geográfica	Pessoas de 25 anos ou mais de idade - 2009				
	Total (1 000 pessoas)	Distribuição percentual, por grupos de anos de estudo (%)			
		Sem instrução e menos de 1 ano de estudo	1 a 3 anos	4 a 7 anos	
Brasil	111 952	12,9	11,8	24,8	
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 Rio Grande do Sul, o indicador de esperança de vida – 75,5 anos – está acima da média nacional – 73,1 anos – e próximo da regio-

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

nal – 75,2 anos. É o mais baixo entre os estados da região. O indicador taxa de fecundidade – 1,93% – está próximo do regional – 1,92% – e do nacional – 1,94 – e é o mediano entre os estados da região. O indicador taxa bruta de natalidade – 11,60% – está abaixo do regional – 12,34% – e do nacional – 15,77% – e é o mais baixo entre os estados da região. O indicador taxa bruta de mortalidade – 6,84% – está acima do regional – 6,23% – e do nacional – 6,27% – e é o maior entre os estados da região. O indicador taxa de mortalidade infantil – 12,70 – está abaixo da média regional 15,1% – e muito abaixo da média nacional – 22,5% – e é o mais baixo 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)

no final do seu período fértil, essa taxa no Brasil nas últimas décadas vem diminuindo, sua redução reflete a mudança que vem ocorrendo no Brasil em especial com o processo de urbanização e com a entrada da mulher no mercado de trabalho.

Referências

BIODIVERSIDADE. **Biodiversidade do RS - Vegetação.** 2011. Disponível em: <http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/index.php?acao=secoes_portal&id=26&submenu=14>. Acesso em: 21 jul. 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Déficit habitacional no Brasil 2008.** Brasília: Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações. 2008. 129 p. (Projeto PNUD-BRA-00/019 – Habitar Brasil – BID). Disponível em: <<http://www.fjp.gov.br/index.php/servicos/81-servicos-cei/70-deficit-habitacional-no-brasil>>. Acesso em: 21 jul. 2013.

BRITTO, F. P. **Distribuição espaço-temporal da precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul.** 2004. 65 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geociências. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. (Org.). Os estados da Mata Atlântica: Rio Grande do Sul. In: _____. **Mata Atlântica:** uma rede pela floresta. Brasília: RMA, 2006. Disponível em: <<http://www.apremavi.org.br/mata-atlantica/uma-rede-pela-floresta/>>. Acesso em: 21 jul. 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil.** v. 70. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/AEB/AEB2010.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 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: 21 jul. 2013.

_____. **IBGE lança o mapa de biomas do Brasil e o mapa de vegetação do Brasil,** em comemoração ao Dia Mundial da Biodiversidade. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=16>. Acesso em: 21 jul. 2013.

_____. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios 2009.** Rio de Janeiro: IBGE, 2009a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/>>. Acesso em: 21 jul. 2013.

_____. Porto Alegre. In: **IBGE Cidades.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 21 jul. 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: 21 jul. 2013.

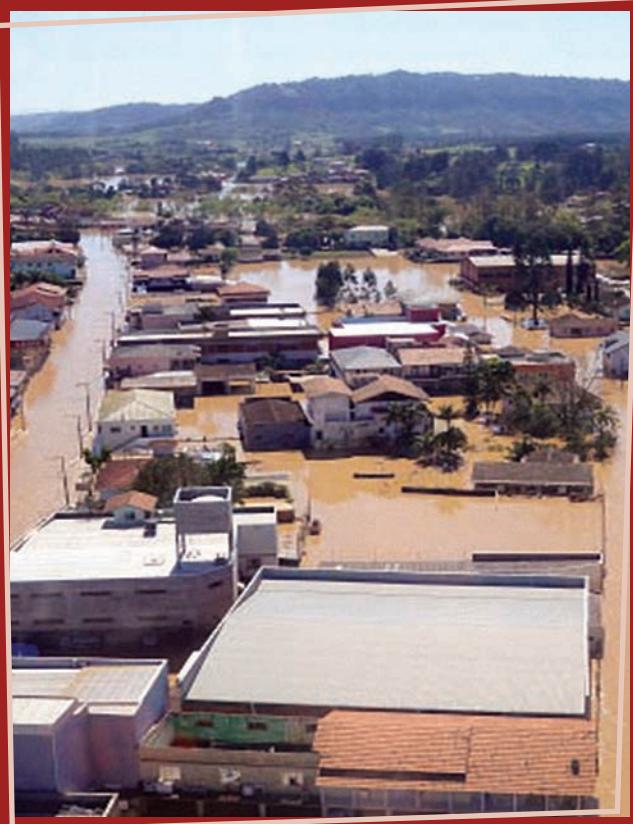
_____. **Síntese de indicadores sociais:** uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2009b. (Estudos e Pesquisas: Informação Demográfica e Socioeconômica, 26). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsociais2009/indic_sociais2009.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2013.

SEMA – SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Programas, projetos e ações:** conservação da Mata Atlântica. 2010. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=341>. Acesso em: 21 jul. 2013.

SEPLAG – SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GESTÃO E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul.** 2011. Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/atlas/default.asp>>. Acesso em: 21 jul. 2013.

SETUR – SECRETARIA DO TURISMO DO RIO GRANDE DO SUL. **O Estado.** 2011. Disponível em: <<http://www.turismo.rs.gov.br/portal/index.php?q=estado>>. Acesso em: 21 jul. 2013.

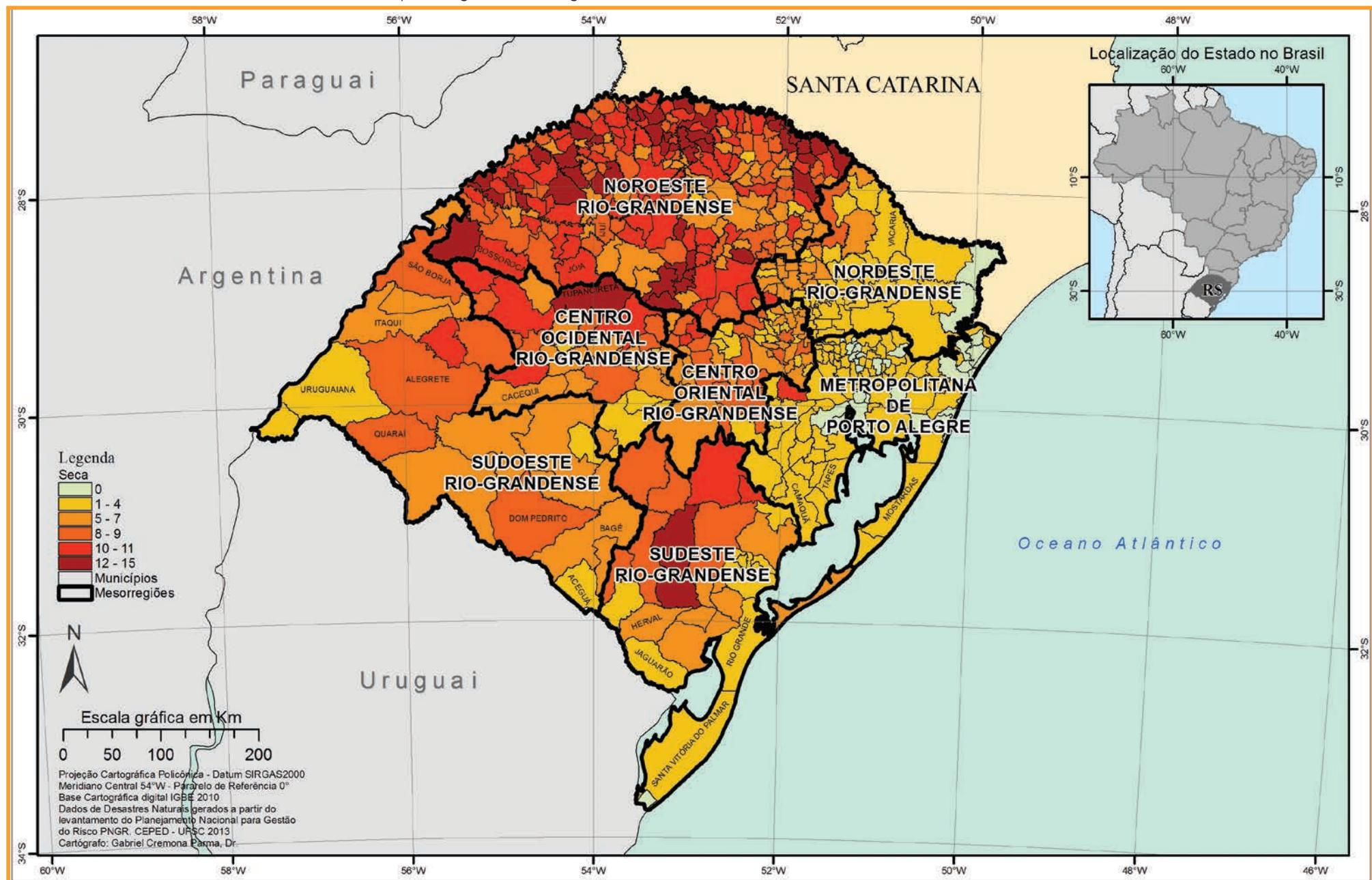




DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL DE 1991 A 2012

ESTIAGEM E SECA

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



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

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

O fenômeno estiagem é considerado existente quando há um atraso superior a quinze dias do início da temporada chuvosa e quando as médias de precipitação pluviométrica 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 a abrangência de grandes áreas (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2006). Assim, a estiagem, enquanto desastre, produz reflexos sobre as reservas hidrológicas locais, causando prejuízos à agricultura e à pecuária. Dependendo do tamanho da cultura realizada, da necessidade de irrigação e da importância desta na economia no município, os danos podem apresentar magnitudes economicamente catastróficas. Seus impactos na sociedade, portanto, resultam da relação entre eventos naturais e as atividades socioeconômicas desenvolvidas na região; por isso a intensidade dos danos gerados é proporcional à magnitude do evento adverso e ao grau de vulnerabilidade da economia local ao evento (CASTRO, 2003).

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

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

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

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

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

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

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

No decorrer do período entre 1991 a 2012, ocorreram **3.110 registros oficiais** de estiagem e seca no Estado do Rio Grande do Sul. Conforme as

informações apresentadas no Mapa 2, estes registros correspondem a ocorrências em 497 municípios do estado.

Os municípios mais atingidos foram Fortaleza dos Valos e Nonoai, com 15 registros, e Machadinho e Três Palmeirinhas, com 14 registros de estiagem e seca cada um. Todos esses municípios pertencem à mesorregião Noroeste Rio-Grandense, que apresentou 2.015 registros de seca e estiagem em 216 municípios, no período analisado, o que a caracteriza como a mesorregião mais afetada.

A segunda mesorregião mais afetada é a Centro Oriental Rio-Grandense, com 311 registros de estiagem e seca distribuídos em 54 municípios. Dentro os mais atingidos estão Segredo e Sobradinho, com 10 registros e Arroio do Tigre, Boqueirão do Leão e Progresso, com 9 cada um.

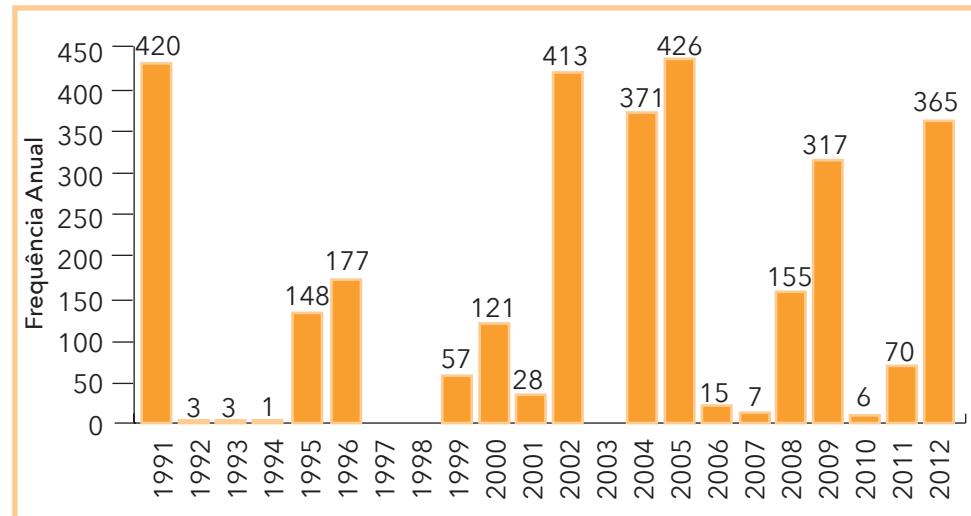
O Estado do Rio Grande do Sul apresenta clima com estações bem definidas, verão quente e inverno frio, e por sua localização geográfica é um dos estados que apresentam melhor distribuição de precipitação pluviométrica durante o ano, não ocorrendo uma estação chuvosa e outra seca, como acontece na maioria dos estados brasileiros. No entanto, toda a dinâmica sazonal que ocorre no Sul do Brasil pode ser modificada quando há interferências do Fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), que tanto em sua fase positiva (El Niño) quanto negativa (La Niña) influencia no ritmo climático da região, podendo causar chuvas e estiagens, respectivamente. Logo, as ocorrências de secas e estiagens estão predominantemente relacionadas aos anos de La Niña e constituem um desastre cujos danos são sentidos posteriormente, como reflexo de um longo período de baixa precipitação (HERRMANN *et al.*, 2009).

Ao analisar o Gráfico 1 e o Infográfico 1, verifica-se que os eventos de estiagens e secas nos municípios do Rio Grande do Sul foram registrados em quase todos os anos de 1991 a 2012.

Embora o primeiro ano de análise, 1991, seja o segundo ano mais afetado, a segunda metade dos anos de análise (2002-2012) apresentou o maior número de ocorrências registradas, 2.145 no total. Os anos deste período com maior número de eventos registrados de estiagem e seca foram: 2002, com 413 registros; 2004 com 371; 2005, com 426; 2009, com 317; e 2012, com 365 registros.

Mesmo não tendo relação em todos os casos de estiagens e secas no estado, de acordo com Gonçalves, Moller e Rudorff (2004), os anos com atua-

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



Fonte: Brasil (2013)

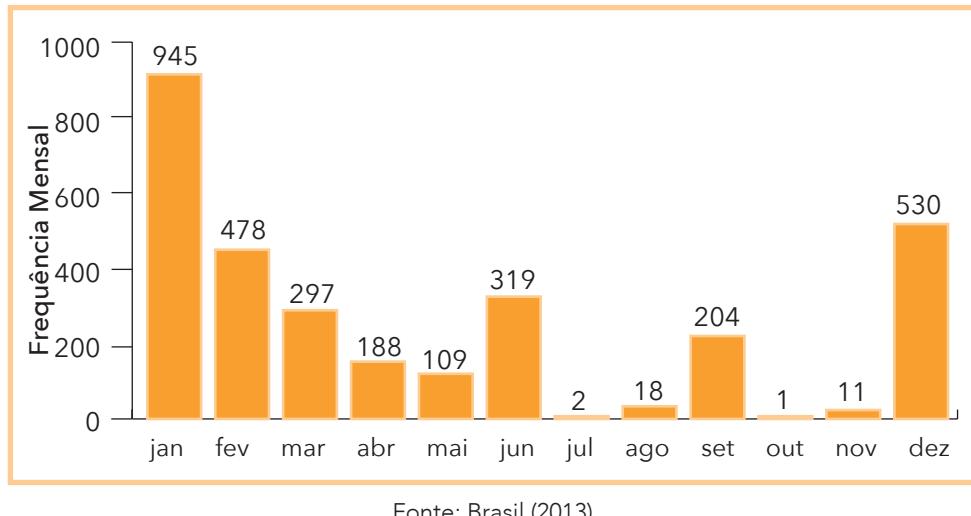
ção do fenômeno La Niña podem influenciar, particularmente o sul do Brasil, na escassez do volume de chuvas e podem provocar estiagens em algumas regiões. A atuação do fenômeno global La Niña foi registrada entre os anos de 1995-1996 com intensidade fraca, 1998-2001 com intensidade moderada, e 2007-2009 com intensidade forte (CPTEC, 2013). Assim, segundo os dados analisados, verifica-se uma correlação entre o fenômeno e o pico elevado de registros dos anos de 1995 (148 registros) e 1996 (177 registros); no ano de 2000 (121 registros) ao final do fenômeno; e nos anos de 2008 (155 registros) e 2009 (317 registros), quando o evento La Niña foi considerado como de forte intensidade.

Apesar de a influência dar-se durante todo o período de atuação desses fenômenos, há épocas do ano que são mais afetadas pelas fases do ENOS. Assim, nessas épocas, as chances de chuvas acima do normal são maiores em anos de El Niño, e os períodos de estiagens em anos de La Niña.

Como pode ser observado no Gráfico 2, os meses de janeiro, fevereiro, março e junho foram os que apresentaram mais registros do evento adverso. Esta situação pode estar relacionada com a atuação da Zona de Convergência

cia do Atlântico Sul (ZCAS), definida como sendo uma persistente faixa de nebulosidade que influencia em períodos de estiagem durante os meses de novembro a março (PARMEZANI et al., 1998).

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



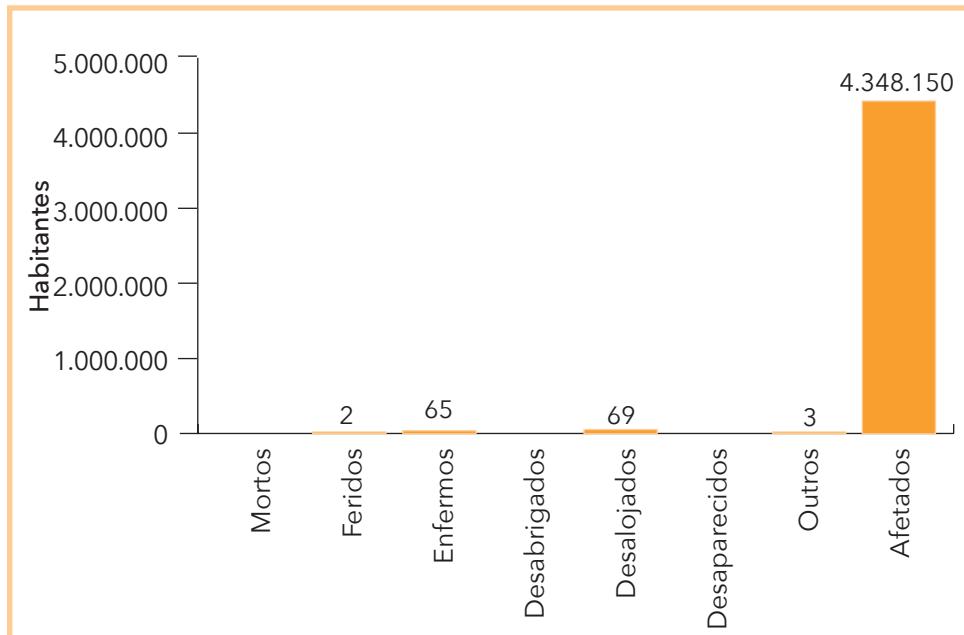
Os eventos de estiagem e seca estão entre os fenômenos que causam desastres naturais com os maiores períodos de duração, se comparados com o tempo de duração de inundações e de movimentos de massa, entre outros eventos (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2004), podendo, assim, atingir um número maior de pessoas.

O Gráfico 3 mostra que entre os anos de 1991 a 2012 foi registrado um total de 4.348.150 gaúchos afetados, 2 pessoas feridas, 65 enfermas, 69 desalojadas e ainda, 3 pessoas atingidas por outros tipos de danos.

Muitas pessoas em episódios de extrema estiagem e seca contraem algum tipo de doença de veiculação hídrica, geralmente relacionada à ingestão de águas contaminadas ou poluídas; ou, pela falta de água, têm desidratação.

Esta tipologia de desastre favorece uma considerável redução nos níveis de água dos rios e provoca o ressecamento do leito de outros de menor porte. Afeta as áreas produtivas, provocando perdas nas lavouras com

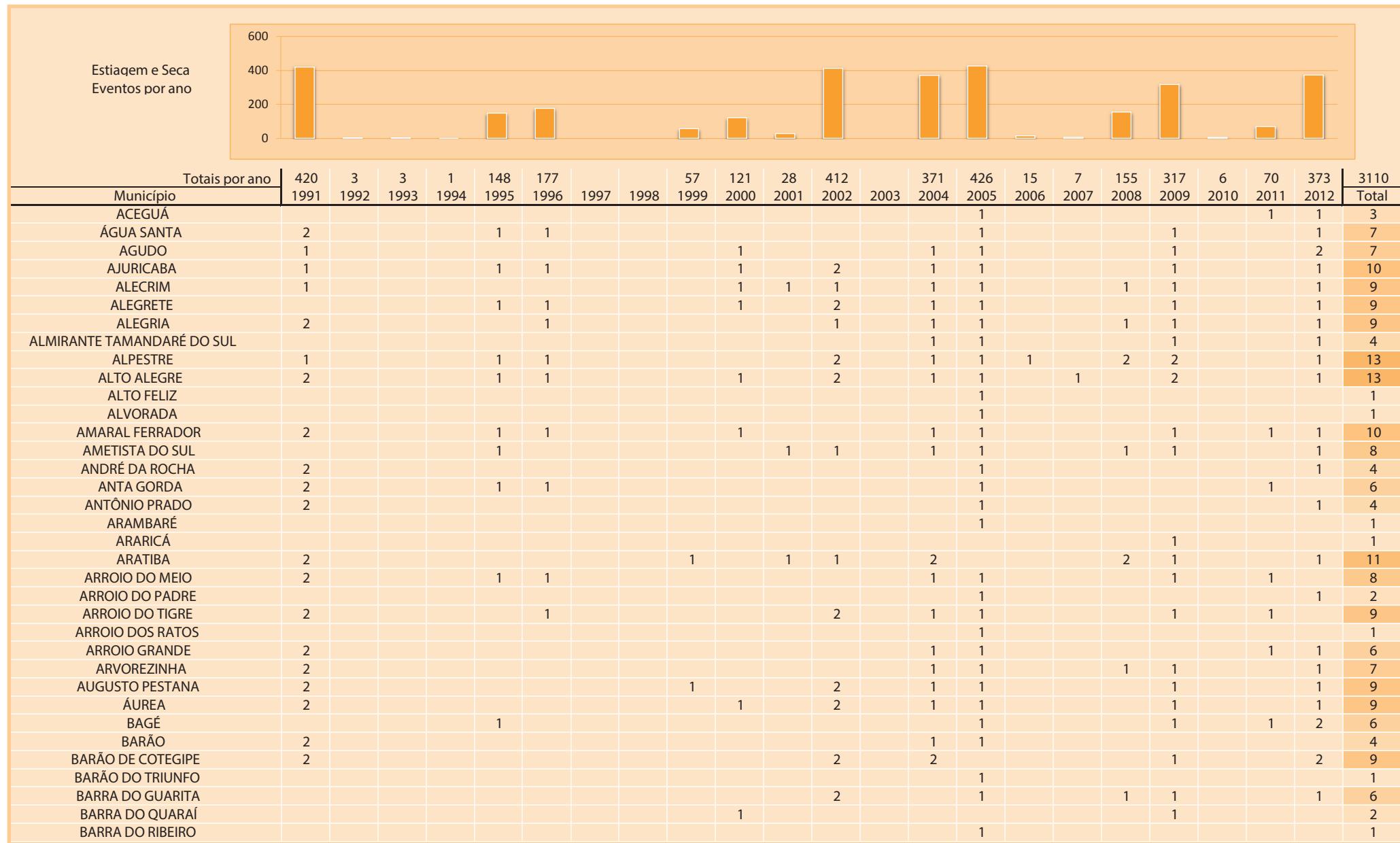
Gráfico 3: Danos humanos ocasionados por estiagem e seca no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

prejuízo aos agricultores; compromete os reservatórios de água, resultando em sede, fome, e na perda de rebanho, bem como em problemas de risco à vida humana. Atinge ainda, de modo negativo, a dinâmica ambiental e a conservação ambiental, à medida que a falta de chuva aumenta também o risco de queimadas.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

BARRA DO RIO AZUL		1	1			1	1	2		1	1		1	1	1	9
BARRA FUNDA			1						1	1		1	1		1	6
BARRACÃO	2		1	1		1	1	2	1	1		1		1	12	
BARROS CASSAL	2		1						1	1		1		2	8	
BENJAMIN CONSTANT DO SUL							2	1	1			1		1	6	
BENTO GONÇALVES														1	1	
BOA VISTA DAS MISSÕES			1			1		2	1	1		2	1		1	10
BOA VISTA DO BURICÁ	2		1			1		2	1	1		1	1		1	11
BOA VISTA DO CADEADO								2	1	1			1		1	6
BOA VISTA DO INCRA								2	1	1			1		1	6
BOA VISTA DO SUL									1	1					2	
BOM JESUS	1									1					1	3
BOM PRÍNCIPIO										1					1	2
BOM PROGRESSO								2	1	1		1	1		1	7
BOM RETIRO DO SUL	1			1					1	1					1	5
BOQUEIRÃO DO LEÃO	1		1					2	1	1		1	1		1	9
BOSSOROCAS	1		1			1	1	1	1	1	1		1		1	11
BOZANO							1	2	1	1		1		1	1	8
BRAGA	2		1			1		2	1	1		1	1		1	11
BROCHIER									1	1					2	
BUTIÁ														1	1	
CAÇAPAVA DO SUL	2					1		2	1	1					1	8
CACEQUI						1			1	1		1			1	5
CACHOEIRA DO SUL			1						1	1					3	6
CACIQUE DOBLE	2		1					1	1	1		1	1		1	9
CAIBATÉ	2			1		1		2	1	1			2		1	11
CAIÇARA	2		1				1	1	1	1		1	1		1	10
CAMAQUÃ									1	1					2	
CAMARGO	2		1	1					1	1				1	1	8
CAMPESTRE DA SERRA									1	1					1	3
CAMPINA DAS MISSÕES	2		1	1		1		2	1	1		1	1		1	12
CAMPINAS DO SUL	2			1				2	2			1	1		1	10
CAMPO BOM	1														1	
CAMPO NOVO	2					1		1	1	1		1	1	1	1	9
CAMPOS BORGES	2		1	1			1	2	1	1			2		1	13
CANDELÁRIA	2					1		2	1	1					1	8
CÂNDIDO GODÓI	2			1		1		2	1	1		1	1		1	11
CANDIOTA						1			1	1		2	1		2	8
CANELA										1					1	
CANGUÇU	2		1	1		1			1	1					1	9
CANUDOS DO VALE									1	1					1	3
CAPÃO BONITO DO SUL										1			1		1	3
CAPÃO DO CIPÓ								2	1	1		2		1	7	
CAPÃO DO LEÃO	2								1	1				1	5	
CAPELA DE SANTANA										1					1	
CAPITÃO									1	1				1	3	

Fonte: Brasil (2013)

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

CARAÁ									1										1
CARAZINHO	2								1	1									6
CARLOS BARBOSA	2								1	1									4
CARLOS GOMES			1	1				2	1	1									8
CASCA	2		1	1					1	1									7
CASEIROS	2								1	1									6
CATUÍPE	1		1	1						1						2		1	7
CAXIAS DO SUL										1									1
CENTENÁRIO								2	1	1					1	1			6
CERRITO							1		1	1							1	1	5
CERRO BRANCO	1		1	1				1	1	1									7
CERRO GRANDE	2		1	1				1	1	1				2	1	1	1	1	12
CERRO GRANDE DO SUL									1	1									3
CERRO LARGO	2			1			1	2	1	1				1	2			2	13
CHAPADA	2		1						1	1					2		1	1	8
CHARQUEADAS										1									2
CHARRUA		1	1		1		2		1	1						1	1	1	9
CHIAPETTA	2		1	1			2		1	1	1			1	1	1			12
CHUVISCA						1			1	1									3
CIRÍACO	2		1	1					1	1				1	1			2	10
COLINAS									1	1					1		1	1	4
COLORADO	2			1			1	2	1	1					2		1	10	
CONDOR	2						1	1	1	1					2		1	9	
CONSTANTINA	2		1	1			1	2	1	1				2	1	1		13	
COQUEIRO BAIXO									1	1								1	3
COQUEIROS DO SUL		1	1			1			1	1					1		1	1	7
CORONEL BARROS							1			1					2		1	1	6
CORONEL BICACO	1								1	1	1			2	2	1		1	9
CORONEL PILAR											1								1
COTIPORÃ											1							1	2
COXILHA		1	1								1				1		1		5
CRİSSUMAL	2		1	1			1	2	1	1				1	1	1		12	
CRISTAL	2									1									3
CRISTAL DO SUL								2	1	1				2	1	1	1	8	
CRUZ ALTA		1	1		1				1	1							1	1	7
CRUZALTENSE									2	2					1			1	6
CRUEIRO DO SUL	2			1						1	1					1	1	1	8
DAVID CANABARRO	1					1				1	1					1		1	6
DERRUBADAS			1	1					2	1	1			1	1			1	9
DEZESSEIS DE NOVEMBRO	1				1			1	2	1	1				1		1	1	9
DILERMANDO DE AGUIAR									2	1	1							1	5
DOIS IRMÃOS											1								1
DOIS IRMÃOS DAS MISSÕES								2	1	1				1	1		1	1	7
DOIS LAJEAJADOS										1	1							1	3
DOM FELICIANO										1	1							1	3
DOM PEDRITO		1	1				1			1	1				2		1	1	9

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

GUARANI DAS MISSÕES	2		1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	11
HARMONIA						1	1						1
HERVAL						1	1			1	1	1	6
HERVEIRAS						1	1			1		1	4
HORIZONTINA	2	1			2	1	1			1	1	1	10
HULHA NEGRA						1	1	1		1	1	1	7
HUMAITÁ	2		1	1		1	1	1		2	2	1	12
IBARAMA	2			1		1	1			1		1	8
IBIAÇÁ	2		1	1		1	2	1	1			1	11
IBIRAIaras	2			1				1	1			1	7
IBIRAPUITÁ	2		1	1	1	2	1	1		1	1	2	13
IBIRUBÁ	2			1				1	1		1	1	8
IGREJINHA								1					1
IJUÍ					2	1		1	1		2	1	1
ILÓPOLIS	2		1	1				1	1			1	7
IMIGRANTE	2							1	1			1	5
INDEPENDÊNCIA	2		1	1		2	1	1	1	1	1	1	12
INHACORÁ			1	1		2	1	1		1	1	1	9
IPÊ							1	1				1	3
IPIRANGA DO SUL					1		2	1	1		1	1	7
IRAÍ	2					2	1	1		2	1	1	10
ITAARA					1	1		1	1			1	5
ITACURUBI	2			1		1	2	1	1		1		10
ITAPUCA								1		1		1	4
ITAQUI						1	2	1	1			1	6
ITATI								1					1
ITATIBA DO SUL	2		1	1		1	1	1	1		1	1	10
IVORÁ	2		1	1		1		1				1	7
IVOTI								1					1
JABOTICABA	2		1			1	2	1	1	2	1	1	12
JACUIZINHO								1	1		1	1	5
JACUTINGA	2			1		2	1	1		1	1	1	10
JAGUARÃO								1	1			1	4
JAGUARI	2				1		2	1	1		1		9
JAQUIRANA								1	1				2
JARI					1	1	1	1	1			1	7
JÓIA	2		1		1	2	1	1		2	1	1	11
JÚLIO DE CASTILHOS	2			2		1	1	1		2		1	11
LAGOA BONITA DO SUL							2	1	1			1	6
LAGOA DOS TRÊS CANTOS			1	1	1	2	1	1			1	1	10
LAGOA VERMELHA	2			1			1	1			1		8
LAGOÃO	2			1			1	1	1		1	2	9
LAJEADO	2		1	1		1	1	1					7
LAJEADO DO BUGRE			1	1	1	2	1	1		1	1	1	10
LAVRAS DO SUL			1	1			1	1			1	1	6
LIBERATO SALZANO	2		1	1		2	2			2	1	1	12

Fonte: Brasil (2013)

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

MAÇAMBARÁ							2	1	1					1	6
MACHADINHO	2			1	1		1	2	2					1	14
MAMPITUBA									1						1
MANOEL VIANA				1	1		1	2	1	1	1			1	10
MARATÁ										1					1
MARAU	2			1	1		1		1	1				1	9
MARCELINO RAMOS	2							2	2				2	1	3
MARIANA PIMENTEL										1					2
MARIANO MORO	2			1	1			2	1	1			2	1	1
MARQUES DE SOUZA										1	1				12
MATA							1	1	1	1					3
MATO CASTELHANO				1	1				1	1					1
MATO LEITÃO				1	1				1	1					6
MATO QUEIMADO								2	1	1				1	6
MAXIMILIANO DE ALMEIDA	2			1	1			2	2				2	2	13
MINAS DO LEÃO										1					1
MIRAGUAÍ	2			1	1			2	1	1			1	1	11
MONTAURI	2								1	1			1	1	7
MONTE ALEGRE DOS CAMPOS									1	1			1		4
MONTE BELO DO SUL										1					1
MONTENEGRO										1					1
MORMAÇO			1			1		2		1				1	7
MORRO REDONDO							1			1	1	1			5
MORRO REUTER										1					1
MOSTARDAS										1					1
MUÇUM	2									1	1				5
MUITOS CAPÕES							1			1	1			1	5
MULITERNO				1		1				1	1				6
NÃO-ME-TOQUE	2		1	1		1		2	1	1					10
NICOLAU VERGUEIRO				1		1		2		1					7
NONOAI	2		1	1		1	1	1	1	1			2	1	15
NOVA ALVORADA				1	1				1	1			1	1	7
NOVA ARAÇÁ	2									1					4
NOVA BASSANO	2			1						1					5
NOVA BOA VISTA							1			1	1				6
NOVA BRÉSCIA	2									1	1				5
NOVA CANDELÁRIA									1	1	1				6
NOVA ESPERANÇA DO SUL	2			1		1		2	1	1					9
NOVA PÁDUA										1					1
NOVA PALMA	2		1	1		1			1	1					8
NOVA PETRÓPOLIS										1					1
NOVA PRATA	2		1	1						1	1				7
NOVA RAMADA							1	1		1	1				7
NOVA ROMA DO SUL										1					1
NOVA SANTA RITA											1				1
NOVO BARREIRO			1	1			1	1	1	1			2	1	10

Fonte: Brasil (2013)

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

NOVO CABRAIS							2	1	1				1		5
NOVO HAMBURGO															1
NOVO MACHADO						1	2	1	1				1	1	8
NOVO TIRADENTES			1	1			1	2	1				2	1	11
NOVO XINGU							2	1	1				1	1	7
OSÓRIO									1						1
PAIM FILHO	2		1	1		1	2	2					1	1	12
PALMARES DO SUL									1						1
PALMEIRA DAS MISSÕES	2		1		1		2	1	1				1	1	10
PALMITINHO	2		1	1			2	1	1	1			1	1	12
PANAMBI	2		1	1		1	2	1	1				1		11
PANTANO GRANDE									1	1					1
PARAÍ	2								1						3
PARAÍSO DO SUL			1	1					1	1					5
PARECI NOVO										1					2
PAROBÉ															1
PASSA SETE							1	2	1	1			2		8
PASSO DO SOBRADO				1			2	1	1				1	1	8
PASSO FUNDO			1	1					1				1		5
PAULO BENTO									1	1			1		4
PAVERAMA	2								1	1					5
PEDRAS ALTAS									1				1	1	4
PEDRO OSÓRIO	2								1	1			1	1	7
PEJUÇARA	2					1	2	1	1				2		10
PELOTAS						1			1	1					3
PICADA CAFÉ										1					1
PINHAL	2			1		1	2	1	1				2	1	12
PINHAL DA SERRA							2	1	1				1		6
PINHAL GRANDE			1	1		1	2	1	1						8
PINHEIRINHO DO VALE							2	1	1	1			1	1	8
PINHEIRO MACHADO	2								1	1	1		1	1	8
PIRAPÓ	2			1		1	2	1	1				1		10
PIRATINI	2	1	1	1		1			1	1	1		1	1	12
PLANALTO	2			1			2	1	1				2	1	11
POCO DAS ANTAS									1	1					2
PONTÃO								2	2				1		7
PONTE PRETA				1				2					2	2	1
PORTÃO										1					9
PORTO LUCENA	2						1	1	1				1		10
PORTO MAUÁ						1	2	1	1				1		8
PORTO VERA CRUZ						1	2	1	1				1		8
PORTO XAVIER	2		1		1	1	2	1	1				1		12
POUSO NOVO	2		1	1		1			1	1					8
PROGRESSO	2		1	1					1	1			1	1	9
PROTÁSIO ALVES				1					1						3
PUTINGA	2		1	1		1			1	1			1	1	10

Fonte: Brasil (2013)

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

QUARAÍ			1	1		1	1	2	1	1		1				8
QUATRO IRMÃOS					1	1		2	1	1		1			1	6
QUEVEDOS					1	1		2	1	1					1	8
QUINZE DE NOVEMBRO	2			1	1		1	2	1	1	1	1			1	12
REDENTORA	2			1	1			2	1	1	1	1			1	11
RELVADO	3								1	1	1				1	7
RESTINGA SECA			1	1					1	1					1	5
RIO DOS ÍNDIOS				1				2	1	1	2	1			1	9
RIO GRANDE						1				1			1			3
RIO PARDO	2							2	1	1		1			1	8
RIOZINHO										1						1
ROCA SALES	2		1	1					1	1					1	7
RODEIO BONITO	2			1			1	1	1	1	2	1	1	1		11
ROLADOR								2	1	1		1			1	6
ROLANTE						1				1					1	3
RONDA ALTA	2			1			1	2	1	1		1			1	10
RONDINHA	2			1				2	2			1	1	1		10
ROQUE GONZALES	2			1			1	2	1	1	1	2			1	12
ROSÁRIO DO SUL						1			1	1				1	2	6
SAGRADA FAMÍLIA			1	1				1	1	1		1	1		1	8
SALDANHA MARINHO	2		1	1		1	1	2	1	1		1			1	12
SALTO DO JACUÍ	2					1	1	2	1	1		1	2		1	12
SALVADOR DAS MISSÕES				1			1	1	1	1					1	8
SALVADOR DO SUL	2									1						3
SANANDUVA	2		1	1		1		2	1	1		2			1	12
SANTA BÁRBARA DO SUL	2		1	1			1	2	1	1		1		1		11
SANTA CECÍLIA DO SUL									2			1				3
SANTA CLARA DO SUL			1	1						1	1				1	5
SANTA CRUZ DO SUL			1	1				2	1	1		1	1	1		8
SANTA MARGARIDA DO SUL						1	1			1					1	3
SANTA MARIA			1	1			1	1		1	1	1			1	8
SANTA MARIA DO HERVAL										1			1			2
SANTA ROSA	2						1	2	1	1		1	1		1	10
SANTA TEREZA					1					1					1	3
SANTA VITÓRIA DO PALMAR										1						1
SANTANA DA BOA VISTA	2	1		1					1	1				1	2	9
SANT'ANA DO LIVRAMENTO									1	1		1	1	1	2	6
SANTIAGO	2			1			1	1	1	1		1			1	10
SANTO ÂNGELO	2			1		1		2	1	1		1			1	10
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA										1						1
SANTO ANTÔNIO DAS MISSÕES	2				1		1	2	1	1		2	1		1	12
SANTO ANTÔNIO DO PALMA					1	1			1	1		1			1	7
SANTO ANTÔNIO DO PLANALTO									1	1	1	1			1	5
SANTO AUGUSTO	2	1		1	1			2	1	1		1	1		1	12
SANTO CRISTO	2						1	2	1	1		1	1		1	10
SANTO EXPEDITO DO SUL				1			1	2	2			1			1	8

Fonte: Brasil (2013)

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

SÃO BORJA			1			1	1	1	1	1			1	1	1	9
SÃO DOMINGOS DO SUL	2		1				1	1	1	1			1	1	1	6
SÃO FRANCISCO DE ASSIS	2	1													1	8
SÃO FRANCISCO DE PAULA										1				1		2
SÃO GABRIEL	2		1						1	1	1				1	7
SÃO JERÔNIMO										1				1		3
SÃO JOÃO DA URTIGA	2		1			1	2	2					1		1	10
SÃO JOÃO DO POLÉSINE										1				2		3
SÃO JORGE	2		1	1						1				2		1
SÃO JOSÉ DAS MISSÕES						1		1	1	1			1	1	1	7
SÃO JOSÉ DO HERVAL	2								1	1			1	1	1	7
SÃO JOSÉ DO INHACORÁ			1	1				2	1	1			1	1	1	9
SÃO JOSÉ DO NORTE	2					1				1					1	5
SÃO JOSÉ DO OURO	2		1	1		1		2	1	1				1	1	11
SÃO JOSÉ DO SUL								2	1	1						4
SÃO LEOPOLDO															1	1
SÃO LOURENÇO DO SUL	2		1	1		1			1	1						7
SÃO LUIZ GONZAGA				1		1		2	1	1			2		1	9
SÃO MARCOS										1						1
SÃO MARTINHO	2		1	1				2	1	1			1		1	10
SÃO MARTINHO DA SERRA				1		1		2	1	1					1	7
SÃO MIGUEL DAS MISSÕES	1		1			1		2	1	1			1		1	9
SÃO NICOLAU	1		1			1		1	1	1			1		2	9
SÃO PAULO DAS MISSÕES	2		1			1		2	1	1			1	1	1	11
SÃO PEDRO DA SERRA										1						1
SÃO PEDRO DAS MISSÕES								2	1	1			1	1	1	7
SÃO PEDRO DO BUTIÁ			1			1	1	2	1	1				1	1	9
SÃO PEDRO DO SUL								2	1	1					1	5
SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ										1						1
SÃO SEPÉ			1						1	1					1	4
SÃO VALENTIM	2		1			1	1	2	1	1			1		1	11
SÃO VALENTIM DO SUL									1	1				1		3
SÃO VALÉRIO DO SUL			1					2	1	1			1	1		8
SÃO VICENTE DO SUL	2		1	1		1		2	1	1			1			11
SARANDI	2								1	1				1		6
SEBERI	2		1	1		1		2	1	1			2	1	1	13
SEDE NOVA	2							2	1	1			1		1	8
SEGREDO	2			1		1		2	1	1			1		1	10
SELBACH	2			1		1	1	1	1	1			1	2	1	12
SENADOR SALGADO FILHO							1	2	1	1			1	1	1	8
SENTINELA DO SUL										1						1
SERAFINA CORRÉA	2			1						1					1	5
SÉRIO			1	1						1						3
SERTÃO	2					1	1	2	1	1			1		1	10
SERTÃO SANTANA										1						1
SETE DE SETEMBRO						1		2	1	1			2	1	2	10

Fonte: Brasil (2013)

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

SEVERIANO DE ALMEIDA	2		1	1		2	2		2	1		2	13
SILVEIRA MARTINS	2						1	1				1	5
SINIMBU							1	1				1	4
SOBRADINHO	2		1		1	2	1	1		1		1	10
SOLEDADE	2				1	2	1	1		1		1	10
TABAÍ							1					1	2
TAPEJARA	1		1			2	2			1		1	8
TAPERÁ	2		1			2	1	1	1	1		1	10
TAPES								1					1
TAQUARA								1				1	2
TAQUARI			1	1				1		1		1	5
TAQUARUÇU DO SUL	2		1	1		2	1	1	1	1		1	11
TAVARES							1		1		1		3
TENENTE PORTELA	2			1		2	1	1		1	1	1	10
TEUTÔNIA	2				1	2	1	1				1	8
TIO HUGO						2	1	1		1	1		7
TIRADENTES DO SUL						2	1	1		1	1	4	10
TOROPÍ						1	1	1				1	4
TORRES							1						1
TRAVESSEIRO							1	1		1		1	4
TRÊS ARROIOS	2					2	2		1	1		1	9
TRÊS DE MAIO	2		1	1	1	2	1	1		1	1	1	12
TRÊS PALMEIRAS	2		1	1	1	2	1	1		2	1	2	14
TRÊS PASSOS	2			1		2	1	1		1	1	1	10
TRINDADE DO SUL	2		1	1	1	2	1	1		2	1	1	13
TRIUNFO								1					1
TUCUNDUVA	2						1	1		1	1	1	7
TUNAS	2		1		1	2	1	1		1		1	10
TUPANCI DO SUL			1	1		1	2			1		1	7
TUPANCIRETÃ	2		1	1	2	2	1	1			1	1	12
TUPANDI	2						1						3
TUPARENDI	2		1	1	1	1	1	1		2	1	1	12
TURUÇU					1		1	1					3
UBIRETAMA					1	1	1	1		1	1	2	9
UNIÃO DA SERRA			1	1	1		1	1				1	6
UNISTALDA						1	2	1	1		1		9
URUGUAIANA							2		1				3
VACARIA								1	1			1	4
VALE DO SOL			1	1				1	1			1	6
VALE VERDE									1	1		1	3
VANINI	2						1	1			1	1	6
VENÂNCIO AIRES				1			1	1			1	1	5
VERA CRUZ							1	1			1		5
VERANÓPOLIS								1				1	2
VESPASIANO CORREA							1	1				1	3

Fonte: Brasil (2013)

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

VIADUTOS	2		1	1			2	2	1			1	1		2	12
VIAMÃO																1
VICENTE DUTRA	2		1	1			1	1	1				1		1	10
VICTOR GRAEFF	2		1	1		1		2	1	1					1	9
VILA FLORES										1					1	2
VILA LÂNGARO						1	1	2	1	1			1		1	8
VILA MARIA	2		1	1		1			1	1			1	1		9
VILA NOVA DO SUL							2		1	1		1			1	6
VISTA ALEGRE	2		1				2		1	1	1	1	1	1		12
VISTA ALEGRE DO PRATA	2								1	1					1	5
VISTA GAÚCHA	2		1	1			2		1	1			1	1		11
VITÓRIA DAS MISSÕES				1		1	2		1	1			2		1	9
WESTFALIA							2		1	1					1	5

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

CPTEC – CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Ocorrência de El Niño**. 2013. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml>. Acesso em: 26 jul. 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.

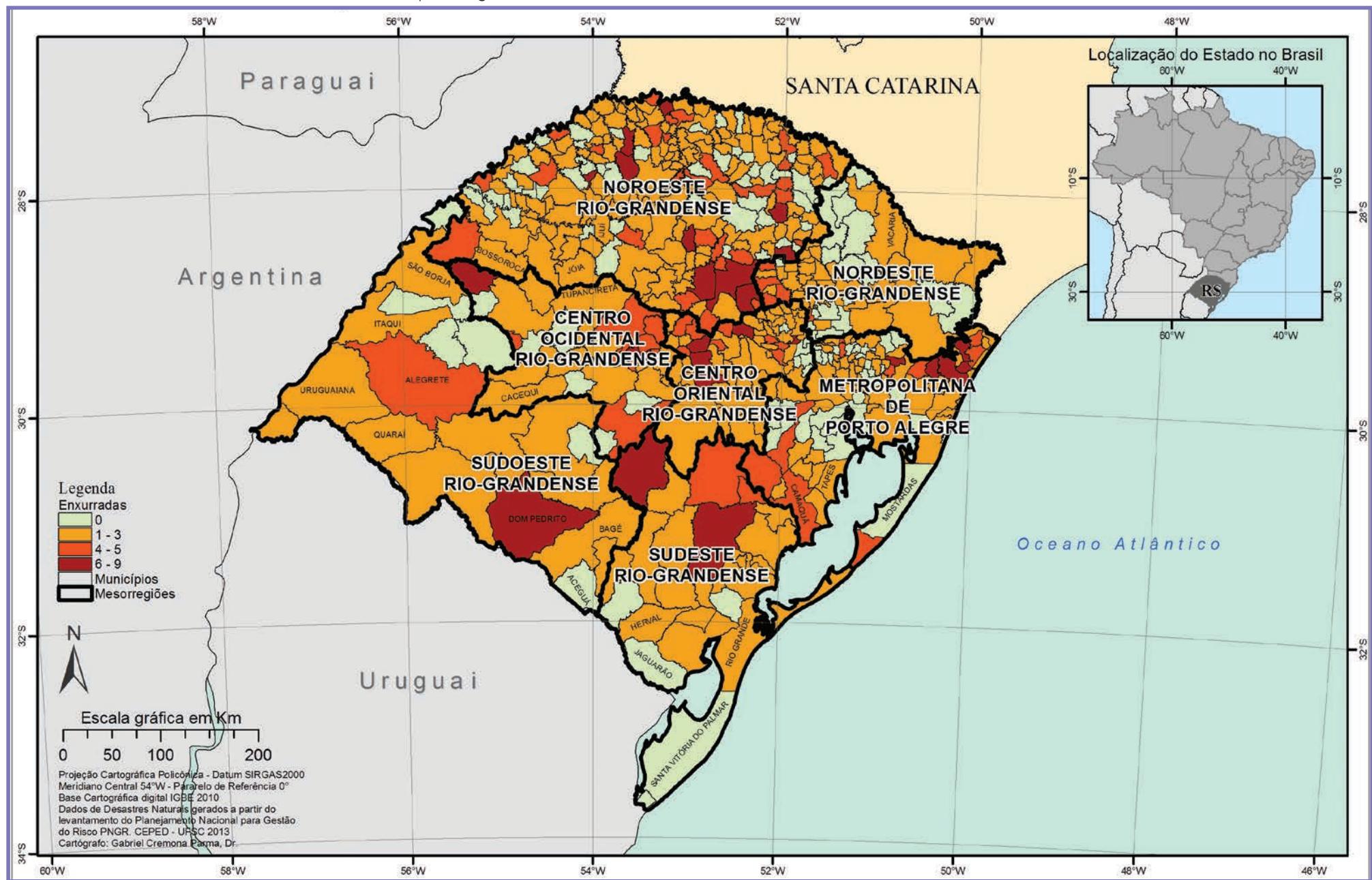
HERRMANN, M. L. P. et al. Frequência dos Desastres Naturais no Estado de Santa Catarina no Período de 1980 a 2007. In: ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 1., 2009, Montevidéu – Uruguai. **Anais...** Uruguai: [s.n.], 2009. Disponível em: <http://egal2009.easyplanners.info/area07/7254_Maria_Lucia_Maria_Lucia_de_Paula_Herrmann.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2013.

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

PARMEZANI, J. M. et al. Associação entre ZCAS e a ocorrência de El Niño e La Niña. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s. n.], 1998. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/13-879946ab30aec9d0f49591c8b4420a58.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2013.

ENXURRADA

Mapa 3: Registros de enxurradas no Estado do Rio Grande do Sul 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.

Diversos são os termos e definições utilizados para o termo enxurrada. Em inglês, o termo *flash flood* é amplamente empregado para nomeá-las (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 inundaçāo relâmpago, inundaçāo ou enchente repentina e inundaçāo brusca sendo utilizados 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; KOBİYAMA; FRANK, 2009), bem como à ciência que a aborda, pois nas ciências do solo/agronomia o termo enxurrada está muitas vezes associado ao fluxo concentrado, processos erosivos e perda de solo (ALBUQUERQUE et al., 1998; CASTRO; COGO; VOLK, 2006; BERTOL et al., 2010).

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

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

Nota-se que as definições ainda precisam amadurecer até que se chegue a uma consonância. Contudo, em relação às características, há mais consenso entre os diversos autores/pesquisadores. Montz e Grunfest (2002)

Quadro 4: Termos e definições propostos para as enxurradas

Termo	Autor	Definição
<i>Flash flood</i>	National Disaster Education Coalititon (2004)	Inundações bruscas que ocorrem dentro de 6 horas, após uma chuva, ou após a quebra de barreira ou reservatório, ou após uma súbita liberação de água armazenada pelo atolamento de restos ou gelo.
<i>Flash flood</i>	NWS/NOAA (2005)	Uma inundaçāo causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de 6 horas. Também uma quebra de barragem pode causar inundaçāo brusca, dependendo do tipo de barragem e o período de tempo decorrido.
<i>Flash flood</i>	FEMA (1981)	Inundações bruscas usualmente consistem de uma rápida elevação da superfície da água com uma anormal alta velocidade das águas, frequentemente criando uma parede de águas movendo-se canal abaixo ou pela planície de inundaçāo. As inundações bruscas geralmente resultam da combinação de intensa precipitação, numa área de inclinações íngremes, uma pequena bacia de drenagem, ou numa área com alta proporção de superfícies impermeáveis.
<i>Flash flood</i>	Choudhury et al. (2004)	Inundações bruscas são inundações de curta vida e que duram de algumas horas a poucos dias e originam-se de pesadas chuvas.
<i>Flash flood</i>	IAHS-UNESCO-WMO, (1974)	Súbitas inundações com picos de descarga elevados, produzidos por severas tempestades, geralmente em uma área de extensão limitada.
<i>Flash flood</i>	Georgakakos (1986)	Operacionalmente, inundações bruscas são de fusão curta e requerem a emissão de alertas pelos centros locais de previsão e aviso, preferencialmente aos de Centros Regionais de Previsão de Rios.
<i>Flash flood</i>	Kömürkü et al. (1998)	Inundações bruscas são normalmente produzidas por intensas tempestades convectivas, numa área muito limitada, que causam rápido escoamento e provocam danos enquanto durar a chuva.
Inundação Brusca ou Enxurrada	Castro (2003)	São provocadas por chuvas intensas e concentradas em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por súbitas e violentas elevações dos caudais, que se escoam de forma rápida e intensa.
<i>Flash flood</i>	Kron (2002)	Inundações bruscas geralmente ocorrem em pequenas áreas, passado apenas algumas horas (às vezes, minutos) das chuvas, e elas têm um inacreditável potencial de destruição. Elas são produzidas por intensas chuvas sobre uma pequena área.

Fonte: Goerl e Kobiyama (2005)

enumeram os seguintes atributos das enxurradas: ocorrem de maneira súbita, com pouco tempo de alerta; seu deslocamento é rápido e violento, resultando em muitas perdas de vida bem como em danos à infraestrutura e propriedades; sua área de ocorrência é pequena; geralmente estão associadas 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 ocorrerem em áreas ou bacias hidrográficas pequenas e declivosas, com baixa capacidade de infiltração ou solos rasos que saturam rapidamente ou, ainda, em locais urbanizados (TUCCI; COLLISCHOON, 2006; SUN; ZHANG; CHENG, 2012). Atualmente, devido à redução da capacidade de infiltração associada à urbanização irregular ou sem planejamento, as enxurradas têm se tornado frequentes em diversos centros urbanos, 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 órgãos governamentais ligados à temática dos desastres naturais. A maior parte dos sistemas de alerta atuais está focada em eventos ou fenômenos com um considerável tempo de alerta, sendo que os fenômenos súbitos ainda carecem de sistemas de alerta efetivos (HAYDEN et al., 2007). Borga et al. (2009) e Georgakakos (1986) sugerem que o sistema de alerta para enxurradas deva ser em escala local, pois os fenômenos meteorológicos 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 em que este sistema de alerta local deve ser implementado, demonstrando a importância da correta identificação do fenômeno e consequentemente o seu correto registro.

Figura 2: Sistema viário comprometido por enxurrada no Estado do Rio Grande do Sul



Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio Grande do Sul (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, estas características indicam os locais mais susceptíveis à sua ocorrência, já que elas podem ocorrer em qualquer local.

O Estado do Rio Grande do Sul possui **1.006 registros oficiais** de enxurradas severas caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 3 apresenta a distribuição espacial destas ocorrências no território gaúcho.

A mesorregião Noroeste Rio-Grandense foi a mais afetada, com 44% dos desastres, seguida das mesorregiões Metropolitanas de Porto Alegre e

Centro Oriental Rio-Grandense, com 17% e 13%, respectivamente. As demais mesorregiões do estado registraram entre 8% e 4% das enxurradas. Nota-se pelo Mapa 3 que, de maneira geral, as mesorregiões mais afetadas possuem uma maior quantidade de municípios. Dessa maneira, a maior frequência de desastres pode estar associada a questões territoriais e administrativas, não necessariamente a condicionantes físicos de uma determinada mesorregião.

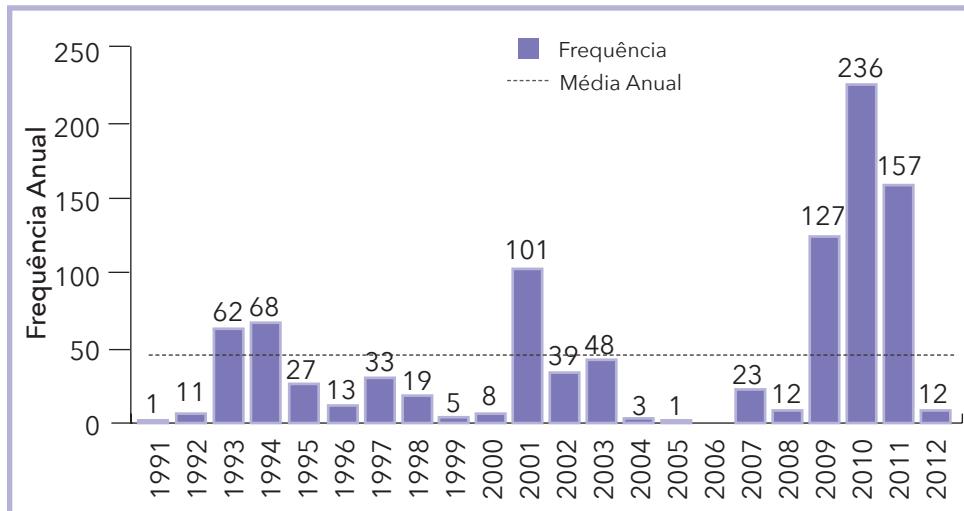
Dos 496 municípios gaúchos, 76% registraram pelo menos 1 ocorrência de enxurrada. Fontoura Xavier e Maquiné apresentaram a maior frequência, com 9 enxurradas severas registradas nos 22 anos analisados. Caçapava do Sul e Espumoso registraram 8 eventos. Boqueirão do Leão, Candelária, Coronel Bicaco, Igrejinha, Soledade, Três Forquilhas registraram 7 eventos. Os demais municípios registraram entre 6 e 1 evento. A capital Porto Alegre não registrou nenhuma enxurrada.

Fontoura Xavier é o 155º município em termos populacionais do estado, com pouco mais de 10 mil habitantes. Maquiné ocupa a 207ª posição, com aproximadamente 7 mil habitantes. Dos demais municípios que apresentaram maior frequência, nenhum ultrapassa os 35 mil habitantes (IBGE, 2011). Assim, não apenas os fatores antrópicos, como o número de habitantes, devem ser levados em conta ao se analisar as enxurradas. Fatores físicos, como o relevo e características das bacias hidrográficas, também devem ser considerados, pois nem sempre os municípios mais populosos apresentam a maior frequência de enxurradas.

Ao se analisar a frequência anual (Gráfico 4), observa-se que entre 1991 e 2001, apenas três anos excederam a média anual de registros de enxurradas: 1993, 1994 e 2001. Já entre os anos de 2002 e 2012, o início do período teve uma redução das ocorrências, até 2006, com ausência de registros. Os anos de 2009, 2010 e 2011 tiveram a maior frequência para os 22 anos, com destaque para 2010, quando ocorreram 236 enxurradas, das quais 45% foram registradas apenas em janeiro.

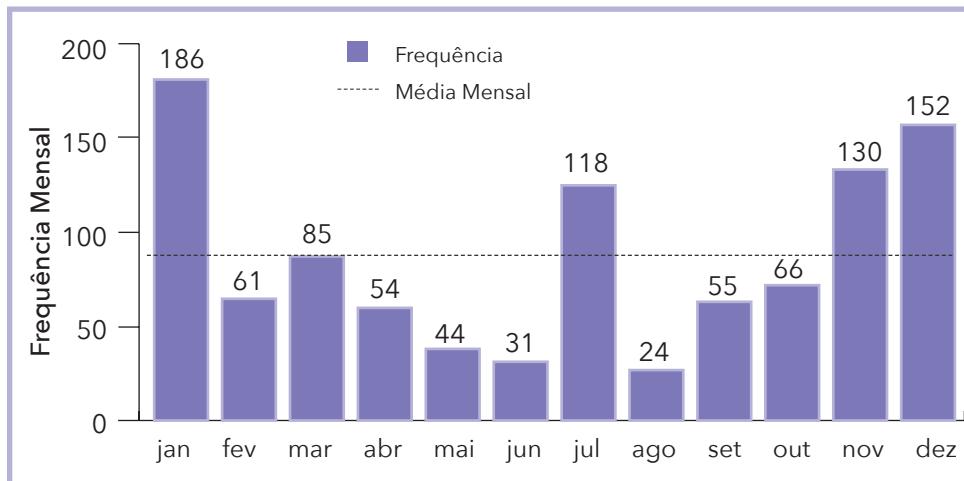
Em relação à frequência mensal (Gráfico 5), janeiro, julho, novembro e dezembro se destacaram com registros acima da média. Conforme Saito e Susem (2011), o período de novembro de 2009 a janeiro de 2010 foi marcado por episódios de intensas e prolongadas precipitações que provocaram inundações bruscas e graduais no Rio Grande do Sul. De fato, 57% das enxurradas ocorridas em janeiro foram em 2010. Fato semelhante ocorre nos

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



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 5: Frequência anual de desastres por enxurradas no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012

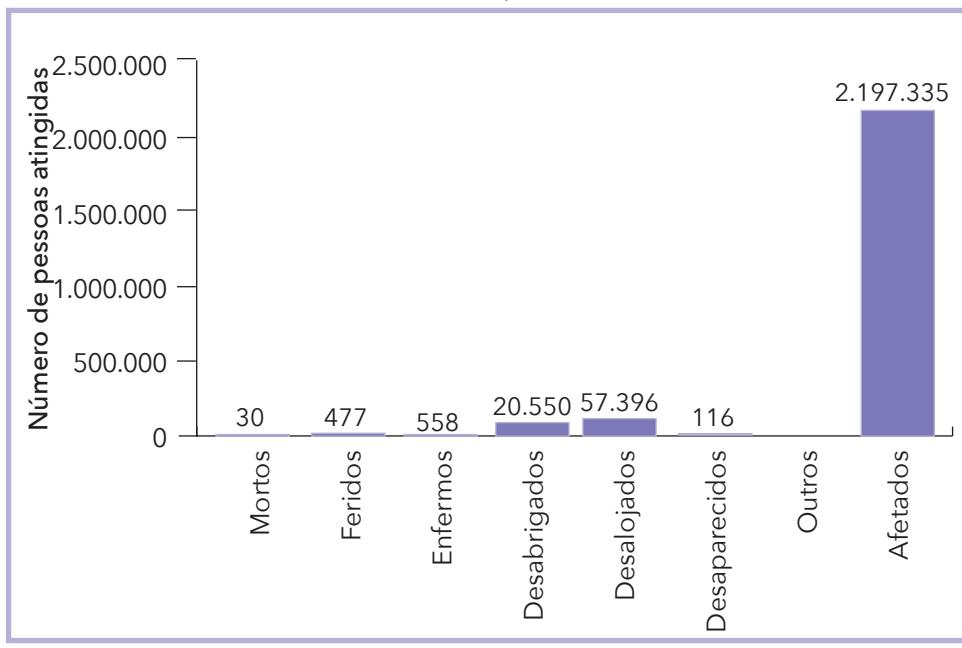


Fonte: Brasil (2013)

meses de novembro e dezembro, nos quais 58% e 49% estão associados às excessivas precipitações de 2009.

Os eventos de enxurrada no Rio Grande do Sul durante o período analisado afetaram 2.197.335 pessoas, deixando 20 mil desabrigadas e 57 mil desalojadas e ocasionando ainda 30 falecimentos (Gráfico 6). Aproximadamente 38% das pessoas afetadas estão associadas aos eventos ocorridos no final de 2009 e início de 2010.

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



Fonte: Brasil (2013)

Os principais municípios em relação às pessoas afetadas são apresentados na Tabela 8. Em 2007, 96% da população de Caxias do Sul foi afetada pelas enxurradas, pois conforme o relatório de danos emitido pelo município todas as áreas urbanas e rurais foram atingidas. De maneira semelhante, o número de pessoas afetadas em Taquara, em 2009, excedeu os 101% de seus habitantes (evento cíclico). Em Igrejinha, 106% da população foram consideradas afetadas pelas enxurradas de 2010. Segundo o relatório de danos deste município, o abastecimento de energia elétrica foi interrompido durante 1 dia, fato este que levou mais que toda a população a ser considerada "afetada".

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

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Desalojados	Afetados
2007	Caxias do Sul	Nordeste Rio-Grandense	-	-	420.993
2009	Taquara	Metropolitana de Porto Alegre	-	36	55.473
2010	Santa Maria	Centro Ocidental Rio-Grandense	187	-	49.043
2011	Rio Grande	Sudeste Rio-Grandense	6	-	41.846
2007	Caçapava do Sul	Sudeste Rio-Grandense	-	-	34.448
2010	Tramandaí	Metropolitana de Porto Alegre	5	60	33.800
2010	Igrejinha	Metropolitana de Porto Alegre	100	13.333	33.551
2011	Sapiranga	Metropolitana de Porto Alegre	-	-	30.000
2009	Sapucaia do Sul	Metropolitana de Porto Alegre	41	481	30.000
2007	Caxias do Sul	Nordeste Rio-Grandense	-	-	420.993

Fonte: Brasil (2013)

radas afetadas pelas enxurradas de 2010. Segundo o relatório de danos deste município, o abastecimento de energia elétrica foi interrompido durante 1 dia, fato este que levou mais que toda a população a ser considerada "afetada".

Os onze municípios que registraram falecimentos devido às enxurradas são apresentados na Tabela 9. São Lourenço do Sul registrou 7 falecimentos e Fontoura Xavier 6. Nota-se que a maior parte dos falecimentos foi ocasionada pelas enxurradas de 2010, demonstrando a magnitude e severidade destes eventos.

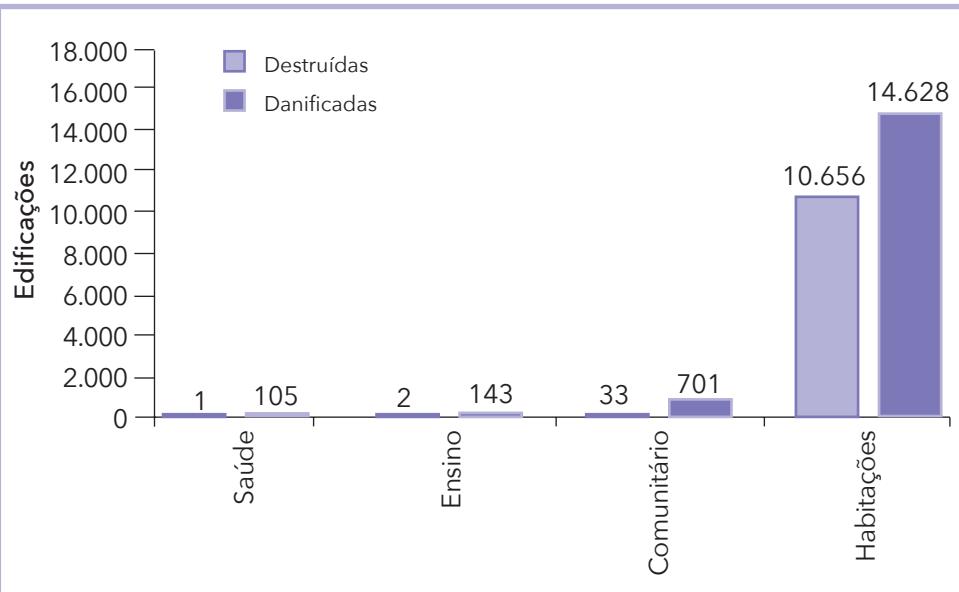
Tabela 9: Mortes relacionadas aos eventos mais severos (1991-2012)

Ano	Município	Desabrigados	Desalojados	Mortos	Afetados
2011	São Lourenço do Sul	15.000	360	7	15.000
2010	Fontoura Xavier	-	-	6	6.500
2003	Novo Cabrais	50	0	4	180
2010	Agudo	3	100	3	103
2010	Candelária	117	5.225	2	17.660
2010	Barros Cassal	45	85	2	6.500
2007	Erechim	0	60	2	500
2010	Três Coroas	80	340	1	23.000
2010	Espumoso	-	-	1	6.399
2007	Morrinhos do Sul	-	1	1	3.538
2011	São Leopoldo	40	80	1	280

Fonte: Brasil (2013)

O Gráfico 7 apresenta os prejuízos registrados no estado, em que as edificações mais afetadas foram as habitações, com mais de 14 mil danificadas e 10 mil destruídas, em sua maioria associadas às enxurradas de 2009 e 2010. Observa-se o elevado número de edificações de saúde e de ensino danificadas. Escolas tendem a ser locais de abrigo durante eventos extremos e postos de saúde, bem como os hospitais, ficam sobrecarregados devido ao alto número de pessoas afetadas. Assim, a escolha dos locais para a construção de escolas, bem como postos de saúde e outros serviços essenciais, deve sempre levar em consideração se são ou não áreas susceptíveis a ocorrências de enxurradas ou outros tipos de eventos extremos.

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



Fonte: Brasil (2013)

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 refere-se às habitações, com destaque para o município de Imbé, onde 99% das edificações danificadas são habitações.

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

Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2010	Imbé	Metropolitana de Porto Alegre	23	1.588	1.611
2009	Parobé	Metropolitana de Porto Alegre	900	502	1.402
2010	Tupanciretã	Centro Ocidental Rio-Grandense	630	502	1.132
2009	Maquiné	Metropolitana de Porto Alegre	488	530	1.018
2009	Lindolfo Collor	Metropolitana de Porto Alegre	661	323	984

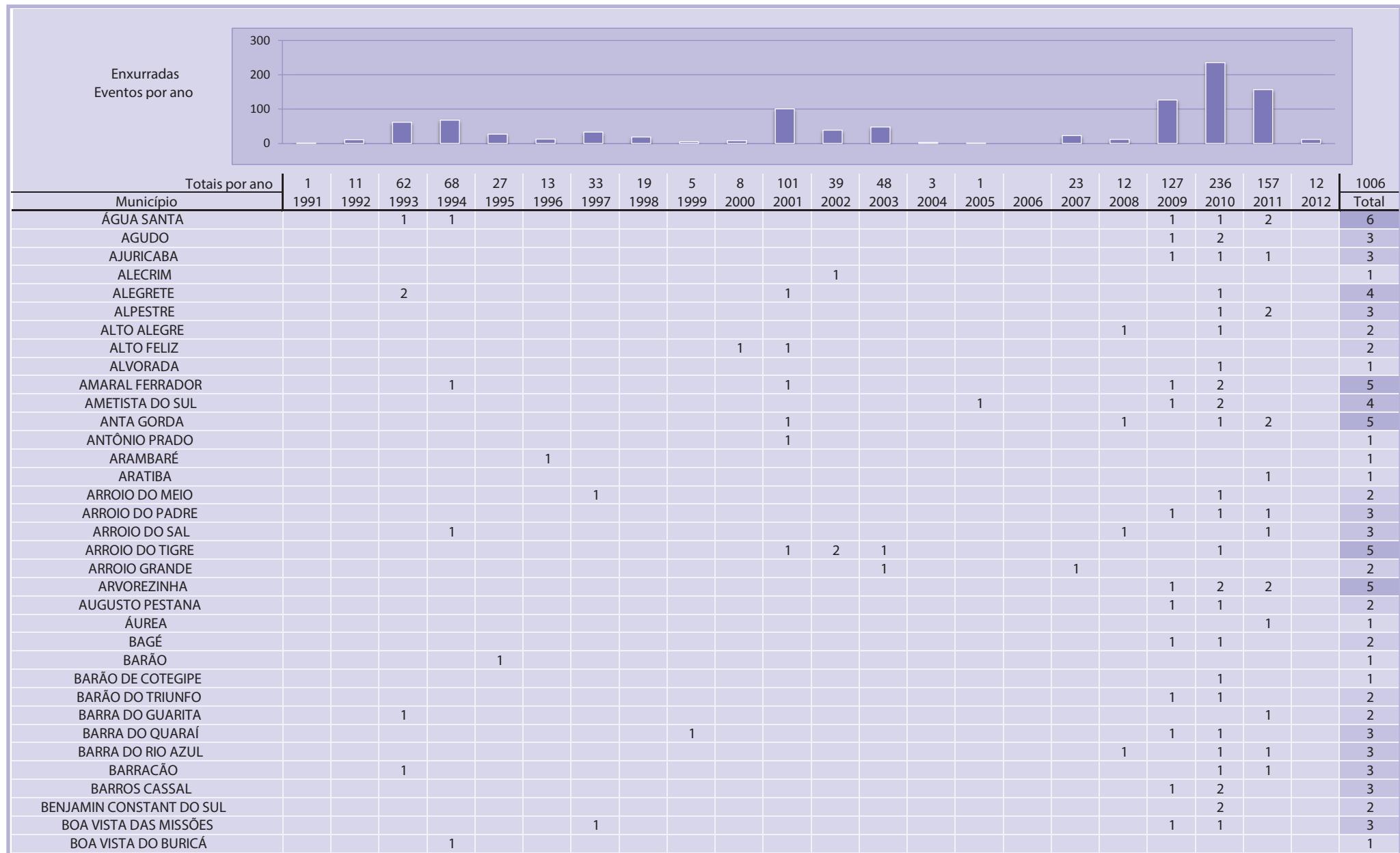
Fonte: Brasil (2013)

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

No Estado do Rio Grande do Sul, apesar da elevada frequência em alguns municípios, poucos estudos têm sido feitos sobre esta 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 enxurrada no Estado do Rio Grande do Sul durante o período em análise.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

COLINAS						2					1	2	1		6
COLORADO		1	1				1					2	1		6
CONDOR											1	1	1		3
CONSTANTINA											1	1	1		3
COQUEIRO BAIXO															1
COQUEIROS DO SUL				1										1	2
CORONEL BICACO		1	1		1	1	1					1	1		7
COTIPORÃ							1	1						1	3
CRISTAL			1				1							1	3
CRISTAL DO SUL											1	1	1		3
CRUZ ALTA											1	1			2
CRUZALTENSE														1	1
CRUZEIRO DO SUL		1	1				1						1	1	5
DAVID CANABARRO													1		1
DERRUBADAS														1	1
DOIS LAJEADOS							1						1		2
DOM FELICIANO								1				1	2	1	5
DOM PEDRITO		1	1	1				1				1	1		6
DOM PEDRO DE ALCÂNTARA								1					1		2
DONA FRANCISCA			1					1	1					1	4
DOUTOR MAURÍCIO CARDOSO		1										1	2		4
DOUTOR RICARDO							1								1
ENCANTADO							1							1	2
ENCRUZILHADA DO SUL		1	1					1				1	1		5
ENGENHO VELHO												1	1	1	3
ENTRE RIOS DO SUL														1	1
ENTRE-IJUIS									1			1	1		3
ERECHIM														1	2
ERNESTINA								1					1		2
ERVAL GRANDE		1											1	1	3
ERVAL SECO												1	1	1	3
ESMERALDA		1													1
ESPERANÇA DO SUL									1						1
ESPUMOSO		1	1		1			1	1			1	2		8
ESTAÇÃO		1			1		1								3
ESTÂNCIA VELHA								1							1
ESTEIO									1			1	1	1	4
ESTRELA								1							1
ESTRELA VELHA								1						1	2
EUGÉNIO DE CASTRO			1												1
FAGUNDES VARELA								1						1	2
FAXINAL DO SOTURNO		1			1			2				1	1		6
FLORES DA CUNHA												1			1
FONTOURA XAVIER								1	1			1	2	3	1
FORQUETINHA								1					2	1	4
FORTALEZA DOS VALOS		1	1			1									3

Fonte: Brasil (2013)

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

FREDERICO WESTPHALEN										1	1
GARIBALDI					1					1	2
GAURAMA						1				1	2
GENERAL CÂMARA			1		1						2
GENTIL									1	1	1
GIRUÁ	1	1				1					3
GRAMADO XAVIER					1		1		1	2	5
GRAVATAÍ					1					1	2
GUABIJU	1	1									2
GUAPORÉ		1							1	1	3
GUARANI DAS MISSÕES						1			1	1	3
HARMONIA		1								1	2
HERVAL									1	1	2
HERVEIRAS					1				1	2	4
HORIZONTINA		1							1		2
HULHA NEGRA						1			1	1	3
HUMAITÁ				1							1
IBARAMA						1		1		1	3
IBIRAIARAS	1			1						1	3
IBIRAPITÁ	1	1							1	1	4
IBIRUBÁ	1	1								1	3
IGREJINHA		1				1	1		1	1	2
IJUÍ						1				2	3
ILÓPOLIS										1	1
IMBÉ		1								1	2
IMIGRANTE										1	1
INHACORÁ	1	2	1						1	1	6
IRAI	1		1				1		1	1	1
ITAARA				1			1		1	1	4
ITACURUBI	1	1		1					1	2	6
ITAPUCA									1	2	3
ITAQUI	1			1						1	3
ITATI								1		1	3
IVORÁ				1		2			1	2	6
IVOTI										1	1
JABOTICABA			1						1	1	3
JACUZINHO					1				1	2	5
JACUTINGA										1	1
JÓIA									1	2	3
JÚLIO DE CASTILHOS			1		1				1	2	5
LAGOA BONITA DO SUL						1	1			2	4
LAGOA DOS TRÊS CANTOS	1	1				1					3
LAGOÃO						1	1		1	1	4
LAJEADO	1					1			1		4
LAJEADO DO BUGRE	1						1			1	3
LAVRAS DO SUL						1			1		2

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

SAO VALENTIM		1					2		3
SÃO VALENTIM DO SUL							1		2
SÃO VENDELINO		1		1				1	4
SÃO VICENTE DO SUL							1	1	2
SAPIRANGA								1	1
SAPUCAIA DO SUL							2	1	3
SARANDI		1					1	2	1
SEBERI			1				1	1	1
SEDE NOVA			1		1		1	1	4
SEGREDO				1	1			1	5
SELBACH	1	1						1	3
SENTINELA DO SUL						1	1		1
SERAFINA CORRÉA								1	1
SÉRIO				1				1	1
SERTÃO							1	1	3
SERTÃO SANTANA					1	1		1	4
SETE DE SETEMBRO					1		1	1	3
SEVERIANO DE ALMEIDA								2	2
SILVEIRA MARTINS		1			2		1	1	5
SINIMBU					1	1		1	3
SOBRADINHO		1			1	1			3
SOLEDADE			1		1		1	1	7
TAPEJARA	1	2						1	4
TAPERÁ		1					1	1	3
TAPES							1		1
TAQUARA					1		1		2
TAQUARI					1		1	1	3
TAQUARUÇU DO SUL				1			1	1	3
TAVARES		1	1	1		1			4
TENENTE PORTELA								1	1
TERRA DE AREIA		1	1	1				2	6
TIRADENTES DO SUL	1					1			2
TORRES		1	1					1	3
TRAMANDAÍ		1						1	2
TRAVESSEIRO							1		1
TRÊS ARROIOS								1	1
TRÊS CACHOEIRAS		1			1		1	1	4
TRÊS COROAS								1	1
TRÊS DE MAIO		1	1						2
TRÊS FORQUILHAS		1	1	2			1	1	7
TRÊS PALMEIRAS	1								1
TRÊS PASSOS							1	1	2
TRINDADE DO SUL								1	2
TRIUNFO					1				1
TUCUNDUVA		1				1			1
TUNAS					1	1		1	3

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

Referências

ALBUQUERQUE, A. W. et al. Parâmetros de 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.

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

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

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.

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

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

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

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

NAKAMURA, E. T.; MANFREDINI, S. Mapeamento das áreas suscetíveis às enxurradas na Bacia do Córrego Taboão, município de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 5411-5418.

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 inundaçao. 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.

SAITO, S. M.; SUSEN, T. M. Análise dos prejuízos socioeconômicos e ambientais causados pelas inundações no Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de geologia de engenharia e ambiental, 13., São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2011.

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

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

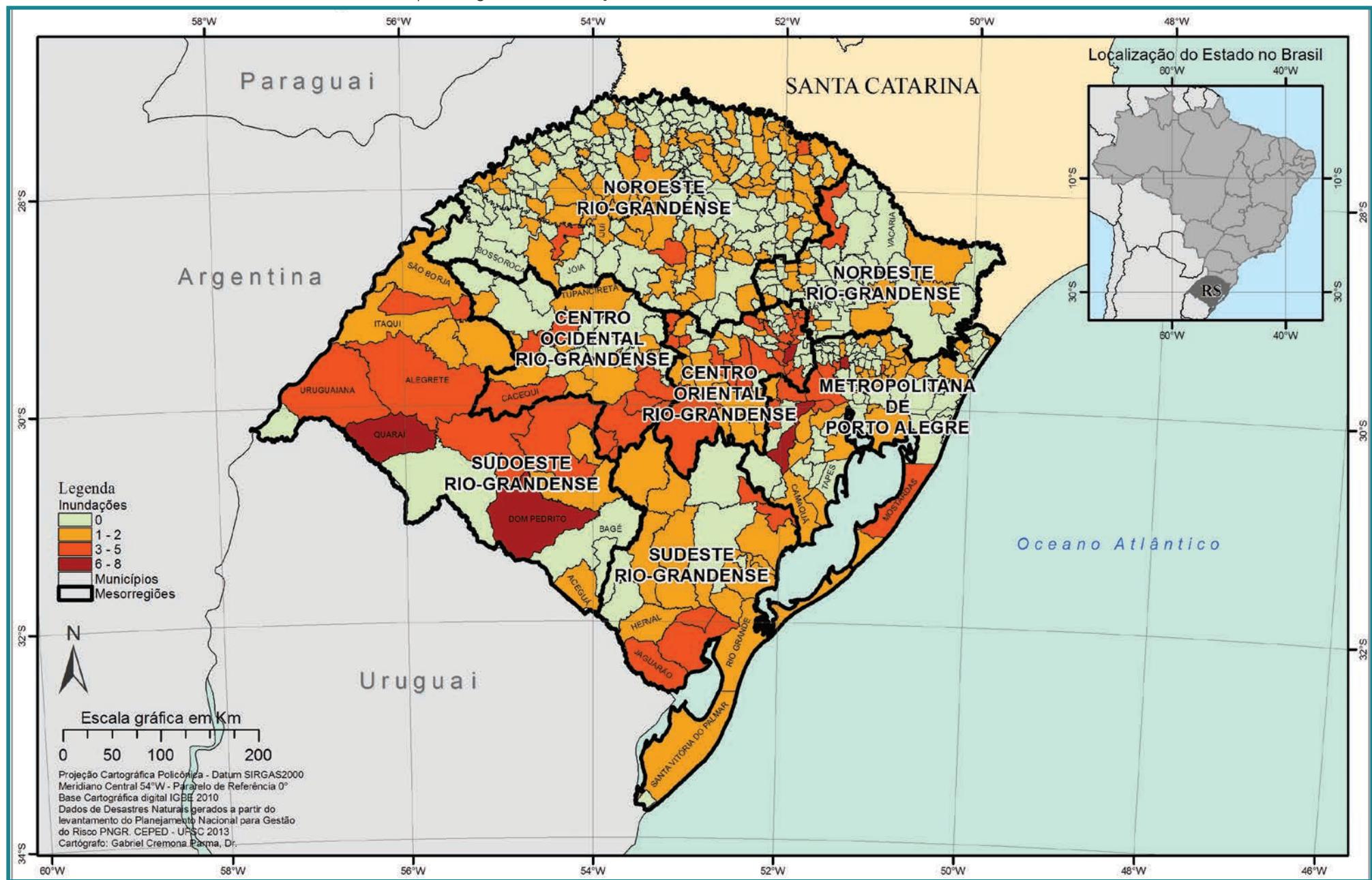
TACHINI, M.; KOBIYAMA, M.; FRANK, B. Descrição do desastres: as enxurradas. In: FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (Org.). **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: água, gente e política**. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009. p. 93-101.

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

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

INUNDAÇÃO

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



As inundações, anteriormente tituladas 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.

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 acontecem quando o fluxo de água em um trecho do rio é superior à capacidade de drenagem de sua calha normal, e então ocorre o transbordamento do corpo hídrico e a água passa a ocupar a área do seu leito maior (TUCCI, 1993; LEOPOLD, 1994).

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

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

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

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

Quadro 5: Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais

Termo	Autor	Definição
Flood	NFIP (2005)	Uma condição geral ou temporária de parcial ou completa inundaçao de dois ou mais acres de uma terra normalmente ou de duas ou mais propriedades (uma das quais é a sua propriedade), proveniente da inundaçao de águas continentais ou oceânicas.
Flood	NATIONAL DISASTER EDUCATION COALITION (2004)	Inundações ocorrem nas chamadas planícies de inundaçao, 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 inundaçao 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)	Inundaçao 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 inundaçao.
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 inundaçao 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)

A magnitude das inundações geralmente é intensificada por variáveis climatológicas de médio e longo prazo e pouco influenciáveis por variações diárias de tempo. Relaciona-se muito mais com períodos demorados de chuvas contínuas do que com chuvas intensas e concentradas. Em condições naturais, as planícies e fundos de vales estreitos apresentam lento escoamento superficial das águas das chuvas, e nas áreas urbanas estes fenômenos são intensificados por alterações antrópicas, como a impermeabilização do solo e a retificação e o 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, a qual, quando é pequena, a população despreza a sua ocorrência, e não percebe que vai 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 visto como um desastre.

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

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

No Estado do Rio Grande do Sul foram feitos **413 registros oficiais** de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 4 mostra a distribuição espacial desses registros no território gaúcho. A Mesorregião Noroeste Rio-Grandense apresenta o maior número de ocorrências, um total de 110 registros, que representam 27% dos desastres no estado. Isso ocorre pelo fato de esta mesorregião possuir um grande número de municípios, se comparada às demais mesorregiões. Embora seja

a mais afetada pelo total de registros, observa-se no Mapa 4 que os setores centrais e sudoeste são os que apresentam mais recorrências de inundações.

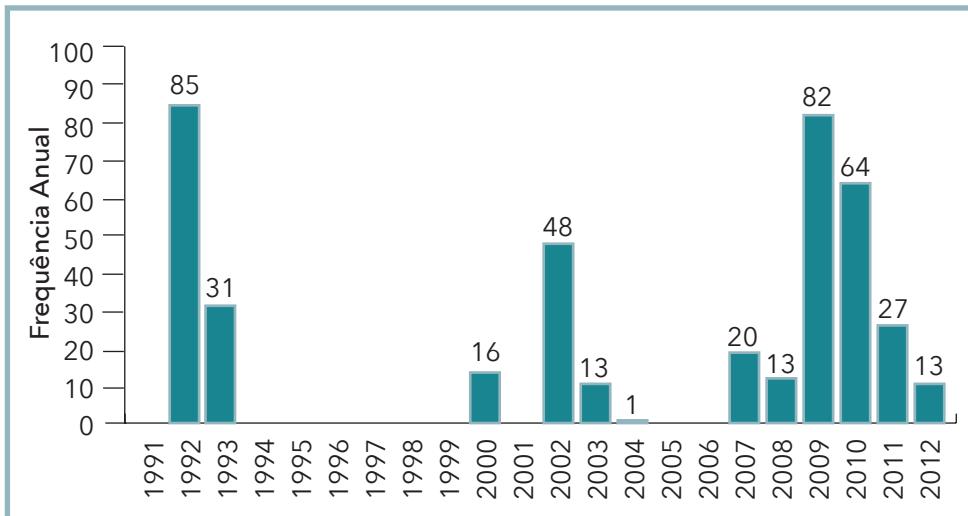
No Rio Grande do Sul, quase a metade do total de municípios, 42%, foi afetada pelo menos uma vez por inundações durante o período analisado. Os municípios mais atingidos por eventos recorrentes foram: Dom Pedrito e Estrela, com 8 ocorrências cada. No município de Dom Pedrito, situado no Sudoeste Rio-Grandense, as inundações atingiram áreas às margens do rio Santa Maria que corta o seu território, conforme os documentos oficiais. No município de Estrela, as áreas urbana e rural foram afetadas pelas inundações das águas do rio Taquari e seus afluentes, que pelas fortes chuvas ultrapassaram seu nível normal, ocasionando o transbordamento.

O mesmo mapa apresenta outros municípios classificados entre os mais afetados: São Sebastião do Caí e Quaraí, com 7 ocorrências e São Jerônimo com 6 ocorrências em 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 a partir da década dos anos 2000, apresentando, no entanto, algumas lacunas. O ano de 1992 se destaca com 85 registros. Neste ano, a região Sul do Brasil esteve sob influência do fenômeno El Niño (forte), que provoca chuvas abundantes e acima da média (GRIMM; FERRAZ; GOMES, 1998). A maior parte das ocorrências de inundações no estado foi no final de maio e início de junho. Segundo Berlato e Fontana (2003), na época entre final do outono e começo do inverno ocorre um período de “repique” do fenômeno El Niño, ocasionando um novo aumento na intensidade e frequência das chuvas.

O ano de 2009 também apresentou um número expressivo de desastres por inundações, totalizando 82 ocorrências. Destas, 41 foram registradas somente no mês de novembro. Segundo o boletim de informações climáticas do CPTEC/INPE (MELO, 2009), novembro desse ano foi excessivamente chuvoso na Região Sul do Brasil, em particular no oeste do Estado do Rio Grande do Sul. Estas chuvas estiveram associadas principalmente à atuação da corrente de jato em baixos níveis, mecanismo que traz umidade da Amazônia em direção ao sul do país. No Estado do Rio Grande do Sul os acumulados mensais excederam a média histórica em até 500 mm. Neste sentido, destacaram-se os valores registrados em mu-

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



Fonte: Brasil (2013)

nícios como São Luiz Gonzaga (673,7 mm) e Uruguaiana (515 mm), onde os totais mensais de precipitação costumam ser inferiores a 200 mm.

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 primavera, que representam 36% do total de registros. O mês de novembro foi o mais afetado, com 70 episódios. Esses registros, em sua maioria, correspondem aos eventos severos de 2009 e 2010, que afetaram grande parte dos municípios gaúchos. No entanto, ao analisar as médias mensais do estado entre os anos de 1991 e 2010 (ANA, 2010), percebe-se que o mês de novembro tem característica chuvosa, com média de 142,5 mm.

As chuvas no estado podem estar atreladas aos avanços dos sistemas frontais favorecidos pelo El Niño Oscilação Sul (ENOS), que durante seu período de atuação intensifica os períodos de chuvas na Região Sul. A influência do ENOS na distribuição da precipitação pluvial é mais intensa na porção oeste do Estado do Rio Grande do Sul nos meses de outubro e novembro (BRITTO, 2004).

Figura 3: Inundação no Estado do Rio Grande do Sul

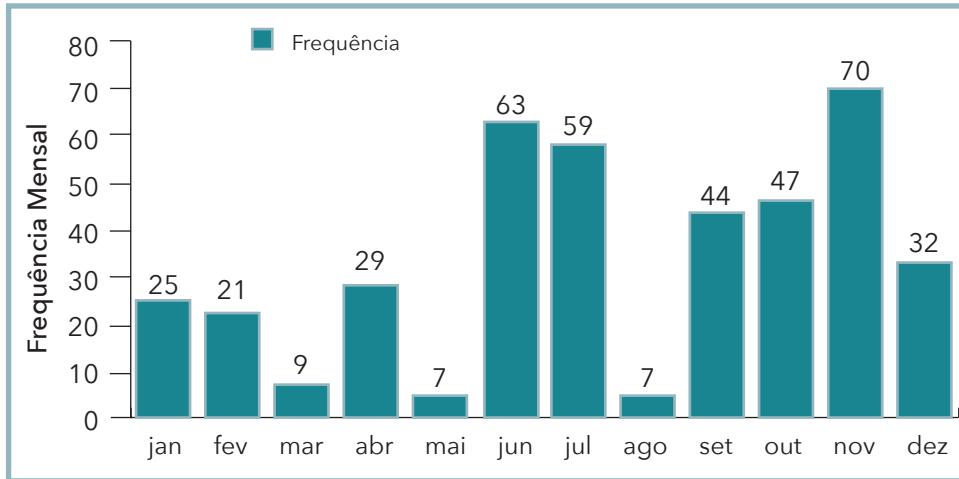


Fonte: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio Grande do Sul (BRASIL, 2011)

Já o regime de latitudes médias é bem caracterizado no sudeste do Estado do Rio Grande do Sul, onde são observados máximos de precipitação no inverno, entre julho e setembro, resultantes da penetração de sistemas frontais e da passagem e formação de ciclones extratropicais migratórios. As médias anuais, nesta área, ficam em torno de 1.200 e 1.500 mm. Na maior parte do estado gaúcho, os regimes são trimodais, com máximos entre agosto e setembro (GRIM, 2009).

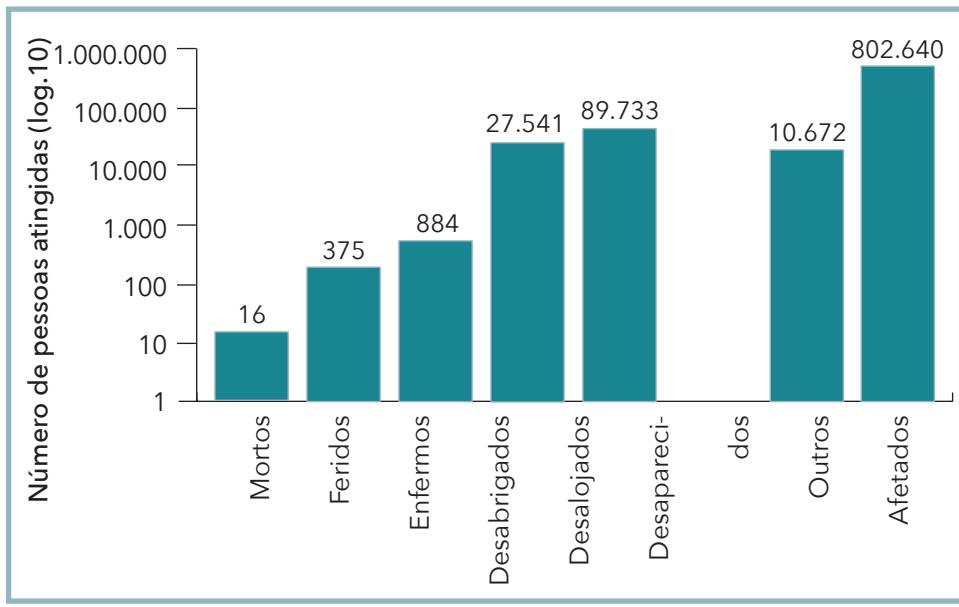
As precipitações prolongadas durante o período chuvoso podem originar consequências negativas para comunidades de alguns municípios, por conta da elevação dos níveis dos rios no estado. Nesse sentido, os danos humanos relacionados aos desastres por inundações são apresentados no Gráfico 10. Verificam-se mais de 800 mil pessoas afetadas ao longo dos anos analisados. No período de 1991 a 2012 foram registrados, oficialmente, 16

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



Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

mortos, 375 feridos, 884 enfermos, 27.541 desabrigados, 89.733 desalojados e 10.672 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 de Santa Maria registrou, na inundação de novembro de 2009, 58.223 habitantes afetados, segundo o registro oficial. Esse evento extremo atingiu áreas dos setores urbano e rural, com inundações ao longo dos arroios Cadena, Arenal e do rio Vacacaí-Mirim. De acordo com Martins e Werlang (2006), Santa Maria, pela morfologia do terreno que abriga seu sítio urbano, propicia o desencadeamento de ocorrências dessa natureza, onde em ruas situadas em terrenos baixos foi identificado um maior número e frequência de ocorrências. Além disso, os autores citam problemas de infraestrutura e o efeito da impermeabilização do solo

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

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Afetados
2009	Santa Maria	Centro Ocidental Rio-Grandense	-	-	58.223
2009	Pelotas	Sudeste Rio-Grandense	538	2	57.696
2009	Rosário do Sul	Sudoeste Rio-Grandense	240	-	35.000
2009	Cachoeira do Sul	Centro Oriental Rio-Grandense	340	-	30.058
2009	Capão do Leão	Sudeste Rio-Grandense	336	8	23.655
2009	São Sebastião do Caí	Metropolitana de Porto Alegre	250	-	21.272
2002	Tupanciretã	Centro Ocidental Rio-Grandense	-	-	20.947
2009	Candelária	Centro Oriental Rio-Grandense	-	-	17.660
2010	Santa Cruz do Sul	Centro Oriental Rio-Grandense	448	-	17.100
2009	Santa Cruz do Sul	Centro Oriental Rio-Grandense	99	-	15.004

Fonte: Brasil (2013)

urbano que facilita cada vez mais eventos de inundações, pois a cidade carece muito de áreas verdes e espaços livres permeáveis.

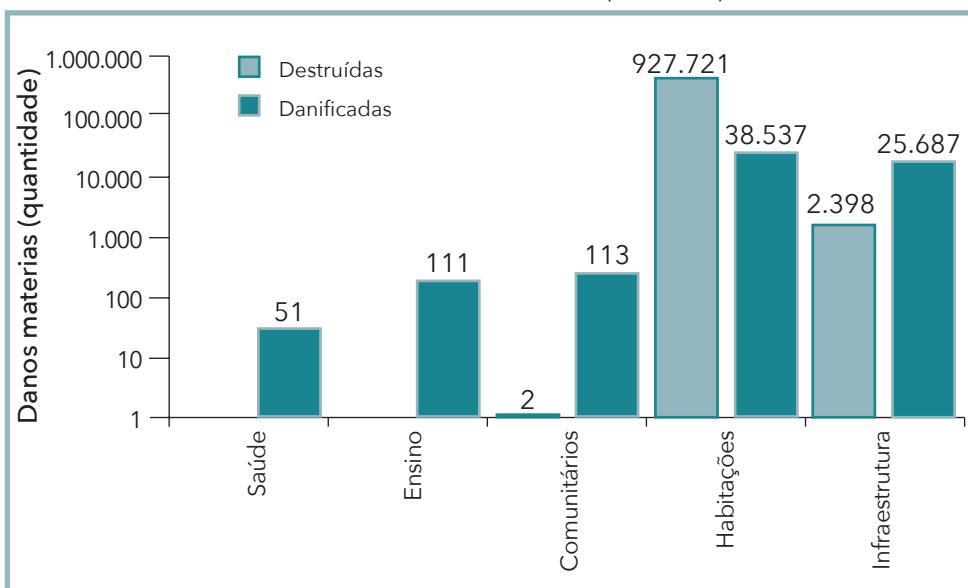
Outros municípios situados nas diferentes regiões do estado também registraram danos humanos expressivos em eventos de inundações no ano de 2009, conforme demonstra a Tabela 11. No episódio de janeiro de 2009 foram registrados 8 óbitos, 336 pessoas desabrigadas e 23.655 afetadas no

município de Capão do Leão. As fortes chuvas contínuas que caíram por um determinado período na região causaram inundações, decorrentes do aumento do nível das águas dos arroios São Pedro, Padre Doutor e Fragata. No mesmo período, Pelotas também registrou mortes devidas à inundaçāo, com um total de 2 vítimas fatais, além de 538 desabrigados e 57.696 afetados.

Há municípios que não estão entre os mais afetados da Tabela 11, mas que, no entanto, apresentaram registros de óbitos por inundaçāo: São Francisco de Assis, Santa Vitória do Palmar, Colinas, Esteio, Venâncio Aires e São Sebastião, com 1 registro cada.

Com relação aos danos materiais, o Estado do Rio Grande do Sul apresenta 994.619 registros de construções e sistemas de infraestrutura atingidos pelas inundações, entre os anos de 1991 e 2012. Observa-se no Gráfico 11 que os danos relativos às habitações prevalecem sobre os demais, com o total de 927.721 residências destruídas e 38.537 danificadas. Na sequência, os sistemas de infraestrutura registraram um total de 25.687 estabelecimentos danificados e 2.398 destruídos.

Gráfico 11: Danos materiais causados por desastres de inundações no Estado do Rio Grande do Sul (1991-2012)



A Tabela 12 apresenta os municípios afetados com os danos materiais mais expressivos. O município de Arroio Grande foi o mais atingido do Estado do Rio Grande do Sul, com o total de 300.259 estabelecimentos e estruturas danificados e destruídos, referentes a três inundações registradas no município no decorrer do ano de 2002. Curiosamente, todos os eventos apresentados na Tabela 12, relativos aos meses de abril, junho e agosto de 2002, apresentam os mesmos danos materiais. Esse tipo de coincidência re-

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

Ano	Município	Mesorregião	Total Danificados	Total Destruídos	Total
2002	Arroio Grande	Sudeste Rio-Grandense	259	300.000	300.259
2002	Arroio Grande	Sudeste Rio-Grandense	259	300.000	300.259
2002	Arroio Grande	Sudeste Rio-Grandense	259	300.000	300.259
2002	Cristal	Sudeste Rio-Grandense	69	10.002	10.071
2002	Cristal	Sudeste Rio-Grandense	34	10.002	10.036
2009	Rosário do Sul	Sudoeste Rio-Grandense	4.755	425	5.180
2002	Rosário do Sul	Sudoeste Rio-Grandense	5.116	-	5.116
2007	Eldorado do Sul	Metropolitana de Porto Alegre	4.385	700	5.085
2009	Santa Maria	Centro Ocidental Rio-Grandense	4.344	67	4.411
2007	São Sebastião do Caí	Metropolitana de Porto Alegre	4.181	26	4.207

Fonte: Brasil (2013)

flete alguns problemas, ainda existentes, no sistema de identificação e avaliação de danos de desastres das coordenadorias de defesa civil.

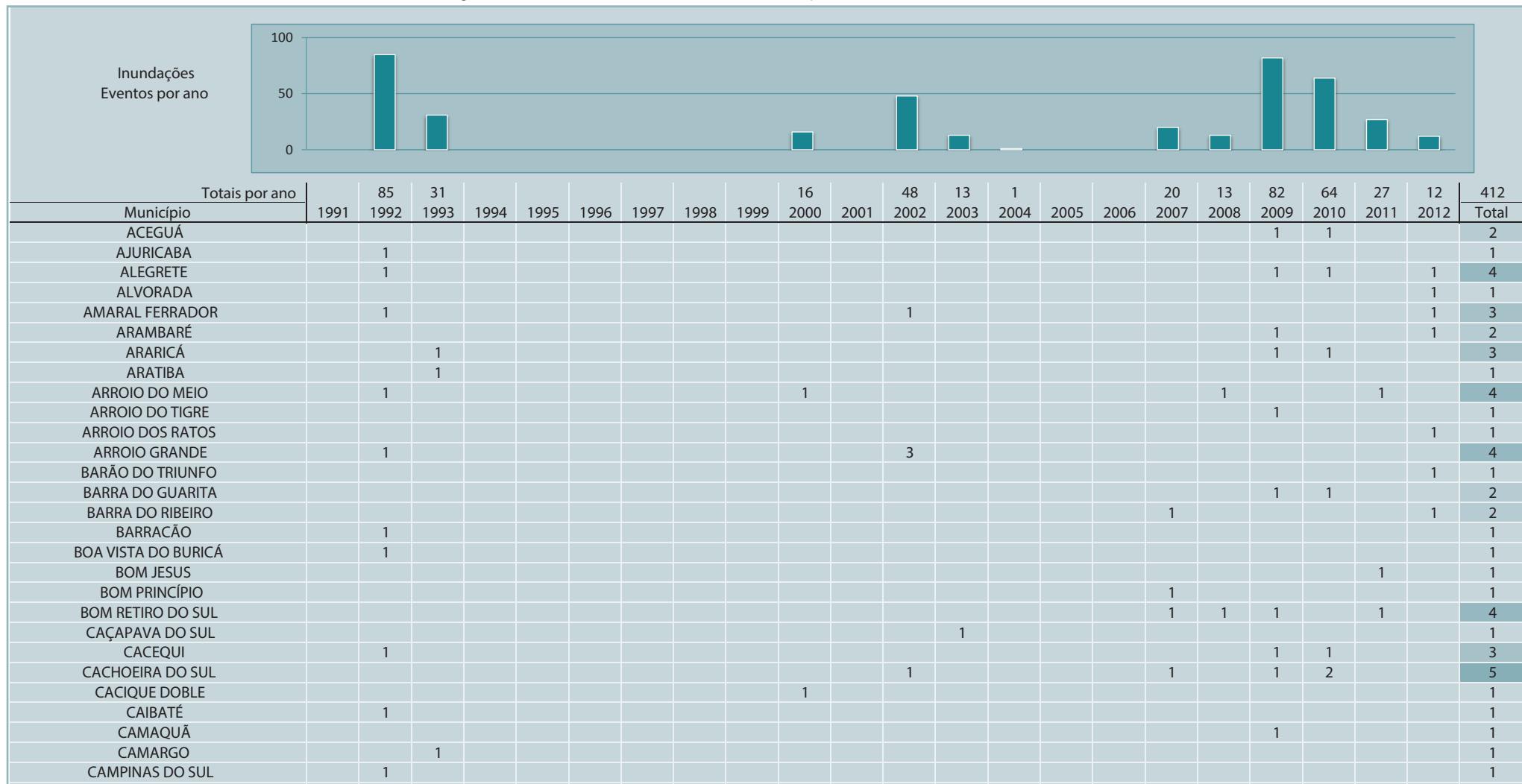
Segundo os documentos oficiais levantados, a principal área afetada do município de Arroio Grande foi o Distrito de Santa Isabel do Sul, em que as habitações foram inundadas quase totalmente. Com os eventos extremos, grande área das lavouras de arroz também foi afetada em virtudes das inundações e dos danos nas estradas utilizadas para o escoamento da safra. Isso ocorreu devido à inundação da lagoa Mirim.

Os episódios de inundaçāo, em geral, são recorrentes nas áreas urbanas, principalmente quando estas apresentam ocupação desordenada em planícies de inundaçāo. 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, esta previsibilidade

não faz parte de um processo de gestão do risco, que como consequência não reduz a vulnerabilidade das comunidades ribeirinhas, bem como do perímetro urbano, aos desastres ocasionados por enchentes e inundações.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

CAMPO BOM								1	1	1	1
CANELARIA											2
CANUDOS DO VALE											1
CAPÃO DO LEÃO											1
CARLOS GOMES		1									1
CASEIROS	1										1
CATUÍPE	1										1
CAXIAS DO SUL			1								1
CERRITO									1		1
CERRO BRANCO										1	2
CHARQUEADAS		1				1		1	1		4
CHIAPETTA	1										1
CIRÍACO	1										1
COLINAS								1	1		3
COLORADO	1										1
CONDOR	1										1
CORONEL BICACO		1				2			1	1	1
CRISTAL	1										5
CRUZEIRO DO SUL								1	1	1	4
DILERMANDO DE AGUIAR									1		1
DOIS IRMÃOS DAS MISSÕES									1	2	3
DOM PEDRITO	1	2				3	1				1
DONA FRANCISCA									1	1	2
DOUTOR RICARDO											1
ELDORADO DO SUL								1	1		2
ENCANTADO									1	1	1
ENTRE-IJUÍS	1					1	1				3
ERECHIM	1										1
ERVAL GRANDE	1										1
ERVAL SECO	1										1
ESPUMOSO								1			1
ESTAÇÃO	1					1					2
ESTÂNCIA VELHA		1									1
ESTEIO		1									2
ESTRELA	1					1	1		1	1	1
ESTRELA VELHA						1			1	1	3
EUGÊNIO DE CASTRO						1					1
FAXINAL DO SOTURNO							1				2
FONTOURA XAVIER	1								1		2
FORMIGUEIRO									2	1	3
FORTALEZA DOS VALOS	1										1
GARIBALDI		1									1
GENERAL CÂMARA		2				1	1				5
GETÚLIO VARGAS	1	1									2
GIRUÁ	1										1
GRAMADO									1		1

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

NOVO CABRAIS									1	1			2
NOVO HAMBURGO										1			2
NOVO TIRADENTES										1			1
PAIM FILHO	1	1											2
PALMEIRA DAS MISSÕES		1											1
PANAMBI	1												1
PANTANO GRANDE										2			2
PARAÍ	1												1
PARAÍSO DO SUL										1			1
PARECI NOVO										1	1	2	4
PAROBÉ		1											1
PEDRO OSÓRIO	1							1			1		3
PEJUÇARA	1												1
PELOTAS											1		1
PINHEIRO MACHADO	1												1
PIRATINI	1						1						2
PORTO LUCENA	1												1
PORTO XAVIER	1												1
POUSO NOVO	1						1						2
PROGRESSO						1				1	2		4
PUTINGA							1					1	1
QUARAÍ	1	1						1	1		1	1	6
QUINZE DE NOVEMBRO	1												1
RESTINGA SECA		1									1	2	4
RIO GRANDE	1							1					2
RIO PARDO								1			1		2
ROCA SALES	1									1		1	3
ROLANTE												1	1
RONDA ALTA	1												1
ROSÁRIO DO SUL	1						2			1	1		5
SANANDUVA	1	1											2
SANTA BÁRBARA DO SUL	1												1
SANTA CRUZ DO SUL		1								2	2		5
SANTA MARGARIDA DO SUL										1	1		2
SANTA MARIA											1		1
SANTA TEREZA										1	1	1	3
SANTA VITÓRIA DO PALMAR						1							1
SANTANA DA BOA VISTA	1												1
SANTO ÂNGELO	1												1
SÃO BORJA	1												1
SÃO FRANCISCO DE ASSIS						1				1			2
SÃO GABRIEL	1					1				1			3
SÃO JERÔNIMO							1			1	1	2	1
SÃO JOÃO DO POLÉSINE									1		2		3
SÃO JOSÉ DO NORTE	1												1
SÃO LEOPOLDO										1			1

Fonte: Brasil (2013)

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

SÃO LOURENÇO DO SUL								1			1
SÃO MIGUEL DAS MISSÕES	1										1
SÃO PAULO DAS MISSÕES	1										1
SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ						1	1		1	2	1
SÃO SEPÉ	2								1	2	
SÃO VALENTIM	1	1									2
SÃO VENDELINO							1				1
SÃO VICENTE DO SUL						1					1
SELBACH	1										1
SERAFINA CORRÊA		1									1
SERTÁO	1										1
SEVERIANO DE ALMEIDA	1										1
SINIMBU								1	1		2
SOBRADINHO						1			1	2	
TAPEJARA							1				1
TAQUARA									1		2
TAQUARI								1	1		1
TAVARES									1	1	
TENENTE PORTELA	1										1
TIO HUGO						1					1
TOROPI									1		1
TORRES									1		1
TRÊS ARROIOS	1										1
TRÊS COROAS									1	1	2
TRÊS FORQUILHAS						1					1
TRÊS PALMEIRAS	1										1
TRÊS PASSOS	1										1
TRINDADE DO SUL		1									1
TRIUNFO						1			1	2	
TUPANCI DO SUL		1									1
TUPANCIRETÂ						1					1
TUPARENDI	1										1
TURUÇU						1					1
UNISTALDA									1	1	2
URUGUAIANA						1	1		1	1	
VALE DO SOL									1	3	
VALE VERDE									1		1
VENâNCIO AIRES						1			1	1	1
VERA CRUZ									2	2	
VIADUTOS	1										1
VIAMÃO						1					1
VICTOR GRAEFF	1										1
VILA NOVA DO SUL		1							1	2	

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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. **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.

BRITTO, F. P. **Distribuição espaço-temporal da precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul**. 2004. 65 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

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

CENAPRED – Centro Nacional de Prevención de Desastres. Secretaria de Gobernacion. **Inundaciones**. México: CENAPRED, 2007, 56 p. (Série Fascículos). Disponível em: <http://www.acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasiculos/Fasc._Inundaciones_2007_a.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

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

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

GONTIJO, N. T. **Avaliação das relações de freqüência entre precipitações e encheates 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. **J. Climate**, [S. I.], v. 11, n. 11, p. 2.863-2.880, nov. 1998.

GRIM, A. M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, N.; FERREIRA, M. A.; SILVA DIAS, M. A. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 259-27.

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

MARTINS, E. R. C.; WERLANG, M. K. Representação cartográfica das ocorrências de inundações, alagamentos e deslizamentos em Santa Maria/RS. **Ciência e Natureza**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 55-66, 2006.

MELO, A. B. C. El Niño continuará afetando o norte e nordeste do país.

Infoclima: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 16, n. 12, dez. 2009. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200912.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2013.

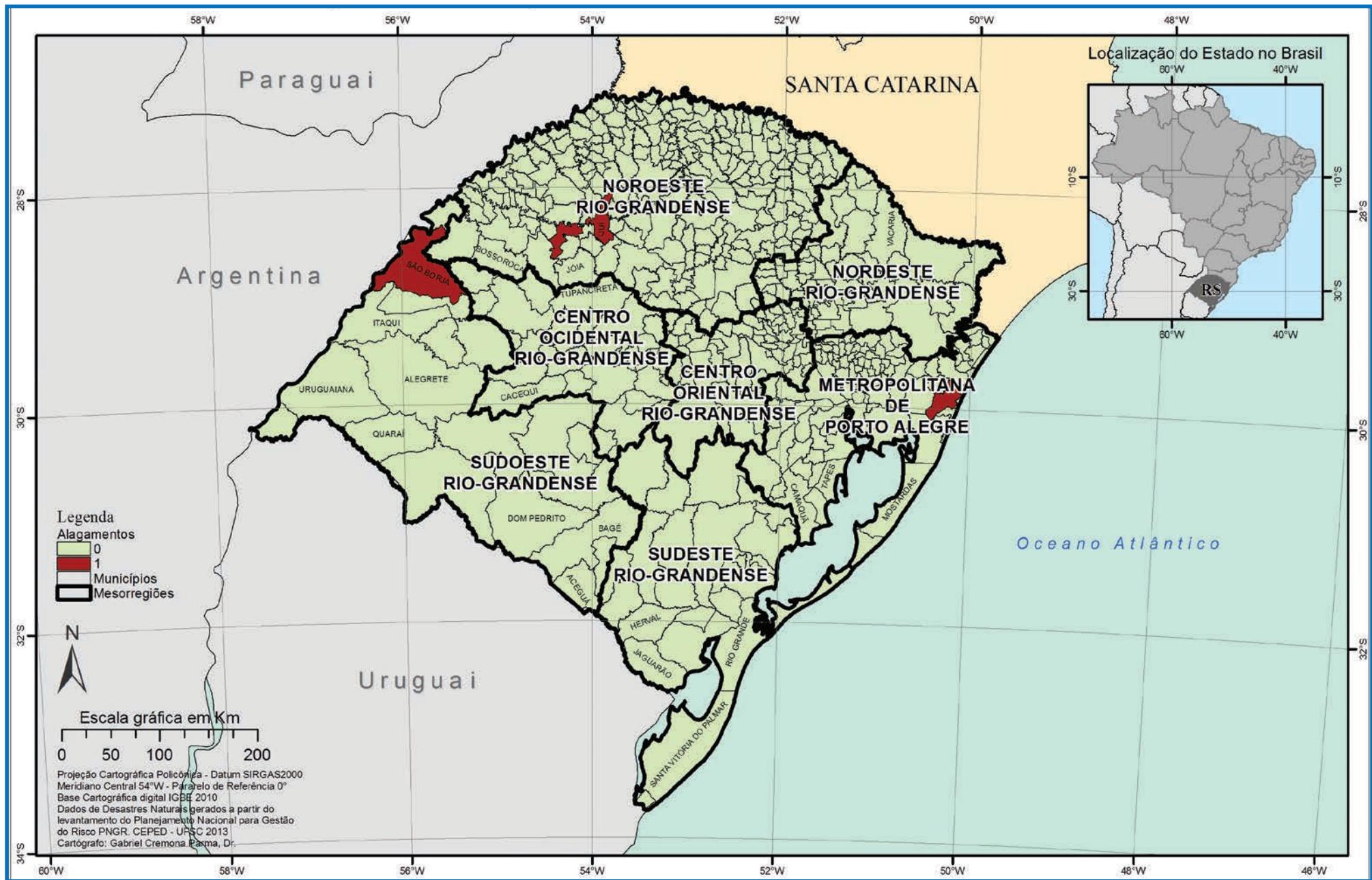
TAVARES, A. C; SILVA, A. C. F. Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 3, n.1, p. 4-15, jan./jun. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/viewArticle/1223>>. Acesso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

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

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia:** ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da URGS, 1997. 943 p.

ALAGAMENTO

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



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

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

Os alagamentos são frequentes nas cidades mal planejadas ou que crescem explosivamente, já que a realização de obras de drenagem e de esgotamento de águas pluviais é deixada em segundo plano. Assim, os sistemas de drenagem são altamente impactados e sobressaem-se como um dos problemas mais sensíveis causados pela urbanização sem planejamento, ou seja, o que mais facilmente comprova a sua ineficiência imediatamente após as precipitações significativas, com transtornos à população quando causa inundações e alagamentos (FUNASA, 2006).

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

Figura 4: Município de Charqueadas, RS

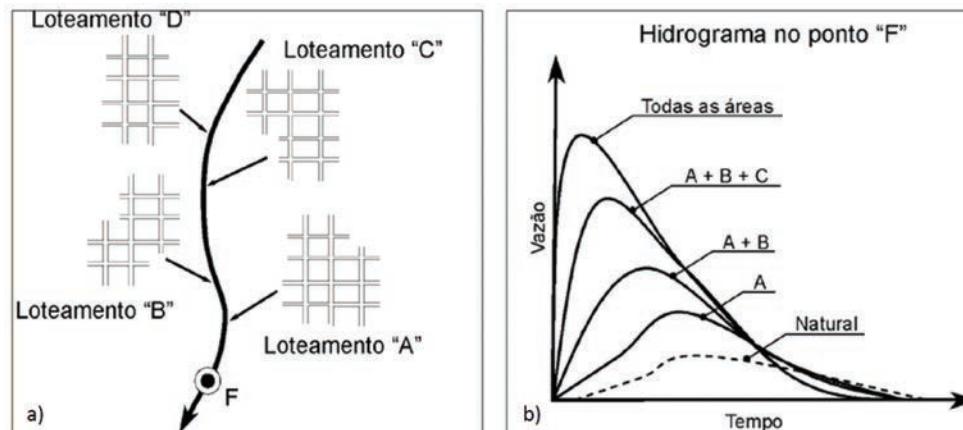


Fonte: COMDEC de Charqueadas (COMDEC, 2013a)

Outro grande problema dos sistemas de drenagem está relacionado à própria gestão do saneamento. O carreamento de lixo e sedimentos para as sarjetas, bocas de lobo e galerias acaba por obstruir as entradas e as tubulações de drenagem, colaborando 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 são capazes de gerar alagamentos intensos em cidades urbanizadas, com diversos transtornos e possibilidade de desastres.

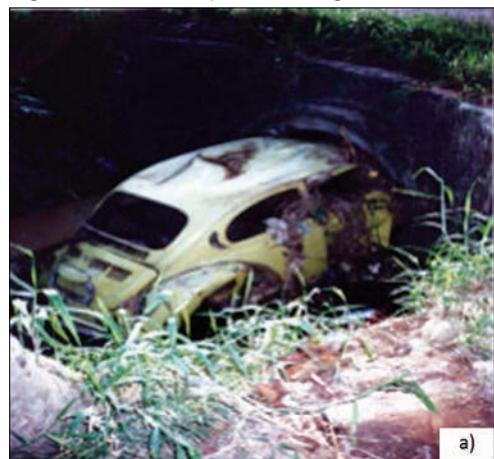
Nesse sentido é oportuno citar os estudos de Mattedi e Butzke (2001), que mostraram que as pessoas que vivem em áreas de risco percebem os eventos como uma ameaça, contudo não atribuem seus impactos a fatores

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



Fonte: Tucci (2007)

Figura 6: a) Obstrução à drenagem



a)

b) Lixo retido na drenagem



b)

Fonte: Tucci (2005)

sociais. Esta percepção é comum aos alagamentos, pois as pessoas costumam atribuir à força da natureza a inundação de suas moradias e não a forma como ocupam e utilizam os espaços urbanos.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2010) indica que a eficiência dos sistemas de drenagem de águas pluviais—e a consequente prevenção de desastres com enchentes e alagamentos—está diretamente

relacionada à existência dos dispositivos de controle de vazão, pois estes atenuam a energia das águas e o carreamento de sedimentos para os corpos receptores, onde há a disposição final dos efluentes da drenagem pluvial. A ausência destes dispositivos é facilmente perceptível nos dados divulgados pelo IBGE (2010), que mostram que um em cada três municípios tem áreas urbanas de risco que demandam drenagem especial. Dentro 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 sua 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 et al. (2001), por exemplo, citam valores de US\$ 50 milhões/km para aprofundamento de canais da macrodrenagem. Nesse quesito, as medidas não estruturais (planejamento, controle na fonte, zoneamento, etc.) tornam-se medidas menos onerosas e mais práticas.

Nessa temática, Pompêo (2000) afirma que se deve relacionar a sustentabilidade com a drenagem urbana, por meio do reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade. Esta postura exige que a drenagem e o controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceitualizados em termos técnicos e gerenciais. Esta definição eleva o conceito de drenagem à drenagem urbana sustentável. A drenagem urbana sustentável visa imitar o ciclo hidrológico natural controlando o escoamento superficial o mais próximo da fonte, através de técnicas estruturais e não estruturais, com o objetivo de reduzir a exposição da população aos alagamentos e inundações, e 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 pessoas, bem como à limpeza das residências e dos estabelecimentos 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 prejuízos à população.

Figura 7: Município de Alegrete, RS



Fonte: COMDEC de Alegrete (COMDEC, 2013b)

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

O Estado do Rio Grande do Sul possui apenas **4 registros oficiais** de alagamentos excepcionais caracterizados como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 5 mostra a distribuição espacial desses registros no território gaúcho, onde nota-se duas ocorrências na região noroeste, uma na região sudoeste e outra na mesorregião metropolitana de Porto Alegre.

Os municípios afetados foram Entre-Ijuís, Ijuí, Osório e São Borja. A exceção de Entre-Ijuís, que possui quase 9 mil habitantes, os demais municípios possuem mais de 40 mil habitantes, conforme o IBGE (2011). Contudo, a baixa frequência deste tipo de desastre não permite analisar a influência da urbanização na ocorrência dos alagamentos severos. Apenas a descrição da origem dos desastres descritas no registro, como será visto no presente capítulo, permite avaliar as causas desses eventos.

Figura 8: Município de Charqueadas, RS



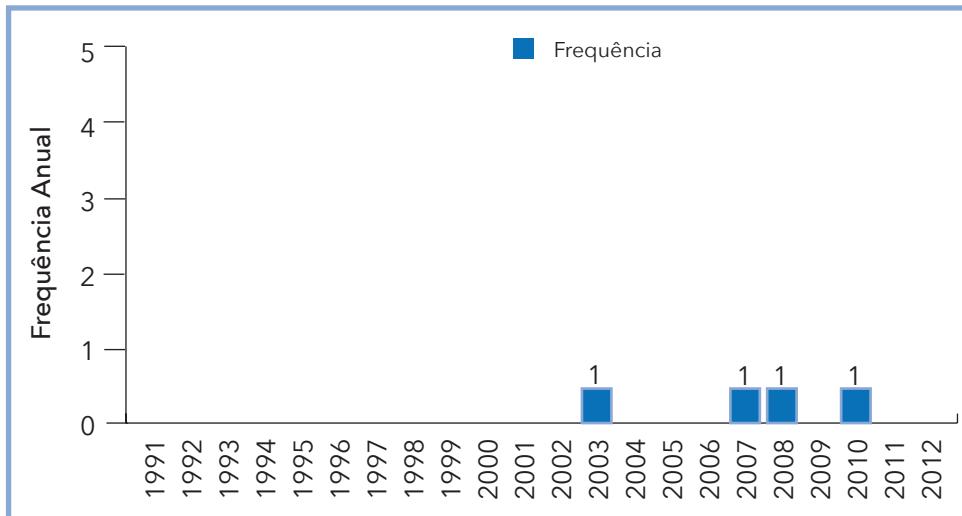
Fonte: COMDEC de Charqueadas (COMDEC, 2013a)

O Gráfico 12 apresenta a frequência anual de alagamentos registrados entre 1991 e 2012. Foram observados desastres somente nos anos 2003, 2007, 2008 e 2010, o que torna a frequência e ocorrência de alagamentos excepcionais muito rara no estado.

O Gráfico 13 apresenta a frequência mensal de alagamentos registrados no período. Observa-se ocorrência em janeiro (2007), março (2003), maio (2008) e dezembro (2010).

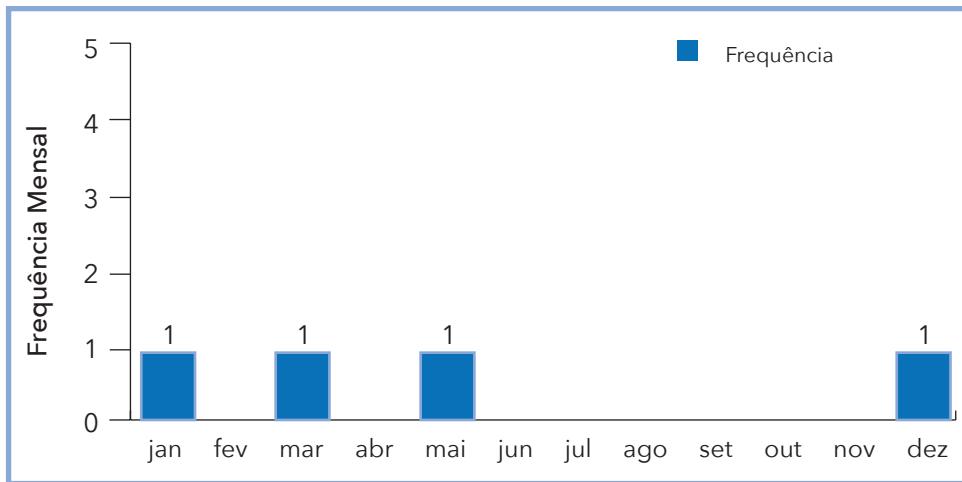
Os alagamentos desencadearam consequências negativas para as comunidades atingidas. Reitera-se que estes eventos originam, de modo geral, poucos danos, já que a elevação do nível da água é relativamente baixa. Contudo, verifica-se que os desastres por alagamento deixaram mais de mil pessoas afetadas, 2 desabrigadas, 15 desalojadas e 15 atingidas por outros tipos de danos (Gráfico 14).

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



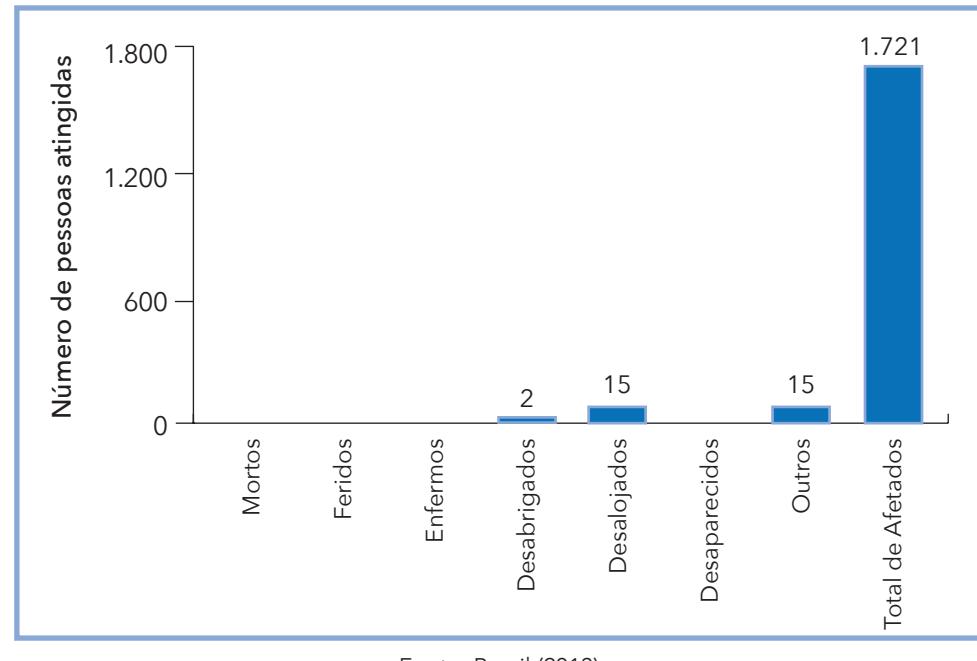
Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

A Tabela 13 apresenta os municípios atingidos, onde se observa que o maior número de afetados ocorreu em Entre-Ijuís, em 2003.

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

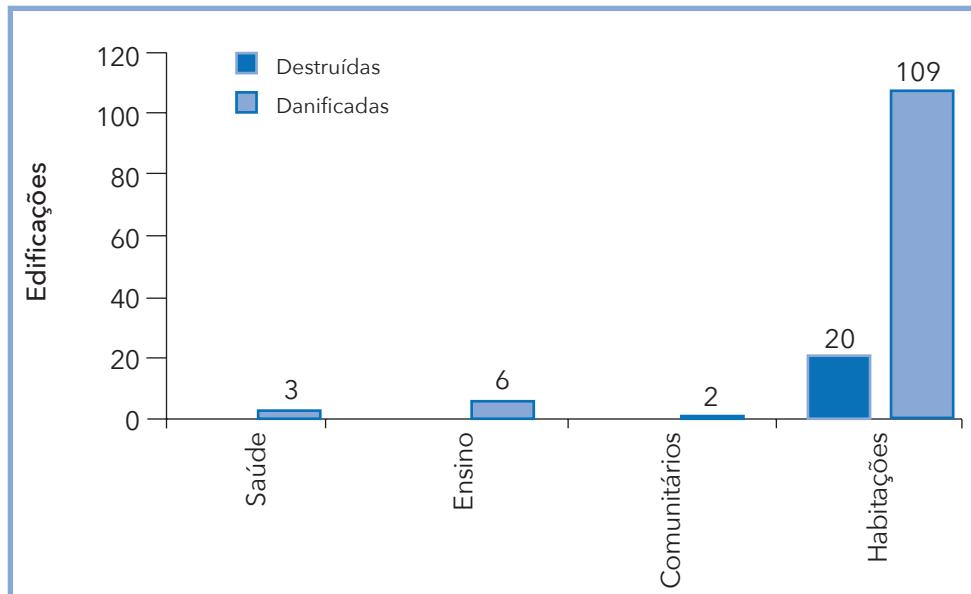
Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Desalojados	Afetados
2003	Entre-Ijuís	Noroeste Rio-Grandense	-	-	1.120
2007	Ijuí	Noroeste Rio-Grandense	-	-	480
2010	São Borja	Sudoeste Rio-Grandense	-	-	89
2008	Osório	Metropolitana de Porto Alegre	2	15	32

Fonte: Brasil (2013)

O Gráfico 15 apresenta os prejuízos registrados pelos alagamentos no Estado do Rio Grande do Sul, em que as edificações mais afetadas foram as

habitações, com 109 danificadas e 20 destruídas. Além disso, 6 unidades de ensino, 3 de saúde e 2 estruturas comunitárias foram danificadas.

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



Fonte: Brasil (2013)

No que se refere aos danos materiais, a Tabela 14 traz a quantificação dos municípios atingidos. Observa-se que o município de Osório registrou o maior prejuízo: 3 residências foram totalmente destruídas e 47 danificadas. O município de São Borja não quantificou os danos materiais.

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

Ano	Município	Mesorregião	Total Destruídas	Total Danificadas	Total
2008	Osório	Metropolitana de Porto Alegre	3	47	50
2003	Entre-Ijuís	Noroeste Rio-Grandense	5	42	47
2007	Ijuí	Noroeste Rio-Grandense	12	31	43

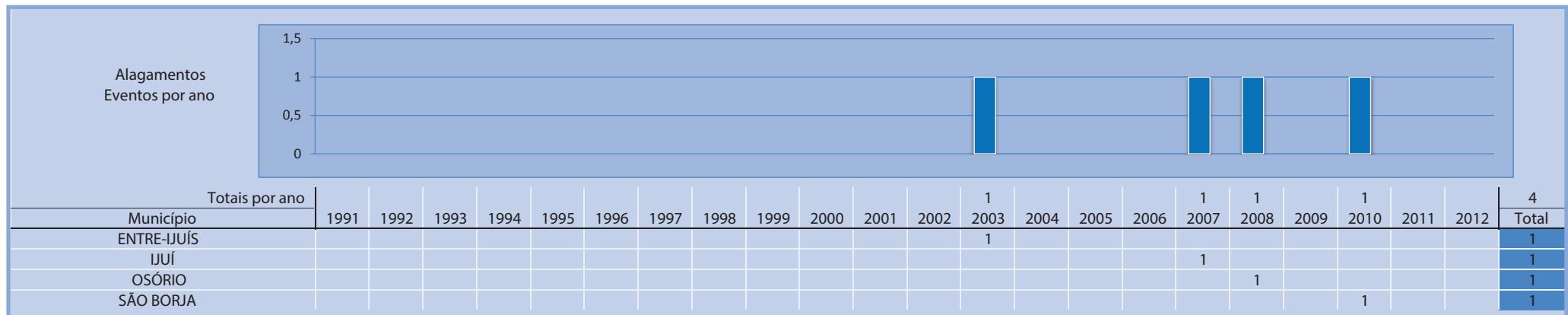
Fonte: Brasil (2013)

Ressalta-se, novamente, que os alagamentos causam poucos danos, o que pode sugerir que estes eventos podem ter sido registrados erroneamente, no lugar de inundações ou enxurradas, ou que podem ter ocorrido simultaneamente a estes eventos. Assim, nas causas dos desastres relatados nos registros, observa-se a ocorrência de rajadas de vento com chuvas torrenciais de 190 mm, em Osório, inundações e vendavais que dificultaram o tráfego nas estradas, em Entre-Ijuís, precipitações de 108 mm em menos de 1 hora, em Ijuí, e alta precipitação em um curto espaço de tempo em São Borja. A princípio, a descrição sugere que realmente podem ter ocorridos alagamentos, mas os danos podem estar associados a outros eventos, como os vendavais em Osório.

A ocorrência de alagamentos é mais frequente nas cidades mais urbanizadas. Embora não causem danos que caracterizem desastres, estes fenômenos geram inúmeros transtornos às pessoas. As causas deste cenário estão relacionadas à ocupação do espaço urbano pela população e à atual gestão da drenagem no nível local. Assim, a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana nos municípios, aliada a outras medidas não estruturais, pode colaborar para a redução dos alagamentos e, consequentemente, dos transtornos e desastres.

O Infográfico 4 apresenta um resumo dos registros oficiais de alagamentos ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul no período analisado.

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



Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

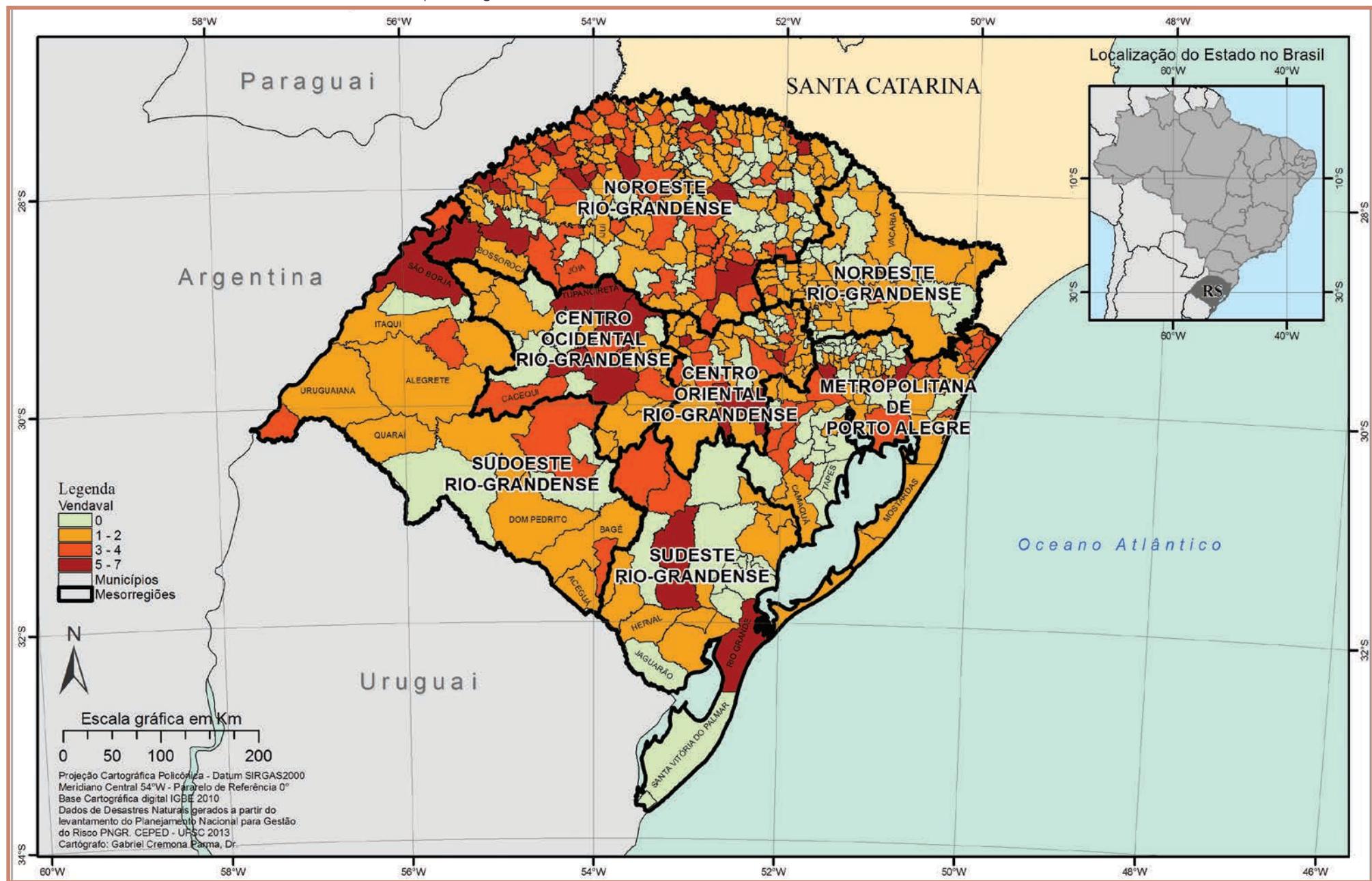
TUCCI, C. E. M. et al. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; ABRH, 2007a.

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

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

VENDAVAL

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



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

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

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

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

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

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

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

Figura 9: Vendaval no município de Charqueadas



Fonte: COMDEC de Charqueadas (COMDEC, 2013)

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

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

Com base nos danos causados, foi construída a escala Beaufort, que varia de 0 a 12. O grau 12 classifica os ventos acima de 120 km/h. Ventos com maior velocidade são considerados com intensidade de furacão, e passam a

Figura 10: Consequências de vendavais intensos no Estado do Rio Grande do Sul



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

se enquadrar em outra escala, chamada de escala Saffir-Simpson, que utiliza os mesmos princípios da Beaufort (KOBAYAMA et al., 2006).

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

Em situações extremas, os vendavais podem ainda se caracterizar como muito intensos ou ciclones extratropicais e como extremamente intensos, 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, costumam ser acompanhados por inundações, ondas gigantescas, raios, naufrágios e incêndios provocados por curtos-circuitos. Os vendavais muito intensos surgem quando há uma exacerbação das condições climáticas,

responsáveis pela gênese do fenômeno, incrementando a magnitude do mesmo. Apresentam ventos de velocidades superiores a 120,0 km/h, correspondendo ao grau 12 da Escala de Beaufort. Causam severos danos à infraestrutura e danos humanos (CASTRO, 2003).

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

Neste sentido, as ocorrências de vendaval no Estado do Rio Grande do Sul, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram **758 registros oficiais**, o maior número de registros do país. 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 496 municípios pertencentes ao estado, 325 foram atingidos por vendavais, representando 71% do total. Pode-se perceber que esse desastre natural atinge municípios por todo o estado e em todas as mesorregiões.

O município de Tucunduva, situado na Mesorregião Noroeste Rio-Grandense, foi o mais vezes atingido, com 7 registros. Outros municípios mais vezes atingidos, com 6 registros foram: Montenegro e Taquara, localizados na Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre; Nonoai, Porto Xavier e Tapejara, localizados na Mesorregião Noroeste Rio-Grandense; Rio Grande, localizado na Mesorregião Sudeste Rio-Grandense; e Santa Maria, localizado na Mesorregião Centro Ocidental Rio-Grandense.

Figura 11: Ventos intensos que ocasionaram queda de árvores e destelhamentos no Estado do Rio Grande do Sul



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

As mesorregiões mais afetadas foram a Noroeste Rio-Grandense e a Metropolitana de Porto Alegre, que concentraram 383 e 123 ocorrências, respectivamente. Esse fato pode estar relacionado ao crescente número de habitantes e à expansão da ocupação urbana, aumentando a vulnerabilidade da população à ocorrência de vendavais e aos danos humanos e materiais associados; e às características geográficas das duas mesorregiões, com destaque para a mesorregião Noroeste Rio-Grandense, localizada no planalto.

Os sistemas atmosféricos que podem causar desastres naturais por vendavais no estado são: os Sistemas Frontais, que podem ocorrer o ano inteiro, mas que são mais frequentes e intensos no inverno, gerando tempo instável, com muita chuva, que, além de vendavais, pode resultar em inundações, queda de 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, com intensidade suficiente

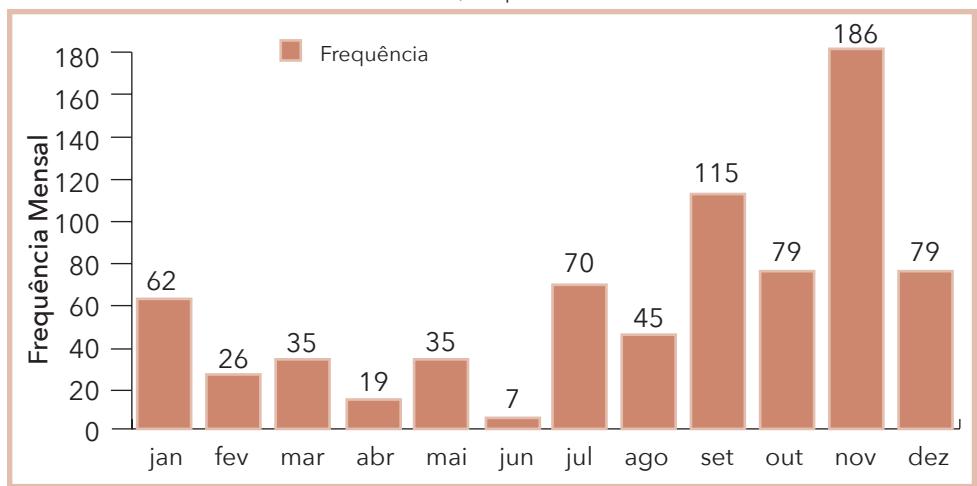
para gerar chuvas fortes, ventos, tornados, granizo, etc., ou seja, também são capazes de desencadear desastres naturais (TOMINAGA *et al.*, 2009).

As instabilidades associadas às passagens de Sistemas Frontais podem provocar vendavais intensos e até tornados. Durante o verão, podem integrar 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).

Os registros de vendavais que ocorreram nas regiões do estado, possivelmente estão relacionados com a entrada de sistemas frontais. Os períodos de maior ocorrência de rajadas e ventos iguais ou superiores a 22m/s no Rio Grande do Sul são o inverno, a primavera e as primeiras semanas do verão (FINOTTI, 2010).

Neste sentido, com relação à frequência mensal dos vendavais, de acordo com o Gráfico 16, os registros se distribuem entre todos os meses do ano, com destaque para os meses de novembro e setembro, com 186 e 115 ocorrências, respectivamente. Os meses mais quentes são os mais propícios à ocorrência de vendavais, pois são fenômenos característicos da estação chuvosa.

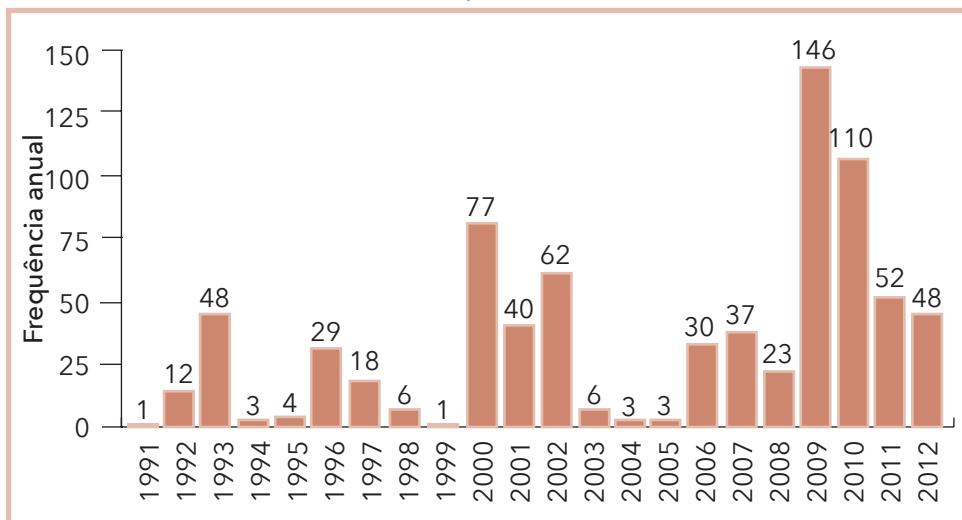
Gráfico 16: Frequência mensal de registros de vendaval no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Em relação à frequência anual de vendavais, conforme pode ser observado no Gráfico 17, há ocorrências em todos os anos da escala temporal adotada. Percebe-se que o ano de 2009 apresentou o maior número de registros, com um total de 146, distribuídos em 129 municípios do estado. Esses registros em 2009 afetaram principalmente os municípios de Frederico Westphalen, localizado na Mesorregião Noroeste Rio-Grandense, com 3 ocorrências, registradas nos meses de janeiro, setembro e novembro, e de Santa Maria, localizado na Mesorregião Centro Ocidental Rio-Grandense, com 3 ocorrências, referentes a 2 registros em janeiro e 1 em setembro.

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



Fonte: Brasil (2013)

Quase todos os 146 eventos registrados no ano de 2009 foram no mês de setembro. Segundo o Boletim de Informações Climáticas do CPTEC/INPE, nesse mês a atuação de seis sistemas frontais em conjunto com a presença de cavados semiestacionários na média troposfera, sobre os Andes, associados à presença de jato em baixos níveis, a leste dos Andes e reforçados pela atuação do El Niño na região equatorial do Oceano Pacífico, foram os principais mecanismos responsáveis pela formação de áreas de instabilidade

sobre a Região Sul. No dia 27, destacou-se a atuação do sistema frontal que ingressou no sul do Brasil, proporcionando acumulados de chuva que excederam 100 mm em Passo Fundo (102,8 mm). Os ventos, que ultrapassaram 100 km/h, a ocorrência de chuva forte, a queda de granizo e as inundações deixaram milhares de desabrigados (MELO, 2009).

Nos dias 27 e 28 de março de 2004 as regiões nordeste do Estado do Rio Grande do Sul e sul do Estado de Santa Catarina foram afetadas por um fenômeno atmosférico atípico, denominado como Furacão Catarina, que causou danos severos em diversos municípios desses estados, com ventos que atingiram velocidade de 180 km/h. A classificação do fenômeno como furacão só foi confirmada em junho de 2005 por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os pesquisadores acreditam que o surgimento do furacão Catarina possa estar relacionado a mudanças e anomalias climáticas, devido à verificação do aumento da temperatura da superfície do mar na costa da região sul do Brasil. O Furacão Catarina iniciou-se como um ciclone extratropical, a aproximadamente 1.000 km da costa brasileira, e gradualmente adquiriu características de um furacão, apresentando um formato circular em seu núcleo,

Figura 12: Furacão Catarina



Fonte: Secretaria de Estado da Defesa Civil de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2011)

com um “olho” bem definido, atingindo as costas catarinense e gaúcha com ventos extremamente severos (Figura 12) (MARCELINO et al., 2005).

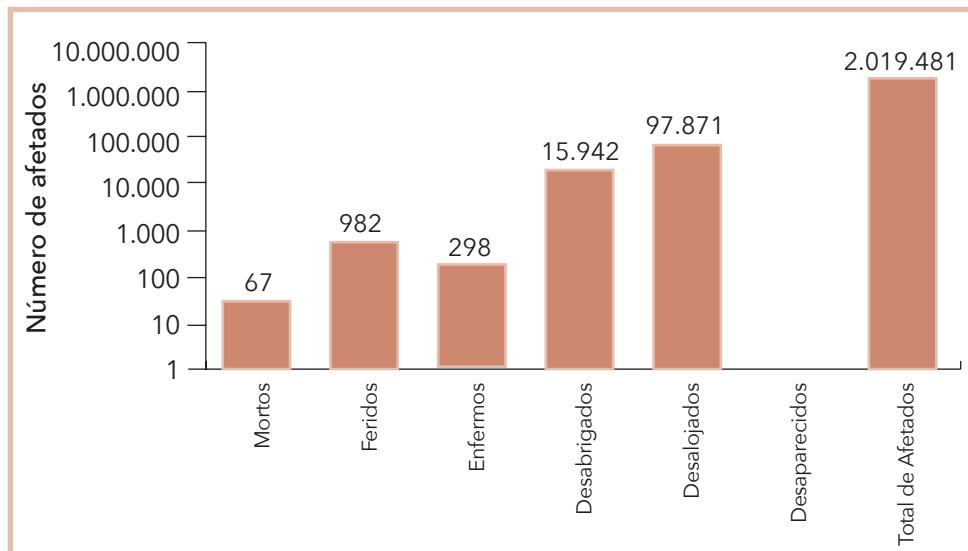
Os danos mais comuns foram relacionados às edificações (casas, galpões, estufas, postos de gasolina etc.), infraestruturas urbanas (rede elétrica, telefonia, estradas etc.), agricultura (plantações de milho, arroz, banana etc.), flora e fauna, mas também ocorreram vítimas fatais (MARCELINO et al., 2005).

Os danos humanos causados por desastres naturais associados a eventos adversos de causa eólica deixaram mais de 2 milhões de pessoas afetadas nos municípios com registros do Estado do Rio Grande do Sul.

Conforme ilustrado no Gráfico 18, durante as ocorrências de vendavais registradas, 2.019.481 pessoas foram afetadas, 97.871 desalojadas, 15.942 desabrigadas, 298 enfermas, 982 feridas e 67 mortas ao longo dos anos analisados.

Os municípios que tiveram vítimas fatais relacionadas à ocorrência de vendavais foram: Cidreira, Harmonia, Taquara, São Francisco de Paula e Candiota. Este último se destaca no número de vítimas fatais, com o registro de 63 mortes no evento ocorrido em setembro de 2009. Nesse ano, os vendavais afetaram toda a área do município com ventos de mais de 100 km/h.

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



Fonte: Brasil (2013)

Em relação ao total de mortos, feridos, desalojados e afetados, podemos observar na Tabela 15 os 7 municípios do Estado do Rio Grande do Sul que tiveram vítimas fatais e outros danos devido aos desastres naturais por vendavais. Entre os atingidos, Canoas, localizado na Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre, foi o que apresentou o maior número de afetados – 200.000 habitantes devido ao evento registrado em julho de 2010.

Tabela 15: Municípios mais afetados por eventos de vendavais entre os anos de 1991 a 2012

Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Feridos	Desalojados	Total de Afetados
2009	Candiota	Sudeste Rio-Grandense	63	37	1.091	9.601
2009	Cidreira	Metropolitana de Porto Alegre	1	46	600	8.793
2008	Harmonia	Metropolitana de Porto Alegre	1	5	30	1.480
2009	Taquara	Metropolitana de Porto Alegre	1	1	1.100	55.473
2003	São Francisco de Paula	Nordeste Rio-Grandense	1	35	1.368	1.510
2010	Canoas	Metropolitana de Porto Alegre	0	2	20	200.000
2009	Santa Maria	Centro Ocidental Rio-Grandense	0	2	108	60.000
1991-2012	Estado do Rio Grande do Sul		67	982	97.871	2.019.481

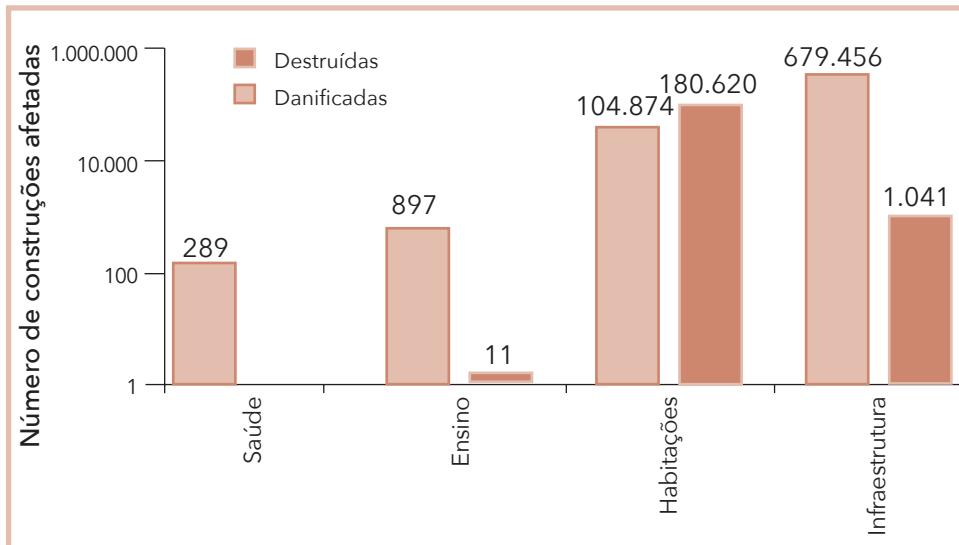
Fonte: Brasil (2013)

De acordo com o documento oficial, em 2010, parte da área urbana do município, nos bairros Estância Velha, Guajuviras, Nossa Sra. das Graças, Harmonia, Fatiam, Mato Grande, Niterói e Rio Branco, foi atingida por fortes ventos seguidos de chuvas, ocasionando quedas de árvores, destelhamentos de residências e galpões, além de prejuízos na rede de energia elétrica e nos serviços de transporte.

Com relação aos danos materiais, o Estado do Rio Grande do Sul apresentou um total de 785.448 construções danificadas e 181.672 destruídas por vendavais no período de 1991 a 2012. De acordo com o Gráfico 19 a maior parte dos danos materiais afetou as habitações, com destaque para o município de Cruz Alta, localizado na Mesorregião Metropolitana de Noroeste Rio-Grandense, com o maior número de habitações danificadas.

O evento que ocorreu em outubro de 2002 em Cruz Alta teve o maior número de habitações danificadas, 9.860, além de destruídas, 4.875. Nesse evento, toda a área urbana foi atingida por fortes ventos que ocasionaram destelhamentos, quedas de árvores, postes de energia elétrica e torres do

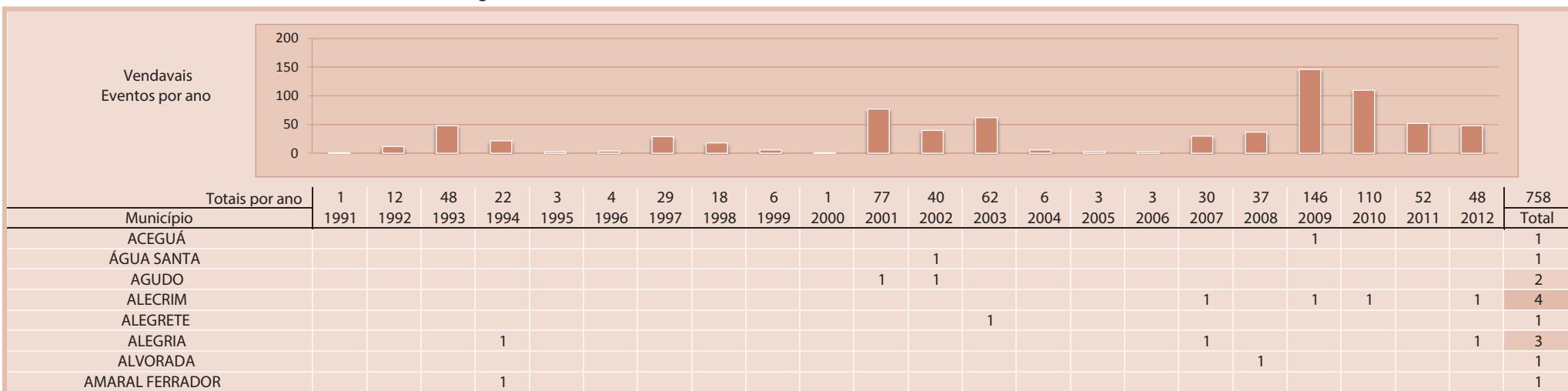
Gráfico 19: Danos materiais causados por vendavais no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

sistema de telecomunicações, além de prédios públicos, comunitários e residenciais destruídos. Parte da área rural também foi atingida pelo vendaval, que teve uma duração de 40 minutos, danificando praças e passeios públicos, deixando ruas interditadas. O vendaval foi acompanhado por fortes chuvas ininterruptas por um período de 9h, dando maior gravidade ao desastre, pela dificuldade de prestação de socorro necessário.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

AMETISTA DO SUL				1	1					1	1	1	3
ANTA GORDA													1
ANTÔNIO PRADO						1							1
ARARICÁ	1												1
ARATIBA	1												2
ARROIO DO MEIO					1							1	1
ARROIO DO SAL										1	1	1	3
ARROIO DO TIGRE						1							2
ARROIO GRANDE											2		2
ARVOREZINHA		1											1
ÁUREA												1	1
BAGÉ							1						1
BALNEÁRIO PINHAL										1	1		2
BARÃO DE COTEGIPE		1										1	2
BARRA DO GUARITA						1							1
BARRA DO QUARAÍ								1					3
BARRA DO RIO AZUL	1									1			2
BARRA FUNDA			1										1
BARROS CASSAL							1						2
BENJAMIN CONSTANT DO SUL								1					1
BENTO GONÇALVES										1	1		2
BOA VISTA DAS MISSÕES				1								1	2
BOA VISTA DO BURICÁ		1											2
BOM JESUS									1				1
BOM PROGRESSO		1							2			1	5
BOM RETIRO DO SUL	1										1	1	
BOQUEIRÃO DO LEÃO							1	1					2
BOSSOROCAS									1				1
BOZANO											1	1	3
BRAGA					1				2				3
BUTIÁ											1	2	3
CAÇAPAVA DO SUL	1	1							1				4
CACEQUI		1										2	3
CACHOEIRA DO SUL								1					1
CACIQUE DOBLE	1												1
CAIÇARA											1		1
CAMAQUÃ							1						1
CAMARGO		1	1										2
CAMPESTRE DA SERRA												1	1
CAMPINA DAS MISSÕES										1	2	1	4
CAMPINAS DO SUL											1	1	2
CAMPO BOM													1
CAMPO NOVO					1								2
CANDELÁRIA	1							1	1				3
CÂNDIDO GODÓI													1
CANDIOTA							1					1	2

Fonte: Brasil (2013)

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

CANELA								1		1
CANOAS									1	1
CAPÃO DA CANOA								1	1	2
CAPIVARI DO SUL								1	1	2
CARAÁ										1
CARAZINHO	1		1			1	1			3
CASCA						1	1			3
CAXIAS DO SUL		1							1	2
CENTENÁRIO			1							1
CERRITO									1	1
CERRO GRANDE DO SUL								1	1	1
CERRO LARGO									1	1
CHAPADA			1							1
CHARQUEADAS						1			1	2
CHIAPIETTA			1							2
CHUVISCA									1	1
CIDREIRA									1	1
CIRÍACO										1
COLINAS					1					1
COLORADO	1									1
COQUEIROS DO SUL			1							1
CORONEL BARROS									1	1
CORONEL BICACO	1			1	1					5
COTIPORÃ						1				1
COXILHA										1
CRİSSUMAL							1			3
CRISTAL									1	1
CRISTAL DO SUL							1			1
CRUZ ALTA							1			1
CRUZALTENSE										1
CRUZEIRO DO SUL	1	1	1				1			5
DERRUBADAS							1			3
DOIS IRMÃOS									1	1
DOIS LAJEDOS						1				1
DOM PEDRITO	1						1			2
DOM PEDRO DE ALCÂNTARA						1			1	1
DONA FRANCISCA		1				1				2
DOUTOR MAURÍCIO CARDOSO						1				1
DOUTOR RICARDO						1				1
ENCANTADO	1					1				3
ENGENHO VELHO								1		1
ENTRE-IJUÍS							1	2		3
ERNESTINA									1	1
ERVAL GRANDE	1									1
ERVAL SECO										1
ESMERALDA								1		1

Fonte: Brasil (2013)

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

ESPERANÇA DO SUL					1				1	1		3
ESPUMOSO		1										3
ESTAÇÃO			1	1								4
ESTÂNCIA VELHA						1						1
ESTRELA	1	2					1					4
ESTRELA VELHA							1					1
FAGUNDES VARELA							1					1
FARROUPILHA		1										1
FAXINAL DO SOTURNO			1	1				1				4
FAXINALZINHO									1		1	2
FAZENDA VILANOVA										1		1
FLORIANO PEIXOTO											1	
FONTOURA XAVIER						1	1				1	3
FORMIGUEIRO							1					1
FORTALEZA DOS VALOS		1			1					1		3
FREDERICO WESTPHALEN										3	1	4
GARIBALDI		1										1
GARRUCHOS								1		1	1	4
GENERAL CÂMARA						1				1		2
GETÚLIO VARGAS									1		1	3
GIRUÁ		1					1	1			1	4
GRAMADO DOS LOUREIROS		1										1
GRAMADO XAVIER							1	1				2
GUAÍBA											1	1
GUAPORÉ			1									1
GUARANI DAS MISSÕES							1	2				3
HARMONIA										1		1
HERVAL											1	
HERVEIRAS												1
HORIZONTINA		1					1			1	1	4
HULHA NEGRA								1		1		3
HUMAITÁ				1						1	1	3
IBARAMA							1					1
IBIAÇÁ											1	
IBIRAIaras				1								1
IBIRAPITÃ		1								1		3
IBIRUBÁ		1									1	2
IJUÍ										1	1	2
ILÓPOLIS											1	2
IMBÉ										1	1	2
IMIGRANTE											1	1
INDEPENDÊNCIA		1		1				1	1		1	5
INHACORÁ			1	1						1	2	5
IRÁI				1								1
ITAARA					1							3
ITACURUBI		1			1							2

Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 5: Síntese das ocorrências de vendavais no Estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: Brasil (2013)

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

NOVO BARREIRO		1		1						2
NOVO CABRAIS				1						1
NOVO HAMBURGO									1	1
NOVO MACHADO								1	1	3
NOVO TIRADENTES			1							1
PAIM FILHO							1		1	2
PALMARES DO SUL								1	1	2
PALMEIRA DAS MISSÕES	1			1					1	3
PALMITINHO			1			1				4
PANAMBI						1		1		2
PANTANO GRANDE	1			1						1
PARAÍSO DO SUL									1	3
PARECI NOVO							1		1	1
PAROBÉ								1		1
PASSA SETE		1		2	1					4
PASSO DO SOBRADO								1		1
PAVERAMA								1	1	2
PEDRAS ALTAS								1		1
PEDRO OSÓRIO							1		1	2
PEJUÇARA									1	1
PICADA CAFÉ							1	1		2
PINHAL					1					1
PINHEIRINHO DO VALE					1				1	3
PIRAPÓ								1	1	2
PIRATINI							1	2	2	5
PONTÃO		1		1				2	1	5
PORTO ALEGRE				1						1
PORTO LUCENA			1					1	1	4
PORTO MAUÁ							1	1		2
PORTO VERA CRUZ								1	1	1
PORTO XAVIER	1		1			1			1	1
POUSO NOVO					1					1
PROTÁSIO ALVES			1				1			2
PUTINGA			1							1
QUARÁI				1						1
QUEVEDOS								1		1
RENDENTORA			1	1					1	4
RELVADO						1			1	1
RESTINGA SECA	1	1				1			1	4
RIO DOS ÍNDIOS				1						1
RIO GRANDE	1			1					1	1
RIO PARDO					1	2	1	1		5
RIOZINHO					1			1	1	4
ROCA SALES	1									1
RODEIO BONITO		1				1				2
ROLANTE					1			1	2	4

Fonte: Brasil (2013)

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

RONDA ALTA									1	1						2
ROQUE GONZALES									1							2
ROSÁRIO DO SUL			1						1							1
SALTO DO JACUÍ									1							1
SALVADOR DAS MISSÕES														1		1
SANTA BÁRBARA DO SUL		1							1						1	3
SANTA CLARA DO SUL									1							1
SANTA MARIA		1							1					3	1	6
SANTA ROSA										1					1	2
SANTA TEREZA									1							1
SANTANA DA BOA VISTA		1							1			1	1			4
SANTIAGO										1					1	2
SANTO ÂNGELO									1	1						2
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA													1	1		2
SANTO ANTÔNIO DAS MISSÕES			1	1					2	1						5
SANTO ANTÔNIO DO PALMA														1		1
SANTO ANTÔNIO DO PLANALTO							1									1
SANTO AUGUSTO													1			2
SANTO CRISTO													1	1	1	3
SANTO EXPEDITO DO SUL														1		1
SÃO BORJA			1						1	1						5
SÃO FRANCISCO DE ASSIS														1		1
SÃO FRANCISCO DE PAULA										1				1		2
SÃO GABRIEL	1	1											1	1		4
SÃO JERÔNIMO									1					1	1	4
SÃO JOÃO DA URTIGA													2			2
SÃO JOÃO DO POLÉSINE									1							1
SÃO JOSÉ DAS MISSÕES															1	1
SÃO JOSÉ DO HERVAL									1							1
SÃO JOSÉ DO HORTÊNCIO										1				1	1	3
SÃO JOSÉ DO INHACORÁ													1			1
SÃO JOSÉ DO NORTE		1	1													2
SÃO JOSÉ DO OURO														1		1
SÃO JOSÉ DO SUL													1			1
SÃO JOSÉ DOS AUSENTES														1		1
SÃO LOURENÇO DO SUL														1	1	2
SÃO LUIZ GONZAGA									1	1				1	1	5
SÃO MARCOS													2	1		3
SÃO MARTINHO														2		2
SÃO MARTINHO DA SERRA														2	1	3
SÃO MIGUEL DAS MISSÕES	1								1	1			1			4
SÃO NICOLAU														1		2
SÃO PAULO DAS MISSÕES				1										1	1	1
SÃO PEDRO DAS MISSÕES														1		5
SÃO PEDRO DO BUTIÁ														1		1
SÃO PEDRO DO SUL									1					1	1	2
																5

Fonte: Brasil (2013)

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

SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ							1				1
SÃO SEPÉ	1										2
SÃO VALENTIM	1		1				1				3
SÃO VALENTIM DO SUL						1				1	1
SÃO VALÉRIO DO SUL								1		1	3
SAPIRANGA									1		1
SAPUCAIA DO SUL									1		1
SARANDI			1							1	2
SEBERI				1							2
SEDE NOVA				1				1			2
SEGREDO						1					1
SELBACH	1										1
SENADOR SALGADO FILHO											1
SERAFINA CORRÊA	1										1
SÉRIO					1						1
SETE DE SETEMBRO							1				1
SEVERIANO DE ALMEIDA										2	2
SILVEIRA MARTINS		1				1					2
SINIMBU						1					1
SOBRADINHO	1					1					5
SOLEDADE			1			1				1	5
TABAÍ									1		2
TAPEJARA	1						1				6
TAPERÁ	1								2	2	
TAQUARA						1					1
TAQUARI						1			1	1	2
TAQUARUÇU DO SUL			1				1				2
TAVARES											1
TENENTE PORTELA							1		1	2	
TERRA DE AREIA									1	1	1
TEUTÔNIA											1
TIO HUGO					1						1
TIRADENTES DO SUL							1			1	1
TORRES								2		1	3
TRAMANDAÍ									1	1	2
TRÊS ARROIOS										1	1
TRÊS CACHOEIRAS				1					1	1	1
TRÊS DE MAIO	1	1									4
TRÊS FORQUILHAS									1	1	1
TRÊS PALMEIRAS											1
TRÊS PASSOS										1	1
TRINDADE DO SUL									2		1
TRIUNFO									1	1	3
TUCUNDUVA	1						1		2	1	2
TUNAS						1					1
TUPANCI DO SUL									1		1

Fonte: Brasil (2013)

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

TUPANCIRETÁ															2	3		5
TUPARENDI															1	1		3
UNISTALDA															1	1		2
URUGUAIANA															1			1
VACARIA															1			1
VALE VERDE															1			1
VANINI															1			2
VENÂNCIO AIRES	1														1			3
VERA CRUZ															1			1
VERANÓPOLIS															1			1
VESPASIANO CORREA								1							1			2
VIADUTOS																1		1
VIAMÃO															1	1		3
VICENTE DUTRA															1			1
VICTOR GRAEFF	1														1	2		4
VILA FLORES															1			1
VILA LÂNGARO															1			1
VILA MARIA															1			3
VILA NOVA DO SUL	1														1			2
VISTA ALEGRE DO PRATA															1			1
VISTA GAÚCHA															1			1
XANGRI-LÁ															1	1		2

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

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

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

FINOTTI, E. **Análise de ocorrência de vendavais na região sul do Brasil**: relatório final de Projeto de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/INPE). Santa Maria: INPE, 2010. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP7W/389BLJP?languagebutton=en>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

MARCELINO, E. V. et al. Impacto do Furacão Catarina sobre a região sul catarinense: monitoramento e avaliação pós-desastre. **Geografia**, v. 30, n. 3, p. 559-582, 2005. Disponível em: <http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/artigos/Marcelino-et-al_2005_Impacto_Furacao_Catarina.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2013.

MARCELINO, I. P. V. O. **Análise de episódios de tornados em Santa Catarina**: caracterização sinótica e mineração de dados. 2003. 214 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

MELO, A. B. C. de. El Niño continuará atuando até o verão 2009/2010. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 16, n. 10, out. 2009. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200910.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2013.

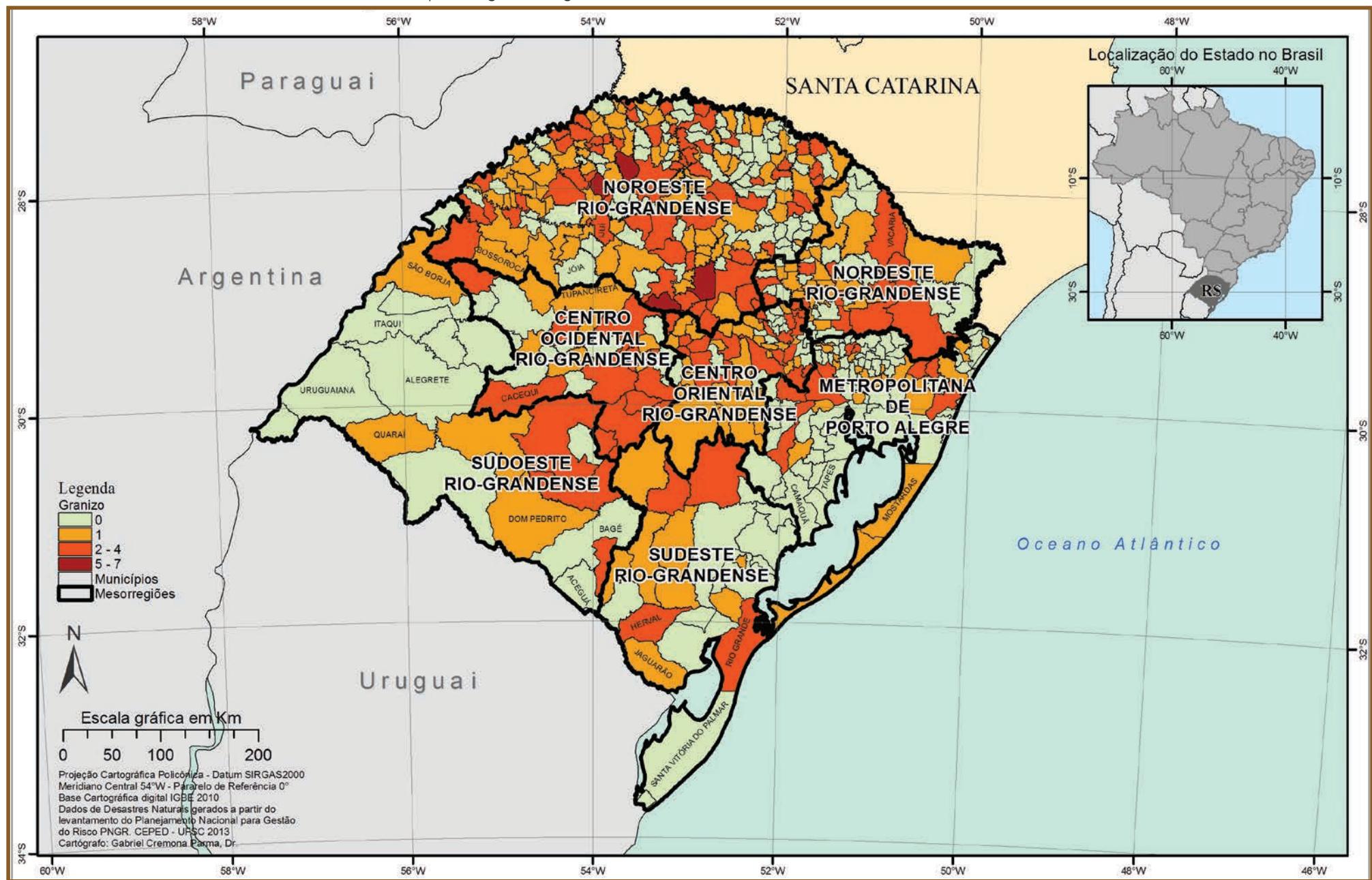
TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2013.

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

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

GRANIZO

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



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

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

A precipitação de granizos ocorre, em geral, durante os temporais. Uma grande gota de chuva na parte inferior da nuvem, numa forte corrente de ascensão, é levada para cima e, ao alcançar temperaturas menores na linha isotérmica de 0 oC, 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 13 (KULICOV; RUDNEV, 1980; KNIGHT; KNIGHT, 2001).

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

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

O grau de dano causado por ocorrência de granizos depende basicamente do tamanho das pedras, da densidade da área, da duração do temporal, da velocidade de queda e das

características dos elementos atingidos. No entanto, chuvas intensas e ventos fortes quando acompanham o granizo aumentam os danos.

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

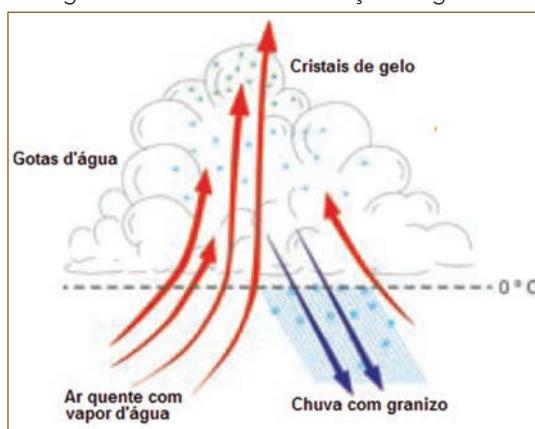
O monitoramento e alerta sobre a ocorrência de granizos é uma medida preventiva importante na mitigação dos danos causados por esses eventos naturais. Neste sentido, os serviços de meteorologia acompanham diariamente as condições do tempo e têm condições de prevenir sobre sua provável ocorrência.

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

No Estado do Rio Grande do Sul, assim como na Região Sul do Brasil, a queda de granizos é frequente. Ao longo dos anos de análise foram levantados **467 registros oficiais** do fenômeno, espacializados no Mapa 7.

As maiores ocorrências de granizo no Estado do Rio Grande do Sul ocorrem nas regiões de maior altitude e/ou mais distantes do mar, como o Planalto Superior, a Serra do Nordeste e o Planalto Médio. Já, as regiões de menor probabilidade de ocorrência do fenômeno são o litoral e a região das grandes lagoas, como a dos Patos e Mirim, de menores altitudes e sujeitas à ação termorreguladora do Oceano Atlântico (CUNHA; SCHEEREN; SILVA, 2001).

Figura 13: Processo de formação de granizo



Fonte: Tavares (2009)

Deve-se levar em conta também que 87,1% dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul se localizam na metade norte do seu território (norte de 30°S), caracterizada por um relevo irregular com altitudes mais elevadas, o que propicia a ocorrência de fenômenos atmosféricos de tempo severo, como o granizo (VARGAS JÚNIOR et al., 2011).

Desta forma, a maior parte dos municípios atingidos localiza-se na área de planalto, no noroeste do estado. A mesorregião mais atingida foi a Noroeste Rio-Grandense, com 243 registros, destacam-se os municípios de Chiapetta e Coronel Bicaco, com 5 registros, Salto do Jacuí, com 6 registros, e Espumoso, com 7 registros.

Ao analisar os mapas, verifica-se que dos 496 municípios pertencentes ao Estado do Rio Grande do Sul, 282 foram afetados por desastres relacionados a granizos, representando 57% do total. O município com a maior recorrência do desastre, 7 registros, foi Espumoso, localizado na mesorregião Noroeste Rio-Grandense, com registro do evento nos anos de 1993, 2001, 2003, 2009, 2010, 2011 e 2012.

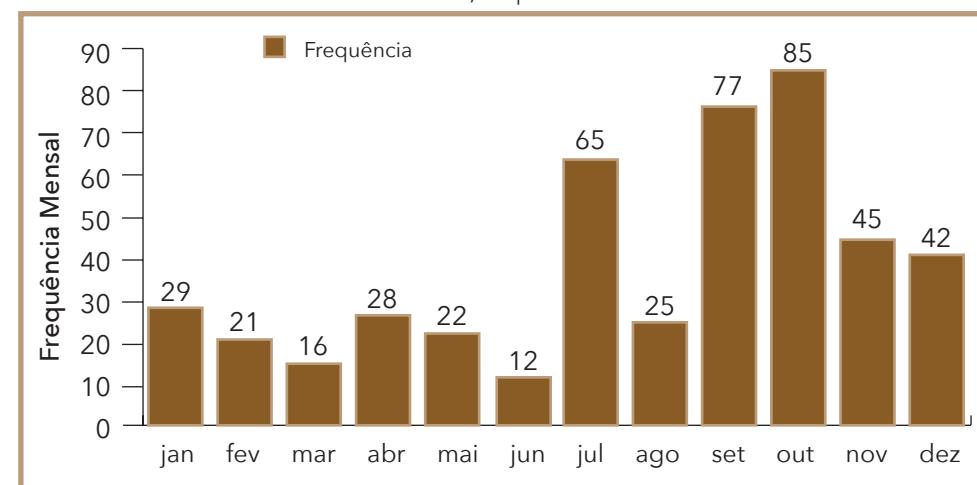
Com relação aos sistemas atmosféricos que podem causar desastres naturais por queda de granizos, estão: os Sistemas Frontais, que podem ocorrer o ano inteiro, mas que têm sua atuação mais frequente e intensa no inverno, gerando tempo instável, produzindo muita chuva e podendo resultar em granizos, além de inundações, vendavais 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, com intensidade suficiente para gerar chuvas fortes, ventos, tornados, granizo etc., ou seja, também são capazes de desencadear desastres naturais (TOMINAGA et al., 2009).

A estação do ano com maior risco de ocorrência de granizo é a primavera, sendo os meses de julho a outubro o período com a maior frequência, com destaque para agosto, enquanto o outono é a estação de menor frequência, destacando-se março (CUNHA; SCHEEREN; SILVA, 2001). Na primavera, estação do ano de transição do inverno para o verão, começa a ser mais frequente no Estado do Rio Grande do Sul o encontro de intensas massas de ar polares com o ar mais quente vindo do norte da Argentina caracterizando

jatos de baixos níveis. Esse encontro produz grande gradiente de temperatura, ocorrendo choques intensos entre as diferentes massas de ar, combustível ideal para formação de células convectivas severas. O estado é comumente atingido por esses tipos de células convectivas, que podem se tornar tempestades severas com potencial para provocar vendavais, alta precipitação e granizo (LUZ et al., 2012).

Neste sentido, com relação à frequência mensal dos registros, observa-se no Gráfico 20 que os meses de setembro e outubro foram os que apresentaram o maior número de desastres por granizo, 77 e 85, respectivamente. Esses meses correspondem ao início da estação chuvosa no estado e apresentam temperaturas mais elevadas em relação ao inverno, o que pode aumentar a probabilidade das chuvas serem acompanhadas por tempestade com trovoadas e queda de granizo. O verão e o outono apresentaram as menores recorrências do fenômeno, sendo os meses de junho e março os menos afetados, com 12 e 16 registros respectivamente.

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



Fonte: Brasil (2013)

A maior incidência de granizo no fim do inverno e na primavera está associada à passagem de frentes frias mais intensas e ao rápido aquecimento do continente. Essas duas situações criam condições para a elevação de massas de ar relativamente mais úmidas, formando nuvens de grande desenvolvimento vertical que dão origem ao granizo (CUNHA; SCHEEREN; SILVA, 2001).

As Frentes Frias (FFs) ou Sistemas Frontais oriundas das latitudes subtropicais, atingem o Sul do país e induzem à formação de nebulosidade convectiva sobre essa região. São caracterizadas 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 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).

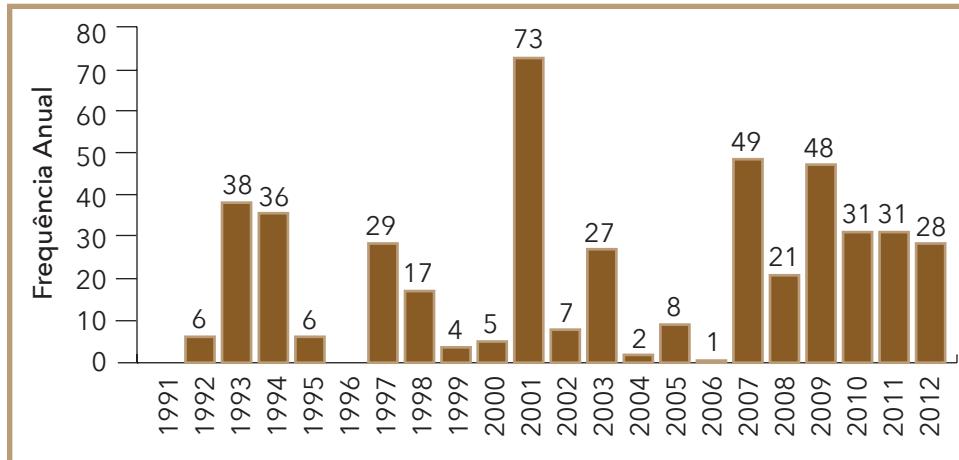
No Gráfico 21, percebe-se que em quase todos os anos houve registros de precipitações de granizos caracterizadas como desastres no estado, exceto para os anos de 1991 e 1996. No ano de 2001 houve um pico nas ocorrências do evento, com 73 registros em 70 municípios. Naquele ano também foi diagnosticado, segundo os documentos oficiais do estado, um elevado número nos registros de inundações bruscas, pois, de acordo com Marcelino, Mendonça e Rudorff (2004), os episódios de precipitações de granizos estão relacionados a chuvas intensas, ventos fortes, tornados e descargas elétricas.

No ano de 2001, o mês que teve a maior parte dos registros de granizos foi julho, com 58 ocorrências. De acordo com o Boletim Climanálise, do CPTEC/INPE, naquele mês ocorreu a atuação de sete frentes frias no Brasil. Na Região Sul, estes sistemas associaram-se aos vórtices ciclônicos em altos níveis e aos jatos em baixos níveis, originando frontogêneses e ciclogêneses no litoral do Rio Grande do Sul que causaram ventos, chuvas fortes e queda de granizo nessa região (CLIMANÁLISE..., 2001).

Os danos humanos causados por desastres naturais associados a eventos de granizos deixaram quase 447 mil pessoas afetadas nos municípios do Estado do Rio Grande do Sul com registros do fenômeno.

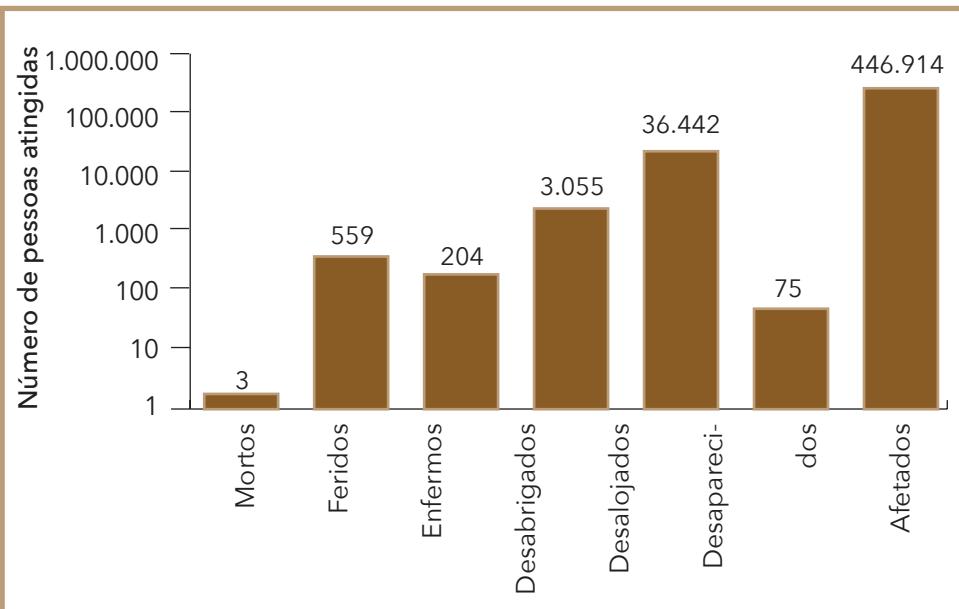
Conforme ilustrado no Gráfico 22, durante as ocorrências de granizos registradas constatou-se uma quantidade de 446.914 pessoas afetadas. Além

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



Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

destas, 75 estão desaparecidas, 36.442 foram desalojadas, 3.055 desabrigadas, 204 enfermas, 559 feridas e 3 foram mortas ao longo dos anos analisados.

Os municípios que tiveram vítimas fatais relacionadas à precipitação de granizos foram Jaguari, no Centro Ocidental Rio-Grandense, São Francisco de Paula, no Nordeste Rio-Grandense e Vera Cruz, no Centro Oriental Rio-Grandense.

Jaguari registrou o evento em setembro de 2007, com a ocorrência de granizo seguido de fortes chuvas e vento. Em julho de 2003, São Francisco de Paula teve as áreas urbana e rural afetadas por um vendaval acompanhado de fortes chuvas e tempestade de granizo. Vera Cruz registrou o desastre em fevereiro de 2002, por danos em toda a área do município, devido à intensa precipitação de granizo, com duração de 30 minutos, seguida de chuva intensa e ventos fortes.

Em relação ao total de mortos, feridos, desalojados e afetados, pode-se observar na Tabela 16 os 5 municípios do Rio Grande do Sul que tiveram vítimas fatais e os mais afetados devido aos desastres naturais por granizos. Entre os atingidos, Santa Maria, localizado na Mesorregião Centro Ocidental Rio-Grandense, foi o que apresentou o maior número de afetados – 60.000 habitantes, no evento registrado em setembro de 2009.

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

Ano	Município	Mesorregião	Mortos	Feridos	Desalojados	Total de Afetados
2002	Vera Cruz	Centro Oriental Rio-Grandense	1	50	0	4.200
2003	São Francisco de Paula	Nordeste Rio-Grandense	1	35	6.768	1.510
2007	Jaguari	Centro Ocidental Rio-Grandense	1	0	150	804
2009	Santa Maria	Centro Ocidental Rio-Grandense	0	2	108	60.000
2008	Palmeira das Missões	Noroeste Rio-Grandense	0	0	500	25.000
1991-2012	Estado do Rio Grande do Sul		3	559	36.465	447.954

Fonte: Brasil (2013)

Segundo o documento oficial, em 2009 o município registrou o fenômeno nos meses de fevereiro e setembro. Em setembro, a precipitação de granizo, a chuva forte e rajadas de ventos, que atingiram até aproximadamente 60 km/h, afetaram a área urbana. Outro registro do município foi em dezembro de 2010, sendo afetada parte da área rural por precipitação de granizo, precipitação hídrica e rajadas de vento.

Segundo os documentos oficiais, os desastres ocasionados pelas quedas de granizo no Estado do Rio Grande do Sul estavam associados às chuvas intensas e fortes ventos, que contribuíram para intensificar os danos (Figura 14).

Figura 14: Pedras de granizo, Estado do Rio Grande do Sul



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

De maneira geral, enquanto desastre, o granizo causa grandes danos e prejuízos econômicos à agricultura. No Sul do Brasil, os maiores prejuízos causados por precipitações de granizo acontecem nas lavouras de cereais de inverno (trigo, cevada, triticale e aveia branca), nos pomares de fruteiras de clima temperado (maçã, pêssego e videira), nos cultivos de plantas olerícolas, nas culturas de fumo e de arroz irrigado, entre outras atingidas em menor escala (CUNHA; SCHEEREN; SILVA, 2001).

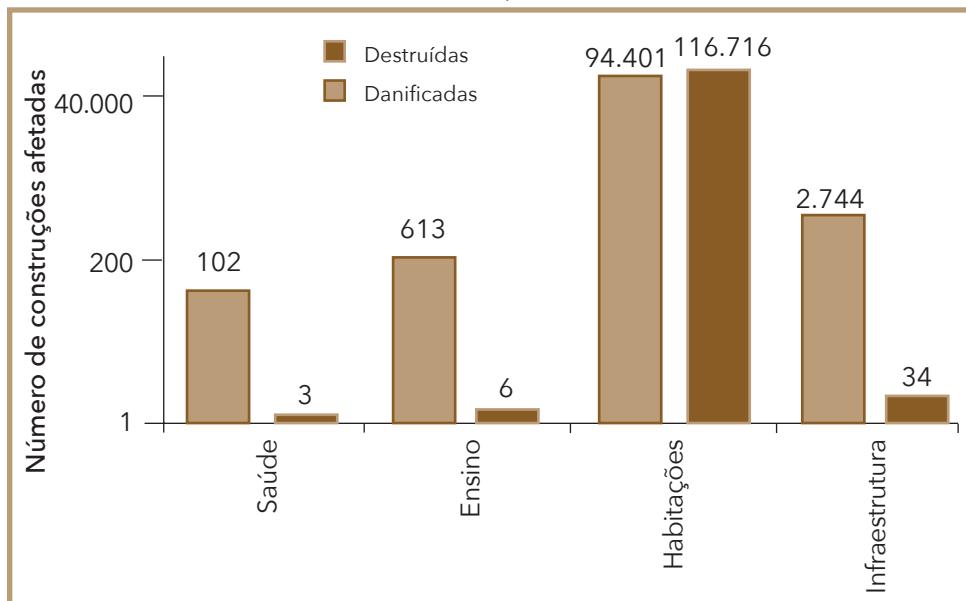
Os três principais fatores associados com os prejuízos são: o tamanho da área atingida, a densidade das pedras de gelo ao nível do solo e a força dos ventos superficiais. Quando a densidade é inferior a dez pedras por 0,10 m² usualmente não ocorrem danos apreciáveis. Os maiores problemas para as culturas são as pedras em formato esférico (CARDOSO; LIMA; ASSIS, 2004).

O dano às plantações dá-se por ação mecânica dos granizos nas plantas, quase sempre associada a ventos fortes. No estado, nas culturas de elevado valor comercial, referentes aos pomares e hortas, há o sistema de detecção por radar de nuvens com formação de gelo e a nucleação destas com iodeto de prata, usando-se foguetes terra-ar ou aviões, além do método mais eficiente, a proteção das plantas com redes antigranizo (CUNHA; SCHEEREN; SILVA, 2001).

Com relação aos danos materiais, o Estado do Rio Grande do Sul teve um total de 97.860 construções danificadas e 116.716 destruídas por granizos no período de 1991 a 2012. De acordo com o Gráfico 23, a maior parte dos danos materiais afetou as habitações, destacando-se o município de Palmeira das Missões, localizado na mesorregião Noroeste Rio-Grandense, com o maior número de habitações danificadas.

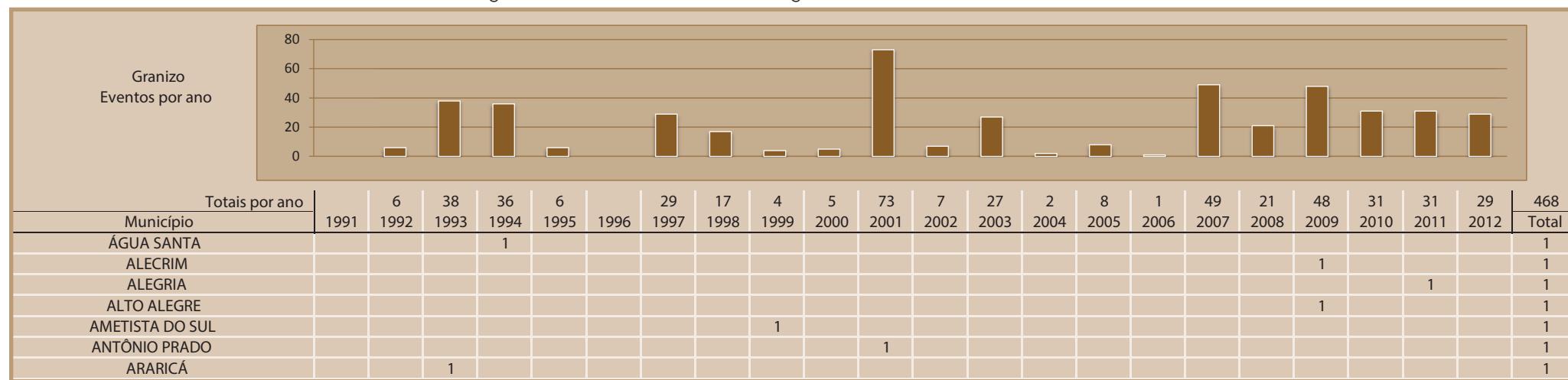
Em Palmeira das Missões foram 30.500 habitações danificadas no evento registrado em abril de 2008. De acordo com o documento oficial, ocorreu precipitação sólida de grânulos de gelo, transparentes ou translúcidos, de forma esférica ou irregular, de diâmetro igual ou superior a 50 mm. A chuva de granizo veio seguida por fortes ventos, que causaram danos em toda a área urbana e em parte da área rural do município.

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



Fonte: Brasil (2013)

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



Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

CHIAPETTA		1		1						1			1	1	5
COLINAS						1									1
COLORADO		1													1
CONSTANTINA													1	1	2
COQUEIROS DO SUL				1								1	1	1	3
CORONEL BARROS											1				1
CORONEL BICACO		1		1	1					1	1				5
COTIPORÃ						1									1
COXILHA							1			1				1	2
CRISSIUMAL										1	1				2
CRUZ ALTA											1				1
CRUZEIRO DO SUL	2					1							1		4
DEZESSEIS DE NOVEMBRO											1	1			2
DOIS LAJEADOS						1									1
DOM PEDRITO		1													1
DOM PEDRO DE ALCÂNTARA						1									1
DONA FRANCISCA		1				1									2
DOUTOR MAURÍCIO CARDOSO							1			1					3
DOUTOR RICARDO													1		1
ENCANTADO		1					1								2
ENCRUZILHADA DO SUL			1											1	2
ENGENHO VELHO													1		1
ENTRE RIOS DO SUL								1							1
ENTRE-IJUÍS												1			1
ERVAL GRANDE		1													1
ESPERANÇA DO SUL								1							1
ESPUMOSO		1				1	1						1	1	1
ESTAÇÃO				1	1										2
ESTÂNCIA VELHA						1									1
ESTRELA		2						1							3
ESTRELA VELHA								1			1				1
EUGÉNIO DE CASTRO			1												1
FAGUNDES VARELA								1							1
FARROUPILHA		1											1	1	3
FAXINAL DO SOTURNO			1		1			1							3
FAZENDA VILANOVA														1	1
FELIZ												1	1		2
FLORES DA CUNHA														1	1
FLORIANO PEIXOTO												1	1	1	3
FONTOURA XAVIER							1					1	1	1	4
FORMIGUEIRO								1				1			2
FORTALEZA DOS VALOS		1			1										2
FREDERICO WESTPHALEN													1		1
GARIBALDI		1						1							1
GENERAL CÂMARA								1				1		1	3

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

MAXIMILIANO DE ALMEIDA			1	1					1	2		4
MIRAGUAÍ												1
MONTE ALEGRE DOS CAMPOS			1					1		1	1	2
MONTENEGRO												2
MOSTARDAS											1	1
MUÇUM							1			1		2
MUITOS CAPÕES											1	1
NÃO-ME-TOQUE		1										1
NICOLAU VERGUEIRO		1										1
NONOAI	1	1		1								3
NOVA ALVORADA							1					1
NOVA BASSANO		1								1		2
NOVA BOA VISTA				1								1
NOVA CANDELÁRIA											1	1
NOVA PALMA							1					1
NOVA PRATA							1					1
NOVA ROMA DO SUL							1				1	2
NOVO BARREIRO											1	1
NOVO CABRAIS												1
NOVO HAMBURGO										1		1
NOVO TIRADENTES							1					1
NOVO XINGU											1	2
OSÓRIO		1	1									2
PAIM FILHO												1
PALMEIRA DAS MISSÕES	1											2
PALMITINHO										1	1	2
PANAMBI				1						2		4
PANTANO GRANDE		1										1
PARAÍ							1					1
PARECI NOVO												1
PASSA SETE			1				2					3
PASSO FUNDO												1
PINHEIRINHO DO VALE								1				2
PINHEIRO MACHADO												1
PIRATINI											1	1
PONTÃO			1									2
PORTO LUCENA			1									1
PORTO XAVIER	1		1									3
POUSO NOVO							1	1				2
PROGRESSO							1					1
PROTÁSIO ALVES		1		1								2
PUTINGA				1								1
QUARAÍ										1		1
QUEVEDOS									1			1

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

Fonte: Brasil (2013)

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

VESPASIANO CORREA		1	2										3
VIADUTOS											1		1
VICTOR GRAEFF	1												1
VILA FLORES			1										1
VILA MARIA				1									1
VILA NOVA DO SUL	1							1				1	3
VISTA GAÚCHA								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.

CARDOSO, Nélia Kainara R.; LIMA, Fábio Ullmann F. de; ASSIS, Simone Vieira de. Análise da distribuição de Poisson para a ocorrência de granizo na região de Pelotas. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1., 2004, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 628-632. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~gedn/sibraden/cd/EIXO%204_OK/4-47.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2013.

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

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

CLIMANÁLISE: **Boletim de monitoramento e análise** climática, Cachoeira Paulista, v. 16, n. 7, jul. 2001. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf01/jul01.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2013.

CUNHA, G. R. da; SCHEEREN, P. L.; SILVA, M. S. e. **Granizo e cereais de inverno no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. (Documentos, 33). Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/granizo/granizo.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 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.

LUZ, Licínio Araújo da et al. Estudo de granizo no município de Hulha Negra no dia 30 de Setembro de 2011. In: CONGREMET - CONGRESSO ARGENTINO DE METEOROLOGÍA, 11., 2012, Mendoza. **Anais...** Mendoza: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://www.congremet.prmarg.org/upload/araujodaluzlicinio.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2013.

MARCELINO, I. P. V. O.; MENDONÇA, M.; RUDORFF, F. M. Ocorrências de granizo no estado de Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. P. 795-805. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/artigos/Marcelino-et-al_2004_Granizo_no_Estado_de_Santa_Catarina.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2013.

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.).

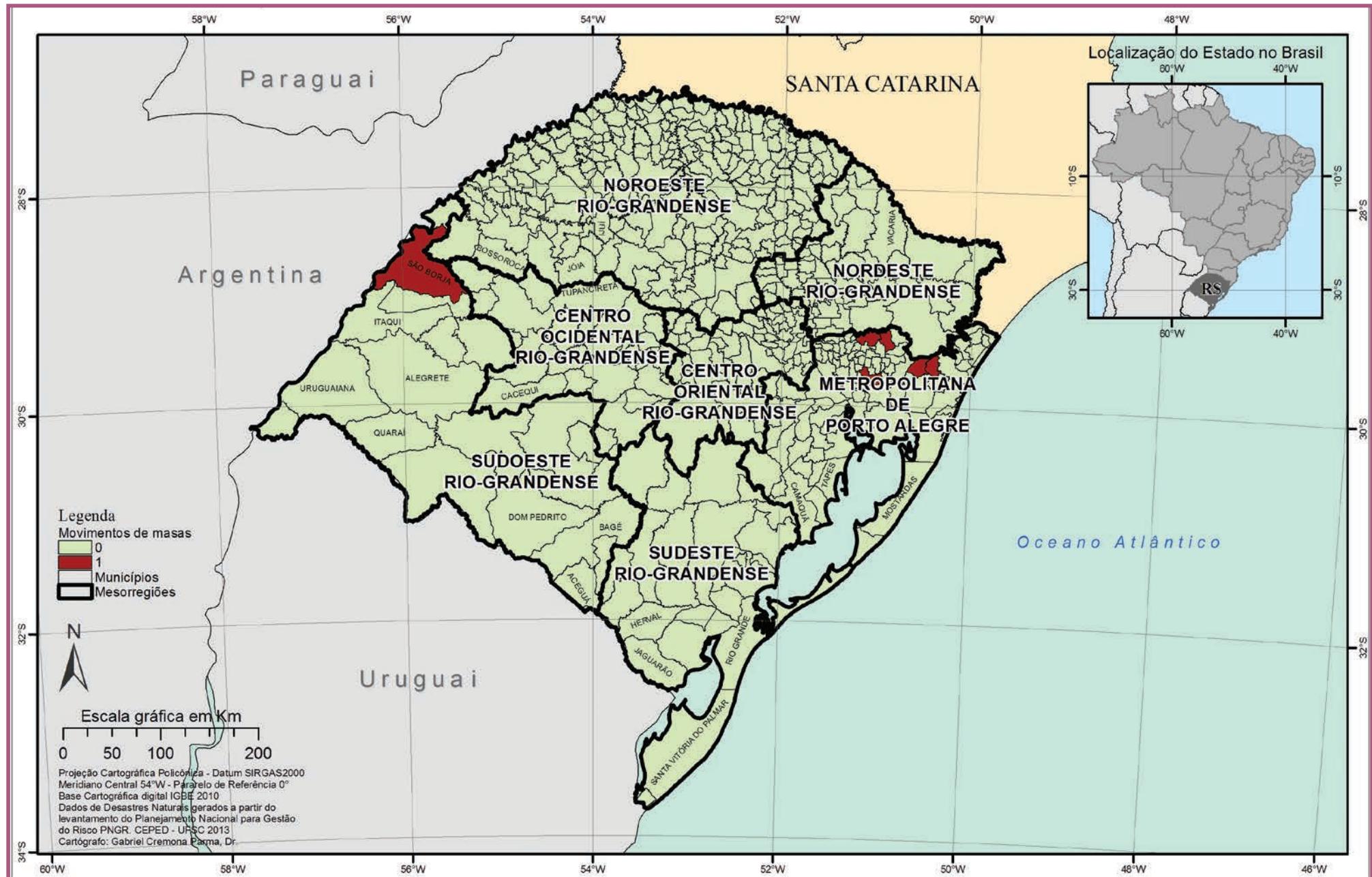
Desastres naturais: conhecer para prevenir. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2011.

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

VARGAS JR., Vanderlei R. de et al. Análise de eventos severos que afetaram o RS no período de 2004 a 2008. In: BRAZILIAN MICROMETEOROLOGY WORKSHOP, 7., 2011, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFPEL, 2011. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2011/noticias/arq/Certificados_Revisor_02_-_XX_CIC.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2013.

MOVIMENTO DE MASSA

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

CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE MASSA

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

Augusto Filho (1992) ajustou a classificação dos movimentos de massa proposta por Varnes (1978) à dinâmica ambiental brasileira, relacionando os diferentes tipos desses movimentos com suas características, material envolvido e geometria, conforme apresentados no Quadro 6 e esquematicamente representados na Figura 15.

CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

Os movimentos de massa estão diretamente relacionados aos aspectos geológicos e geomorfológicos, que são indicadores dos locais mais prováveis para a deflagração deste tipo de dinâmica de superfície. Fernandes e Amaral (1996) destacam, entre os diversos aspectos geológicos e geomorfo-

Quadro 6: Características dos principais tipos de escorregamento

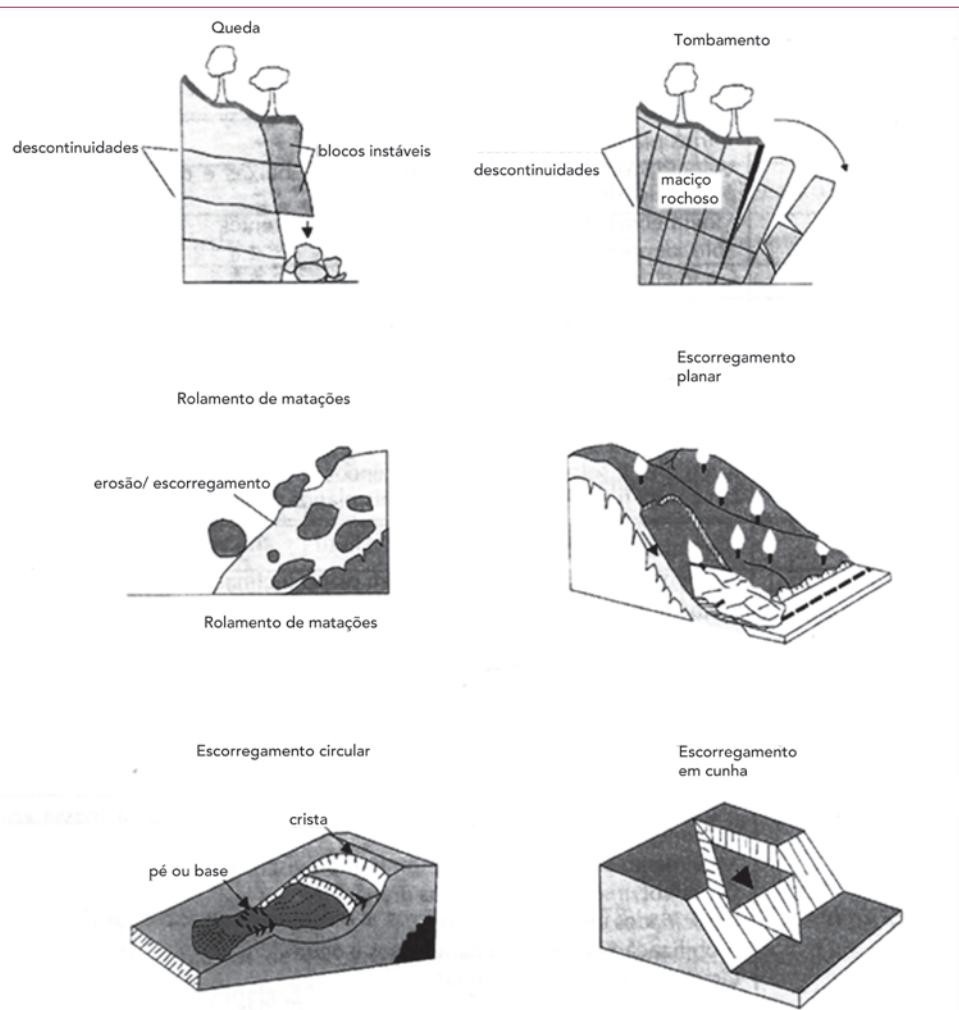
Processos	Características do movimento, material e geometria
Rastejo ou fluênciam	Vários planos de deslocamento (internos) Velocidade de muito baixas (cm/ano) a baixas e descendentes com a profundidade Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada Geometria 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)

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

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

Figura 15: Representação esquemática dos principais tipos de escorregamento



Fonte: MASS... (1968)

- As foliações e bandeamento são importantes em locais onde afloram rochas metamórficas; e estas descontinuidades interceptam a superfície da encosta com uma atitude desfavorável.
- As descontinuidades do solo estão presentes nos solos residuais no horizonte saprolítico, também conhecido como horizonte

residual jovem. Este horizonte tem como principal característica o fato de apresentar estrutura reliquiária herdada da rocha de origem e geralmente apresenta uma condutividade hidráulica maior atuando muitas vezes como um dreno para os horizontes mais superficiais (FERNANDES; AMARAL, 1996). Essas estruturas reliquiárias são planos de fraqueza que podem condicionar os movimentos de massa.

- A morfologia da encosta pode condicionar de forma direta ou indireta os movimentos de massa. Existe uma correlação direta entre a declividade e os locais de movimentos de massa. Os escorregamentos translacionais observados na Serra do Mar estão associados às encostas retilíneas com inclinações superiores a 30° (SANTOS, 2004). No entanto, os escorregamentos não ocorrem necessariamente nas encostas mais íngremes. A atuação indireta da morfologia da encosta está relacionada ao seu formato, que determina a convergência ou a divergência dos fluxos de água subterrânea e de superfície.
- Os depósitos de tálus e de colúvio são heterogêneos e geralmente apresentam um lençol d'água suspenso. A instabilização destes depósitos só ocorre por intervenção humana através de desmatamento ou algum corte para execução de obras civis. As instabilizações assim geradas são problemáticas devido à grande massa de material posta em movimento (SANTOS, 2004).

PRINCIPAIS CAUSAS DOS MOVIMENTOS DE MASSA

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

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

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

A foto apresentada na Figura 16 ilustra vários escorregamentos translacionais ocorridos na Serra do Mar/SP no vale do Rio Mogi em 1985. Este evento deflagrado pelas chuvas está também relacionado à ação indireta do homem. Foi constatado que a floresta desta região do vale apresentava um acelerado processo de deterioração devido à poluição atmosférica gerada pelo polo industrial de Cubatão. Vários estudos revelaram que a cobertura vegetal impede o acesso ao solo de até 20% do total pluviométrico precipitado (SANTOS, 2004).

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

As causas internas estão relacionadas principalmente à presença da água, que pode afetar a estabilidade da encosta de diferentes maneiras. 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.

Figura 16: Escorregamentos translacionais ocorridos em 1985 nas encostas do Vale do Rio Mogi – SP



Fonte: Arquivo IPT (1985 apud SANTOS, 1998)

Na zona de aeração o solo está parcialmente saturado e a água forma meniscos entre as partículas de solo que atraem uma de encontro à outra. Esta força adicional entre as partículas do solo, denominada de sucção, faz com que ocorra um aumento da resistência ao cisalhamento do solo.

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

pela superfície do solo e o aumento do nível do lenço freático reduzem a resistência ao cisalhamento de forma que pode ocorrer a ruptura da encosta sem haver a necessidade de que a mesma esteja saturada.

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

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

Quadro 7: Principais fatores deflagradores de movimentos de massa

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

Fonte: Varnes (1978)

No Estado do Rio Grande do Sul, os desastres relacionados a movimentos de massa somam **6 registros oficiais**, caracterizados como deslizamentos de solo e ou rocha, espacializados em 6 municípios. Dos 6 deslizamentos, 5 deles ocorreram na Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre atingindo os municípios de Gramado, Nova Petrópolis, Novo Hamburgo, Riozinho e Rolante. A outra mesorregião atingida foi a do Sudoeste-Riograndense, com um deslizamento ocorrido no município de São Borja. No Mapa 8 estão indicados todos os municípios do Rio Grande do Sul atingidos por movimento de massa com os seus respectivos quantitativos.

Os municípios onde ocorreram 5 dos movimentos de massa, que totalizaram 6 eventos, localizam-se no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul na região denominada de Planalto dos Campos Gerais e Escarpa da Serra Geral. O Planalto dos Campos Gerais corresponde ao ponto mais elevado do Planalto das Araucárias, sendo composto por uma sucessão de derrames de basalto, andesito, riolito e dacito da Formação Serra Geral, com altitudes que variam entre 600 e 1.300 m. O relevo produzido pela rede de drenagem apresenta um desnívelamento inferior a 40 m formando colinas muito amplas e suaves (declividade de 2° a 5°) que apresentam solo de pequena espessura.

ra. Essa região está submetida a precipitações bem distribuídas ao longo de todo o ano, com ocorrência de geadas e eventuais precipitações de neve, e nela destacam-se as cidades de São José dos Ausentes, Cambará do Sul, São Francisco de Paula, Gramado, Canela, Bom Jesus, Vacaria, Caxias do Sul e Garibaldi, dentre outras (VIERO; SILVA, 2010).

A escarpa da Serra Geral contorna o Planalto dos Campos Gerais com um relevo de transição entre este planalto e a planície costeira, apresentando declividade acentuada (declividade entre 25° e 45°), depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes, amplitude de relevo superior a 300 m, solos rasos e afloramentos de rocha. Esta região é muito suscetível a processos de erosão laminar e movimentos de massa do tipo escorregamento translacional seguidos de fluxo de lama e de detritos que provocam grandes danos materiais (VIERO; SILVA, 2010).

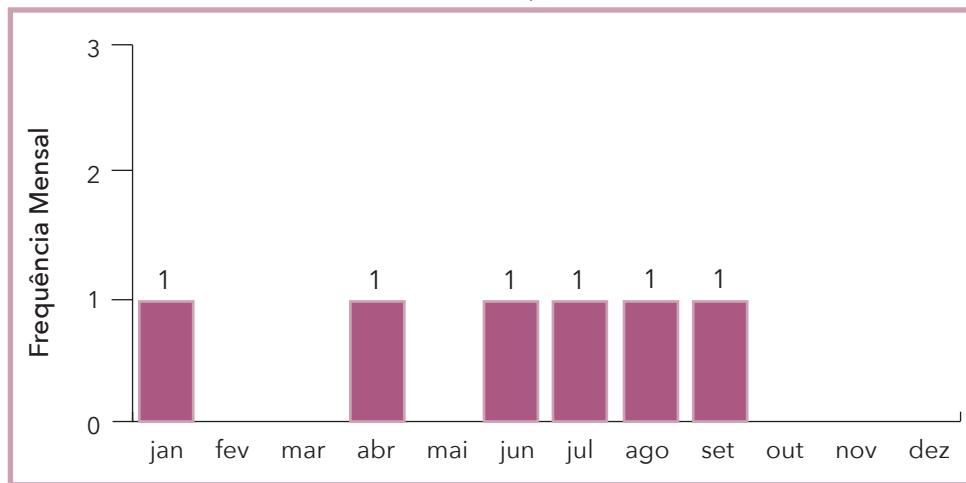
Com relação aos aspectos climáticos, a ocorrência dos escorregamentos está associada às chuvas intensas, muitas vezes, num curto período de tempo. No Rio Grande do Sul, este tipo de chuva é característico do choque de massas de ar com propriedades físicas distintas, geralmente associadas à invasão de massas polares sob massas tropicais e úmidas que configuram o avanço de frentes frias. As frentes frias podem provocar fortes chuvas e tempestades. Estas chuvas, muitas vezes, deflagram escorregamentos que, não raro, podem se tornar catastróficos (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

A ocorrência de frentes frias é constante no estado, com frequência de 5 a 7 vezes por mês (OLIVEIRA, 1986). Deste modo, os eventos relacionados aos movimentos de massa não sucederam concentrados em meses específicos, ocorrendo em 6 meses diferentes, conforme os dados de frequência mensal apresentados no Gráfico 24, com 1 registro nos meses de janeiro, abril, junho, julho, agosto e setembro.

Os danos humanos ocasionados por movimentos de massa no Estado do Rio Grande do Sul estão apresentados no Gráfico 25. Observa-se que 6.697 pessoas foram de alguma forma afetadas pelos deslizamentos de solo e ou rocha, 3 pessoas foram fatalmente atingidas, 90 ficaram desabrigadas e 1.784 foram desalojadas.

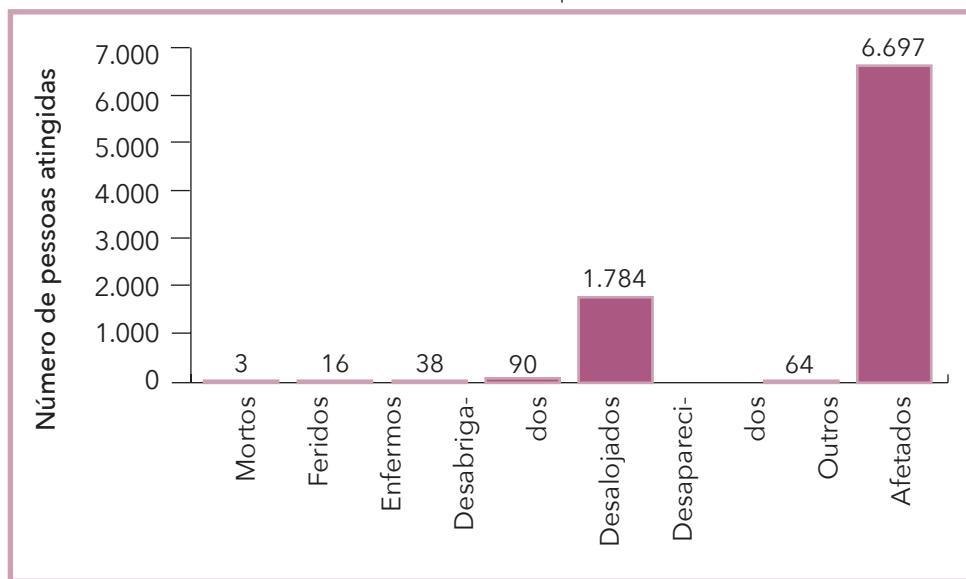
No Infográfico 7 estão todos os municípios atingidos por movimentos de massa no período de 1991 a 2012, com suas respectivas quantidades de eventos e a frequência anual. Os dois primeiros registros oficiais levantados

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



Fonte: Brasil (2013)

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



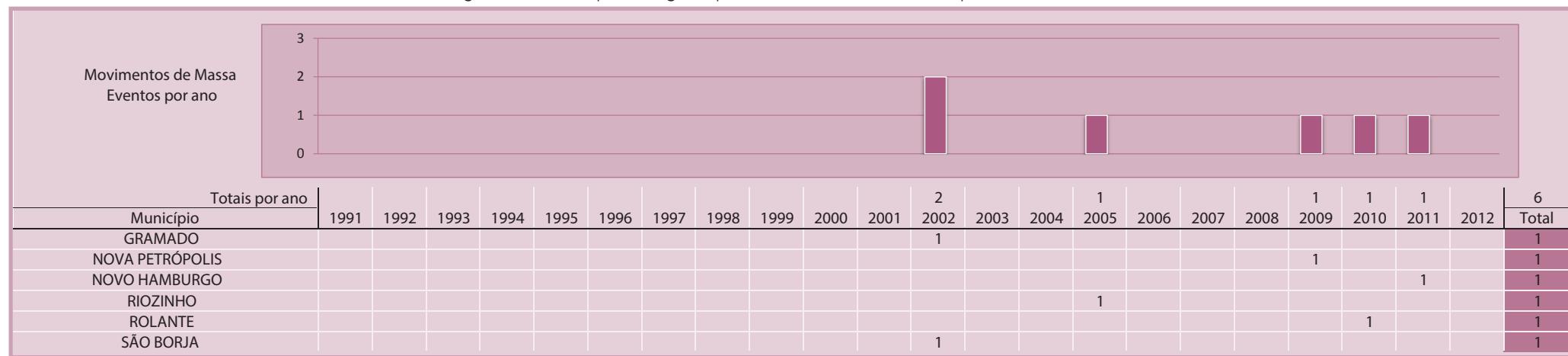
Fonte: Brasil (2013)

foram no ano de 2002, referentes a deslizamentos. O primeiro deles foi no mês de janeiro no município de São Borja, devido a elevadas precipitações pluviométricas ocorridas num período de 11 dias com um acumulado de 359 mm.

O segundo registro foi no mês de junho em Gramado, ocorrendo um escorregamento de encosta com grandes proporções, envolvendo a área residencial, o sistema viário e as propriedades voltadas ao turismo. O principal agente deflagrador foi as chuvas excepcionais (250 mm acumulados em 12 dias) com pico de precipitação de 70 mm no dia do evento.

Os próximos desastres por deslizamentos ocorreram em agosto de 2005 (no município de Riozinho), setembro de 2009 (em Nova Petrópolis), julho de 2010 (em Rolante), e abril de 2011 (em Novo Hamburgo). Os três casos de mortes por deslizamentos ocorreram neste último evento, quando toda a região de Novo Hamburgo sofreu com os volumes excessivos das precipitações pluviométricas ocorridas no período de 13 dias (aproximadamente 143 mm) que causaram o extravasamento de diversos córregos que cortam a cidade, o que acabou deflagrando o deslizamento de encosta.

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



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.

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

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

OLIVEIRA, A. S. **Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção da Amazônia.** 1986. 134 p. Dissertação (Mestrado) - Institutos de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 1986.

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

TOMINAGA, L. K. **Avaliação de metodologia de análise de risco a escorregamento:** aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP. 1997. 220 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo/SP, São Paulo, 1997.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2013.

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

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.

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.

VIERO, Ana Claudia; SILVA, Diogo Rodrigues Andrade da (Org.). **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: CPRM, 2010. 250 p.

EROSÃO

Mapa 9: Registros de erosões no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012



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

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

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

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

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

Quadro 8: Classificação da erosão pelos fatores ativos

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

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

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

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

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

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

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

EROSÕES ASSOCIADAS À PRECIPITAÇÃO DE CHUVAS

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

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

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

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

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

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

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

EROSÕES ASSOCIADAS AOS CANAIS DE DRENAGEM DOS RIOS

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

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

EROSÕES ASSOCIADAS A REGIÕES COSTEIRAS SOB A AÇÃO DO MAR

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

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

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

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

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

CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE)

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

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

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

Quadro 10: Codificação processos erosivos segundo a COBRADE

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

Fonte: COBRADE ([2012?])

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

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

REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

Para análise estatística dos desastres provocados por erosão entre 1991 a 2012 no Estado do Rio Grande do Sul, foram enquadrados os registros em conformidade a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Dentre as tipologias atuantes no estado (Tabela 17), foram identificadas as erosões de Margem Fluvial.

Tabela 17: Registro de ocorrências de acordo com sua tipologia no Estado do Rio Grande do Sul

Terminologia	Quantidade de Ocorrências/Registros
Erosão de Margem Fluvial	01

Fonte: Brasil (2013)

As mudanças morfológicas dos padrões de drenagem dos canais estão relacionadas basicamente a processos erosivos de margem fluvial, modelando o relevo em sua volta e influenciando diretamente na população ribeirinha, que por vezes acaba sendo afetada.

O fenômeno erosivo ocorre quando a água atua sobre uma das margens e provoca um processo de erosão subterrânea e minagem. Esta ação erosiva abre extensas cavernas subterrâneas até que uma súbita ruptura provoca a queda do solo da margem, que é tragado pelas águas. Acontece, normalmente, em terrenos sedimentares, de natureza arenosa (CASTRO, 2003).

Por sua dinâmica e característica geomorfológica, os rios são importantes agentes de sedimentação e erosão (acríscimo e perda de terras). A intensidade desse balanço de ganho e perda de terras pode ser sentida pelos processos graduais de cheias sazonais ou durante eventos adversos de longos períodos de chuvas.

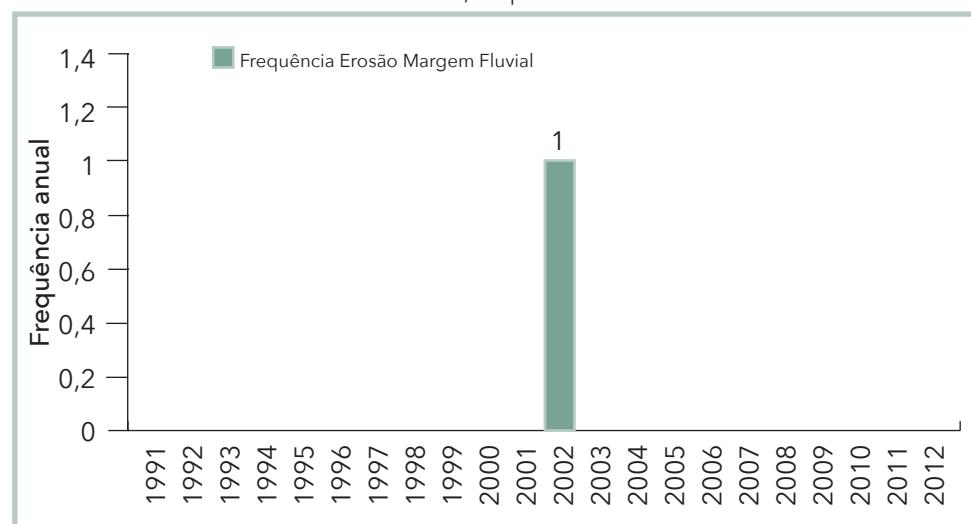
A distribuição de eventos relatados nos bancos de dados compilados pelo CEPED/UFSC e CENAD/SEDEC/MI no Estado do Rio Grande do Sul está elencada no Mapa 9.

No Estado do Rio Grande do Sul, entre os anos de 1991 e 2012, ocorreu somente 1 registro oficial de desastre natural causado por erosão de mar-

gem fluvial, registrado no ano de 2002, conforme o Gráfico 26. O município afetado, Pantano Grande, localiza-se na Mesorregião Centro Oriental Rio-Grandense, conforme Mapa 9.

O Gráfico 26 apresenta a frequência anual dos desastres vinculados aos processos erosivos ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul entre 1991 e 2012.

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



Fonte: Brasil (2013)

A ocorrência deste tipo erosivo geralmente está atrelada ao elevado índice das precipitações e ao aumento da velocidade do escoamento dos rios. O Estado do Rio Grande do Sul registrou o desastre no mês de outubro, como expressa o Gráfico 27.

Com relação à frequência mensal apresentada pelo Gráfico 27, fica difícil estabelecer um padrão de análise, uma vez que o número de registros é reduzido.

De acordo com os documentos oficiais, a decretação de situação de emergência deveu-se ao risco de ruptura na barragem do Guabiju, causado por infiltração e escorregamento em decorrência de precipitações pluviais e

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



Fonte: Brasil (2013)

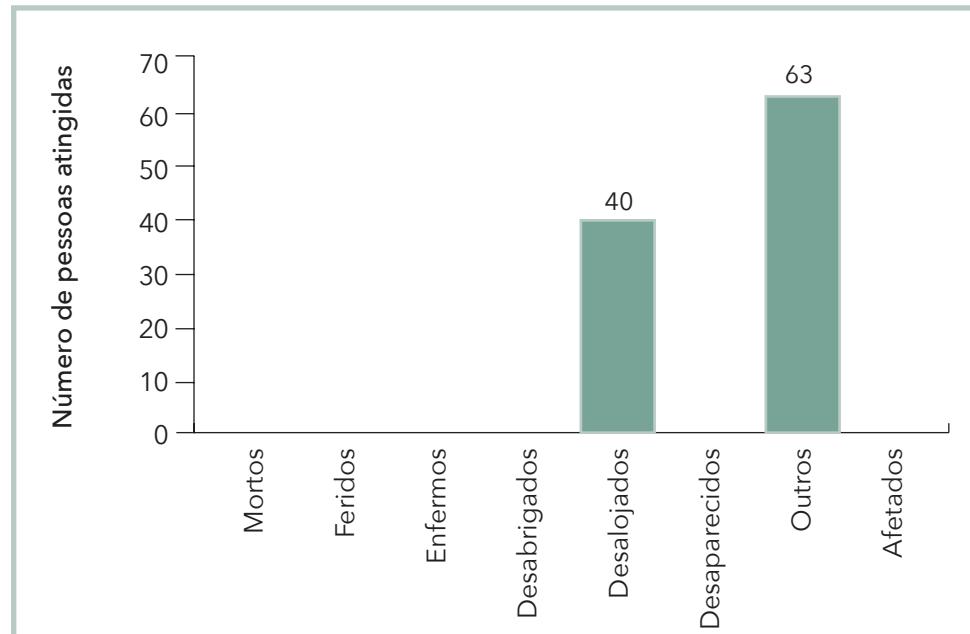
das condições geográficas do terreno, com o excesso de água e desonte insuficiente.

A erosão fluvial é um processo de erosão hídrica que atua como moderador da paisagem e pode, ou não, ocasionar danos econômicos e sociais. Esta tipologia afeta principalmente as habitações e as estruturas edificadas às margens dos rios, e pode ser potencializada pela intervenção humana devido à ocupação desordenada.

Os danos provocados pelo evento de erosão fluvial em 2002 comprometeram o fornecimento de água à população do município, visto que a barragem era a fonte de captação de água pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), desalojando 40 pessoas no município de Pantano Grande, conforme Gráfico 28.

Os processos erosivos fluviais causam maiores danos à população quanto sua urbanização se aproxima dos leitos dos rios. A retirada da vegetação local e a construção de edificações podem acelerar e intensificar processos de desestabilização do solo, aumentando as chances da ocorrência deste tipo erosivo. A proximidade da ocupação rente aos rios pode trazer, na maioria das vezes, erosão causada pelo solapamento, o qual se torna mais intenso

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



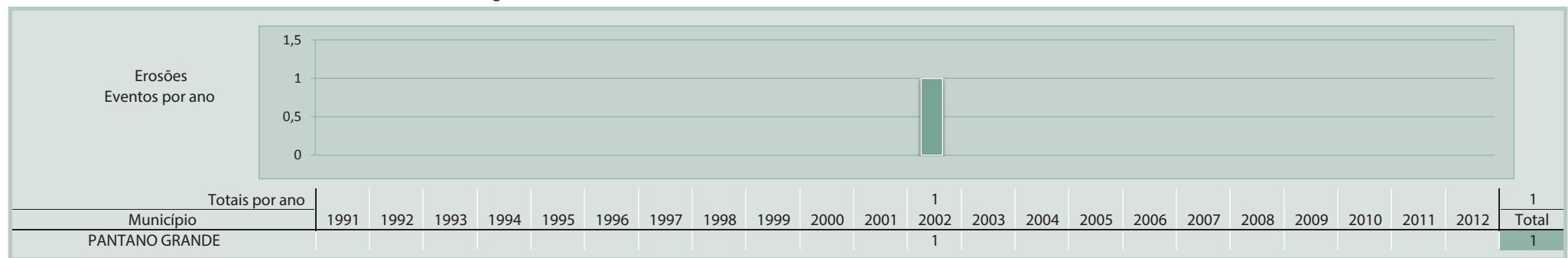
Fonte: Brasil (2013)

e evidente especialmente durante épocas das cheias dos rios, e de forma perturbadora nas cheias excepcionais (PETRY; VERBDUM, 2004).

Com relação aos danos materiais por processos erosivos, o Estado do Rio Grande do Sul não apresentou registros.

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

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



Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/download/mapa_e_municpios.php?uf=rs>. Acesso em: 6 jul. 2013.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe – Paranapanema.** São Paulo. 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.

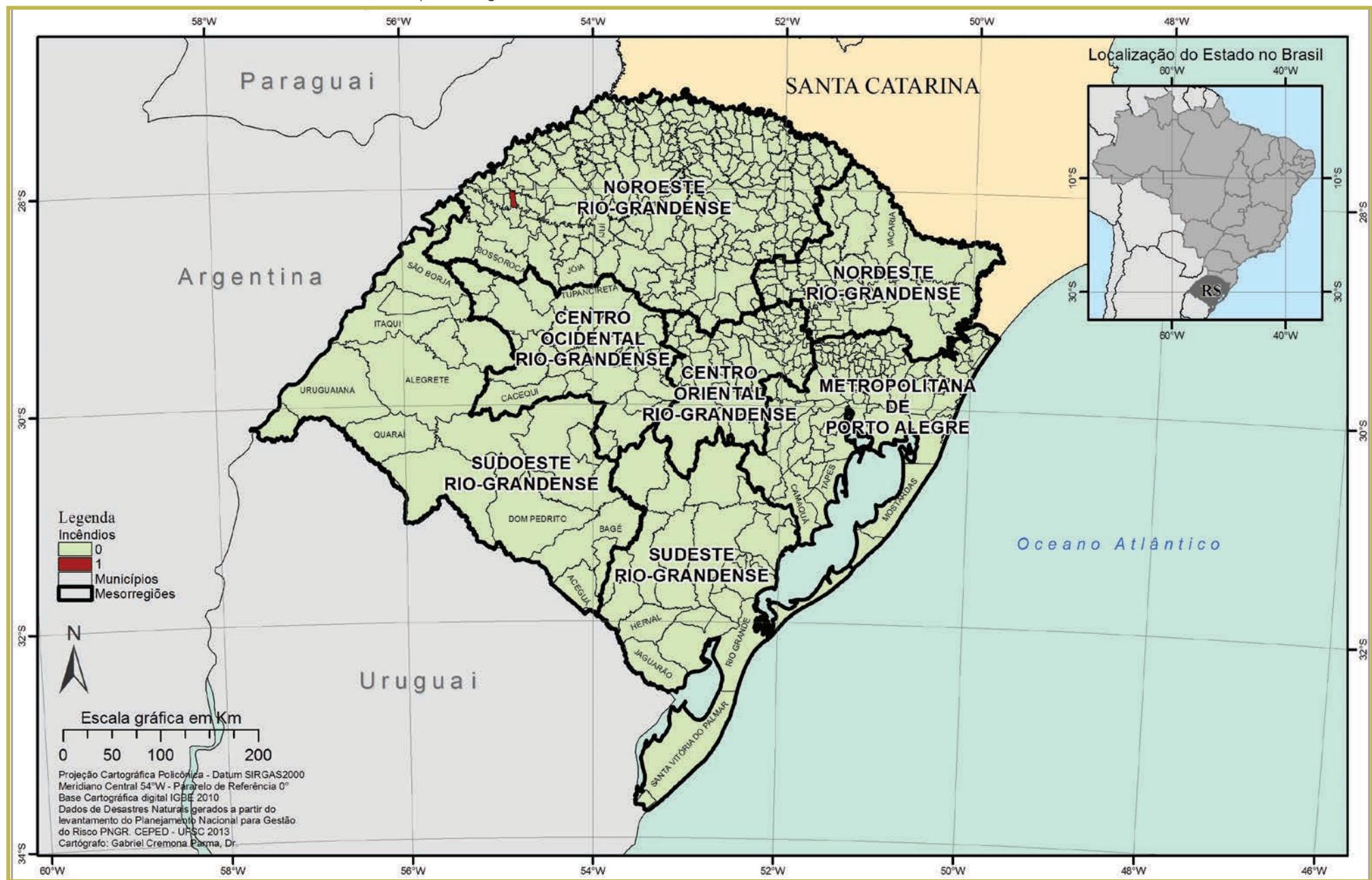
OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia.** São Paulo: CNPQ; FAPESP, 1998. 573 p.

PETRY, O. G.; VERBDUM, R. Dinâmica Fluvial e cartografia das áreas de risco no rio Rolante/RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. P. 262-276. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~gedn/sibraden/cd/EIXO%202_OK/2-20.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2013.

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

INCÊNDIO FLORESTAL

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



O incêndio florestal corresponde à classificação dos desastres naturais relacionados com a intensa redução das precipitações hídricas. É um fenômeno que compõe esse grupo, pois a propagação do fogo está intrinsecamente relacionada com a redução da umidade ambiental e ocorre com maior frequência e intensidade nos períodos de estiagem e seca.

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

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

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

As ocorrências de incêndios florestais no Estado do Rio Grande do Sul, entre os anos de 1991 e 2012, totalizaram 1 registro oficial. Para melhor vi-

sualização, o registro foi espacializado no Mapa 10, onde pode ser vista a localização do município afetado e seu respectivo número de registro.

De acordo com o Mapa 10, verifica-se que, dos 497 municípios somente 1 deles (0,2%) foi atingido por incêndio florestal, Salvador das Missões, , localizado na Mesorregião Noroeste Rio-Grandense, que teve 1 registro de desastre natural por incêndio decretado durante o período considerado.

Ao analisar o aspecto climático como predominante na deflagração desse tipo de evento adverso, verifica-se, no Gráfico 29, que janeiro foi o único mês que apresentou ocorrência.

Gráfico 29: Frequência mensal de registros de incêndios florestais no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012

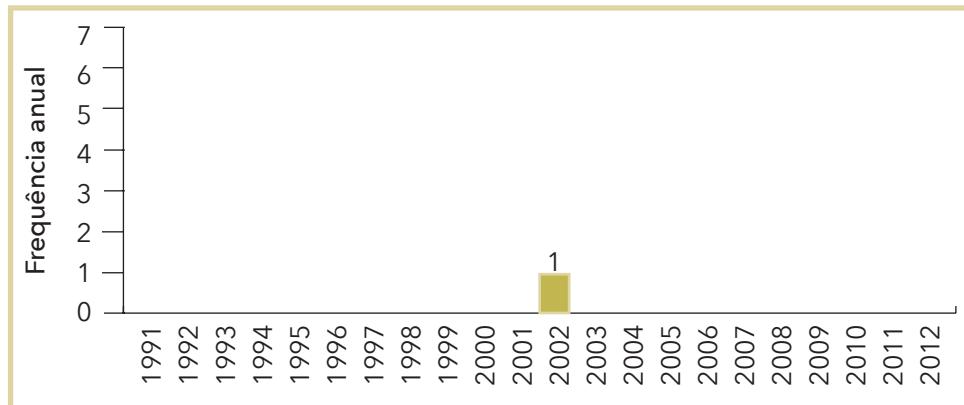


Fonte: Brasil (2013)

Em relação à frequência anual de incêndios, conforme se pode observar no Gráfico 30, nos onze primeiros anos da pesquisa não foram registrados desastres causados por incêndios florestais em documentos oficiais da Defesa Civil.

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

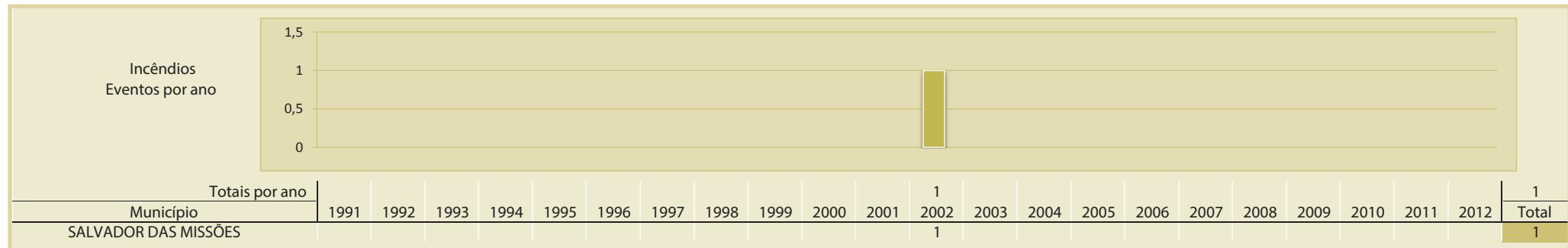
Gráfico 30: Frequência anual de registros de incêndios florestais no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Ao se analisar o Infográfico 9, o único ano que apresenta registro de incêndio é 1998, com 1 episódio do evento adverso.

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



Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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

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

TORNADO

Mapa 11: Registros de granizos no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012



Dentre os fenômenos extremos que ocorrem no Brasil, os tornados são pouco estudados. Isto se deve, principalmente, 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 cúmulus-nimbus e quase sempre observado como uma “nuvem funil”. Para serem caracterizados como tornado, os ventos que formam o fenômeno devem causar danos na superfície terrestre.

Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRA-DE), 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. Observa-se que esta definição não comenta sobre a “nuvem funil”, uma das principais características do tornado.

A tromba d’água é um tipo de tornado que ocorre sobre oceanos, grande lagos ou lagoas ou, ainda, sobre qualquer superfície aquática ampla o suficiente para o seu deslocamento. 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. Entre 1960 e 2008, mais de 158 episódios de tornados foram registrados, principalmente nos estados da Região Sul e em alguns das Regiões Sudeste e Centro-Oeste (SILVA DIAS, 2011). Esta 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 18) (KOBAYAMA *et al.*, 2006; MARCELINO; MARCELINO; SUSEN, 2007).

Tabela 18: 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 o de vendaval. Quando a destruição for ocasionada por uma “nuvem funil” ou “redemoinho” e a destruição seguir uma trajetória linear, tratar-se-á de um tornado. Quando a destruição for causada por ventos abrangendo uma extensa área, tratar-se-á 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, a correta identificação do fenômeno contribui para a identificação de locais mais susceptíveis à sua ocorrência.

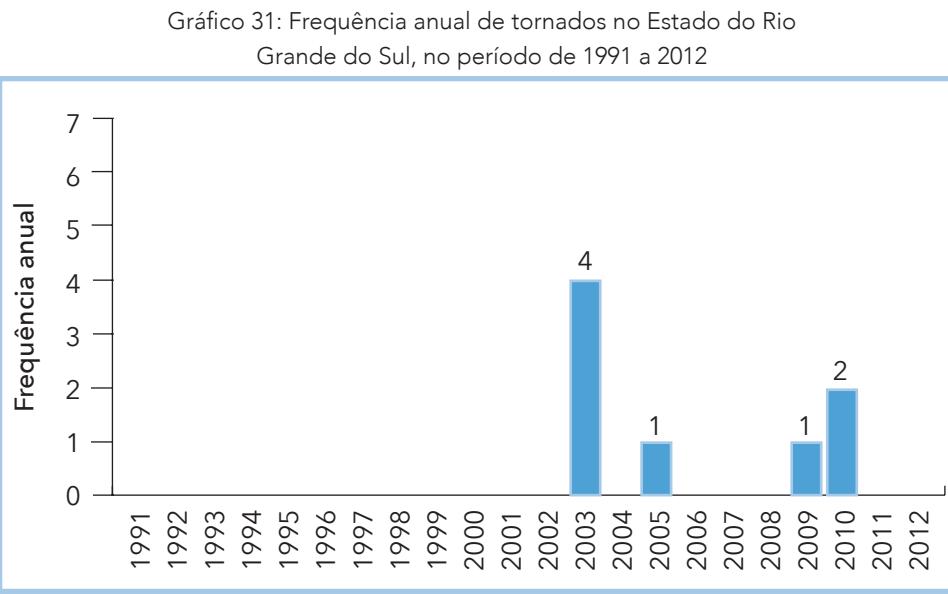
REGISTROS DAS OCORRÊNCIAS

O estado do Rio Grande do Sul possui **8 registros oficiais** de tornado entre os anos de 1991 e 2012. O Mapa 11 apresenta a distribuição espacial desses registros no território gaúcho, indicando que a maioria dos eventos

ocorreu na mesorregião Noroeste Rio-Grandense, com exceção de apenas 2 eventos, registrados nas mesorregiões Metropolitana de Porto Alegre e Nordeste Rio-Grandense.

Dos oito tornados que causaram desastres, 2 ocorrem em Braga e outros 2 em Três de Maio. Os municípios de Canela, Muitos Capões, Seberi e Trindade do Sul registraram 1 evento cada. Diferentemente dos desastres hidrológicos, como inundações e alagamentos, os fatores antrópicos não contribuem de maneira significativa para a deflagração desse tipo de fenômeno. Dessa maneira, a relação entre população e desastres naturais, observada nos demais desastres, não se aplica para as ocorrências de tornado.

O Gráfico 31 apresenta a frequência anual de tornados no Estado do Rio Grande do Sul. Dos quatro tornados registrados em 2003, três o foram na mesma data, nos municípios de Braga, Seberi e Trindade do Sul, que descreveram os desastres como tromba d'água associada a vendaval e granizo, com intensas chuvas. Como já comentado, a tromba d'água é a ocorrência de um tornado sobre uma superfície aquática. Dessa maneira, os eventos

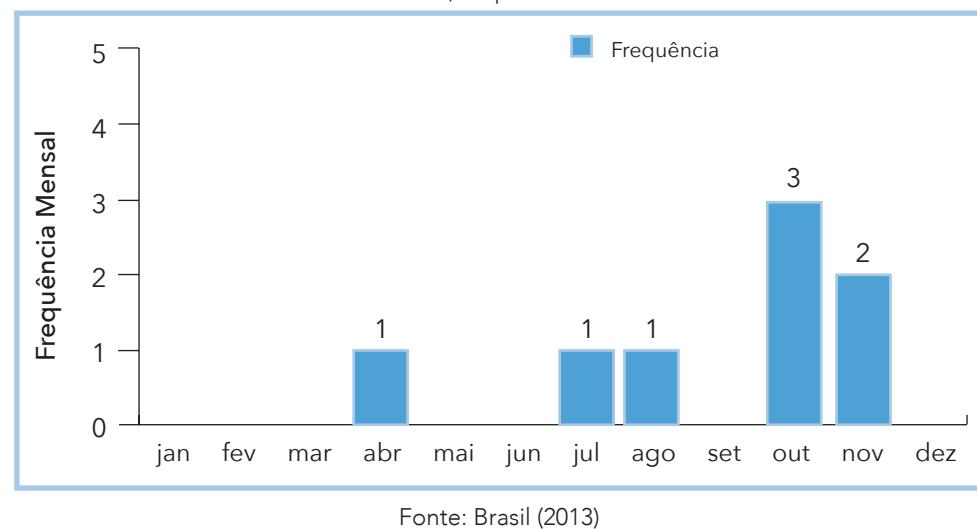


registrados por esses municípios podem estar mais relacionados a intensas precipitações e/ou vendavais resultantes de tempestades severas.

Como demonstra o Gráfico 32, a maior parte dos desastres ocorreu nos meses de outubro e novembro. Dos quatro eventos ocorridos em 2003, três ocorreram em outubro. Conforme o CPTEC/INPE (2003), no mês de outubro de 2003, a maioria dos sistemas frontais esteve associada à formação de ciclogêneses que causaram chuvas, ventos fortes e queda de granizo na Região Sul do Brasil, o que pode explicar a formação de tempestades severas e os eventos extremos registrados.

Ressalta-se que a ocorrência de tornados no estado ainda é pouco estudada e registrada, o que impede o estabelecimento de uma tendência mensal apenas por meio dos registros oficiais.

Gráfico 32: Frequência mensal de tornados no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



Os oito tornados registrados no Rio Grande do Sul durante o período de análise afetaram mais de 17 mil pessoas, deixando 781 pessoas desabrigadas, 1.045 desalojadas e 3 falecidas (Gráfico 33). A Tabela 19 apresenta todos os danos reportados pelos municípios em cada evento. Mais de 50% das pessoas afetadas ao longo dos 22 anos analisados referem-se ao município

de Canela. A descrição desse evento demonstra a sua magnitude. Segundo o Jornal do Comércio (TORNADO..., 2013):

O cenário é de destruição. São mais de 200 árvores derrubadas, centenas de imóveis destruídos, uma fábrica inteira de móveis arruinada, ruas detonadas, esgotos entupidos, postes de luz arrancados. Vamos precisar muito

Gráfico 33: Danos humanos relacionados aos tornados no Estado do Rio Grande do Sul (1991-2012)

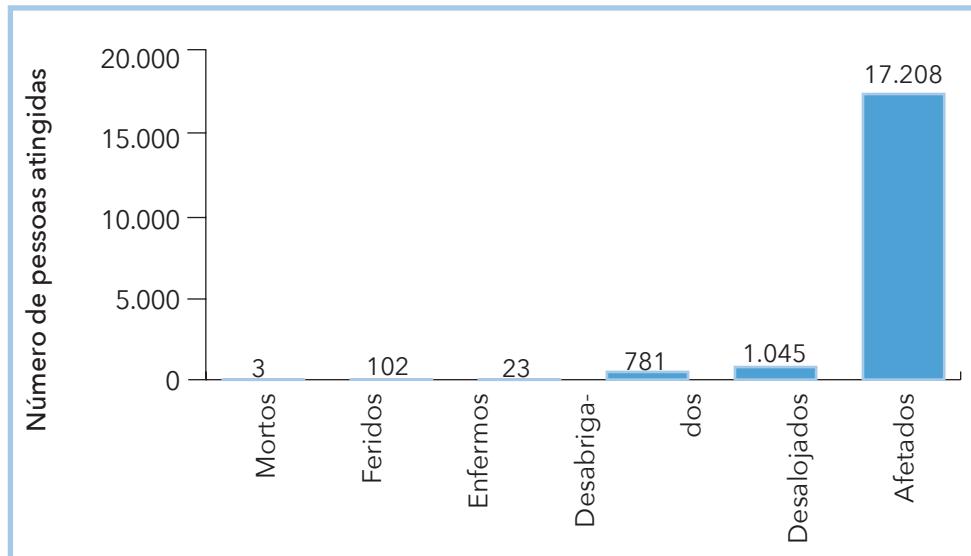
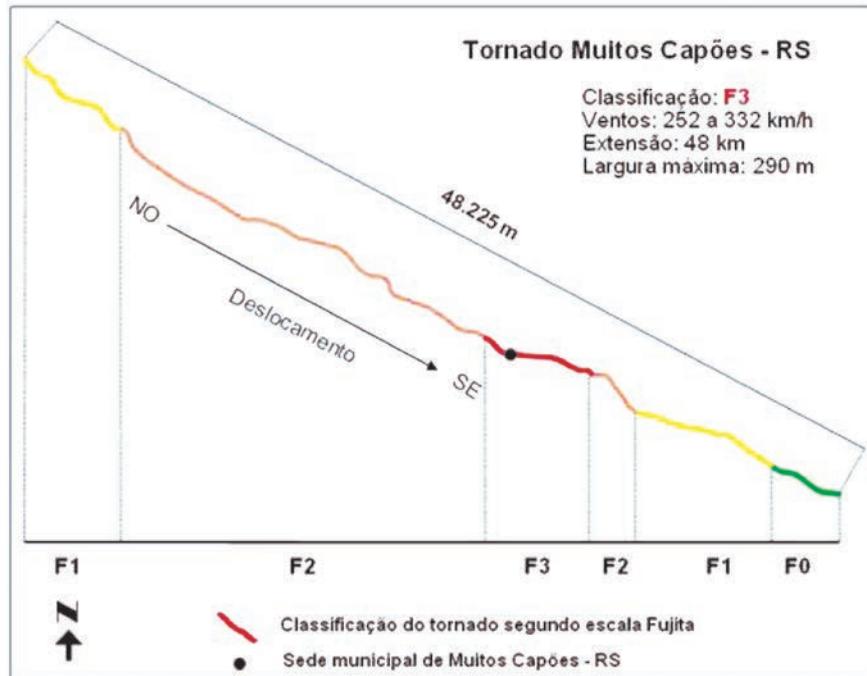


Tabela 19: Danos humanos relacionados aos eventos de tornados (1991-2012)

Ano	Município	Desabrigados	Desalojados	Mortos	Afetados
2010	Canela	11	200	-	10.000
2009	Três de Maio	-	350	1	4.500
2003	Seberi	270	456	-	1.257
2003	Trindade do Sul	500	30	2	1.101
2003	Braga	-	9	-	224
2003	Braga	-	-	-	126
2005	Muitos Capões	-	-	-	-
2010	Três de Maio	-	-	-	-

Fonte: Brasil (2013)

Figura 18: Classificação do rastro do tornado em Muitos Capões - RS



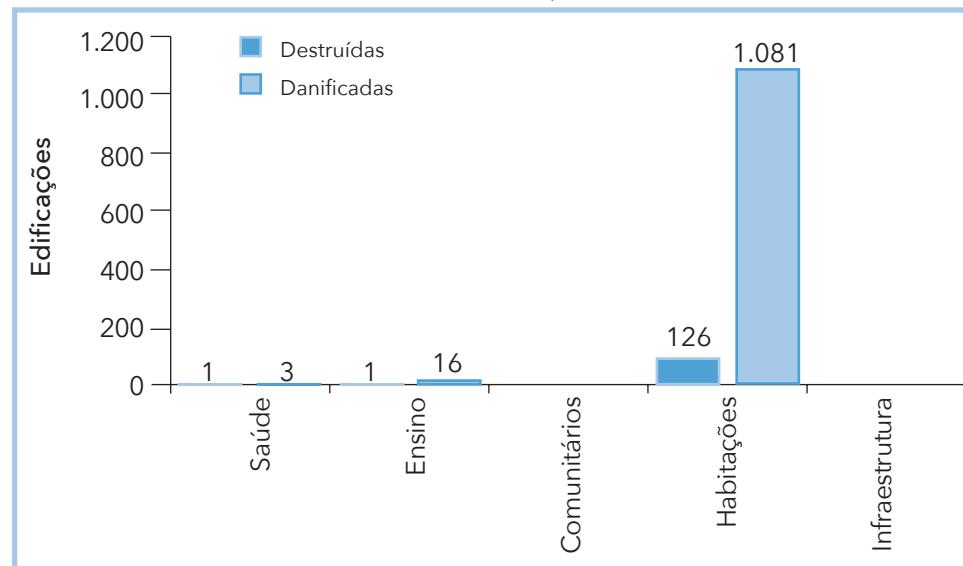
Fonte: Marcelino, Marcelino e Suseñ (2007)

da ajuda dos governos estadual e federal. É triste ver uma família se abraçar e dizer que em um minuto perdeu tudo que construiu em uma vida inteira.

Em Muitos Capões o tornado percorreu 48 km e, com base na classificação de danos, na sua intensidade máxima foi classificado como F3, principalmente quando se deslocava pela sede municipal (MARCELINO; MARCELINO; SUSEN, 2007). A Figura 18 apresenta as características do tornado. Diferentemente dos vendavais, o tornado segue uma trajetória, geralmente retilínea, como mostra a figura, e os danos ocorrem em uma faixa estreita e adjacente à sua trajetória.

Os danos materiais provocados pelos tornados são apresentados no Gráfico 34. Os oito eventos registrados danificaram mais de 1.000 habitações, destruindo outras 126. Na grande parte dos municípios, de maneira geral, o maior número de edificações corresponde às aquelas destinadas à ha-

Gráfico 34: Edificações destruídas e danificadas por tornados no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

bitação. Dessa maneira, um evento de tornado, que ocorre dentro de uma faixa espacial estreita, pode afetar muitas residências.

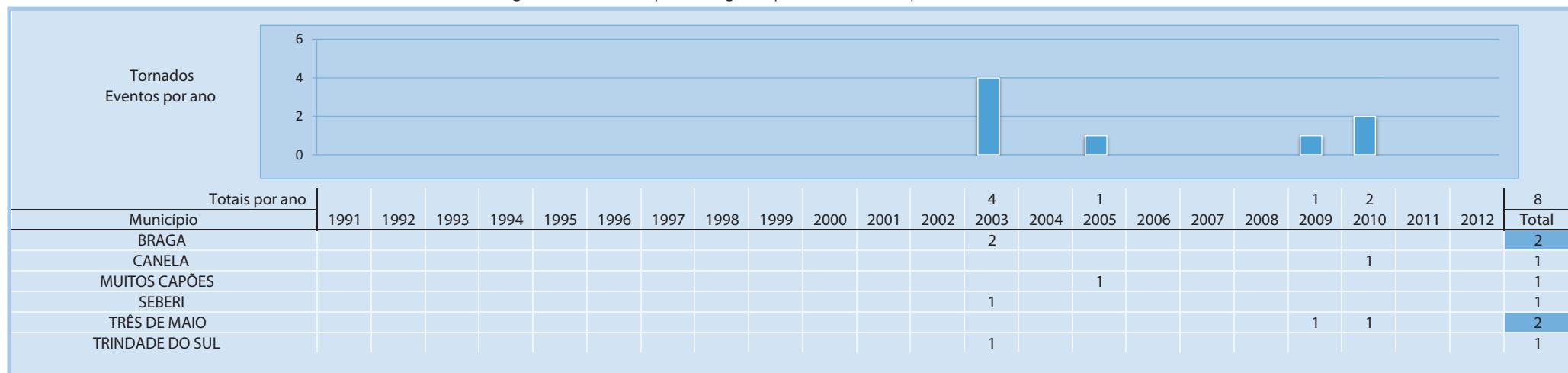
Conforme comentado, os tornados são raros no Brasil, principalmente quando comparados com outros tipos de fenômenos extremos. Contudo, com o avanço da tecnologia e a popularização de aparelhos eletrônicos, o seu registro tem melhorado, mesmo que extraoficialmente. Dessa maneira, muitos eventos que seriam equivocadamente registrados como vendavais têm sido corretamente registrados como tornados.

No Rio Grande do Sul, alguns eventos foram analisados com maior detalhe, como o de Muitos Capões. Este tipo de estudo auxilia no entendimento do fenômeno e na correta caracterização e classificação.

O correto registro auxilia no processo de prevenção e em futuros estudos sobre os tornados, que ainda são incipientes no Brasil.

O Infográfico 10 apresenta uma síntese dos registros de tornado no Estado do Rio Grande do Sul.

Infográfico 10: Municípios atingidos por tornados no período de 1991 a 2012



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**, n. 56p. 191–201, 2001.

CPTEC/INPE. **Climanálise**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, Cachoeira Paulista: INPE, v. 18, n. 10, out. 2003.

DOSWELL, C. A.; BURGESS, D. W. Tornadoes and tornadic storms: A review of conceptual models. In: CHURCH, C. et al. The tornado: its structure, dynamics, prediction, and hazards. **Geophysical Monograph**, [S. l.], 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 7/02/98 no município de Abdon Batista - SC. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 479-486.

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. l.], v. 20, n. 1, p. 121-140, 2005.

TORNADO provoca destruição em sete bairros de Canela. **Jornal do Comércio**, Porto Alegre, 23 jul. 2010. Disponível em: <<http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=34834>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

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

GEADA

Mapa 12: Registros de granizos no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012



Geadas, de acordo com o COBRADE, compõem o grupo de desastres naturais meteorológicos relacionados à ondas de frio.

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

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

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

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

A ocorrência de geada está associada com massas de ar de origem polar, estacionária ou em deslocamento. Tais massas caracterizam-se por baixa temperatura, baixo teor de umidade e ausência de nebulosidade (MONTEI-

RO, 2001). A geada acontece com mais frequência em regiões elevadas e frias, onde as massas polares são mais atuantes. No Brasil, ela ocorre, principalmente, nos planaltos da Região Sul e nas áreas montanhosas da Região Sudeste.

Pela localização do estado, o clima do Rio Grande do Sul é caracterizado como Subtropical (ou Mesotérmico), dividido, segundo a classificação de Köppen (1948), em mesotérmico úmido com verão quente e geadas menos frequentes (Cfa) e mesotérmico úmido com verão brando e geadas severas e frequentes (Cfb), em regiões mais altas.

Neste sentido, o estado apresentou **14 registros oficiais** de desastres por geadas entre os anos de 1991 e 2012, espacializados no Mapa 12.

Os fatores geográficos como a latitude, continentalidade e o relevo exercem significativa importância na distribuição das geadas no Estado do Rio Grande do Sul. Assim, as geadas localizam-se principalmente em áreas do Planalto Meridional, onde o clima é classificado como Cfb por Köppen (1948). Os municípios afetados foram: Montenegro, Pareci Novo, São José do Sul, localizados na Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre; Água Santa, Charrua, Doutor Maurício Cardoso, Liberato Salzano, Novo Machado, Santa Cecília do Sul, Tapejara, Tucunduva e Vila Lângaro, localizados na Mesorregião Noroeste Rio-Grandense.

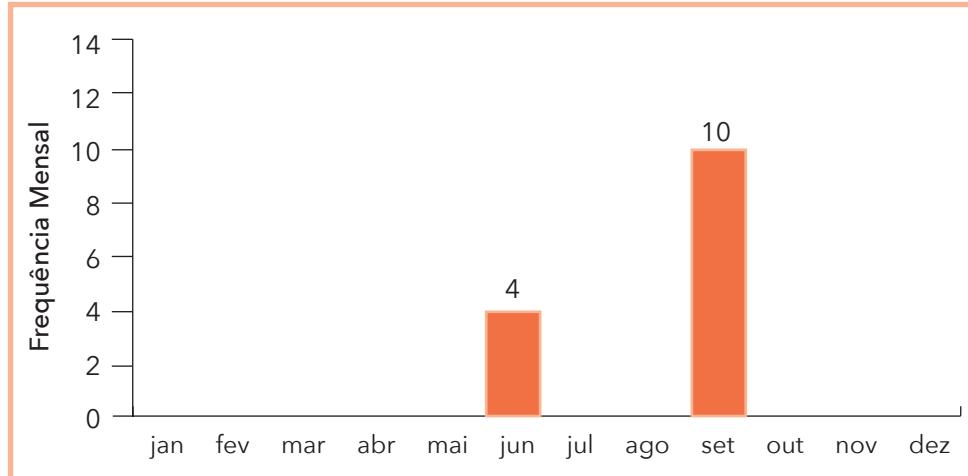
Este tipo de desastre natural é considerado comum no inverno, onde a temperatura fica mais baixa e a penetração de massas polares é maior e mais frequente. A passagem de Sistemas Frontais pode causar quedas bruscas de temperatura, provocando geadas através da incursão de massas polares e, se tiver umidade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

No Estado do Rio Grande do Sul as geadas adquirem características distintas e sazonais, ocorrendo com maior frequência nos meses de inverno e as tardias no começo da primavera, relacionadas a incursões de massas polares que provocam queda na temperatura. Afetam principalmente a região do planalto do estado, em decorrência do efeito da altitude. Em relação às estações do ano, o estado apresenta invernos bastante rigorosos, com mínimas de até -10°C (SEPLAG, 2011).

Neste sentido, analisando-se o Gráfico 35, percebe-se que os registros de geadas ocorreram em junho e setembro. A maior parte das ocorrências

foi no mês de setembro, que é o mês de transição entre as estações de inverno e primavera; por isso são chamadas de geadas tardias.

Gráfico 35: Frequência mensal de registros de geada no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



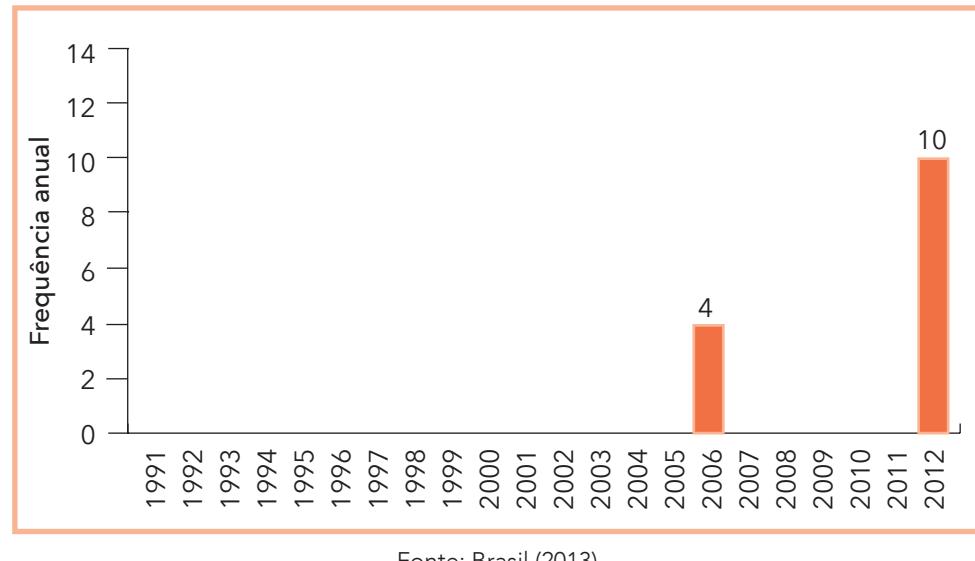
Fonte: Brasil (2013)

Com relação à frequência anual, no Gráfico 36 e no Infográfico 11 verifica-se que os eventos ocorreram nos anos de 2004, com 4 registros e 2012, com 10 registros.

Em 2006, todos os registros ocorreram no mês setembro. A massa de ar frio que atuou no início daquele mês proporcionou queda de temperatura em toda a Região Sul (EL NIÑO, 2006). No entanto, nos documentos oficiais o evento foi registrado em DOUTOR MAURÍCIO CARDOSO, LIBERATO SALZANO, NOVO MACHADO e TUCUNDUVA.

Os episódios ocorridos nos municípios de Doutor Maurício Cardoso, Novo Machado, Liberato Salzano e Tucunduva, segundo os dados oficiais, afetaram toda a área rural causando grandes danos à agricultura. Desses, dois municípios especificaram os danos ocasionados pelas geadas tardias: em Liberato Salzano ocorreram perdas na produção de fumo, citrus, uva, trigo e queda na produção de leite; e em Tucunduva as perdas foram nas plantações de trigo, milho, girassol, canola, painço e na produção de leite.

Gráfico 36: Frequência anual de registros de geada no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Em 2012, os registros foram nos meses de junho e setembro. Durante a primeira quinzena de junho, a incursão de massas de ar frio declinou as temperaturas mínimas a valores abaixo de 0 °C nas serras gaúcha e catarinense, conforme registrado em Bom Jesus-RS (-4,2 °C, no dia 7; e -2,8 °C no dia 8) e em São Joaquim-SC (-3,2 °C, no dia 7; e -3,4 °C no dia 8) (PERSPECTIVA..., 2012a). Em setembro, com a diminuição de condições de bloqueio na região do Pacífico Sul, a partir do dia 20, três sistemas frontais conseguiram atuar em território nacional, favorecendo o aumento das chuvas e o declínio das temperaturas no centro-sul do Brasil. Segundo dados do INMET, as mínimas declinaram para valores abaixo de 0 °C em várias localidades da Região Sul. Nas áreas serranas dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, registraram-se, inclusive, episódios de neve fraca entre os dias 25 e 26 (PERSPECTIVA..., 2012b).

Naquele ano os municípios afetados foram Montenegro, Pareci Novo, São José do Sul, Água Santa, Charrua, Santa Cecília do Sul, Tapejara e Vila Lângaro. Segundo os dados oficiais, as geadas afetaram principalmente a área rural dos municípios, causando grandes danos à agricultura. Entre

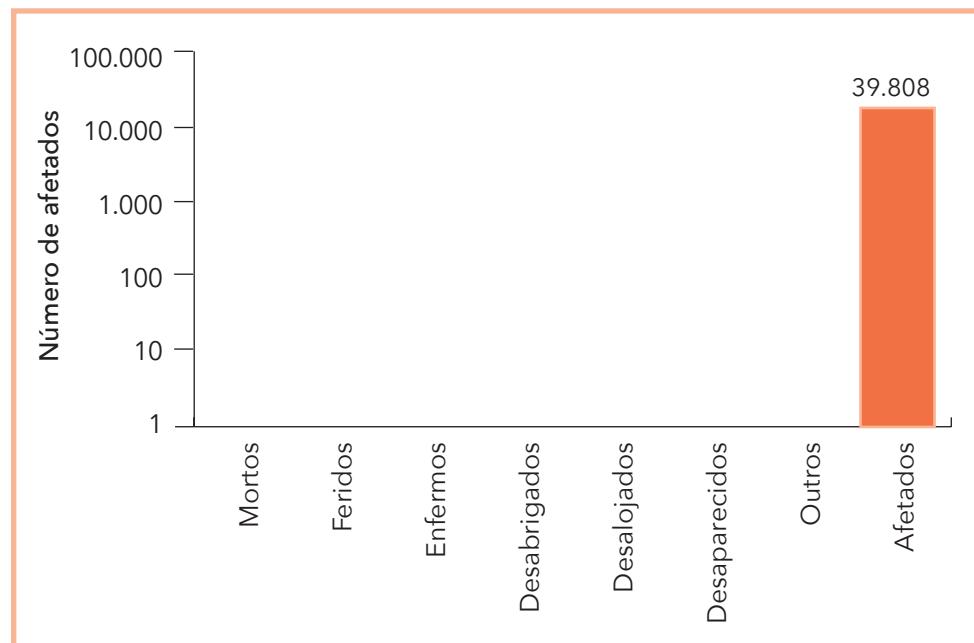
as culturas atingidas, destacam-se a produção de citricultura, principalmente bergamota, laranja e limão, e as culturas de milho, trigo, cevada, hortaliças, uvas e aveia.

Deste modo, a ocorrência de geadas é um dos principais fatores que determinam a distribuição espacial e temporal das culturas agrícolas no estado. Para as culturas de primavera e verão, se a última geada ocorrer mais tarde, o fenômeno pode resultar em danos. Já nas culturas de inverno, mesmo que tenham relativa tolerância à geada, elas apresentam estádios críticos em seu desenvolvimento, os quais, dependendo da intensidade da geada, podem comprometer o rendimento de grãos (HENNERICH *et al.*, [2011]).

A ocorrência de geadas, pelas características do evento, não costuma resultar em graves danos humanos, pois elas estão mais associadas a danos econômicos e materiais. Além dos prejuízos à agricultura citados, os danos humanos causados pelas geadas durante as ocorrências registradas no Rio Grande do Sul deixaram um total de quase 40 mil habitantes afetados, como se pode notar no Gráfico 37.

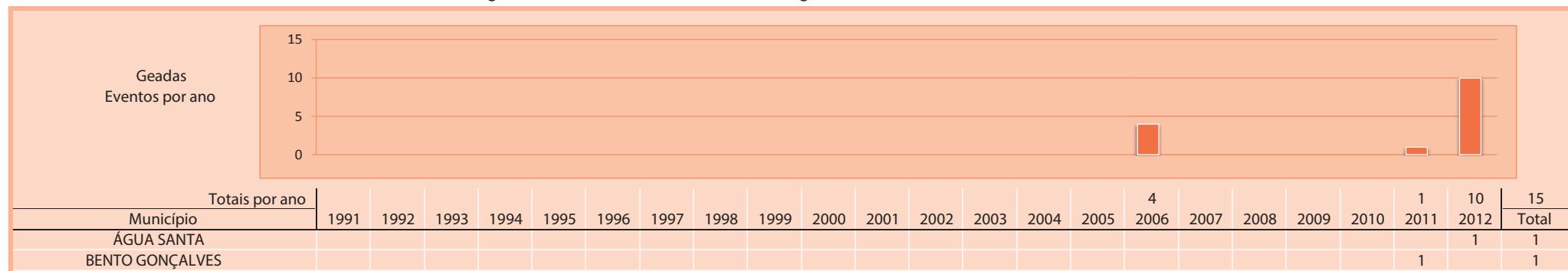
O município que apresentou o maior número de afetados, com 12.000 pessoas atingidas, foi Montenegro, durante o evento de geada ocorrido em junho de 2012. Naquele ano, toda a área rural do município foi afetada por fortes geadas devido à baixa temperatura e umidade ocorridas no período entre os dias 7 e 10 de julho. Esse frio intenso ocasionou o congelamento dos citros e sua consequente queima, apodrecimento e queda.

Gráfico 37: Danos humanos causados por geada no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 11: Síntese das ocorrências de geadas no Estado do Rio Grande do Sul



Fonte: Brasil (2013)

Infográfico 11: Síntese das ocorrências de geadas no Estado do Rio Grande do Sul

CHARRUÁ									1	1
DOUTOR MAURÍCIO CARDOSO								1		1
LIBERATO SALZANO								1		1
MONTENEGRO										1
NOVO MACHADO								1		1
PARECI NOVO										1
SANTA CECÍLIA DO SUL										1
SÃO JOSÉ DO SUL									2	2
TAPEJARA										1
TUCUNDUVA										1
VILA LÂNGARO								1		2

Fonte: Brasil (2013)

Referências

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

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.

EL NIÑO moderado causa pouco impacto no Brasil. **Infoclima**: Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 13, n. 10, out. 2006. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200610.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2013.

HENNERICH, J. et al. **Identificação de sinais de mudanças no regime de geadas no Rio Grande do Sul durante o século 20**. [2011]. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do71_tc31-1.PDF>. Acesso em: 22 jul. 2013.

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

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Mexico City: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

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, jan./jun. 2001. Disponível em: <<http://150.162.1.115/index.php/geosul/article/viewFile/14052/12896>>. Acesso em: 5 jul. 2013.

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

PERSPECTIVA de configuração do fenômeno El Niño diminui sobre o Pacífico Equatorial. **Infoclima:** Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 19, n. 10, out. 2012b. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201210.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2013.

PERSPECTIVAS de aumento das chuvas no Centro-Sul do Brasil. **Infoclima:** Boletim de Informações Climáticas, Brasília, ano 19, n. 7, jul. 2012a. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201207.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2013.

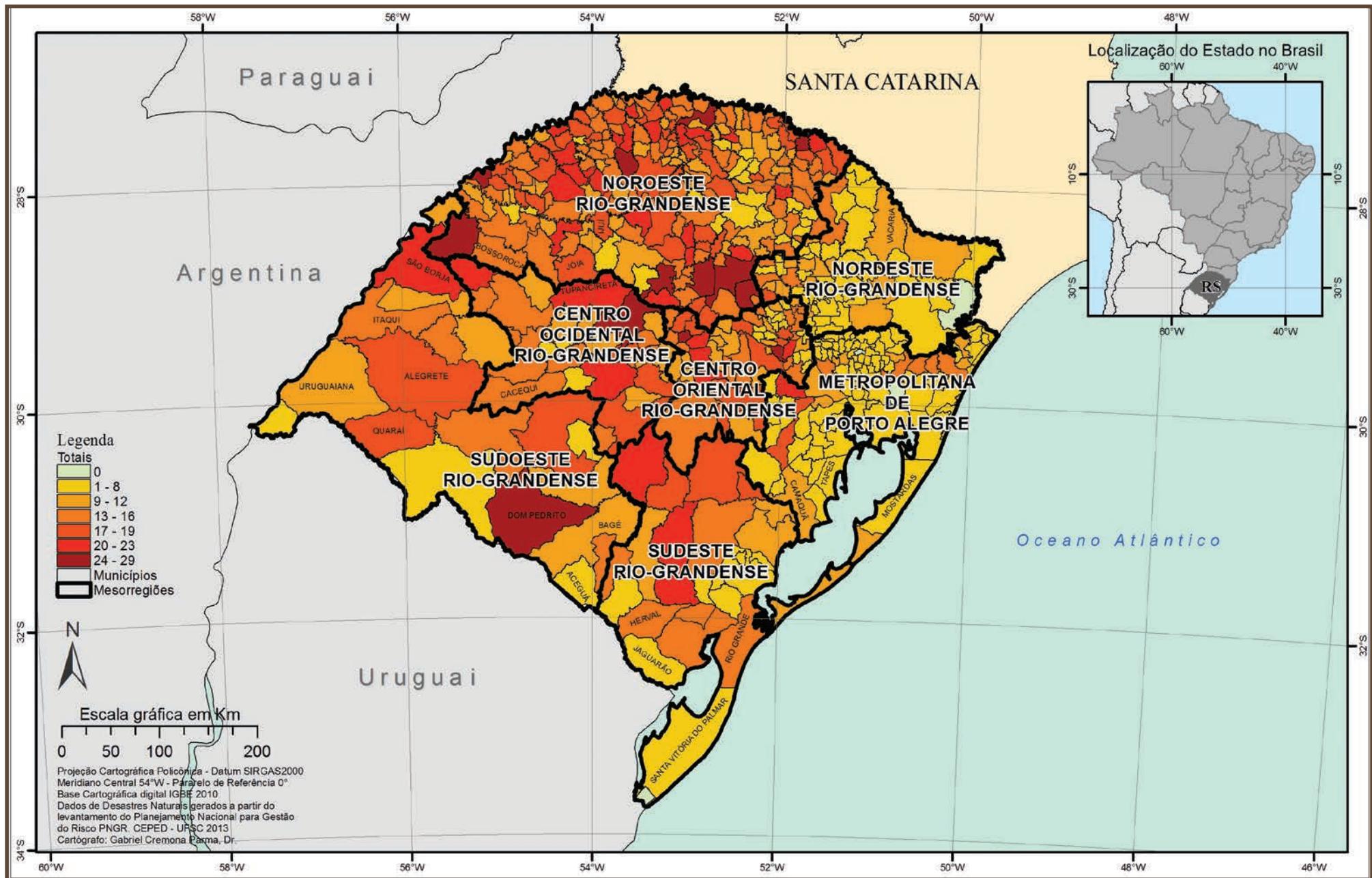
SEPLAG - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GESTÃO E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul.** 2011. Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/atlas/default.asp>>. Acesso em: 8 jul. 2013.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. Org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2013.

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

DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Mapa 13: Registros do total dos eventos no Estado do Rio Grande do Sul de 1991 a 2012



Ao analisar os desastres naturais que ocorreram no Estado do Rio Grande do Sul ao longo do intervalo temporal analisado (1991-2012), nota-se a ocorrência dos seguintes eventos naturais adversos: estiagens e secas, inundações, incêndios, enxurradas, erosões, vendavais, granizos, geadas, tornados, alagamentos e movimentos de massa, conforme registros em 5.780 documentos oficiais.

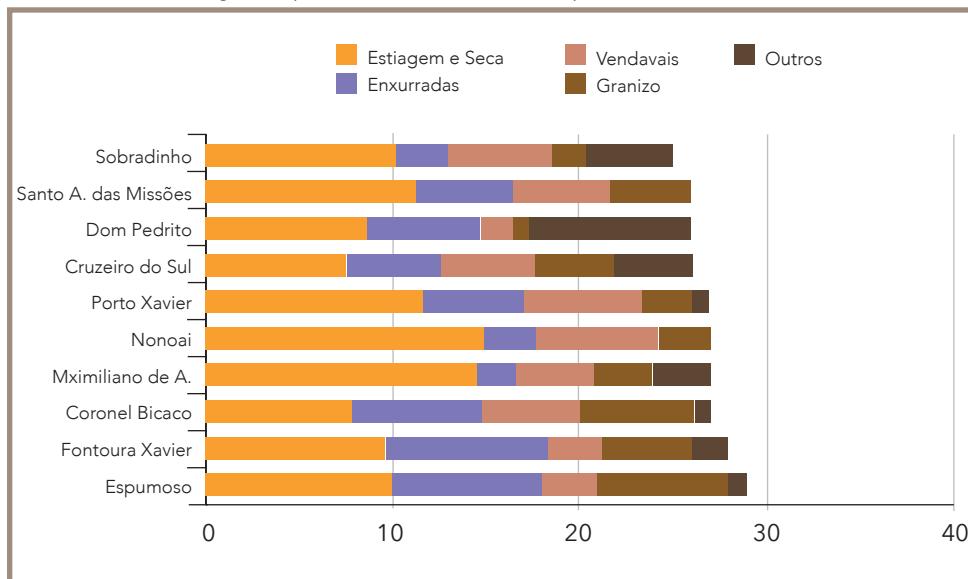
Na comparação do Rio Grande do Sul com outros estados da federação, somente Paraná e Santa Catarina possuem características semelhantes no que se refere à diversidade de eventos catastróficos aos quais os gaúchos estão sujeitos. O Estado do Rio Grande do Sul detém ainda o primeiro lugar no ranking dos estados que possuem o maior número de registros por eventos catastróficos.

O Mapa 13 mostra que, do total de 497 municípios do Estado do Rio Grande do Sul, apenas Presidente Lucena, Chuí, Glorinha e Cambará do Sul não registraram algum tipo de evento adverso no período analisado. A maior parte dos registros ocorreu nas Mesorregiões Noroeste e Centro Rio-Grandense.

Ao considerar todos os registros oficiais de desastres naturais ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul, foram selecionados os municípios mais atingidos para as tipologias mais recorrentes. O município de Espumoso, localizado na Mesorregião do Noroeste Rio-Grandense, foi o mais atingido do estado no período entre 1991 a 2012, registrando 29 ocorrências. Os principais eventos adversos atuantes no município são as enxurradas, granizo, secas, inundações e vendavais. O Gráfico 38 apresenta os municípios mais atingidos e suas tipologias.

Em segundo lugar do ranking, o município de Fontoura Xavier apresentou 28 ocorrências, principalmente relacionadas à predominância das enxurradas e secas. Como visto nos demais municípios que seguem a ordem decrescente demonstrada no Gráfico 38, a proporção de estiagens e secas praticamente se mantém, figurando como as mais recorrentes dentre as tipologias relacionadas para os dez primeiros municípios mais afetados. Os municípios de Coronel Bicaco, Maximiliano de Almeida, Nonoai e Porto Xavier, possuem 27 registros cada. Na sequência, Cruzeiro do Sul, Dom Pedrito e Santo Antônio das Missões possuem 26 registros cada. Encerrando a lista, Sobradinho apresentou 25 ocorrências entre 1991 e 2012.

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

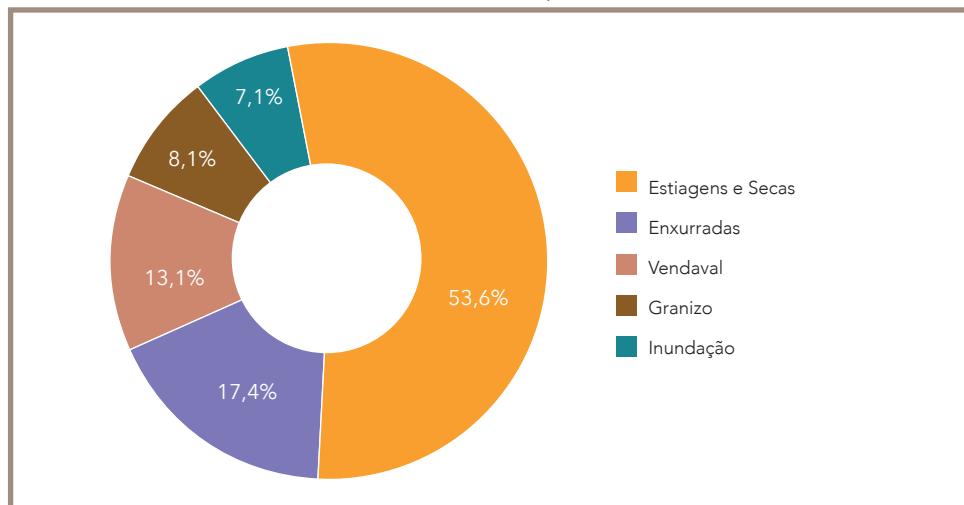


Fonte: Brasil (2013)

As estiagens e secas, diretamente relacionadas à redução das precipitações pluviométricas, apresentam-se como o desastre mais recorrente na atualidade no Estado do Rio Grande do Sul, e correspondem a 3.100 registros, equivalente a 53,6% dos desastres naturais do estado, conforme apresenta o Gráfico 39. Esse tipo de evento adverso afeta grande extensão territorial e um elevado número de pessoas, devido à sua duração, que pode ser de meses, e produz efeitos negativos na economia e na sociedade.

O estado sofre anualmente com a escassez das chuvas, mas, por outro lado, também com o seu excesso, em virtude das precipitações concentradas em períodos curtos de tempo, em diversos municípios. Os desastres relativos às enxurradas e aos vendavais representam respectivamente 17,4% e 13,1% da totalidade dos desastres no Estado do Rio Grande do Sul, figurando como o segundo e o terceiro desastre natural com maior recorrência no estado, associados à atuação de sistemas atmosféricos na Região Sul, como as frentes frias. Além dos efeitos adversos relacionados a estes fenômenos, os mesmos podem desencadear outros eventos, como

Gráfico 39: Percentagem dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

alagamentos, erosão e movimentos de massa, que, associados à intensa precipitação, potencializam o efeito destruidor das ocorrências e aumentam assim os danos causados.

O desastre por granizo também foi expressivo no Estado do Rio Grande do Sul, apresentando um total de 467 registros, 8,1% do total durante o período de vinte e dois anos. O desastre por inundação totalizou 413 registros, correspondendo 7,1%.

Os demais desastres naturais ocorridos no estado: tornados, geadas, incêndios florestais, alagamentos, erosão e movimentos de massa, foram menos expressivos no intervalo temporal analisado. Foram, portanto, agrupados como Outros Desastres, representando 0,6% do total dos desastres no Estado do Rio Grande do Sul, conforme o Gráfico 39.

O Estado do Rio Grande do Sul, por sua localização geográfica, é um dos estados do Brasil que apresentam melhor distribuição de precipitação pluviométrica durante o ano, distribuindo-se 24% no verão, 25% no outono, 25% no inverno e 26% na primavera (BERLATO, 1992 *apud* SILVA, 2010). Essa característica deve-se, particularmente, à atuação de massas de ar tropicais e polares úmidas, e especialmente aos encontros dessas massas,

que produzem as chuvas fartamente distribuídas de maneira regular nos meses do ano, predominando no verão as chuvas convectivas e no inverno as chuvas frontais.

A Massa Polar Atlântica, ao avançar, encontra-se com bastante frequência com a Massa Tropical Atlântica, formando um sistema frontal. A linha de contato entre essas massas é chamada de frente, ocasionando as chuvas de inverno. No entanto, o aumento das chuvas pode estar atrelado aos avanços dos sistemas frontais, favorecidos pelo El Niño Oscilação Sul (ENOS) que, durante seu período de atuação, intensifica o período de chuvas na Região Sul. No verão as massas de ar que têm maior atuação são as tropicais. A restrita penetração de Massa Polar Atlântica nesta época provoca chuvas intermitentes e chuvoso. A intensidade das chuvas nesta época depende da quantidade de umidade acumulada, associada à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), transportada para a região (BRITTO, 2004).

Outro sistema atmosférico que influencia na dinâmica climática do estado, principalmente nos meses quentes, é a Massa Tropical Continental, que se desloca de Noroeste, oriunda da depressão térmica continental denominada Baixa do Chaco, ocasionando fortes elevações na temperatura (SILVA, 2010).

Todavia, essa dinâmica sazonal que ocorre no Estado do Rio Grande do Sul pode ser modificada quando há interferências do Fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), que tanto em sua fase positiva (El Niño), quanto negativa (La Niña), influencia no ritmo climático de cada região, podendo gerar precipitação acima da média e estiagens, respectivamente. O ENOS ao atuar no ritmo de deslocamento das frentes, também influencia nas temperaturas, que tendem a apresentarem-se mais altas em anos de El Niño e mais baixas em anos de La Niña (HERRMANN et al., 2009).

Apesar da influência se dar durante todo o período de atuação desses eventos, há duas épocas do ano que são mais afetadas pelas fases do ENOS. São elas a primavera e o começo do verão (outubro, novembro e dezembro), no ano inicial do evento; e final de outono e começo de inverno (abril, maio e junho) no ano seguinte ao início do evento (BRITTO, 2004).

A atuação das frentes frias (associadas a altas pressões em superfície e a baixas temperaturas) predomina de abril a setembro no estado, provocando tempo bom e declínio da temperatura após sua passagem. Porém, antes

disso, o encontro dos sistemas frontais é a causa de precipitações, influenciando diretamente o regime pluviométrico do Estado do Rio Grande do Sul. Nos demais meses a atuação de frentes frias são enfraquecidas pela maior atuação de ar tropical oriunda do Anticiclone semipermanente do Atlântico Sul, caracterizada por ar com altos valores de temperatura e umidade na superfície (SILVA, 2010). A atuação do El Niño e La Niña também se relaciona com as ocorrências de desastres naturais no estado, influenciando no aumento das chuvas em anos de El Niño e no declínio, em ano de La Niña.

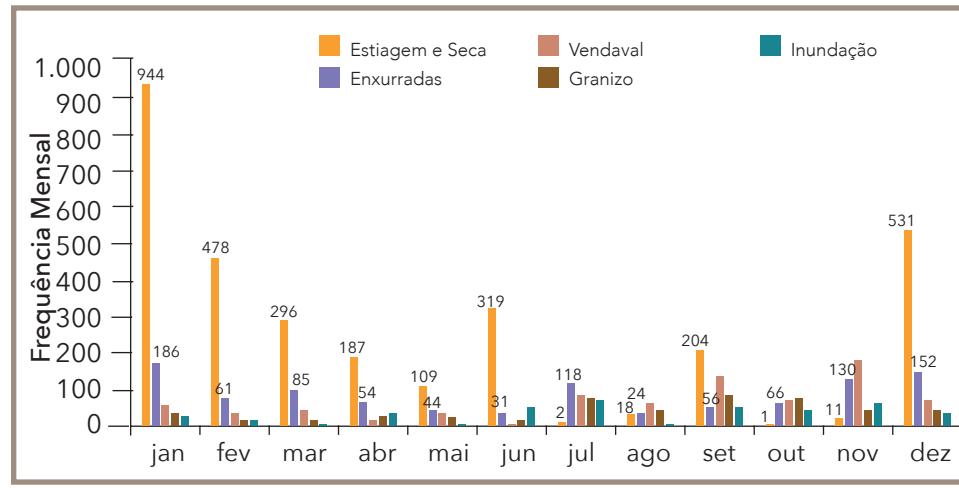
Os registros de inundações bruscas e movimentos de massa ocorreram em municípios com relevo mais acidentado, enquanto que as inundações graduais ocorreram em áreas mais planas, situadas às margens de rios. As estiagens e secas estiveram concentradas nos municípios localizados a noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, enquanto que as geadas foram mais frequentes em áreas de planalto, cujo clima é classificado por Köppen como Cfb, com verões quentes e invernos rigorosos.

Para uma melhor representação da distribuição mensal dos desastres naturais, os registros no Estado do Rio Grande do Sul foram divididos em dois gráficos, o primeiro representando a frequência mensal para as tipologias de maior recorrência (secas, enxurradas, vendavais, inundações e granizos), contidas no Gráfico 40, e o segundo representando a frequência mensal para as tipologias de menor recorrência (movimento de massa, alagamentos, tornados, geadas, incêndios e erosões), apresentadas no Gráfico 41.

No Gráfico 40, verifica-se que os desastres mais recorrentes possuem registros em todos os meses do ano. Os desastres naturais associados à estiagem e seca apresentaram os maiores picos, principalmente nos meses de dezembro a fevereiro. Já os desastres associados às enxurradas, vendavais, granizo e inundações apresentam certa simultaneidade, com maior número de ocorrências entre os meses de setembro a janeiro, e com probabilidade de ocorrência também nos meses de julho, no qual também se destacaram.

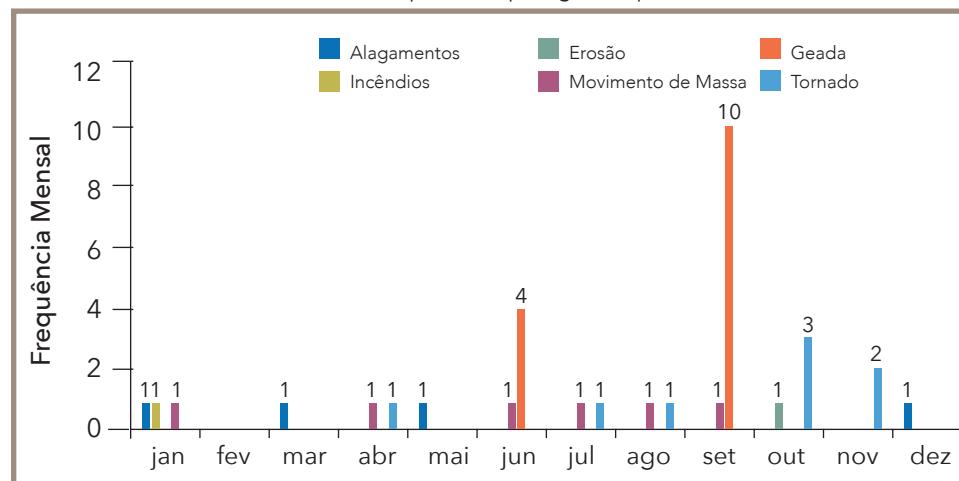
No geral, as estiagens e secas ficaram mais concentradas nos primeiros meses do ano, podendo estar relacionadas também à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), definida como sendo uma persistente faixa de nebulosidade, influenciando em período de estiagem durante os meses de novembro a março (PARMEZANI et al., 1998). As enxurradas

Gráfico 40: Frequência mensal dos desastres naturais mais recorrentes do Estado do Rio Grande do Sul divididos por sua tipologia, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

Gráfico 41: Frequência mensal dos desastres de menor recorrência do Estado do Rio Grande do Sul divididos por sua tipologia, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

distribuíram-se por todo o ano, porém, com menos registros nos meses de inverno. Segundo Monteiro (2001), no verão a intensidade do calor associada aos altos índices de umidade favorece a formação de convecção tropical, resultado em pancadas de chuvas, principalmente nos períodos da tarde e da noite, e contribuindo com volumes significativos de chuvas, entre novembro e março.

Esse tipo de chuva está relacionado às precipitações convectivas, originadas a partir de correntes convectivas (térmicas) que se resfriam adiabaticamente ao se elevarem, formando nuvens de grande desenvolvimento vertical (cumuliformes). Apresentam grande intensidade e curta duração, podendo ocorrer ainda descargas elétricas, trovoadas, ventos fortes e granizos. Já, as precipitações orográficas ocorrem em regiões onde o relevo força a subida da massa de ar úmido, equivalente ao processo de convecção, resultando nos mesmos fenômenos atmosféricos (SILVA, 2010).

Os desastres nos meses de inverno podem estar relacionados às precipitações frontais, que são originárias de nuvens formadas a partir do encontro de massas de ar frio e quente; a massa de ar quente úmida é impulsionada para cima, resfriando-se e condensando-se, provocando precipitações. Caracterizam-se por apresentar intensidade moderada a fraca e de longa duração (dias). São mais frequentes de abril a novembro, quando a atuação da massa polar é mais ativa no Estado do Rio Grande do Sul (SILVA, 2010).

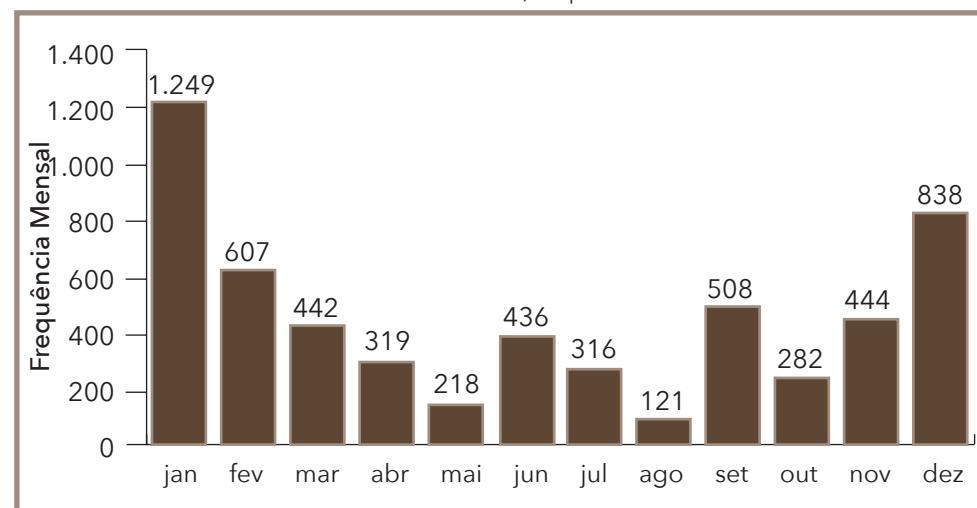
O relevo do Estado do Rio Grande do Sul contribui, fundamentalmente, para a distribuição diferenciada das precipitações em distintas áreas do estado. Segundo Nimer (1989), os totais médios anuais de precipitação pluvial distribuem-se, de modo geral, desde os 1.200 mm, na faixa litorânea, até os 1.900 mm no planalto, no norte do estado, podendo atingir, em locais na borda da escarpa, mais de 2.000 mm. Além do relevo, fenômenos atmosféricos também podem influenciar na distribuição das chuvas. Para Bertato e Fontana (2003 apud SILVA, 2010), a região do Estado do Rio Grande do Sul que sofre os maiores impactos resultantes da influência de eventos de El Niño e La Niña é a noroeste, onde se concentram as culturas de soja, milho e trigo, que, juntamente com o arroz, são responsáveis pela maior produção de grãos do estado.

Com relação à frequência mensal dos desastres de menor recorrência, apresentada no Gráfico 44, destacam-se os registros de geadas, com maior probabilidade de ocorrência nos meses de junho e setembro, bem como os desastres por tornados, com concentração dos eventos nos meses de outubro e novembro.

A frequência mensal dos demais desastres naturais (incêndios florestais, alagamentos, erosões e movimentos de massa), que também compõem as menores recorrências no estado, não permite estabelecer um padrão de análise, uma vez que o número de registros é reduzido.

Em geral, no período de vinte e dois anos da análise, o mês de janeiro é o mais vulnerável se comparado ao restantes do ano, apresentando 21,6% da totalidade dos registros de desastres. Em contrapartida, o mês de agosto apresenta o menor número de registros, com 2,1% da totalidade, conforme mostra o Gráfico 42.

Gráfico 42: Frequência Mensal dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012

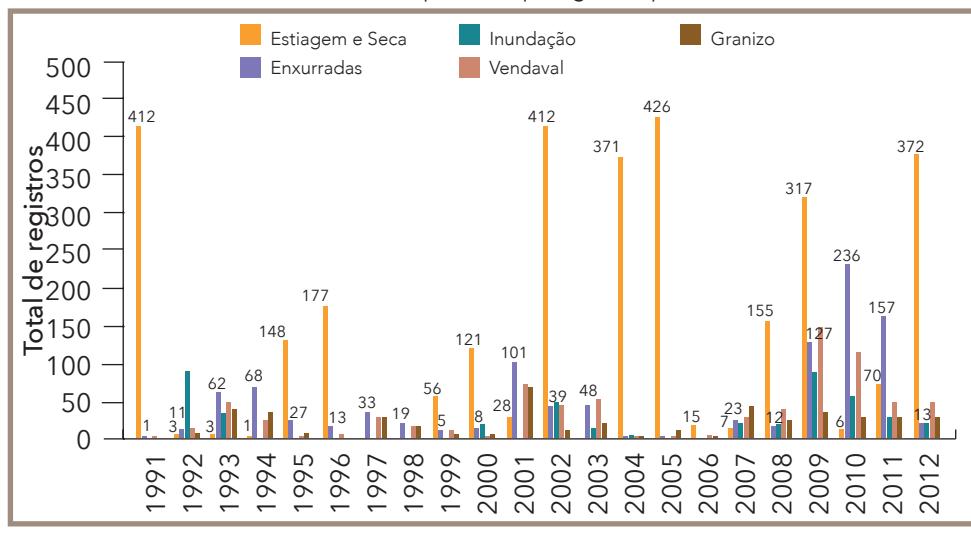


Fonte: Brasil (2013)

Com relação à distribuição anual dos desastres no Estado do Rio Grande do Sul, seguindo a mesma lógica da apresentação mensal (desastres naturais com maior e menor recorrência), nota-se, nos Gráficos 43 e 44,

que as estiagens e secas registraram elevados picos no período de 1991 a 2012, principalmente nos anos de 2002, 2004, 2005, 2009 e 2012. Assim observa-se um significativo aumento entre as duas décadas nos eventos de maior recorrência no estado. Durante o período de análise, o ano de 2009 destaca-se pelo maior número de ocorrências de estado de emergência e/ou de calamidade pública.

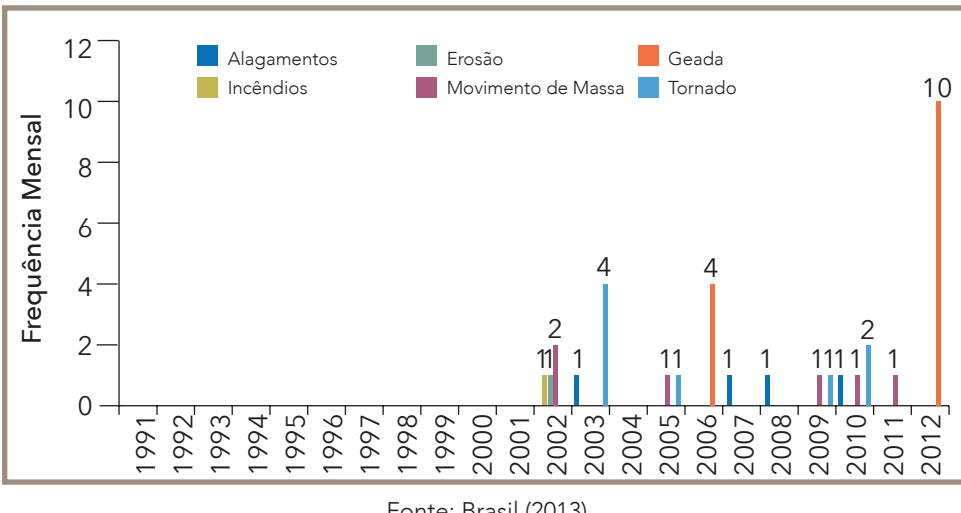
Gráfico 43: Frequência anual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Rio Grande do Sul divididos por sua tipologia, no período de 1991 a 2012



As tipologias de menor recorrência, Gráfico 44, são insuficientes para uma análise mais apurada da frequência anual, observando-se apenas o acréscimo de eventos relacionados a geadas em 2012.

No que diz respeito aos danos humanos, a maior parte das ocorrências de desastres naturais no Estado do Rio Grande do Sul causou recorrentemente danos à população, de forma direta ou indireta. Ao longo dos vinte e dois anos analisados, foram afetadas 10.273.060 pessoas, número que representa aproximadamente 96% do total de 10.693.929 habitantes do estado (IBGE, 2010). Além disso, foram registradas 59 mortes, 2.141 enfermos, 2.553 feridos, 116 desaparecidos, 68.007 desabrigados e 306.126 desalojados.

Gráfico 44: Frequência anual dos desastres naturais de menor recorrência no Estado do Rio Grande do Sul divididos por sua tipologia, no período de 1991 a 2012



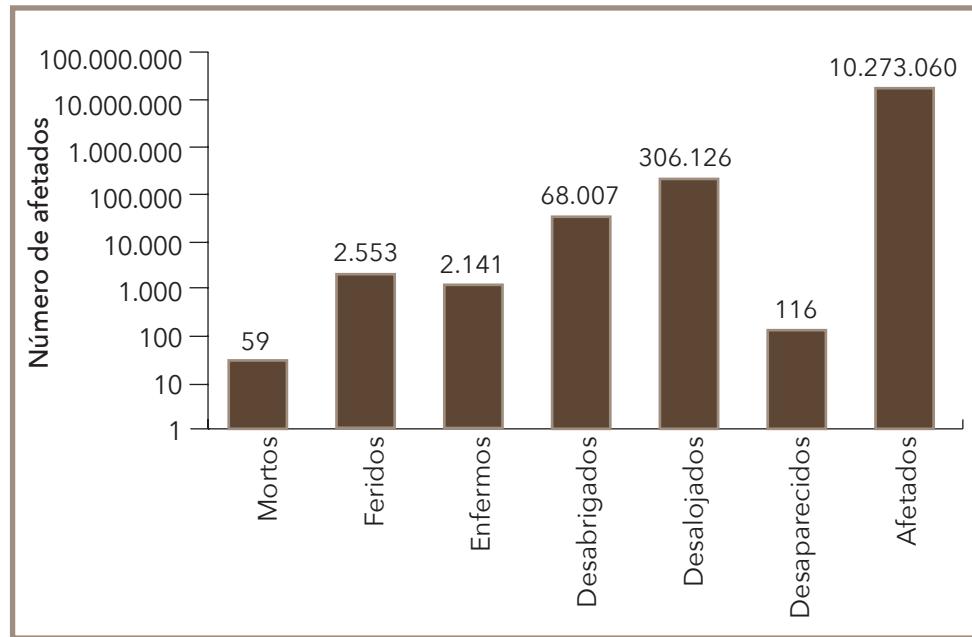
Fonte: Brasil (2013)

Do total de mortes, o município que registrou o maior número de óbitos foi Capão do Leão, localizado na Mesorregião Sudeste Rio-Grandense, com 8 mortes em uma inundação registrada em janeiro de 2009. Naquele ano, as áreas rural e urbana do município foram atingidas, deixando, além do citado número de mortos, 6 feridos, 336 desabrigados, 1.643 desalojados e 23.655 afetados.

No entanto, o município com o maior número de pessoas afetadas por desastre natural entre os anos analisados (1991 a 2012) é Caxias do Sul, localizado na Mesorregião Nordeste Rio-Grandense, com 420.993, durante a enxurrada registrada em fevereiro de 2007. Caxias do Sul, segundo a classificação de Köppen, possui clima temperado (Cfb), caracterizado por verões amenos e invernos relativamente frios. Situa-se em região com terrenos de altitudes elevadas e bastante irregulares, recortado por uma densa rede de drenagem (ROBAINA et al., 2010). O município foi atingido por 5 tipologias diferentes de desastres entre os anos de 1991 a 2012, sendo: 2 registros de vendavais, 1 de inundações, 2 de granizos, 1 de estiagem e 3 de enxurrada.

Desses eventos, as ocorrências por enxurradas foram as mais severas em Caxias do Sul, tendo um grande número de eventos registrados no

Gráfico 45: Total de danos humanos no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012, em escala logarítmica



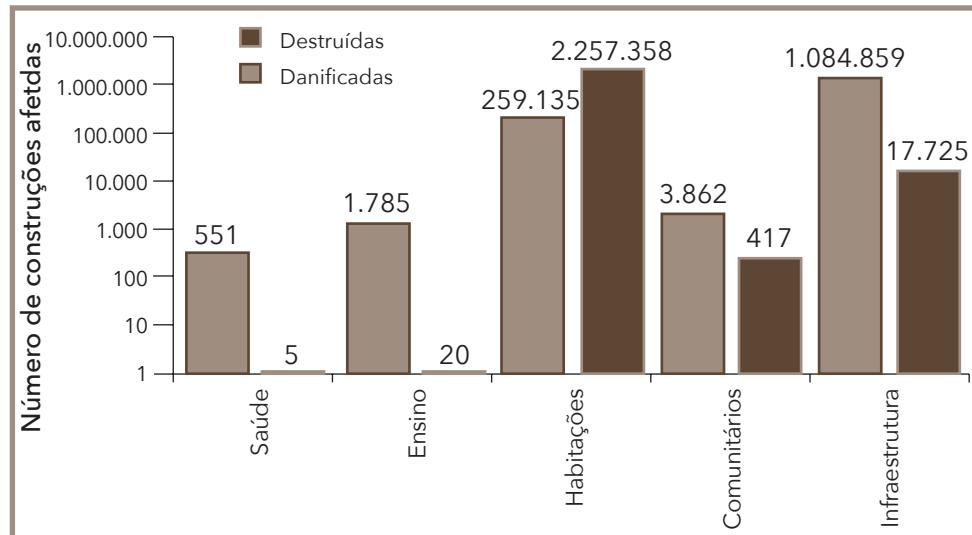
Fonte: Brasil (2013)

verão, pois é uma estação caracterizada por chuvas convectivas devido ao grande aquecimento do ar, resultando assim nas chuvas torrenciais, rápidas e intensas. Tais condições climáticas contribuem para a ocorrência das enxurradas, que teve 3 registros entre os anos analisados, as quais podem causar sérios riscos devido ao aumento brusco da vazão, deixando muitas vítimas. Soma-se a este fato a posição geográfica do município, na região de cabeceira de drenagens, o que constitui local propenso à ocorrência deste tipo de fenômeno (ROBAINA et al., 2010).

Com relação aos danos materiais por desastres naturais, o Estado do Rio Grande do Sul apresenta suas maiores perdas relacionadas à habitação, registrando 2.416.493 propriedades afetadas no período de 1991-2012, conforme ilustrado no Gráfico 46.

Com base no total de registros levantados, verifica-se que o Estado do Rio Grande do Sul é recorrentemente afetado por estiagens e secas, e, em

Gráfico 46: Danos materiais causados por desastres no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

segundo lugar, por enxurradas, responsáveis em grande parte pela decretação dos estados de emergência e de calamidade pública. Catástrofes recentes, relativas aos últimos anos, revelam que esses eventos naturais, comuns ao estado, passaram a causar danos à população, na medida em que quase todos os anos há registros confirmados e caracterizados como desastre. Isso porque qualquer desequilíbrio mais acentuado no regime hídrico local gera impactos significativos sobre a dinâmica econômica e social.

No estado gaúcho, o relevo, a altitude, a continentalidade e a maritimidade são os fatores que apresentam maior interação com os sistemas atmosféricos, tornando-os estáveis ou instáveis. A influência desses fatores determina as variações climáticas locais e a suscetibilidade à ocorrência de desastres climáticos.

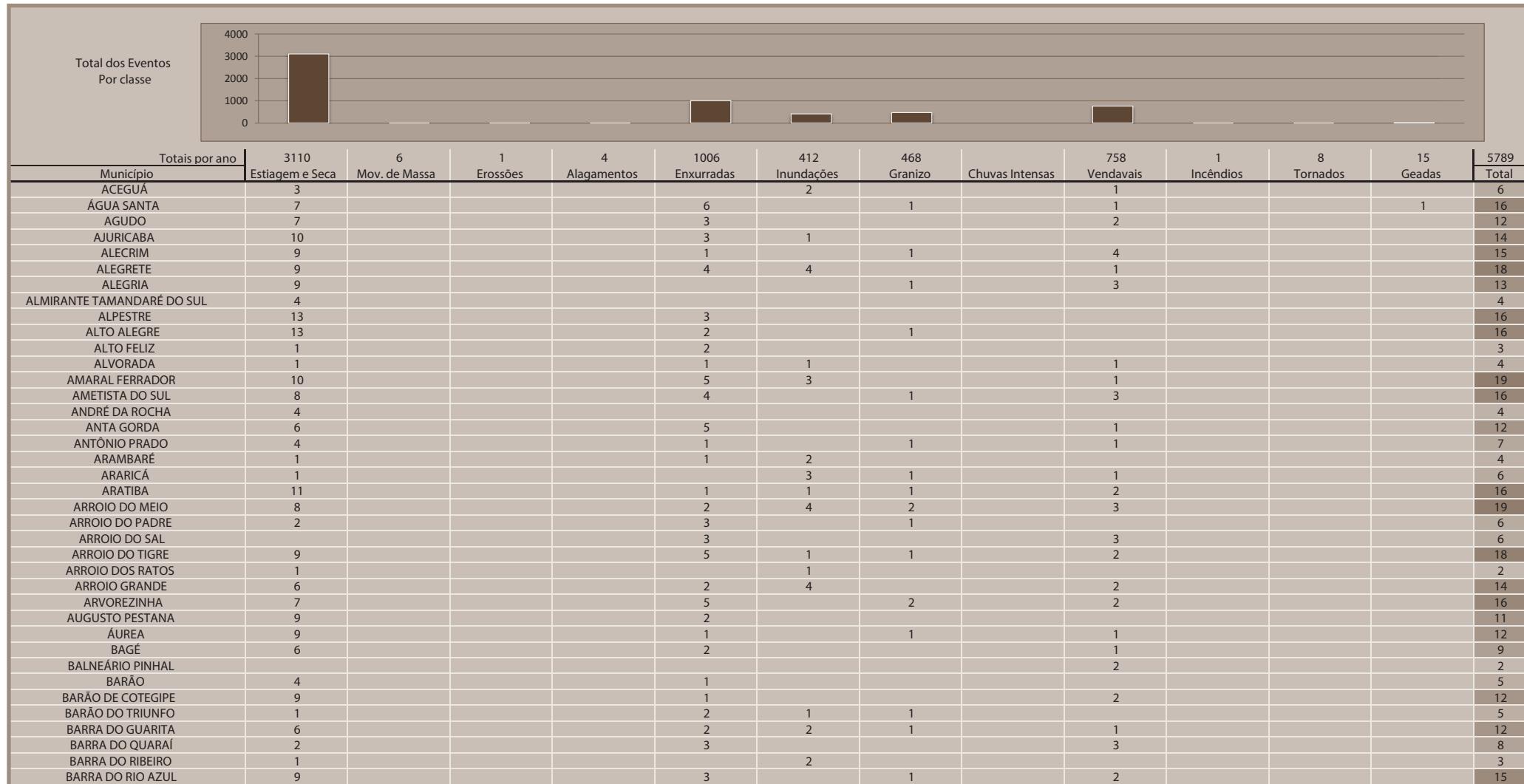
O modelo de planejamento da ocupação nas áreas urbanas, com a impermeabilização dos solos e ocupação das margens de rios, bem como a estruturação da rede de drenagem das águas precipitadas e das formas de armazenamento e distribuição de água no município ou região atingida, pode agravar o impacto gerado pelo aumento e acúmulo de chuvas ou por

sua escassez. É necessário compreender que a recorrência das estiagens e secas e inundações, não é proveniente apenas de fatores climáticos e meteorológicos, mas resulta de um conjunto de elementos, naturais e an-

trópicos que podem aumentar a vulnerabilidade da população a esse tipo de ocorrência.

O Infográfico 12 apresenta um resumo de todos os registros oficiais do Estado do Rio Grande do Sul.

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



Fonte: Brasil (2013)

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

BARRA FUNDA	6							1					7
BARRACÃO	12				3	1	1						17
BARROS CASSAL	8				3		1		2				14
BENJAMIN CONSTANT DO SUL	6				2				1				9
BENTO GONÇALVES	1								2			1	4
BOA VISTA DAS MISSÕES	10				3		1		2				16
BOA VISTA DO BURICÁ	11				1	1	1		2				16
BOA VISTA DO CADEADO	6							1					7
BOA VISTA DO INCRA	6				1								7
BOA VISTA DO SUL	2												2
BOM JESUS	3				3	1	1		1				9
BOM PRINCÍPIO	2				5	1							8
BOM PROGRESSO	7				1		2		5				15
BOM RETIRO DO SUL	5				3	4	1		1				14
BOQUEIRÃO DO LEÃO	9				7		1		2				19
BOSSOROCÁ	11				3		1		1				16
BOZANO	8						1		3				12
BRAGA	11				3		2		3		2		21
BROCHIER	2												2
BUTIÁ	1								3				4
CAÇAPAVA DO SUL	8				8	1	1		4				22
CACEQUI	5				2	3	2		3				15
CACHOEIRA DO SUL	6				1	5	1		1				14
CACHOEIRINHA					3								3
CACIQUE DOBLE	9				3	1	2		1				16
CAIBATÉ	11				2	1							14
CAIÇARA	10				3		1		1				15
CAMAQUÃ	2				5	1			2				10
CAMARGO	8					1	1		2				12
CAMPESTRE DA SERRA	3								1				4
CAMPINA DAS MISSÕES	12							1	4				17
CAMPINAS DO SUL	10					1	1		2				14
CAMPO BOM	1					1			1				3
CAMPO NOVO	9				1		1		2				13
CAMPOS BORGES	13				1		1						15
CANDELÁRIA	8				7	2	3		3				23
CÂNDIDO GODÓI	11				1		1		1				14
CANDIOTA	8				3		1		2				14
CANELA	1								1		1		3
CANGUÇU	9				6								15
CANOAS							1		1				2
CANUDOS DO VALE	3				1	1							5
CAPÃO BONITO DO SUL	3												3
CAPÃO DA CANOA					2				2				4
CAPÃO DO CIPÓ	7				3		1						11
CAPÃO DO LEÃO	5					1	1						7
CAPELA DE SANTANA	1				1								2
CAPITÃO	3												3
CAPIVARI DO SUL									2				2
CARAÁ	1				2				1				4
CARAZINHO	6				3		2		3				14
CARLOS BARBOSA	4												4
CARLOS GOMES	8					1							9
CASCA	7				6				3				16
CASEIROS	6				1	1							8
CATUÍPE	7				2	1	1						11
CAXIAS DO SUL	1				3	1	2		2				9

Fonte: Brasil (2013)

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

CENTENÁRIO	6			4		4		1					15
CERRITO	5			1	1			1					8
CERRO BRANCO	7			2	2	1							12
CERRO GRANDE	12			3									15
CERRO GRANDE DO SUL	3			2				3					8
CERRO LARGO	13			1		2		2					18
CHAPADA	8			3		1		1					13
CHARQUEADAS	2			1	4	1		2					10
CHARRUA	9			4							1		14
CHIAPIETTA	12			1	1	5		2					21
CHUVISCA	3			3				2					8
CIDREIRA				1				2					3
CIRIACO	10			2	1			1					14
COLINAS	4			6	3	1		1					15
COLORADO	10			6	1	1		2					20
CONDOR	9			3	1								13
CONSTANTINA	13			3		2							18
COQUEIRO BAIXO	3			1									4
COQUEIROS DO SUL	7			2		3		1					13
CORONEL BARROS	6					1		2					9
CORONEL BICACO	9			7	1	5		5					27
CORONEL PILAR	1												1
COTIPORÁ	2			3		1		1					7
COXILHA	5					2		1					8
CRISSIUMAL	12					2		3					17
CRISTAL	3			3	5			1					12
CRISTAL DO SUL	8			3				1					12
CRUZ ALTA	7			2		1		2					12
CRUZALTENSE	6			1				1					8
CRUZEIRO DO SUL	8			5	4	4		5					26
DAVID CANABARRO	6			1									7
DERRUBADAS	9			1				3					13
DEZESSEIS DE NOVEMBRO	9					2							11
DILERMANDO DE AGUIAR	5				1								6
DOIS IRMÃOS	1							2					3
DOIS IRMÃOS DAS MISSÕES	7				3								10
DOIS LAJEADOS	3			2		1		1					7
DOM FELICIANO	3			5									8
DOM PEDRITO	9			6	8	1		2					26
DOM PEDRO DE ALCÂNTARA	1			2		1		4					8
DONA FRANCISCA	3			4	2	2		2					13
DOUTOR MAURÍCIO CARDOSO	11			4		3		1			1		20
DOUTOR RICARDO	3			1	1	1		1					7
ELDORADO DO SUL					2								2
ENCANTADO	6			2	3	2		3					16
ENCRUZILHADA DO SUL	10			5		2							17
ENGENHO VELHO	8			3		1					1		13
ENTRE RIOS DO SUL	10			1		1							12
ENTRE-IJUIS	11		1	3	3	1			3				22
EREBANGO	7												7
ERECHIM	8			2	1								11
ERNESTINA	10			2							2		14
ERVAL GRANDE	10			3	1	1		1					16
ERVAL SECO	10			3	1			1					15
ESMERALDA	4			1									6
ESPERANÇA DO SUL	8			1		1		3					13
ESPUMOSO	10			8	1	7		3					29

Fonte: Brasil (2013)

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

ESTAÇÃO	8				3	2	2		4				19
ESTÂNCIA VELHA					1	1	1		1				4
ESTEIO					4	2							6
ESTRELA	7				1	8	3		4				23
ESTRELA VELHA	7				2	3	3		1				16
EUGÉNIO DE CASTRO	11				1	1	1						14
FAGUNDES VARELA	5				2		1		1				9
FARROUPILHA	1						3		1				5
FAXINAL DO SOTURNO	5				6	2	3		4				20
FAXINALZINHO	11								2				13
FAZENDA VILANOVA	3						1		1				5
FELIZ							2						2
FLORES DA CUNHA	2				1		1						4
FLORIANO PEIXOTO	6						3		1				10
FONTOURA XAVIER	10				9	2	4		3				28
FORMIGUEIRO	4					3	2		1				10
FORQUETINHA	3				4								7
FORTALEZA DOS VALOS	15				3	1	2		3				24
FREDERICO WESTPHALEN	12				1		1		4				18
GARIBALDI	3				2	1	1		1				8
GARRUCHOS	7								4				11
GAURAMA	9				2								11
GENERAL CÂMARA	10					5	3		2				22
GENTIL	6				3								9
GETÚLIO VARGAS	8					2	1		3				14
GIRUÁ	12				3	1	2		4				22
GRAMADO	1	1				1							3
GRAMADO DOS LOUREIROS	10								1				11
GRAMADO XAVIER	4				5		1		2				12
GRAVATAÍ	1				2								3
GUABIJU	5				2		1						8
GUAIABA									1				1
GUAPORÉ	7				3	1	1		1				13
GUARANI DAS MISSÕES	11				3	1	1		3				19
HARMONIA	1				2		1		1				5
HERVAL	6				2	2	3		1				14
HERVEIRAS	4				4		1		1				10
HORIZONTINA	10				2		2		4				18
HULHA NEGRA	7				3		2		3				15
HUMAITÁ	12				1		3		3				19
IBARAMA	8				3	3	1		1				16
IBIAÇÁ	11					2	2		1				16
IBIRAIARAS	7				3	1	1		1				13
IBIRAPUITÁ	13				4	1	2		3				23
IBIRUBÁ	8				3	4	2		2				19
IGREJINHA	1				7	1							9
IJUÍ	9		1		3	1	2		2				18
ILÓPOLIS	7				1				3				11
IMBÉ					2				2				4
IMIGRANTE	5				1				1				7
INDEPENDÊNCIA	12					1	2		5				20
INHACORÁ	9				6		2		5				22
IPÊ	3												3
IPIRANGA DO SUL	7					1							8
IRAÍ	10				6		3		1				20
ITAARA	5				4	2	4		3				18
ITACURUBI	10				6		2		2				20

Fonte: Brasil (2013)

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

ITAPUCA	4			3			1				8
ITAQUI	6			3	2		2				13
ITATI	1			3			2				6
ITATIBA DO SUL	10						2				12
IVORÁ	7			6		2		2			17
IVOTI	1			1							2
JABOTICABA	12			3	1	1		1			18
JACUIZINHO	5			5	1	3		1			15
JACUTINGA	10			2	1	1		1			15
JAGUARÃO	4				3	1					8
JAGUARI	9				4	1					14
JAQUIRANA	2					1					3
JARI	7					3	2				12
JÓIA	11			3				3			17
JÚLIO DE CASTILHOS	11			5		3		5			24
LAGOA BONITA DO SUL	6			4	1	3		1			15
LAGOA DOS TRÊS CANTOS	10			3	2	1		3			19
LAGOA VERMELHA	8				3	1		2			14
LAGOÃO	9			4		2		3			18
LAJEAZO	7			4	4	1		2			18
LAJEADO DO BUGRE	10			3				3			16
LAVRAS DO SUL	6			2	1	2					11
LIBERATO SALZANO	12			2	1	3		3		1	22
LINDOLFO COLLOR				2			2				2
LINHA NOVA						4					2
MAÇAMBARÁ	6				3	1	2		1		10
MACHADINHO	14				1						21
MAMPITUBA	1					1		1			3
MANOEL VIANA	10					1		4			15
MAQUINÉ				9	1	1		2			13
MARATÁ	1							1			2
MARAU	9			1							10
MARCELINO RAMOS	12			3	1			3			19
MARIANA PIMENTEL	2										2
MARIANO MORO	12			1		1		1			15
MARQUES DE SOUZA	3			2	3	2		1			11
MATA	5			3							8
MATO CASTELHANO	6										6
MATO LEITÃO	6			1		1		1			9
MATO QUEIMADO	6			2							8
MAXIMILIANO DE ALMEIDA	13			2	3	4		5			27
MINAS DO LEÃO	1				4						5
MIRAGUAI	11					1		2			14
MONTAURI	7							1			8
MONTE ALEGRE DOS CAMPOS	4			1		2					7
MONTE BELO DO SUL	1										1
MONTENEGRO	1			2	4	2		6		1	16
MORMAÇO	7			4				4			15
MORRINHOS DO SUL				5				3			8
MORRO REDONDO	5			1							6
MORRO REUTER	1			2							3
MOSTARDAS	1				3	1		1			6
MUÇUM	5			1	3	2		2			13
MUITOS CAPÕES	5					1			1		7
MULITERNO	6										6
NÃO-ME-TOQUE	10			4	1	1		3			19
NICOLAU VERGUEIRO	7			3		1		1			12

Fonte: Brasil (2013)

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

NONOAI	15			3		3		6				27
NOVA ALVORADA	7			5	1	1		2				16
NOVA ARAÇÁ	4			1								5
NOVA BASSANO	5			1	1	2		1				10
NOVA BOA VISTA	6			1		1		1				9
NOVA BRÉSCIA	5			1								6
NOVA CANDELÁRIA	6					1		1				8
NOVA ESPERANÇA DO SUL	9			4	1							14
NOVA HARTZ				2	2							4
NOVA PÁDUA	1											1
NOVA PALMA	8			4	1	1		1				15
NOVA PETRÓPOLIS	1	1		3	1			2				8
NOVA PRATA	7			2		1		1				11
NOVA RAMADA	7			1	1							9
NOVA ROMA DO SUL	1			1		2		1				5
NOVA SANTA RITA	1			1				1				3
NOVO BARREIRO	10			4		1		2				17
NOVO CABRAIS	5			3	2	1		1				12
NOVO HAMBURGO	1	1				2	1					6
NOVO MACHADO	8							3			1	12
NOVO TIRADENTES	11			3	1	1		1				17
NOVO XINGU	7			1		2						10
OSÓRIO	1			1								5
PAIM FILHO	12			2	2	1		2				19
PALMARES DO SUL	1			1				2				4
PALMEIRA DAS MISSÕES	10			2	1	2		3				18
PALMITINHO	12			2		2		4				20
PANAMBI	11			2	1	4		2				20
PANTANO GRANDE	3		1	2	2	1		1				10
PARAÍ	4			2	1	1						8
PARAÍSO DO SUL	5			1	1			3				10
PARECI NOVO	2			1	4	1		1			1	10
PAROBÉ	1			4	1			1				7
PASSA SETE	8			6		3		4				21
PASSO DO SOBRADO	8			1				1				10
PASSO FUNDO	5											6
PAULO BENTO	4											4
PAVERAMA	5							2				7
PEDRAS ALTAS	4							1				5
PEDRO OSÓRIO	7			1	3			2				13
PEJUCARA	10			4	1			1				16
PELOTAS	3			3	1							7
PICADA CAFÉ	1							2				3
PINHAL	12			4				1				17
PINHAL DA SERRA	6											6
PINHAL GRANDE	8			4								12
PINHEIRINHO DO VALE	8			1		2		3				14
PINHEIRO MACHADO	8			2	1	1						12
PIRAPÓ	10							2				12
PIRATINI	12			3	2	1		5				23
PLANALTO	11			5								16
POÇO DAS ANTAS	2											2
PONTÃO	7			3		2		5				17
PONTE PRETA	9											9
PORTÃO	1			1								2
PORTO ALEGRE								1				1
PORTO LUCENA	10			2	1	1		4				18

Fonte: Brasil (2013)

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

MUNICÍPIO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
PORTEIRA	1																						
PORTO MAUÁ	8																					10	
PORTO VERA CRUZ	8																					12	
PORTO XAVIER	12																					27	
POUJO NOVO	8																					16	
PROGRESSO	9																					16	
PROTÁSIO ALVES	3																					9	
PUTINGA	10																					19	
QUARAI	8																					18	
QUATRO IRMÃOS	6																					7	
QUEVEDOS	8																					12	
QUINZE DE NOVEMBRO	12																					14	
RÉDENTORA	11																					22	
RELVADO	7																					9	
RESTINGA SECA	5																					17	
RIO DOS ÍNDIOS	9																					13	
RIO GRANDE	3																					16	
RIO PARDO	8																					19	
RIOZINHO	1	1																				14	
ROCA SALES	7																					15	
RODEIO BONITO	11																					18	
ROLADOR	6																					8	
ROLANTE	3	1																				16	
RONDA ALTA	10																					17	
RONDINHA	10																					12	
ROQUE GONZALES	12																					15	
ROSÁRIO DO SUL	6																					16	
SAGRADA FAMÍLIA	8																					10	
SALDANHA MARINHO	12																					15	
SALTO DO JACUÍ	12																					22	
SALVADOR DAS MISSÕES	8																					12	
SALVADOR DO SUL	3																					7	
SANANDUVA	12																					15	
SANTA BÁRBARA DO SUL	11																					19	
SANTA CECILIA DO SUL	3																					1	7
SANTA CLARA DO SUL	5																					10	
SANTA CRUZ DO SUL	8																					16	
SANTA MARGARIDA DO SUL	3																					5	
SANTA MARIA	8																					20	
SANTA MARIA DO HERVAL	2																					3	
SANTA ROSA	10																					17	
SANTA TEREZA	3																					12	
SANTA VITÓRIA DO PALMAR	1																					2	
SANTANA DA BOA VISTA	9																					18	
SANT'ANA DO LIVRAMENTO	6																					8	
SANTIAGO	10																					14	
SANTO ÂNGELO	10																					15	
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	1																					5	
SANTO ANTÔNIO DAS MISSÕES	12																					26	
SANTO ANTÔNIO DO PALMA	7																					8	
SANTO ANTÔNIO DO PLANALTO	5																					8	
SANTO AUGUSTO	12																					15	
SANTO CRISTO	10																					14	
SANTO EXPEDITO DO SUL	8																					13	
SÃO BORJA	9	1		1																		21	
SÃO DOMINGOS DO SUL	6																					6	
SÃO FRANCISCO DE ASSIS	8																					11	
SÃO FRANCISCO DE PAULA	2																					7	

Fonte: Brasil (2013)

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

SÃO GABRIEL	7			3	3	2	4				19
SÃO JERÔNIMO	3			4	6	2	4				19
SÃO JOÃO DA URTIGA	10			3			2				15
SÃO JOÃO DO POLÉSINE	3			3	3	1	1				11
SÃO JORGE	8			1			1				9
SÃO JOSÉ DAS MISSÕES	7			2		2	1				12
SÃO JOSÉ DO HERVAL	7			4		2	1				14
SÃO JOSÉ DO HORTÉNCIO				1		1		3			5
SÃO JOSÉ DO INHACORÁ	9							1			10
SÃO JOSÉ DO NORTE	5			2	1	1		2			11
SÃO JOSÉ DO OURO	11			5				1			17
SÃO JOSÉ DO SUL	4						1		2		7
SÃO JOSÉ DOS AUSENTES				2			1				3
SÃO LEOPOLDO	1			1	1						3
SÃO LOURENÇO DO SUL	7			2	1			2			12
SÃO LUIZ GONZAGA	9			1		1		5			16
SÃO MARCOS	1			1		1		3			6
SÃO MARTINHO	10			1				2			13
SÃO MARTINHO DA SERRA	7			1				3			11
SÃO MIGUEL DAS MISSÕES	9			1	1	1		4			16
SÃO NICOLAU	9			1		2		2			14
SÃO PAULO DAS MISSÕES	11			1	1			5			18
SÃO PEDRO DA SERRA	1			1		1					3
SÃO PEDRO DAS MISSÕES	7			1				1			9
SÃO PEDRO DO BUTIÁ	9					1		1			11
SÃO PEDRO DO SUL	5			3		1		5			14
SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ	1			1	7			1			10
SÃO SEPÉ	4			5	5	3		2			19
SÃO VALENTIM	11			3	2	4		3			23
SÃO VALENTIM DO SUL	3			2		2		1			8
SÃO VALÉRIO DO SUL	8							3			11
SÃO VENDELINO				4	1						5
SÃO VICENTE DO SUL	11			2	1						14
SAPIRANGA				1				1			2
SAPUCAIA DO SUL				3				1			4
SARANDI	6			5		1		2			14
SEBERI	13			4		2		2		1	22
SEDE NOVA	8			4		2		2			16
SEGREDO	10			5		1		1			17
SELBACH	12			3	1	3		1			20
SENADOR SALGADO FILHO	8					1		1			10
SENTINELA DO SUL	1			3							4
SERAFINA CORRÉA	5			1	1	1		1			9
SÉRIO	3			3		1		1			8
SERTÃO	10			4	1						15
SERTÃO SANTANA	1			3							4
SETE DE SETEMBRO	10			3		1		1			15
SEVERIANO DE ALMEIDA	13			2	1			2			18
SILVEIRA MARTINS	5			5		2		2			14
SINIMBU	4			3	2	2		1			12
SOBRADINHO	10			3	4	3		5			25
SOLEDADE	10			7		2		5			24
TABAÍ	2					2		1			5
TAPEJARA	8			4	1	1		6		1	21
TAPERÁ	10			3		1		1			15
TAPES	1			2							3
TAQUARA	2			2	2	1		6			13

Fonte: Brasil (2013)

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

TAQUARI	5			3	3	2	2				15
TAQUARUÇU DO SUL	11			3	1		2				17
TAVARES	3			4	2	1		1			11
TENENTE PORTELA	10			1	1	1		4			17
TERRA DE AREIA				6			3				9
TEUTÔNIA	8						1				9
TIO HUGO	7				1	1		1			10
TIRADENTES DO SUL	10			2		2		3			17
TOROPÍ	4				1						5
TORRES	1			3	1		3				8
TRAMANDAÍ				2			4				6
TRAVESSEIRO	4			1							5
TRÊS ARROIOS	9			1	1		2				13
TRÊS CACHOEIRAS				4			4				8
TRÊS COROAS				1	2						3
TRÊS DE MAIO	12			2		1	4		2		21
TRÊS FORQUILHAS				7	1	1	3				12
TRÊS PALMEIRAS	14			1	1	2		1			19
TRÊS PASSOS	10			2	1	1		1			15
TRINDADE DO SUL	13			3	1		3		1		21
TRIUNFO	1			1	4	3	3				12
TUCUNDUVA	7			1		1	7			1	17
TUNAS	10			3		2	2				17
TUPANCI DO SUL	7				1	1		1			10
TUPANCIRETÂ	12			1	1	1		5			20
TUPANDI	3										3
TUPARENDI	12			1	1		3				17
TURUÇU	3			2	1						6
UBIRETAMA	9					1					10
UNIÃO DA SERRA	6			1		1					8
UNISTALDA	9				2		2				13
URUGUAIANA	3			2	4		1				10
VACARIA	4			3		4	1				12
VALE DO SOL	6			1	4						11
VALE REAL				1							1
VALE VERDE	3			1	1		1				6
VANINI	6			5		1	2				14
VENâNCIO AIRES	5			2	5	4	3				19
VERA CRUZ	5			2	4	2	1				14
VERANÓPOLIS	2			1		1	1				5
VESPASIANO CORREIA	3			2		3	2				10
VIADUTOS	12			4	1	1	1				19
VIAMÃO	1			1	1		3				6
VICENTE DUTRA	10			4			1				15
VICTOR GRAEFF	9			4	1	1	4				19
VILA FLORES	2			1		1		1			5
VILA LÂNGARO	8			2			1			2	13
VILA MARIA	9			1		2	3				15
VILA NOVA DO SUL	6				4	3	2				15
VISTA ALEGRE	12			3							15
VISTA ALEGRE DO PRATA	5			1			1				7
VISTA GAÚCHA	11			1		1	1				14
VITÓRIA DAS MISSÕES	9			1							10
WESTFALIA	5										5
XANGRI-LÁ				2			2				4

Fonte: Brasil (2013)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

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

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

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

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

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

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

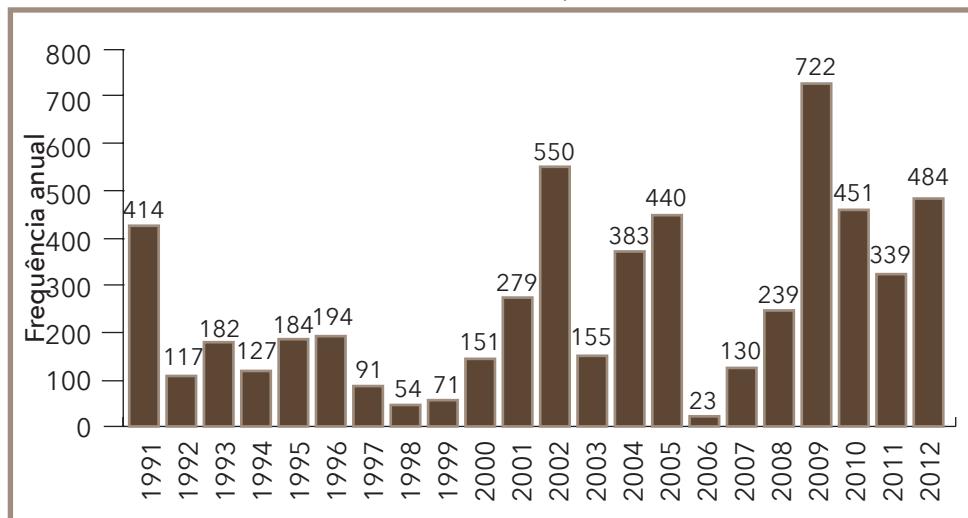
Os dados coletados sobre o Estado do Rio Grande do Sul e publicados neste volume apontam que o registro de ocorrência de desastres cresceu 2,64 vezes nos últimos doze anos. Entretanto, esse aumento nos registros não permite, sem uma análise mais detalhada, afirmar que houve um aumento de ocorrências na mesma proporção. Os dados analisados mostraram que o ano de 2009 foi o mais afetado na série histórica, com 722 ocorrências, segundo o Gráfico 47.

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

No Estado do Rio Grande do Sul, por exemplo, percebe-se a incidência de tipologias fundamentais de desastres, representadas por estiagens e secas e enxurradas, 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, se pode afirmar que este estudo é mais um passo na produção do conhecimento necessário para a

Gráfico 47: Frequência anual dos desastres naturais mais recorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1991 a 2012



Fonte: Brasil (2013)

gestão dos desastres naturais no país e a construção de comunidades resilientes e sustentáveis.

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

Referências

BRASIL. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. **Acervo fotográfico**. 2011.

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

BRITTO, F. P. **Distribuição espaço-temporal da precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geociências - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004. 65 p.

COMDEC – COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE CHARQUEADAS, RS. **Acervo fotográfico**. 2013a.

COMDEC – COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DE ALEGRETE, RS. **Acervo fotográfico**. 2013b.

FINOTTI, E. **Análise de ocorrência de vendavais na região sul do Brasil**: relatório final de Projeto de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/INPE). Santa Maria: INPE, 2010. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP7W/389BLJP?languagebutton=en>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

HERRMANN, M. L. P. et al. Frequência dos desastres naturais no Estado de Santa Catarina no período de 1980 a 2007. In: ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12., 2009, Montevideu – Uruguai.

Anais... Uruguai: [s.n.], 2009. Disponível em: <http://egal2009.easyplanners.info/area07/7254_Maria_Lucia_Maria_Lucia_de_Paula_Herrmann.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Estados**. Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs>>. Acesso em: 21 jul. 2013.

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, jan./jun. 2001. Disponível em: <<http://150.162.1.115/index.php/geosul/article/viewFile/14052/12896>>. Acesso em: 5 jun. 2013.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1989. 422 p.

PARMEZANI, J. M. et al. Associação entre ZCAS e a ocorrência de El Niño e La Niña. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/13-879946ab30aec9d0f49591c8b4420a58.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

ROBAINA, L. E. de S. et al. Análise espaço-temporal das ocorrências de inundações e movimentos de massa no município de Caxias do Sul, RS. **Ciência e Natura**, Mato Grosso do Sul, v. 32, n. 1, p. 159-172, 2010. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/revista_ccne/ojs/index.php/cienciaenatura/article/viewFile/456/359>. Acesso em: 13 jul. 2013.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Defesa Civil. **Acervo fotográfico**. 2011.

SILVA, M. R. M. da. **Identificação da ocorrência de estiagens em Bagé (RS) entre 1961 – 2009**. 2010. 81 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25963/000755524.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 14 jul. 2013.