

IX-089 - ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Mariana Madruga de Brito⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Bolsista de Iniciação Científica do GRID/UFRGS.

Juliana Fin

Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Pesquisadora do GRID/UFRGS.

Cristiane Pauletti

Engenheira Civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Mestre e Doutora em Engenharia Civil pela UFRGS. Pesquisadora Sênior do GRID/UFRGS.

Alexandra Passuello

Engenheira Civil e Mestre em Engenharia Civil pela UFRGS. Doutora em Engenharia Civil pela Università Politécnica delle Marche. Pesquisadora Sênior do GRID/UFRGS. Docente Colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC).

Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia Civil pela UFRGS. Doutor em Engenharia Civil pela Leeds University. Professor Adjunto da UFRGS. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC). Coordenador do GRID/UFRGS.

Endereço⁽¹⁾: Av. Osvaldo Aranha, 99, 3º andar – Centro – Porto Alegre - RS - CEP: 90050-190 - Brasil - Tel: (51) 3308-4450 - e-mail: marii.brito@hotmial.com

RESUMO

Com o incremento das áreas impermeabilizadas, a redução das matas ciliares e a intensificação de precipitações extremas, muitos municípios no Rio Grande do Sul e em outros Estados do Brasil têm sido atingidos repetidamente por inundações. Esses eventos deixam um grande número de pessoas desabrigadas e geram consideráveis perdas econômicas, sociais e ambientais. Buscando entender os padrões de ocorrência do fenômeno e identificar as zonas mais suscetíveis, um estudo foi iniciado pelo grupo de Gestão de Riscos de Desastres (GRID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com o objetivo de efetuar o levantamento e análise da distribuição espaço-temporal das inundações que ocorreram no estado do Rio Grande do Sul, no período compreendido entre os anos de 1982 e 2008. Os dados referentes aos desastres ocorridos até 2002 foram extraídos dos registros de ocorrência e, no período de 2003 a 2008, através dos Relatórios de Avaliação de Danos (AVADAN), em forma digital, ambos da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio Grande do Sul (CEDEC-RS). Nesse trabalho os dados disponíveis acerca de inundações foram inseridos em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), com o intuito de mapear as ocorrências de inundação no Estado. Foram analisados 1.449 registros de inundações que causaram sérios danos e prejuízos. Verificou-se que os municípios mais atingidos foram Estrela e Lajeado, localizados na Mesorregião do Centro Oriental Rio-Grandense e Alegrete e Itaqui, localizados na Mesorregião do Sudoeste Rio-Grandense. Com relação à distribuição temporal, observou-se que os meses mais favoráveis à ocorrência de inundações no estado são os meses de maio e junho. Através da análise dos resultados obtidos espera-se compreender os padrões de recorrência e a eventual evolução temporal das ocorrências de inundações no Estado do Rio Grande do Sul, informação fundamental para a tomada de decisões dos órgãos responsáveis pela adoção de ações e estratégias para preparação da população, mitigação de riscos ou minimização de danos decorrentes de inundações.

PALAVRAS-CHAVE: Inundação, Desastres Naturais, Distribuição Espaço-Temporal, Rio Grande do Sul.

INTRODUÇÃO

Como explica Tucci (1998), as inundações urbanas são ocorrências que acompanham o desenvolvimento das cidades desde a antiguidade. As mesmas são decorrentes da incapacidade de efetuar uma adequada gestão do fluxo das águas dos rios, riachos, lagos e galerias pluviais urbanos, que saem do leito de escoamento, acarretando em uma variação do nível dos corpos d'água.

Ainda segundo Tucci (1998), essas variações fazem parte da dinâmica do planeta e, portanto, a inundação de áreas ribeirinhas é uma manifestação própria da natureza em certas regiões. A intensa urbanização, a ocupação indevida das planícies de inundação, a canalização de corpos d'água e a ação antrópica sobre encostas e matas ciliares, em conjunto com outros fatores, todavia, contribuem de forma marcante para incrementar a frequência, intensidade e o potencial de dano associado às inundações.

No Brasil, as inundações têm se configurado como os eventos que mais frequentemente desencadeiam desastres naturais (TUCCI; BERTONI, 2003), causando perdas econômicas para as populações atingidas, além de impactos expressivos na saúde pública e, em casos extremos, perdas de vidas humanas. No Rio Grande do Sul, as inundações destacam-se dos demais tipos de desastres naturais em virtude da quantidade de ocorrências e da extensão de seus danos (GRID, 2011). Como exemplo menciona-se a inundação ocorrida em 1941 (GUIMARAES, 2009).

De acordo com Saito et al. (2003), existe um padrão de frequência na recorrência de inundações, o que possibilita identificar períodos preferenciais de ocorrência. Dessa forma, o exame dos registros referentes a esses desastres se constitui em uma das maneiras mais eficientes de se conhecer o padrão de gênese e desenvolvimento desses fenômenos, fornecendo uma informação vital para que se possa planejar e implementar medidas preventivas ou de redução dos danos.

Nesse sentido, fica evidente que a análise das séries históricas de eventos tipo inundações, no âmbito do Rio Grande do Sul, pode fornecer importantes elementos para o planejamento estratégico dos órgãos de resposta e prevenção de desastres do estado. Essa análise pode ajudar a direcionar as ações da Defesa Civil, do Corpo de Bombeiros e, até mesmo, influenciar as políticas estaduais e municipais referentes a padrões de ocupação, proteção de áreas de risco e necessidade de obras e ações para mitigar e minimizar os riscos associados às inundações.

O Grupo de Gestão de Riscos de Desastres (GRID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), criado em 2010, tem como uma das linhas de atuação, o mapeamento dos desastres naturais e avaliação de suas consequências, no estado do Rio Grande do Sul. Esses estudos iniciaram no final de 2009 e, neste trabalho são apresentados o levantamento e mapeamento de ocorrências de inundações com o objetivo de subsidiar a análise da distribuição espaço-temporal dos eventos de inundações que ocorreram no estado do Rio Grande do Sul, no período compreendido entre os anos de 1982 e 2008. A quantificação dos eventos de inundações que causaram desastres nos últimos 26 anos, com identificação da recorrência em função da localidade e da época do ano, contribuirá para que se estabeleça e se justifique a adoção de estratégias de prevenção dos impactos ocasionados por esse fenômeno.

METODOLOGIA

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos através de um levantamento feito nos registros de ocorrência, no período de 1982 a 2002, e nos Relatórios de Avaliação de Danos (AVADAN) homologados no período de 2003 a 2008, ambos da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio Grande do Sul (CEDEC-RS). Esses relatórios fazem parte da documentação encaminhada à Defesa Civil Estadual pelos municípios para a homologação dos decretos de Situação de Emergência, ou então do Estado de Calamidade Pública, após a ocorrência de eventos que venham a provocar danos significativos.

A pesquisa considera as quatro tipologias de inundações previstas na Classificação de Desastres Naturais da Defesa Civil Nacional: (a) enchentes, ou inundações graduais; (b) enxurradas ou inundações bruscas; (c) alagamentos e (d) inundações litorâneas (CASTRO et al., 2003). As mesmas foram agrupadas em uma única classe com a nomenclatura genérica de inundações, a fim de minimizar possíveis erros existentes na divisão das tipologias no momento de inserção dos dados, considerando que os formulários de documentação dos eventos

de desastres fornecidos aos municípios não contemplam informações conceituais que possibilitem a identificação da tipologia de inundação, caso haja dúvida por parte do indivíduo responsável pelo envio desses dados e o mesmo não esteja com o manual de desastres em mãos.

A estruturação dos campos componentes da base de dados foi realizada numa planilha eletrônica, de forma que fosse compatível com um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Foram inseridos os dados relativos ao município em que ocorreu o desastre, a data e tipo do evento. Também foram adicionados os códigos municipais e a correta nomenclatura dos municípios segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o que é de fundamental importância para a vinculação dos dados originais com outros bancos de dados, com os mesmos padrões, que possam agregar novas informações ao estudo futuramente. Gráficos temáticos foram elaborados, tomando como base o número total de ocorrências por ano, os municípios mais atingidos por inundações e o total de eventos registrados em cada mês do ano.

Após a estruturação dos dados, os mesmos foram importados para o *software* Arcview 3.2 e vinculados com a malha municipal georreferenciada do Estado do Rio Grande do Sul, em escala 1:500.000, elaborada e disponibilizada pelo IBGE em 2005.

Mapas foram então construídos com os dados correspondentes a três intervalos de tempo: (a) 1982 a 1991; (b) 1992 a 2001; (c) 2002 a 2008. Esses períodos foram escolhidos com o intuito de permitir que se visualizasse a evolução temporal das ocorrências de inundações nas três últimas décadas. O último intervalo contabiliza um período inferior aos demais em função dos dados dos anos mais recentes (2009 a 2011) ainda não terem sido disponibilizados para análise.

Foi elaborado também, na etapa final do trabalho, um mapa com o somatório dos registros de ocorrências de inundação por Região Hidrográfica do Rio Grande do Sul.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição temporal das inundações ocorridas no período de 1982 a 2008, acumulada por ano, é mostrada na figura 1.

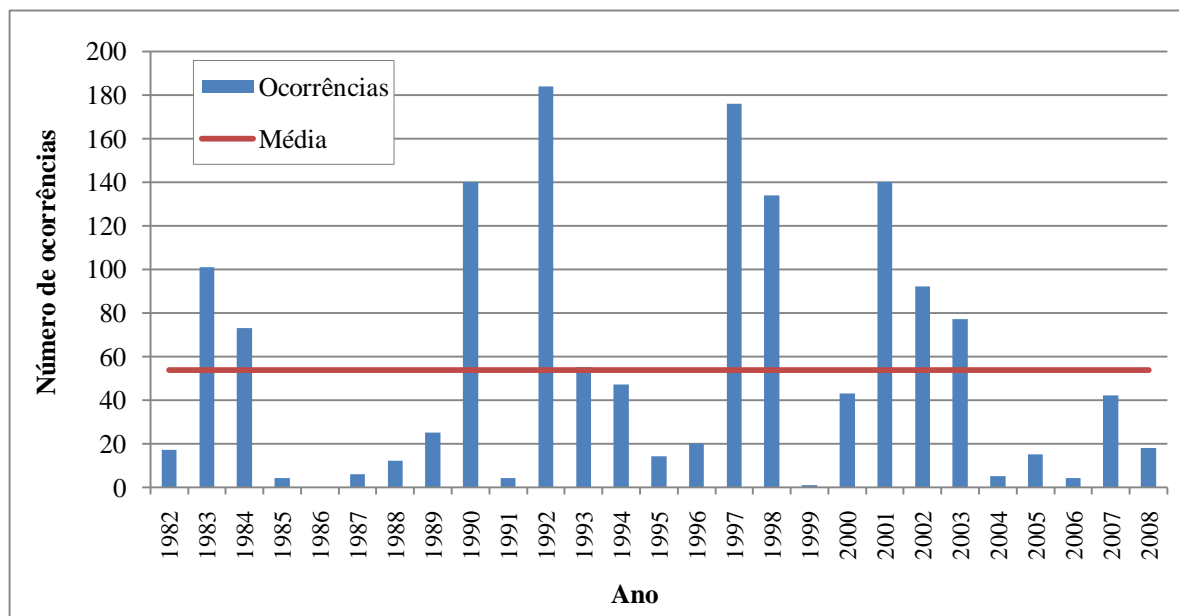


Figura 1: Distribuição anual dos desastres desencadeados por inundações registradas no Rio Grande do Sul no período de 1982 a 2008.

No período de análise verifica-se a ocorrência de 1.449 episódios de inundações de grande porte, no Rio Grande do Sul, que causaram danos ou perturbações que ultrapassaram a capacidade de resposta local dos municípios atingidos, o que levou os mesmos a efetuar um pedido de auxílio ao Governo Federal. Ou seja, esse

número representa apenas os eventos registrados em AVADANs. É natural inferir que o número total de eventos tipo inundações é bem maior, visto que os desastres computados foram somente os que levaram os municípios a declarar Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP).

Para exemplificar a diferença existente entre o número de registros oficiais e do total de eventos ocorridos, pode-se tomar como base o trabalho de Reckziegel (2007), que verificou, em veículos de imprensa, a ocorrência de 23 eventos de inundação no Estado do Rio Grande do Sul em 1986, enquanto os dados oficiais da Defesa Civil Estadual, apresentados neste trabalho, não indicam ocorrências de inundações no referido ano.

Observa-se, analisando a figura 1, que ao longo do período estudado, não existe uma tendência nítida quanto à evolução do número de ocorrências de inundações por ano. A média de inundações decenal saltou de 38,2 para 81,4 eventos/anos do decênio de 1982-1991 para o decênio de 1992-2001. Já no período de 2002 a 2008 a média diminuiu para 36,14. Embora seja importante ressaltar que a média do decênio mais recente corresponde a um período menor analisado, nota-se uma oscilação do número de eventos registrados por ano, sem tendência clara de crescimento ou decréscimo.

A média geral de inundações para o período total (1982 a 2008) foi de 53,7 eventos por ano. O ano de 1992 foi o mais significativo em termos de ocorrências de inundações no Rio Grande do Sul, com 184 registros, ou 3,4 vezes o valor da média. Depois de 1992, os anos de 1997, 1990 e 2001 foram os que apresentaram maior quantidade de registros, com 176, 140 e 140 ocorrências, respectivamente.

Os picos ocorridos em 1990, 1992, 1997 e 1998 podem estar associados à ocorrência de episódios de *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) que são, segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC, 2011), fenômenos atmosférico-oceânicos caracterizados por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que ocasionam precipitações abundantes no Rio Grande do Sul, principalmente nos meses da primavera e chuvas intensas de maio a junho. De acordo com o CPTEC (2011), ocorreram episódios fortes de *El Niño* nos anos 1982, 1983, 1990, 1991, 1992, 1997 e 1998.

Em 1997 e 1998 ocorreu, segundo o CPTEC (2011), o *El Niño* mais intenso desde a existência de observações, coincidindo com uma das maiores inundações já ocorridas no estado, e que atingiu o maior número de municípios (228 ao total). Foram registradas 310 ocorrências de inundações no período, sendo que a maior parte se concentrou nos meses de novembro e dezembro.

Apesar de muitas inundações estarem associadas à ocorrência do *El Niño*, também houve casos em que foram registrados poucos eventos de inundações em anos em que ocorreu esse fenômeno climático. Como exemplo pode-se citar os anos de 1982, 1983 e 1991.

É interessante assinalar a total ausência de registros de inundações no ano de 1986. Cabe lembrar, que de acordo com os dados levantados por Reckziegel (2007), em veículos de imprensa, houve eventos de inundações neste ano, mas seus danos puderam ser absorvidos de outras formas, ou seja, não geraram pedido de auxílio ao governo federal, e por isso, não entraram nos registros oficiais da Defesa Civil Estadual. O número de eventos também ficou bem abaixo da média nos anos 1999, 1985, 1991, 2006, 2004 e 1987 com 1, 4, 4, 4, 5 e 6 ocorrências, respectivamente (figura 1).

O baixo número de eventos nos anos anteriormente citados pode estar relacionado com a ocorrência de estiagens. Eventos intensos de estiagens ocorreram no Rio Grande do Sul em 1985/1986, 1988/1989, 1991, 1996/1997, 1999/2000 e 2004/2005. Alguns desses eventos estão associados à ocorrência do fenômeno *La Niña*, que ocasiona diminuição de volume de precipitação no estado (CPTEC 2011), como é o caso das estiagens de 1988/1989, 1999/2000.

Interpretando a ocorrência das inundações através de uma distribuição mensal dos eventos, é possível avaliar a influência da dinâmica climática no desencadeamento destes processos. A distribuição mensal da frequência de eventos de inundação no período de 1982 a 2008 é mostrada na figura 2.

Com base no gráfico da figura 2, pode-se visualizar que, além do pico no outono, os registros de números de eventos permanecem elevados durante o inverno e tornam a crescer na primavera, antes de caírem significativamente no verão.

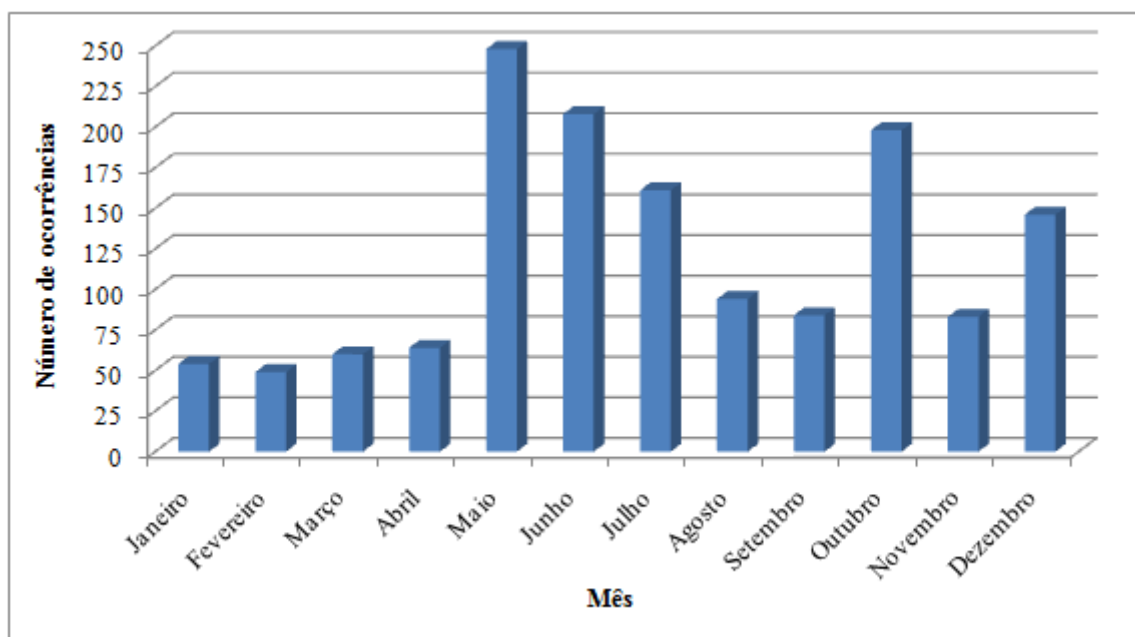


Figura 2: Representação gráfica da distribuição mensal das inundações registradas no estado do Rio Grande do Sul no período de 1982 a 2008.

Analisando a figura 2 constata-se que os meses com maior número de registros de inundações foram, em ordem decrescente, maio, junho e outubro, conforme esperado, já que, como citado anteriormente, em anos com *El Niño* existe um aumento do volume de precipitação nos meses de maio a julho.

Historicamente os dados revelam que os meses de janeiro, fevereiro, março e abril apresentam-se poucos propensos à ocorrência de inundações, quando comparados aos outros meses do ano.

Se for avaliada a evolução decenal das ocorrências de inundações verifica-se que, no decênio 1982 – 1991, os meses com maior número de ocorrências foram maio e junho. Já no segundo decênio (1992 – 2001) os eventos foram mais distribuídos, ocorrendo apenas um pico em junho. No período mais recente (2002 – 2008), o mês de outubro foi o que apresentou o maior número de registros. Comparando-se estes dados com o gráfico da figura 2 percebe-se que os picos coincidem com os picos do período total, ou seja, maio, junho e outubro.

A análise da distribuição espacial das inundações, no período de 1982 a 2008, cujos resultados são mostrados nas figuras 3, 4 e 5, revela que 405 (82%) dos 496 municípios do Estado do Rio Grande do Sul, considerados nesse estudo, foram atingidos por algum tipo de inundação durante o período analisado.

Com relação às tendências decenais verifica-se que, nos anos de 1982 a 1991, os municípios mais atingidos foram Itaqui e São Borja, localizados na Mesorregião do Sudoeste Rio-Grandense. Neste período foram registradas 383 ocorrências de inundação que atingiram 202 municípios (figura 3).

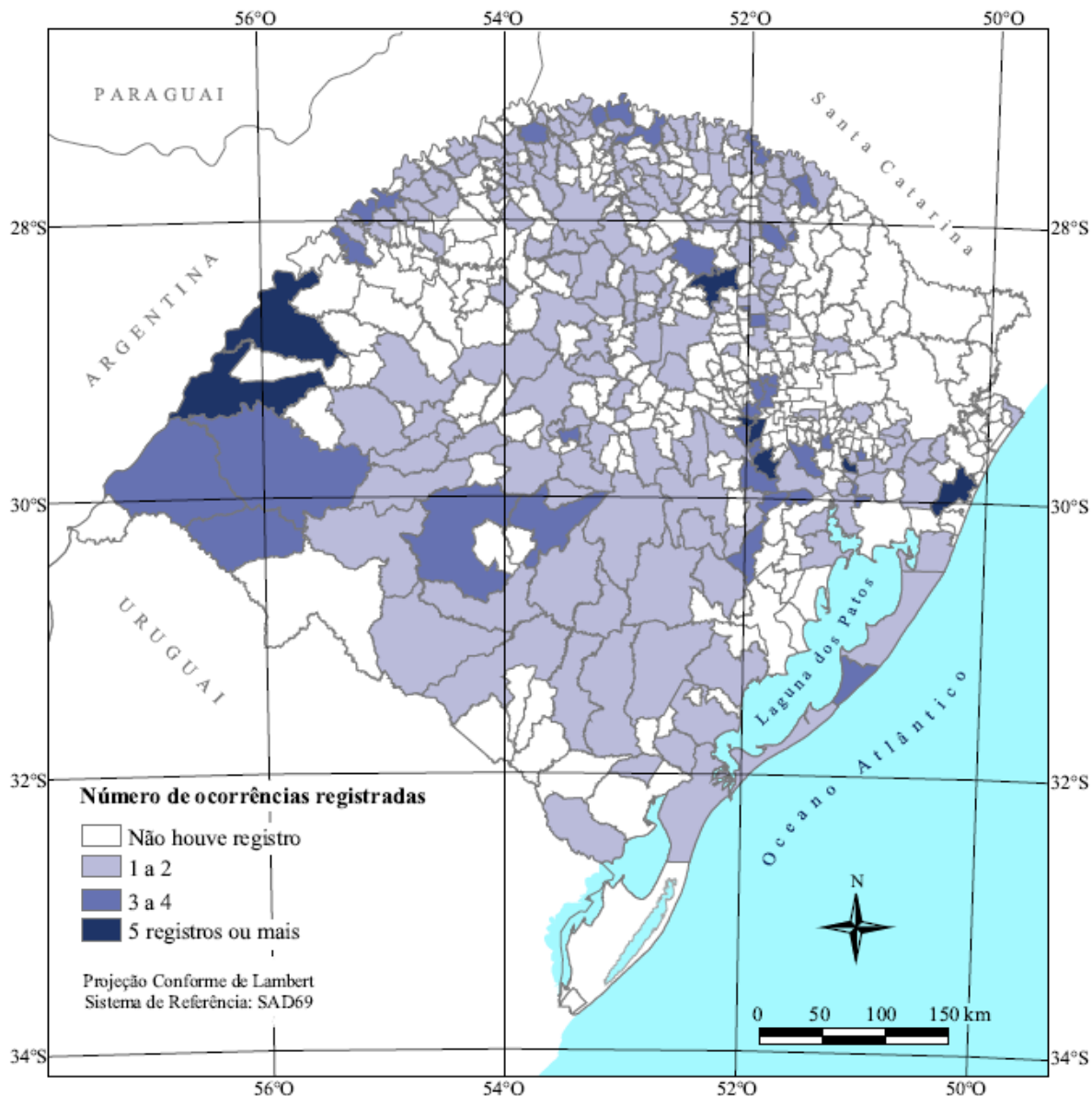


Figura 3: Distribuição espacial das ocorrências de inundações registradas no Rio Grande do Sul - período de 1982 a 1991.

No decênio 1992-2001 362 municípios foram atingidos por inundações. Vários municípios registraram mais de um evento durante esse período, sendo que o número total de eventos foi de 814. A maior parte das inundações ocorreu na Mesorregião do Centro Oriental Rio-Grandense, Mesorregião do Sudoeste Rio-Grandense e Mesorregião Noroeste Rio Grandense. Os municípios mais atingidos foram Arroio do Meio e Dom Pedrito, com 8 ocorrências (figura 4).

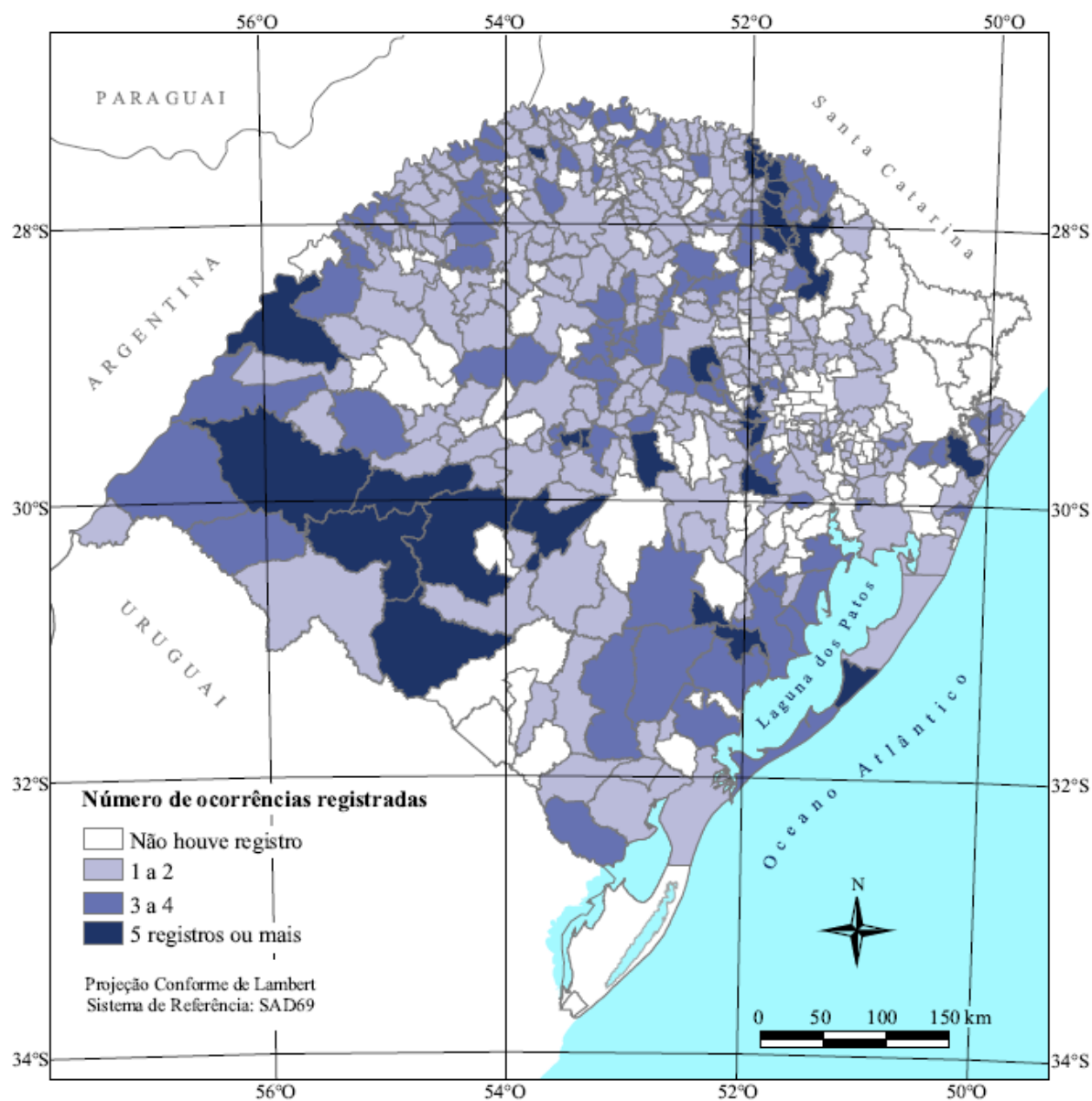


Figura 4: Distribuição espacial das ocorrências de inundações registradas no Rio Grande do Sul - período de 1992 a 2001.

Foram registradas, entre os anos de 2002 e 2008, 253 ocorrências de desastres desencadeados por inundações em 166 municípios do Rio Grande do Sul. Os municípios mais atingidos foram os situados na Mesorregião do Sudoeste Rio-Grandense e Mesorregião do Centro Oriental Rio-Grandense. Alegrete foi o município com o maior número de registros, com 5 eventos, seguido por Colinas, Estrela, Fontoura Xavier, Itaqui, Quaraí e Uruguaiana, todos com 4 ocorrências (figura 5).

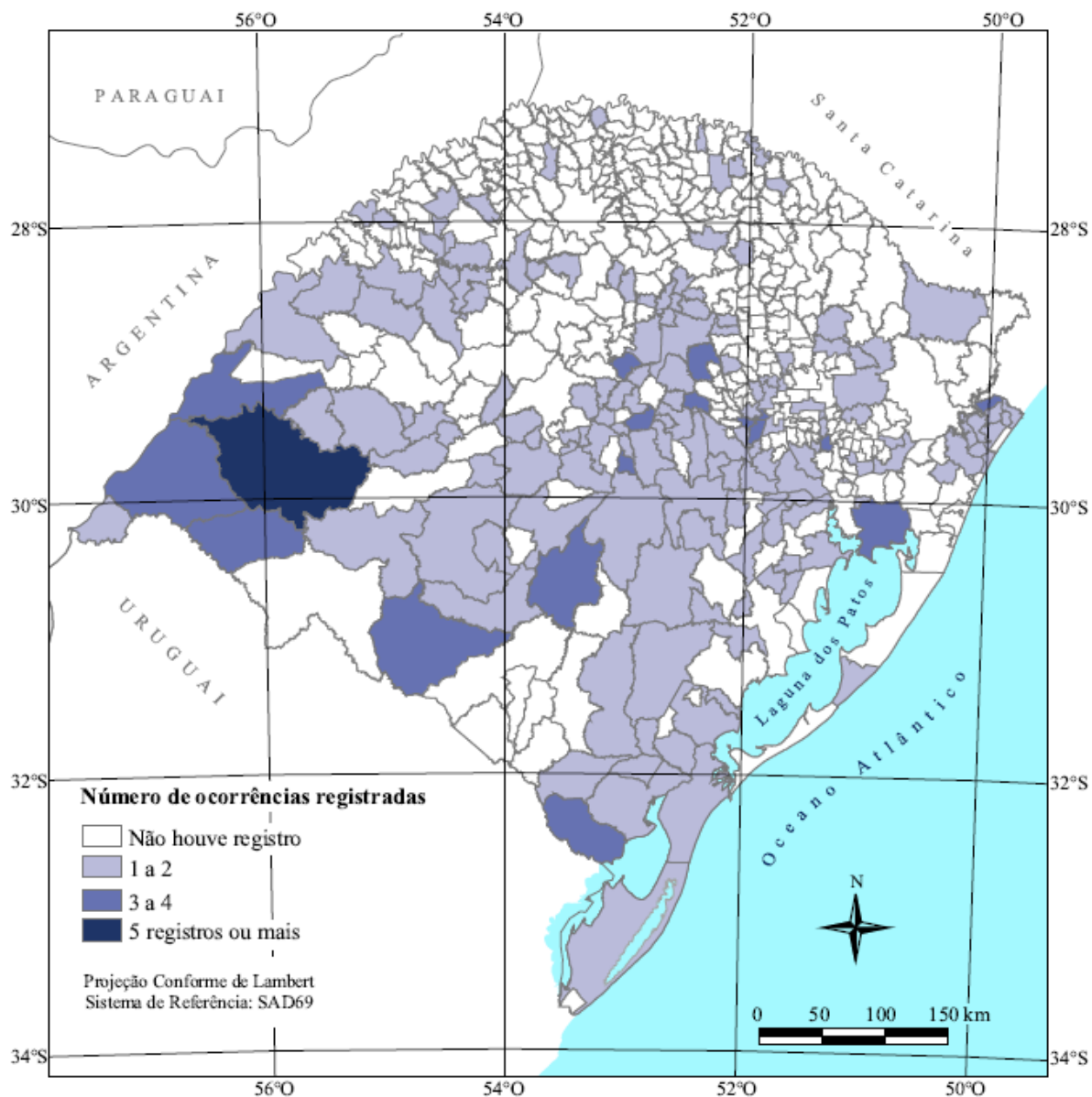


Figura 5: Distribuição espacial das ocorrências de inundações registradas no Rio Grande do Sul - período de 2002 a 2008.

Evidencia-se, nos mapas das figuras 3, 4, e 5, que as ocorrências de inundação demonstraram o mesmo padrão de distribuição espacial durante os três períodos analisados. Também é importante notar que os municípios mais atingidos, em cada um desses períodos, estão localizados nas mesmas Mesorregiões do estado, são elas: Centro-Oriental-Rio-Grandense (Arroio do Meio, Colinas, Estrela); Mesorregião do Sudoeste Rio-Grandense (Alegrete, Dom Pedrito, Itaqui, Quaraí, São Borja, Uruguiana); sendo que apenas Fontoura Xavier está localizado na Mesorregião do Noroeste Rio-Grandense.

Os municípios com número de ocorrências igual ou superior a 10, ao longo do período total analisado, estão destacados na figura 6.

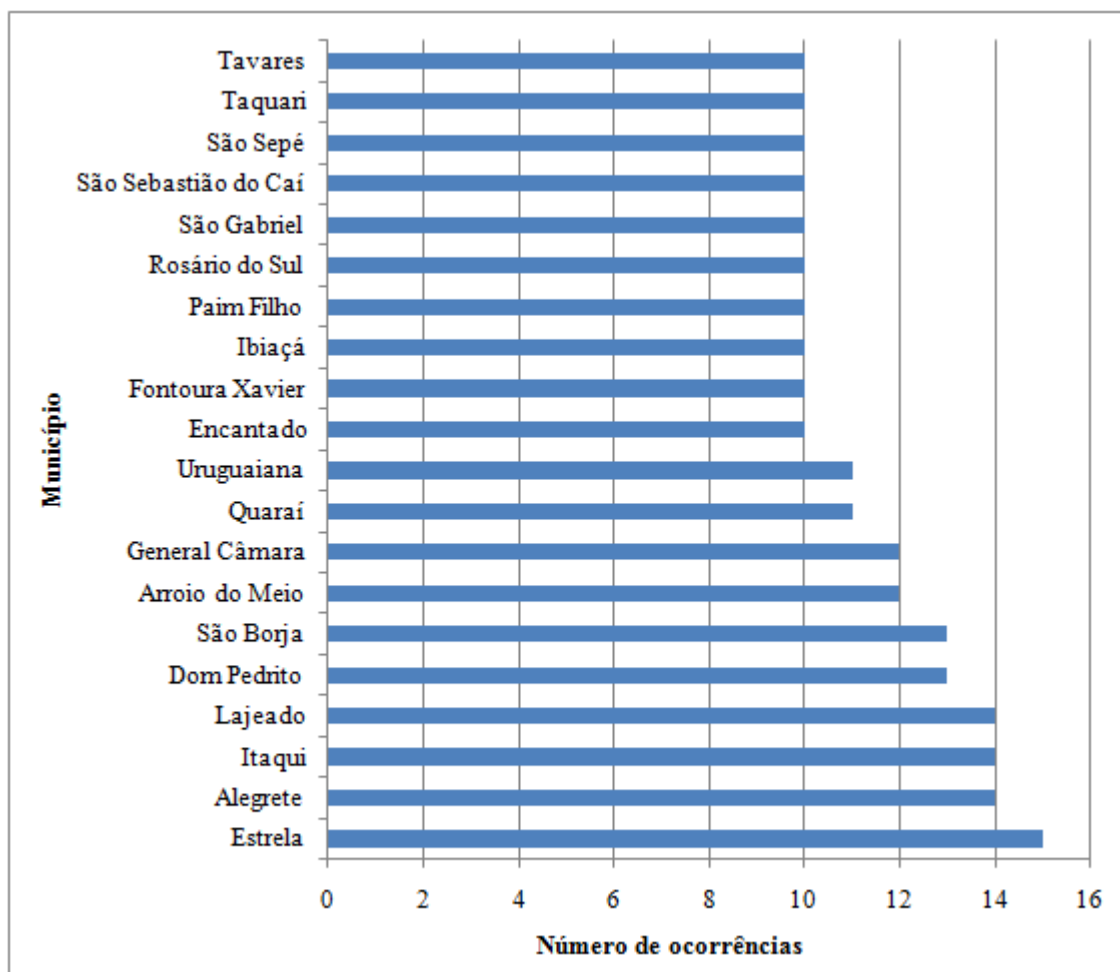


Figura 6: Municípios com 10 ocorrências ou mais de desastres desencadeados por inundações no estado do Rio Grande do Sul no período de 1982 a 2008

Os municípios listados na figura 6 são destacados no mapa da figura 7, que apresenta as frequências de inundações por região hidrográfica.

Conforme a figura 7, que mostra a divisão do território do Estado do Rio Grande do Sul em três grandes Regiões Hidrográficas: a Região Hidrográfica do Rio do Uruguai, a qual abrange cerca de 57% da área total do Estado; a Região Hidrográfica do Lago do Guaíba com 30% do total e a Região Hidrográfica Litorânea, com 13% do total (SEMA, 2010), a maior parte dos municípios que apresentam dez ou mais registros de ocorrências no período estudado, concentram-se na Região Hidrográfica do Rio Uruguai.

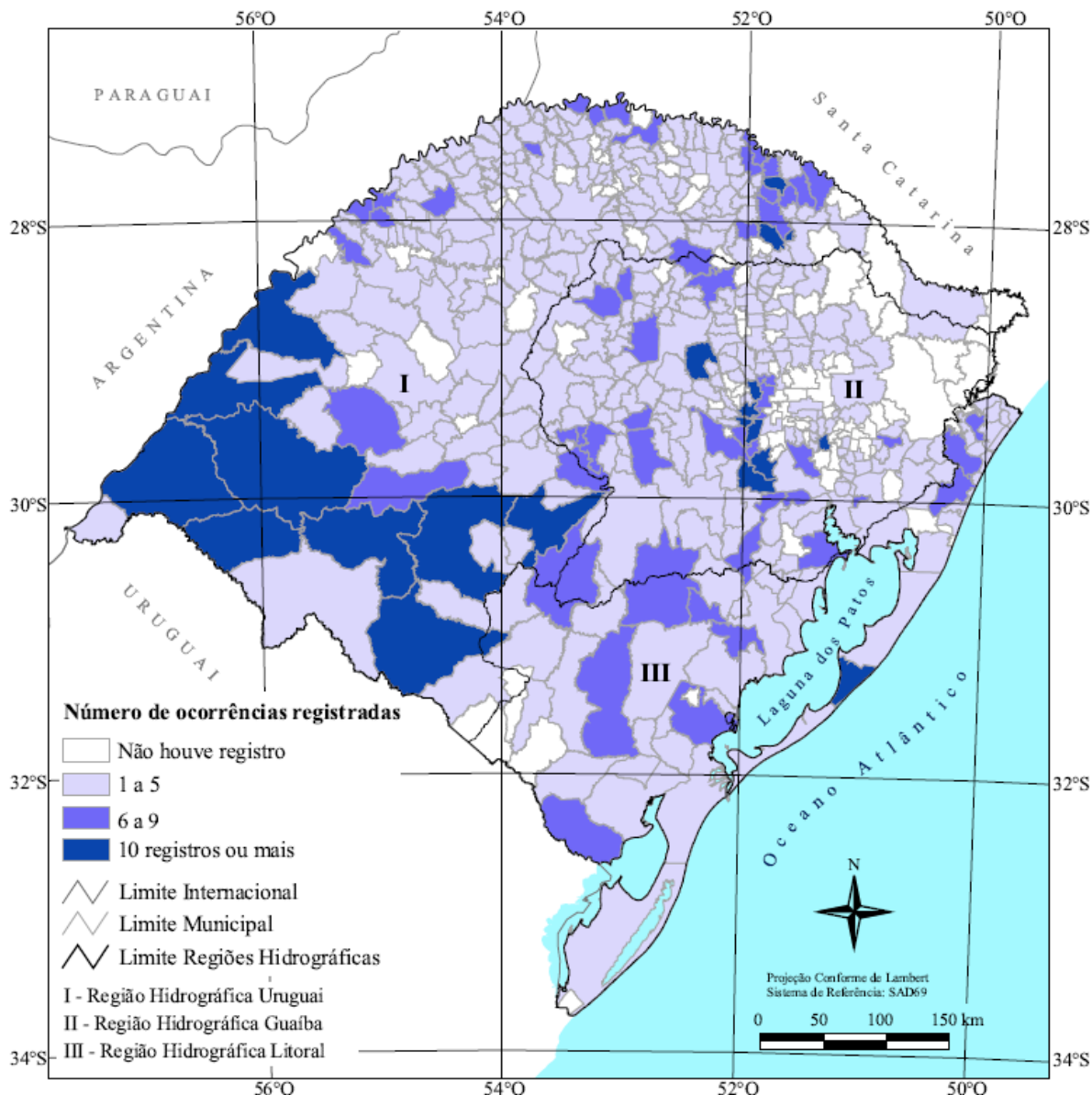


Figura 7: Distribuição espacial das ocorrências de inundações registradas no Rio Grande do Sul - período de 1982-2008

O rio Uruguai pode ser considerado um dos rios mais importantes para o estado do Rio Grande do Sul, com uma grande população localizada junto às margens e ao longo de toda a região hidrográfica (DEPLAN, 2002). Além disso, a topografia e o clima são fatores que favorecem a utilização destas áreas para a produção agrícola e/ou criação de gado, fato que gera uma maior ocupação das zonas normalmente inundáveis. Em períodos de cheia ou de forte precipitação, a população dos municípios ribeirinhos acaba sendo afetada, tanto de forma direta através da inundação das suas residência, quanto indiretamente através dos reflexos provocados na economia dos Municípios. Estes fatores podem explicar grande parte da maior frequência de decretos de situações de emergência gerados por essas inundações que compõem o registro de ocorrências da Defesa Civil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foram utilizadas as informações de inundações existentes nas planilhas dos registros de ocorrências e AVADANs cadastrados na Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, no período de 1982 a 2008, para gerar uma base de dados estruturada e georreferenciada.

As análises efetuadas permitiram detectar certos padrões das ocorrências de inundações que geram decreto de situação de emergência no Estado, como por exemplo, a identificação da porção do território onde

predominantemente ocorrem esses registros e sua evidente relação com as Regiões Hidrográficas do espaço em questão. O exame dos resultados da distribuição espaço-temporal do registro de ocorrências permitiu identificar a recorrência e concentração desses eventos na região Hidrográfica do rio Uruguai. O reconhecimento da existência desses padrões permite focar os esforços de prevenção e educação, além de orientar as investigações para que se entendam os fatores locais que explicam porque esses eventos ocorrem com mais frequência em certas regiões.

Aliado ao entendimento dos fatores que contribuem para o desencadeamento de desastres naturais, é necessário compreender que os fenômenos naturais por si só não são os causadores dos danos gerados por sua ocorrência e que é fundamental que as políticas públicas evoluam na direção do melhor uso e ocupação dos territórios.

Espera-se, estendendo o horizonte de análise, compreender melhor a dinâmica de recorrência das inundações no estado do Rio Grande do Sul, o que servirá de base para estabelecer relações para a identificação de vulnerabilidades e riscos, que constituirão uma ferramenta de vital importância para direcionar as ações da Defesa Civil, do Corpo de Bombeiros e das políticas do Estado para mitigação e minimização de desastres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. et al. **Manual de desastres**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. v. 1, 174 p.
2. CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **El Niño e La Niña**. [S.I.], 2011. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2011.
3. DEPLAN - Departamento de Planejamento Governamental do Estado do Rio Grande do Sul. **Atlas Sócioeconômico Rio Grande do Sul**. [Publicação Online], 2002. <Disponível em: <http://www.seplag.rs.gov.br/atlas/atlas.asp?menu=26>>. Acesso em: 15 maio 2011.
4. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal Digital do Brasil – 2005 (escala 1:500.000)**. [Publicação Online], 2005. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/municipio_2005/E1000/Proj_Geografica/ArcView_shp/Regiao/Sul/>. Acesso em: 30 jun. 2010.
5. GRID - Grupo de Gestão de Riscos de Desastres. **Relatório parcial das atividades do projeto “Mapeamento de riscos e mitigação das consequências de desastres naturais com uso da engenharia”**. Porto Alegre, 2011.
6. GUIMARAES, Rafael. **A enchente de 1941**. 1ª ed. Porto Alegre: Libretos, 2009.
7. RECKZIEGEL, Bernadete Weber. **Levantamento dos desastres naturais desencadeados por eventos naturais adversos no Estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005**. 261 p. Vol 1. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.
8. SAITO, Sílvia Midori. et al. Sistematização de ocorrências de desastres naturais na região Sul do Brasil. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Natal, INPE, 2009. p. 2333-2339.
9. SEMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. **Bacias Hidrográficas do RS**. [Publicação Online], 2010. Disponível em <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=54>. Acesso em: abr. 2011.
10. TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; PORTO, Rubem La Laina; BARROS, Mário Thadeu Leme de (Orgs.). **Drenagem urbana**. 1 ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Editora da Universidade/UFRGS, 1998. 428 p.
11. TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; BERTONI, Juan Carlos (Orgs.). **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. 474 p.