



**Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais**



WALERIA MENEZES BARROS

**DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO ALTO
PARAGUAI – BAP: 2003 - 2016.**

Campo Grande, MS.

2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E
GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

WALERIA MENEZES BARROS

**DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO ALTO
PARAGUAI – BAP: 2003 - 2016.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais, área de concentração Recursos Naturais e linha de pesquisa Geoprocessamento aplicado.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. José Marcato Junior
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Antonio
Conceição Paranhos Filho**

Aprovada em: 15 / 02 / 2018

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Marcato Junior
Orientador PGRN - UFMS

Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho
Co-orientador PGRN - UFMS

Dr. Roberto Macedo Gamarra
PGRN - UFMS

Prof. Dr. Charlei Aparecido da Silva
PPGG - UFGD

**Campo Grande, MS.
2018**

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Geomática e ao Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais - LabGIS, FAENG/UFMS;

Ao professor Dr. José Marcato Junior, pela orientação e amizade;

Ao professor Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho (“Toni”), pela co-orientação, cafés infinitos, paciência, amizade e parceria;

Ao Dr. Gustavo Marques e Amorim, pela parceria constante, conversas e análise minuciosa deste trabalho;

A todos que ajudaram de alguma forma e que nesse momento os nomes me fogem;

A minha família e pessoas próximas, que souberam entender as constantes ausências;

E principalmente a minha parceira, companheira e maior incentivadora, Karine Lemes Nabhan, sem a qual esse caminho não seria possível.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE SIGLAS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO GERAL	10
ÁREA DE ESTUDO	10
CAPÍTULO 1: DESASTRES NATURAIS E GEOTECNOLOGIAS: LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4. CONCLUSÃO.....	26
5. REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO 2: DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO ALTO PARAGUAI – BAP: ESPACIALIZAÇÃO E TEMPORALIDADE..	32
1. INTRODUÇÃO.....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4. CONCLUSÃO.....	39
5. REFERÊNCIAS	39
CAPÍTULO 3: BACIA DO ALTO PARAGUAI – BAP: MAPEAMENTO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS.	41
1. INTRODUÇÃO.....	41
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4. CONCLUSÃO.....	48
5. REFERÊNCIAS	48
CAPÍTULO 4: MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE A DESASTRES NATURAIS DA BACIA DO ALTO PARAGUAI – BAP.....	50
1. INTRODUÇÃO.....	50
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	51

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4. CONCLUSÃO.....	57
5. REFERÊNCIAS	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da Bacia do Alto Paraguai (BAP) e do Pantanal.....	11
Figura 2: Mapa dos municípios de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul que compõem a Bacia do Alto Paraguai – BAP.....	12
Figura 3: (a) Tipificação das publicações selecionadas, dentro da temática da pesquisa; (b) Distribuição das publicações por ano (organização da autora).	18
Figura 4: Distribuição das publicações selecionadas, dentro da temática da pesquisa, por veículo de divulgação x quantidade (organização da autora).	19
Figura 5: Definição conceitual e diferenciação visual dos eventos de enchente, inundação, alagamento e enxurrada.	34
Figura 6: Distribuição temporal das ocorrências de desastres naturais na BAP, entre 2003 e 2016.	35
Figura 7: Distribuição espacial da quantidade de ocorrências de desastres naturais, nos municípios da BAP entre os anos de 2003 e 2016. Ao lado da quantidade de desastres (na legenda), há a indicação do número de municípios com o respectivo quantitativo..	37
Figura 8: Ocorrências de desastres naturais na BAP entre os anos de 2003 e 2016. O ordenamento é apresentado por tipo de evento. Ao lado de cada tipo de evento (na legenda), há a quantidade de ocorrências do mesmo.	38
Figura 9: Mapeamento de risco de desastres naturais do Estado de Mato Grosso.....	45
Figura 10: Mapeamento de risco de desastres naturais do Estado de Mato Grosso do Sul.	46
Figura 11: Mapeamento de risco de desastres naturais para a Bacia do Alto Paraguai - BAP.	47
Figura 12: Mapeamento de vulnerabilidade a desastres naturais, em parte de Mato Grosso do Sul.....	54
Figura 13: Mapeamento de vulnerabilidade a desastres naturais, em parte de Mato Grosso.....	55
Figura 14: Mapeamento de vulnerabilidade a desastres naturais na Bacia do Alto Paraguai – BAP.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados obtidos nas bases de dados, utilizando a <i>string</i> de busca “ <i>event* (severe OR extreme) AND geoprocessing OR “remote sensing” AND prevention</i> ”16	16
Tabela 2: Publicações selecionadas por aderência de texto, identificadas por autoria e título.....17	17
Tabela 3: Publicações brasileiras, inseridas manualmente no portfólio de pesquisa.....19	19
Tabela 4: Produção bibliográfica internacional selecionada e a abordagem apresentada em cada publicação.....21	21
Tabela 5: Produção bibliográfica internacional selecionada e a abordagem apresentada em cada publicação.....24	24
Tabela 6: Categorização e quantificação de desastres naturais ocorridos na BAP, entre 2003 e 2016, que ocasionaram decretação de situação de emergência (SE).....34	34
Tabela 7: Distribuição espacial das ocorrências de desastres naturais na BAP, por tipo de evento. Na legenda, ao lado do nome de cada evento, é identificada a quantidade de ocorrências de cada um.....36	36

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
BAP	Bacia do Alto Paraguai
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CRS	Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais
EM-DAT	<i>The International Disasters Database</i>
GEODESASTRES-SUL	Núcleo de Pesquisa e Aplicação de Geotecnologias para Desastres Naturais e Eventos Extremos para a Região Sul do Brasil e Mercosul
GIS (SIG)	<i>Geographic Information System</i> (Sistema de Informação Geográfica)
GPDEN	Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IG	Instituto Geológico
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LIDAR	<i>Light Detection and Ranging</i>
MDE	Modelo Digital de Elevação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MODIS	<i>Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer</i>
QGIS	<i>Quantum Geographic Information System</i>
S2iD	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
SE	Situação de Emergência
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
WebGIS	<i>Web Geographic Information System</i>

RESUMO

O presente trabalho aborda a temática dos desastres naturais na Bacia do Alto Paraguai - BAP, com foco na fase de prevenção, utilizando informações georreferenciadas, tendo por aspecto de interesse a suscetibilidade das comunidades aos eventos. Seu objetivo principal consistiu em investigar os desastres naturais ocorridos na BAP, entre 2003 e 2016 e seus impactos na comunidade local. Sua execução se desdobrou por meio da representação da produção científica relativa a prevenção de desastres naturais e o uso de geotecnologias; espacialização e temporalização das ocorrências registradas na BAP; mensuração da vulnerabilidade da população da área de estudo à desastres; e quantificação do risco a desastres naturais da BAP. Toda a análise espacial foi ancorada na utilização de *Geographic Information System* (GIS) livre e gratuito. Como resultados dessa pesquisa foram obtidos o levantamento quantitativo e a análise da produção científica relativa a temática de uso de geotecnologias aplicadas a desastres naturais; mapeamento espaço-temporal dos desastres naturais ocorridos na BAP, identificando tipo, localização e recorrência dos eventos; mapeamento de risco de desastres naturais para a área de estudo; e mapeamento da vulnerabilidade socioeconômica a desastres naturais da Bacia do Alto Paraguai.

Palavras-chave: Pantanal, Geoprocessamento, Prevenção, Eventos extremos.

ABSTRACT

Natural disasters in the High Paraguay Basin - BAP: 2003 - 2016. The present work deals with the issue of natural disasters in the Upper Paraguay Basin - BAP, focusing on the prevention phase, using geo - referenced information, with the interest of the susceptibility of communities to events. Its main objective was to investigate the natural disasters that occurred in BAP between 2003 and 2016 and its impacts on the local community. Its execution was unfolded through the representation of the scientific production related to the prevention of natural disasters and the use of geotechnologies; spatialization and timing of occurrences recorded in the BAP; measurement of the vulnerability of the population of the study area to disasters; and quantification of BAP's natural disaster's risk. All the spatial analysis was done using free Geographic Information Systems (GIS). The results of this research were the quantitative survey and the analysis of the scientific production related to the use of geotechnologies applied to natural disasters; spatial-temporal mapping of natural disasters occurring in the BAP, identifying type, location and recurrence of events; risk mapping of natural disasters for the study area; and mapping of socioeconomic vulnerability to natural disasters in the Upper Paraguay Basin.

Key-words: Pantanal, Geoprocessing, Prevention, Extreme events.

INTRODUÇÃO GERAL

O presente trabalho aborda a temática de desastres naturais e o uso de geotecnologias na fase de prevenção de desastres, com foco nas questões de vulnerabilidade e risco das comunidades aos eventos. Nesta pesquisa não houve foco na caracterização e detalhamento dos aspectos dos fenômenos em si, mas sim, da suscetibilidade das comunidades à esses eventos.

O objetivo principal aqui desenvolvido foi investigar os desastres naturais ocorridos na Bacia do Alto Paraguai, entre 2003 e 2016 e seus impactos na comunidade local. Como meio para isso, buscou-se representar a produção científica relativa a prevenção de desastres naturais e o uso de geotecnologias; espacializar e temporalizar as ocorrências registradas na BAP; mensurar a vulnerabilidade da população da área de estudo à desastres; e quantificar o risco a desastres naturais da BAP. Cada uma desses objetivos deu origem a um capítulo deste trabalho.

No capítulo 1 se expõe uma análise quantitativa da produção científica, focada em desastres naturais e uso de geotecnologias conjuntamente. No capítulo 2, tem lugar a espacialização e temporalização dos desastres ocorridos na BAP, entre 2003 e 2016. O capítulo 3 utiliza os registros desses eventos, juntamente com variáveis de renda, densidade demográfica e população dependente (menores de 14 anos e maiores de 60 anos), para construir o mapeamento de risco de desastre da BAP. O capítulo 4 traz o mapeamento da vulnerabilidade a desastres naturais da BAP, por meio de dados populacionais, tais como densidade demográfica e domiciliar, renda, analfabetismo e dependência. Cada capítulo apresenta, logo após seu título, os itens: introdução, materiais e métodos, resultados e discussão, conclusão (do capítulo) e referências. Ao final do trabalho, são apresentadas as considerações finais, englobando todos os capítulos desenvolvidos.

Área de estudo

A Bacia do Alto Paraguai – BAP (Figura 1) ocupa uma área de aproximadamente 368 mil km², entorno de 5% do território brasileiro, se estendendo

entre os Estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, em uma área que compreende quase 50% de cada uma dessas unidades da federação (ROSA *et al.*, 2009).

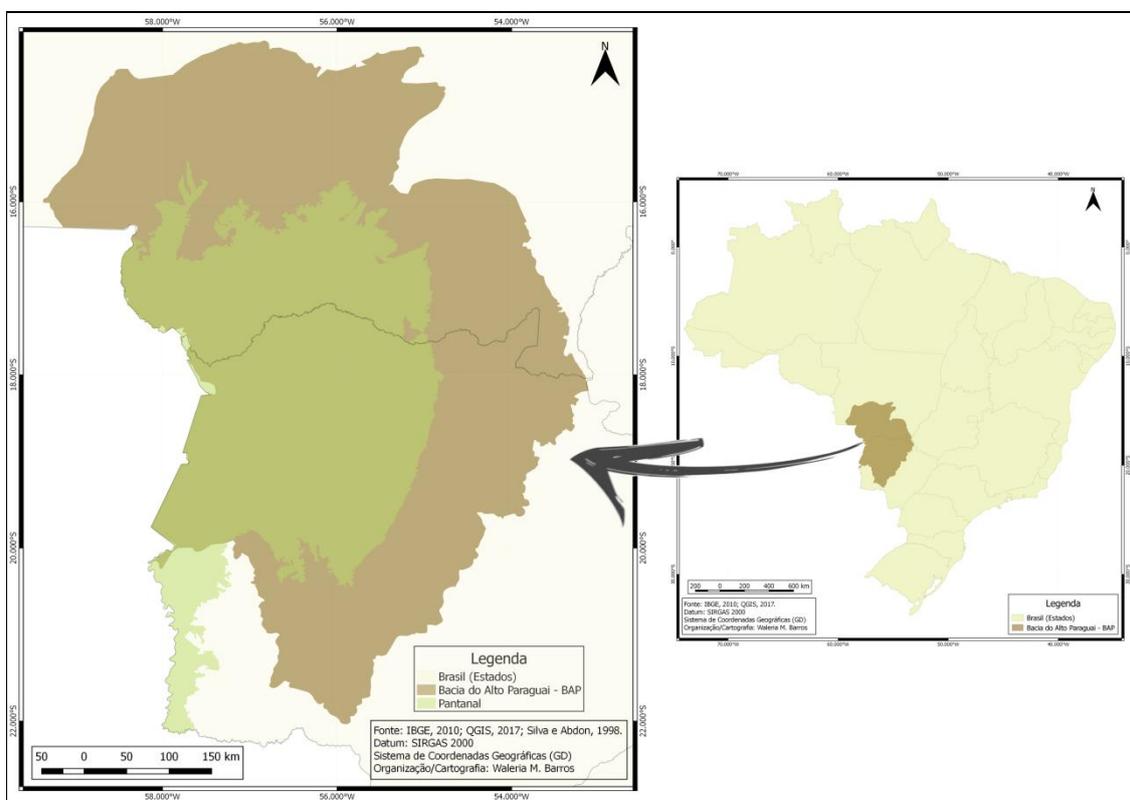


Figura 1: Mapa de localização da Bacia do Alto Paraguai (BAP) e do Pantanal.

Fonte: IBGE, 2010; QGIS, 2017; SILVA e ABDON, 1998.

A planície Pantaneira, maior área alagável do planeta, é parte da borda Oeste do Estado de Mato Grosso do Sul, cujas altitudes variam entre 80 e 120 metros e em meio a qual ocorrem alguns maciços, a exemplo do de Urucum, com 1.160m de altitude, nas imediações do município de Corumbá (IBGE, 2004).

O Pantanal representa 1,76% da extensão total do território brasileiro, aproximadamente 150.355 km², distribuídos entre os Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, ocupando respectivamente 7% e 25% da área total de cada um deles. Mesmo estando localizado quase que inteiramente em território brasileiro, o Pantanal possui ainda pequenas porções de sua constituição, avançando em solos boliviano e paraguaio. Grande parte dos 11,54% da área do Pantanal alterados pela ação antrópica é utilizada para a criação extensiva de gado (10,92%) e apenas 0,62% para lavoura. Somente 4,4% de sua área total encontram-se protegidos na forma de unidades de conservação (BRASIL, 2014).

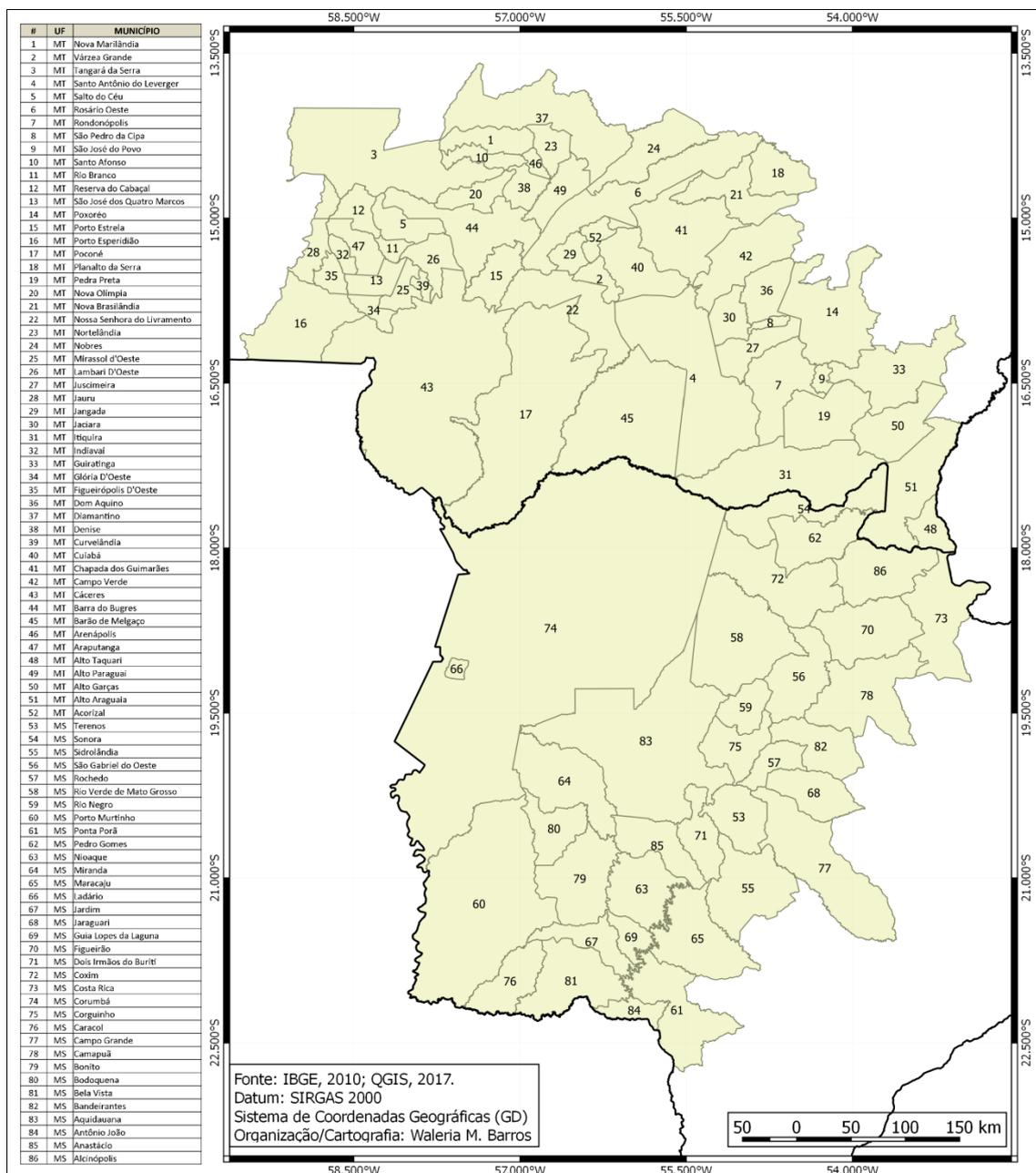


Figura 2: Mapa dos municípios de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul que compõem a Bacia do Alto Paraguai – BAP.

Fonte: IBGE, 2010; QGIS, 2017.

Conforme já apresentado, o foco deste trabalho é a vulnerabilidade e o risco a desastres naturais, da comunidade. A definição dos eventos que ocasionam esses desastres, bem como a caracterização do meio físico e das condições climáticas que os

tornam possíveis, é vital para a compreensão do processo como um todo. Aqui apresentamos algumas referências úteis ao entendimento do contexto amplo em que se insere a temática abordada. A caracterização detalhada dos aspectos físicos da área de estudo e que contribuem para o impacto dos eventos naturais, pode ser encontrada na obra de Assine (2003), em sua tese de livre docência. O levantamento das características climáticas para o Estado de Mato Grosso do Sul, é apresentado por Zavattini (2009) em sua tese de doutorado. Para o Estado de Mato Grosso, a classificação climática é exposta como parte do trabalho de Souza *et al.* (2013).

CAPITULO 1

DESASTRES NATURAIS E GEOTECNOLOGIAS: LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA.

1. Introdução

“Os desastres naturais são desencadeados por processos complexos que envolvem um grande número de variáveis geofísicas (relevo, vegetação, rios, precipitação, etc.) e humanas (população, ocupação do solo, pobreza, atividades econômicas, educação, etc.). Consequentemente, os planos preventivos envolvem uma grande quantidade de dados que precisam ser coletados, organizados, armazenados e analisados para serem transformados em informações passíveis de serem aplicadas no processo de prevenção” (MARCELINO, 2007).

A utilização de geotecnologias na fase de prevenção, em situações de desastre ou quando ainda são caracterizados “apenas” como eventos naturais, além de ser um fator de preservação da vida, também é um mecanismo de uso racional de recursos públicos, que quando necessários para custear os efeitos e danos, são infinitamente maiores e proporcionalmente menos eficientes (KOBİYAMA, 2006).

A aplicação de geotecnologias à eventos naturais não é algo novo, mas ainda está longe de ter todo seu potencial devidamente explorado em favor da gestão de risco, prevenção e preparação, para desastres naturais ou eventos extremos (MARCELINO, 2007).

Os problemas ou soluções que envolvem as ocorrências de desastres naturais, da prevenção a reconstrução, independente do lugar do mundo onde ocorram é alvo de grande volume de estudos.

Com o objetivo de representar a produção científica relativa a prevenção de desastres naturais e o uso de geotecnologias, procedeu-se ao levantamento bibliográfico dos materiais produzidos até aqui. A metodologia empregada e os resultados obtidos são apresentados a seguir.

2. Material e métodos

Para a organização do levantamento bibliográfico foi utilizado o *software EndNote*, versão X5 (REUTERS, 2011). O *software EndNote* permite a importação de todas as informações bibliográficas das produções pesquisadas.

Os dados processados foram obtidos por meio de busca nas bases de dados *Web of Science* (REUTERS, 2012), *Scopus* (ELSEVIER BV, 2017a), *Science Direct* (ELSEVIER BV, 2017b), *IEEE Xplore* (IEEE, 2017), *Wiley Online Library* (JOHN & SONS, 2017) e *SciELO* (FAPESP *et al.*, 2017).

Os termos utilizados nas buscas foram: “*event* (severe OR extreme) AND geoprocessing OR “remote sensing” AND prevention*”. Utilizou-se ainda como forma de filtrar os dados um período de interesse, ou seja, só deveriam ser retornados dados com data de publicação a partir do ano de 1980. O período arbitrado corresponde ao início da popularização de uso das geotecnologias.

Os resultados obtidos nas buscas foram refinados seguindo as seguintes etapas de análise:

- Eliminação de duplicidades;
- Aderência de título;
- Aderência de resumo;
- Aderência de texto;

Os resultados de cada etapa foram mantidos, ou seja, a cada nova etapa, foi criada uma nova estrutura, sem comprometer os resultados do estágio anterior.

Após o processamento dos dados, obtidos por meio das bases de busca, foi realizada a inserção manual de publicações que não constavam nas bases, mas que se apresentaram relevantes para a presente pesquisa. O resultado obtido por meio dos processos descritos é relatado a seguir.

3. Resultados e discussão

Os resultados iniciais de pesquisa retornaram todas as produções encontradas nas bases que possuíam os termos buscados e que atendiam também ao limitador de tempo.

A seguir são apresentados os quantitativos obtidos em cada base e também o total somado de todas (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados obtidos nas bases de dados, utilizando a *string* de busca “*event* (severe OR extreme) AND geoprocessing OR “remote sensing” AND prevention*”.

Base de Dados	Número de Resultados
<i>Web of Science</i>	408
<i>Scopus</i>	23
<i>Science Direct</i>	1.000
<i>IEEE Xplore</i>	20
<i>Wiley Online Library</i>	259
<i>SciELO.</i>	12
Total de Resultados:	1.722

Fonte: REUTERS, 2012; ELSEVIER BV, 2017a; ELSEVIER BV, 2017b; IEEE, 2017; JOHN & SONS, 2017; FAPESP *et al.*, 2017.

A primeira etapa do processamento dos dados obtidos consistiu em eliminar as duplicidades existentes nos resultados, que surgem principalmente por diferenças de escrita no nome dos autores (por exemplo, divergência de abreviação). Após a verificação dessas inconsistências, os resultados foram de 1.722 para 1.692 ocorrências.

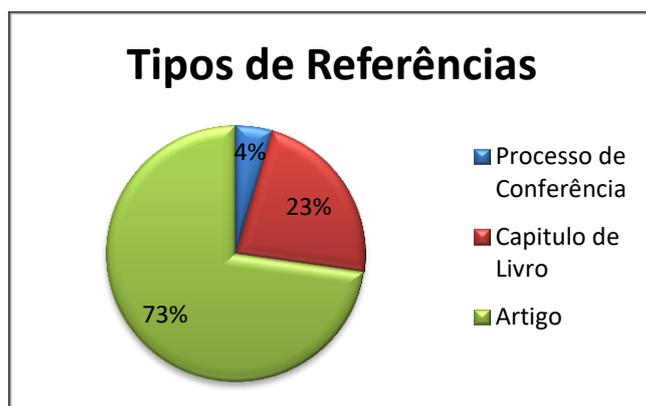
A ação seguinte consistiu na verificação de quais títulos das publicações possuíam aderência a temática de utilização das geotecnologias em desastres naturais, em especial em sua fase de prevenção, ou seja, todos os títulos foram lidos e eliminados os que mesmo tendo as palavras-chaves definidas, não pertenciam a área de interesse. Após a verificação individual de cada título, as ocorrências de interesse passaram para 169 publicações.

Das 169 ocorrências com título aderente, apenas vinte e oito possuíam resumo vinculado ao tema de interesse dessa pesquisa, ou seja, após a leitura de cada um dos resumos, apenas vinte e oito produtos apresentaram relação com o estudo em questão. Na etapa final, de aderência dos textos, esse valor de vinte e oito publicações foi reduzido para vinte e duas, listadas a seguir (Tabela 2).

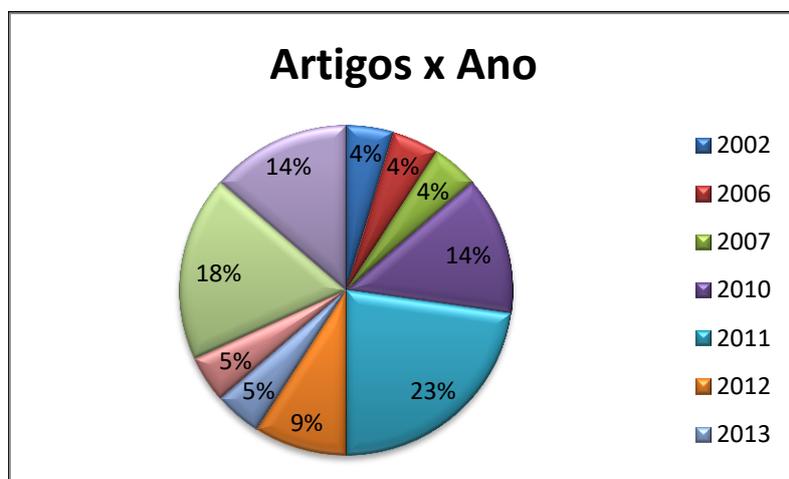
Tabela 2: Publicações selecionadas por aderência de texto, identificadas por autoria e título (organização da autora).

ALCÁNTARA-AYALA, I. <i>Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries.</i>
BHATT, C. M. <i>et al. Potential of high resolution satellite data for disaster management: A case study of Leh, Jammu & Kashmir (India) flash floods, 2010.</i>
CAPRIOLI, M.; SCOGNAMIGLIO, A. <i>Methods for multitemporal analysis of satellite data aimed at environmental risk monitoring.</i>
DENIS, G. <i>et al. The evolution of Earth Observation 17ervice17 in Europe and its 17ervice17 the performance of emergency response services.</i>
DOHERTY, P. <i>et al. Georeferencing Incidents from Locality Descriptions and its Applications: a Case Study from Yosemite National Park Search and Rescue.</i>
KAWAMURA, M. <i>et al. Disaster damage detection and its recovery support system of road and railroad using satellite images.</i>
KEHINDE, B. <i>Applicability of risk transfer tools to manage loss and damage from slow-onset climatic risks.</i>
LAWAL, D. U. <i>et al. Geographic information system and remote sensing applications in flood hazards management: A review.</i>
LI, L. Y.; XU, T. B.; CHEN, Y. <i>Improved urban flooding mapping from remote sensing images using generalized regression neural network-based super-resolution algorithm.</i>
LI, Q. G. <i>et al. Applications on spatial information technology in natural disasters.</i>
LI, X. <i>et al. Ten years after Hurricane Katrina: monitoring recovery in New Orleans and the surrounding 17ervi using remote sensing.</i>
MARINCIONI, F. <i>Information 17ervice1717es and the sharing of disaster knowledge: the critical role of professional culture.</i>
MARTINEZ, R. <i>et al. Regional Climate Information for Risk Management: Capabilities.</i>
MARTINS, J. A. <i>et al. Climatology of destructive hailstorms in Brazil.</i>
MEJRI, O. <i>et al. Crisis information to support spatial planning in post disaster recovery.</i>
PENNING-ROUSELL, E.; WILSON, T. <i>Gauging the 17ervice17 natural hazards: the pattern and cost of emergency response during flood events.</i>
POURSANIDIS, D.; CHRYSOULAKIS, N. <i>Remote Sensing, Natural Hazards and the contribution of ESA Sentinels missions.</i>
RANA, S. <i>et al. Application of Remote Sensing and GIS for cyclone disaster management in coastal 17erv: A case study at Barguna district, Bangladesh.</i>
STANCELIE, G.; CRACIUNESCU, V.; IRIMESCU, A. <i>Development of a downstream emergency response 17ervice for flood and related risks in Romania based on satellite data.</i>
TATE, E. <i>et al. Integrated Hazards Mapping Tool.</i>
VAN WESTEN, C. J. <i>3.10 Remote Sensing and GIS for Natural Hazards Assessment and Disaster Risk Management.</i>
ZENG, J. <i>et al. Social vulnerability assessment of natural hazards on county-scale using high spatial resolution satellite imagery: a case study in the Luogang district of Guangzhou, South China</i>

Nas vinte e duas publicações (Figura 3a), 16 (73%) são artigos científicos, 5 (23%) são capítulos de livros e uma (4%) é definido como processo em conferência. Todos os vinte e dois produtos foram publicados após o ano de 2000 (Figura 3b), estando distribuídos da seguinte forma: um artigo para cada ano, nos anos de 2002, 2006, 2007, 2013 e 2014; dois artigos em 2012; três artigos em 2010 e 2017; quatro artigos em 2016 e cinco em 2011.



(a)



(b)

Figura 3: (a) Tipificação das publicações selecionadas, dentro da temática da pesquisa; (b) Distribuição das publicações por ano (organização da autora).

Analisando a distribuição dos produtos por veículo de divulgação (Figura 4), verificou-se não haver concentração das publicações, estando as mesmas distribuídas em vinte e cinco periódicos ou anais de eventos. Em nova etapa da pesquisa constatou-se algumas publicações de interesse (de origem brasileira), que não figuraram nas bases de dados. Ressalta-se que a base de dados *SciELO* é brasileira, com produtos

prioritariamente em língua portuguesa e espanhola e que foi utilizada nessa pesquisa. Os produtos inseridos manualmente são listados na Tabela 3.

Produtos x Veículos de Divulgação

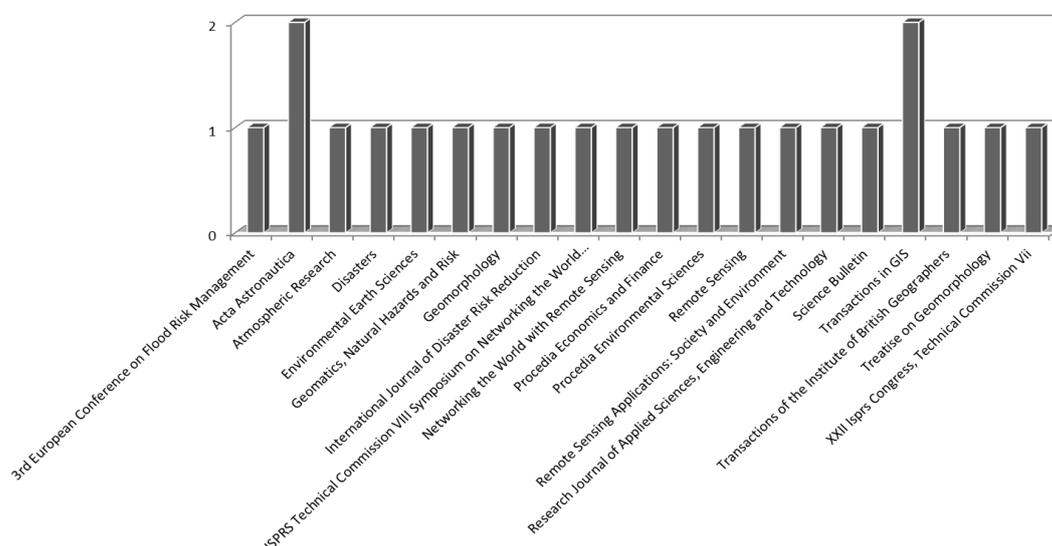


Figura 4: Distribuição das publicações selecionadas, dentro da temática da pesquisa, por veículo de divulgação x quantidade (organização da autora).

Tabela 3: Publicações brasileiras, inseridas manualmente no portfólio de pesquisa (organização da autora).

BRAGA, T. M., de OLIVEIRA, E. L., & GIVISIEZ, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática.
CEPED, U. Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Brasil.
MARCELINO, E. V., NUNES, L. H., & KOBİYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina.
MARENGO, J. A., R. SCHAEFFER, <i>et al.</i> Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil.
OLÍMPIO, J. L. S., & ZANELLA, M. E. Distribuição espaço-temporal dos desastres naturais associados à dinâmica climática no Estado do Ceará.
REIS, J. T., SILVA, J., MICHEL, G. P., & KOBİYAMA, M. Mapeamento da vulnerabilidade a desastres hidrológicos nos municípios de Alto Feliz e São Vendelino/RS como forma de contribuição à engenharia de sedimentos.
TEIXEIRA, B.S., ORSINI, J.A.M, CRUZ, M.J. (Eds.), Modelagem Climática e Vulnerabilidades Setoriais à Mudança do Clima no Brasil.

As publicações apresentadas na Tabela 3 se mostraram relevantes por tratarem da questão dos desastres naturais dentro do cenário brasileiro. Ainda, trazem a tona a

problemática da necessidade de metodologias de risco e vulnerabilidade, personalizadas para a realidade do país. Quando se analisa a produção científica relativa a desastres naturais, gerada dentro e fora do Brasil, é praticamente impossível não notar alguns pontos:

- Em grande parte da produção nacional, se vê a percepção do que é desastre pautada por seu aspecto mais extremo, levando em consideração características como quantitativos mínimos de número de mortes e de afetados. Conforme o *Emergency Disasters Data Base – EM-DAT* (GUHA-SAPIR *et al.*, 2015), desastre é qualquer situação que atenda a pelo menos um dos seguintes critérios: 10 ou mais pessoas mortas; 100 ou mais pessoas afetadas; declaração de estado de emergência; pedido de assistência internacional.
- Em contraposição a produção nacional, a literatura internacional se apresenta mais realista em relação ao entendimento do que é um desastre natural, se focando mais no aspecto de que uma comunidade ou localidade foi impactada, não importando seu tamanho, densidade populacional ou perdas sofridas.
- Outro ponto interessante é que grande parte das pesquisas brasileiras aqui citadas, parecem focadas na questão do uso de geotecnologias em casos específicos e na divulgação de que no Brasil ocorrem desastres naturais. Esses são aspectos interessantes e necessários, principalmente quando se observa que a questão de reconhecimento da susceptibilidade do país a diversos tipos de desastres é algo relativamente recente. Em outras partes do mundo, essa etapa parece já ter sido superada e o que se vê são pesquisas empenhadas em fazer com que as populações, gestores e afins, possam ser cada dia mais parte da situação. No Brasil, essa é uma etapa por ser trabalhada, havendo ainda grande necessidade de estudos específicos.

Ainda como resultados obtidos nesse capítulo, abaixo são apresentados os resumos de algumas das referências internacionais (Tabela 4) e nacionais (Tabela 5) aqui citadas. A apresentação desses resumos visa demonstrar a abordagem utilizada pelos autores e sua relevância para a análise proposta.

Tabela 4: Produção bibliográfica internacional selecionada e a abordagem apresentada em cada publicação (organização da autora).

<p>ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. <i>Geomorphology</i>, v. 47, n. 2-4, p. 107-124, 2002. ISSN 0169-555X.</p>	<p>Enfatiza a importância da fase de prevenção aos desastres, exaltando a relevância de se levar em consideração os aspectos geomorfológicos. A utilização das geotecnologias é apontada juntamente com a necessidade de equipes de gestão de risco que contem com profissionais de diversas áreas.</p>
<p>BHATT, C. M. et al. Potential of high resolution satellite data for disaster management: A case study of Leh, Jammu & Kashmir (India) flash floods, 2010. <i>Geomatics, Natural Hazards and Risk</i>, v. 2, n. 4, p. 365-375, 2011. ISSN 19475705.</p>	<p>Tratando da vulnerabilidade de determinadas áreas da Índia à desastres naturais, relatam a utilização de sensoriamento remoto como forma de avaliação das alterações sofridas no ambiente. Por meio de imageamento pré e pós desastre, foi possível identificar as áreas mais afetadas, determinando o grau de impacto em estradas, edificações, pastagens, etc. Têm destaque na pesquisa a utilização da família de satélites indiana, sendo citados o Cartosat-1, Cartosat-2B e RISAT-2.</p>
<p>CAPRIOLI, M.; SCOGNAMIGLIO, A. Methods for multitemporal analysis of satellite data aimed at environmental risk monitoring. In: (Ed.). <i>Xxii Isprs Congress, Technical Commission Vii</i>. Gottingen: Copernicus Gesellschaft Mbh, v.39, 2012. P.287-292. (International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences). ISBN 2194-9034.</p>	<p>Em uma linha que parece integrar o proposto por Rana et al. (2010) e Bhatt et al. (2011), também se utilizaram de análise multitemporal para o monitoramento de riscos de desastres naturais. Sua pesquisa testou a usabilidade de MDE e imagens Ikonos e LIDAR (Light Detection And Ranging), atribuindo a esses recursos a vantagem de livre disponibilização e rápido processamento.</p>
<p>DOHERTY, P. et al. Georeferencing Incidents from Locality Descriptions and its Applications: a Case Study from Yosemite National Park Search and Rescue. <i>Transactions in GIS</i>, v. 15, n. 6, p. 775-793, 2011. ISSN 1467-9671.</p>	<p>Levantam a problemática enfrentada pelas equipes de salvamento, que podem ter seu trabalho seriamente comprometido pela falta de informações georreferenciadas dos locais de interesse. A falta desse tipo de identificação é de alta gravidade, tendo em vista que sem informações de localização precisas de onde ocorreu, por exemplo, o sumiço de uma pessoa (ou grupo de pessoas), um acidente automotor ou qualquer outro tipo de fatalidade, as equipes de resgate acabam empenhando tempo e recursos, muitas vezes sem sucesso. O proposto neste trabalho foi a utilização de banco de dados espaciais para mensurar a distribuição geográfica das ocorrências. Isso foi realizado utilizando dados de eventos passados como elemento calibrador. De um universo de 1.356 ocorrências localizadas na área de estudo (Yosemite), entre 2005 e 2010, 1.271 puderam ser georreferenciadas com precisão satisfatória. Esse resultado permitiu aos pesquisadores estabelecer um método que reduz a raio de área a ser coberta pelas equipes de busca e salvamento, tornando sua ação</p>

	mais eficiente.
KAWAMURA, M. et al. Disaster damage detection and its recovery support system of road and railroad using satellite images. In: KAJIWARA, K.;MURAMATSU, K., et al (Ed.). Networking the World with Remote Sensing. Gottingen: Copernicus Gesellschaft Mbh, v.38, 2010. P.314-319. (International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences). ISBN 2194-9034.	Voltando-se para a parte de aplicação prática das geotecnologias, apresenta a integração desses recursos, Geographic Information System (GIS) e sensoriamento remoto, juntamente com informações de infraestrutura de transporte (rotas de emergência, rodovias e ferrovias). O processamento dos dados, em sua pesquisa, é efetuado na fase de recuperação de um grande desastre natural (neste caso o terremoto Niigata-ken Chuetsu, ocorrido em 2004), mas já sendo integrado a fase de prevenção de eventos futuros, dando assim múltipla funcionalidade ao proposto.
LI, Q. G. et al. Applications on Spatial Information Technology in Natural Disasters. In: WU, Y. (Ed.). 2011 3rd International Conference on Environmental Science and Information Application Technology Esiat 2011, Vol 10, Pt B. Amsterdam: Elsevier Science Bv, v.10, 2011. P.1396-1400. (Procedia Environmental Sciences). ISBN 1878-0296.	Seguindo uma linha de pensamento muito semelhante a de Tate <i>et al.</i> (2011), este trabalho trata de forma generalista as múltiplas vantagens da utilização das tecnologias espaciais (definidas por eles como o conjunto de todas as geotecnologias e seus processos), aplicadas de forma ampla aos diversos desastres naturais. Os autores apontam as tecnologias espaciais como recursos vitais a todas as fases de ação em relação aos desastres naturais e a mais eficiente na fase de prevenção.
MARINCIONI, F. Information erwise es and the sharing of disaster knowledge: the critical role of professional culture. Disasters, v. 31, n. 4, p. 459-476, 2007. ISSN 1467-7717.	Em uma preocupante abordagem, traz à luz questões organizacionais e culturais que podem prejudicar a atuação de grupos de tecnologia da informação (TI) em situações de comunicação de desastres, estando incluídos nestes grupos, os profissionais ligados à área de geotecnologias. O que se revela é o quanto a disseminação e compartilhamento de informações, por questões (muitas vezes) culturais dos profissionais responsáveis por elas, pode ser prejudicada, prevalecendo condutas de represamento de conteúdo pertinente. Esse comportamento pode ser altamente prejudicial à eficiência das equipes responsáveis pelas estratégias em todas as fases de um desastre.
MARTINEZ, R. <i>et al. Regional Climate Information for Risk Management: Capabilities.</i>	Em uma ampla revisão sobre os potenciais regionais de gestão de risco, por meio da produção de informações climáticas, apresenta um panorama de compartilhamento e integração de dados. Dentro dessa abordagem, têm lugar algumas recomendações, que visam melhorar os sistemas de monitoramento do clima já existentes e também potencializar os que estão em desenvolvimento. Enfatiza-se a integração entre os sistemas de monitoramento e produtos de sensoriamento remoto, como imagens de satélite, e a utilização de <i>WebGIS</i> , citando especificamente o software <i>Google Earth</i> .

<p>MEJRI, O. <i>et al. Crisis information to support spatial planning in post disaster recovery.</i></p>	<p>Defendem que a avaliação da validade e exatidão do que foi gerado nas fases pré-desastre, por meio das informações obtidas no pós-desastre, são essenciais. Como meio para essas análises, os autores, conforme já proposto por Tate et al. (2011), apresentam como exemplo de possibilidade, a utilização de webGIS, como forma de potencializar o processamento do grande volume de dados e informações gerados em um desastre, independente de sua origem ou tipo.</p>
<p>PENNING-ROUSELL, E.; WILSON, T. <i>Gauging the 23ervisse23 natural hazards: the pattern and cost of emergency response during flood events.</i></p>	<p>Indo além da necessidade de práticas preventivas, abordam a mudança de visão que se tenta implantar no Reino Unido. Expõe-se que mais do que práticas preventivas, é necessário a consolidação de uma consciência de desastre, onde se passa a aceitar a ocorrência e a conviver com suas possibilidades. Mesmo não deixando claro a relevância das geotecnologias em sua proposta, as usam em larga escala, deixando evidente sua importância ao que abordam.</p>
<p>RANA, S. <i>et al. Application of Remote Sensing and GIS for cyclone disaster management in coastal 23erv: A case study at Barguna district, Bangladesh.</i></p>	<p>Em razão da vulnerabilidade de Bangladesh a diversos tipos de desastres naturais, com significativo aumento de perdas de vidas e econômicas, propõem a utilização das geotecnologias em um modelo para gestão de risco. O modelo proposto integra séries históricas dos eventos ciclônicos ocorridos no país, modelos digitais de elevação (MDE), imageamento por satélite e dados obtidos em levantamentos em campo, que são integrados em ambiente de GIS. Os produtos obtidos, tais como mapas de risco, são utilizados não só pelos responsáveis pela gestão de risco ou tomadores de decisão, mas também como forma de conscientizar a população em geral dos riscos a que estão expostos.</p>
<p>TATE, E. <i>et al. Integrated Hazards Mapping Tool.</i></p>	<p>No início deste século o governo federal do EUA estabeleceu a Lei de Mitigação de Desastres de 2000, que determina a existência de um programa nacional de prevenção aos possíveis danos provenientes de desastres naturais. Os autores deste trabalho, se debruçaram sobre essa lei e trouxeram a tona o problema enfrentado por pequenas comunidades, localidades pouco urbanizadas e regiões com poucos recursos: a complexidade técnica e a problemática financeira que essa exigência poderia gerar. Como forma de tornar acessível a esses grupos, sem um ônus excessivamente pesado, o cumprimento da normatização, os autores apresentam algumas ferramentas integradas de mapeamentos de riscos, dando prioridade a produtos acessíveis e gratuitos. Um dos exemplos propostos pelos autores, é a utilização dos serviços de WebGIS, por serem de uso gratuito (em sua maioria), não exigirem amplo nível de especialização do usuário e por seu potencial de compartilhamento e integração de grande volume de informação. O trabalho traz ainda diversos exemplos de recursos de sensoriamento remoto e suas</p>

	possibilidades de aplicação a diversos tipos de desastres naturais.
VAN WESTEN, C. J. 3.10 <i>Remote Sensing and GIS for Natural Hazards Assessment and Disaster Risk Management.</i>	Apresenta uma visão alinhada com o proposto por Tate et al. (2011) e Li et al. (2011), mas expande as possibilidades de uso das geotecnologias até mesmo para áreas que saem do campo das medidas não-estruturais e adentra o domínio das estruturais. O autor acredita que por seu gigantesco leque de possibilidades, as geotecnologias devem integrar todas as fases de planejamento e gestão, com maior atenção ainda em áreas propensas a desastres naturais, linha de pensamento também endossada por Mejri et al. (2017), mas com foco na fase de reconstrução pós-desastre.
ZENG, J. <i>et al. Social vulnerability assessment of natural hazards on county-scale using high spatial resolution satellite imagery: a case study in the Luogang district of Guangzhou, South China</i>	Utilizando-se de sensoriamento remoto, SIG e modelos estatísticos, apresentam uma metodologia de avaliação do nível de vulnerabilidade social à desastres naturais, tendo por área de estudo uma pequena comunidade chinesa. O método proposto substitui a “densidade populacional aritmética” por um valor de densidade populacional vinculado ao uso do solo e cruza essa nova variável com informações de infraestrutura (estradas, hospitais e afins), determinando assim a vulnerabilidade da comunidade em estudo.

Tabela 4: Produção bibliográfica nacional selecionada e a abordagem apresentada em cada publicação (organização da autora).

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa: ABRH, 2005.	Abordam a questão das inundações no Brasil pela ótica da necessidade de padronização na utilização das designações dos eventos, bem como de sua adequada caracterização, para que as informações dessas ocorrências possam servir ao fim de fomentar a gestão de risco.
MANTOVANI, J. R. A. Uso de geotecnologias para elaboração de um modelo de mapeamento de áreas suscetíveis à inundação e/ou alagamento, na bacia hidrográfica do Córrego Indaiá – MS. Três Lagoas: UFMS. (Dissertação de Mestrado), 2016.	Traz o uso das geotecnologias em uma situação determinada, por meio de um modelo de mapeamento de áreas suscetíveis a inundação e alagamentos, com uma área de estudo específica (bacia hidrográfica), mas tendo como ponto problematizador todos os eventos de inundação ocorridos em Mato Grosso do Sul, entre 1991 e 2012.
OLÍMPIO, J. L. S.; ZANELLA, M. E. Distribuição espaço-temporal dos desastres naturais associados à dinâmica climática no Estado do Ceará. Revista do Departamento de Geografia, v. 30, p. 110-131, 2015.	Em uma análise de significativa relevância para um dos cenários mais preocupantes no Brasil, abordam a utilização de geotecnologias aplicadas à distribuição espaço-temporal de desastres naturais, inundação e seca, no semiárido nordestino. A pesquisa, por meio das geotecnologias associadas a recursos documentais, fornece um panorama multidisciplinar dos aspectos geradores dessa situação de desastre, sendo os fatores climático e geográfico apenas parte do quadro geral.

SOUSA JUNIOR, M. A.; LACRUZ M. S. P. Monitoramento de desastres naturais utilizando imagens MODIS - estudo de caso: Pantanal. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.739-748, 2006.	Apresentam as possibilidades de utilização de imagens do sensor MODIS, aplicadas a grandes extensões e utilizam como área de estudo a planície pantaneira, com especial atenção a eventos como inundações, desmatamento e queimadas. O estudo não se foca em uma análise específica, mas sim em exemplificar como as geotecnologias podem ser utilizadas em cada uma dessas situações, tendo em vista as peculiaridades do Pantanal.
---	--

Há uma corrente de pesquisadores em geotecnologias aplicada a desastres naturais, que se empenha em apresentar possibilidades de utilização de geotecnologias como forma de fazer com que as etapas de um desastre natural (prevenção, preparação, resposta, recuperação) tenham mais participação da comunidade em geral. Mais do que isso, esses pesquisadores focam na questão de expor como a comunidade pode utilizar diversas geotecnologias, que não exigem alto grau de conhecimento e especialização do usuário, para fomentar planos e estratégias de ação em relação a situações de desastres naturais. Das geotecnologias apresentadas para essa proposta de interação da comunidade, as que têm maior destaque são as que se encontram *online*, como é o caso dos WebGIS, sendo o *Google Earth* (GOOGLE INC., 2017), exemplo mais recorrentemente citado.

Conforme pontuado por Marengo *et al.* (2009), grande parte dos estudos que tratam de espacializar a propensão a desastres naturais no Brasil são pautados por generalizações. Em sua exposição, evidencia-se que muitas vezes por falta de dados com nível de detalhamento adequado, pequenas extensões com grande variação de características têm seus aspectos generalizados. Os autores enfatizam a necessidade de se explorar esse aspecto, gerando o máximo de estudos possível, fazendo com que se conheça a real situação de cada área a este ou aquele tipo de desastre natural. Tate *et al.* (2011) endossam esse pensamento, em âmbito internacional, ao propor soluções para que pequenas comunidades, áreas isoladas ou localidades desprovidas de recursos financeiros, possam utilizar as geotecnologias disponíveis em plataformas *web*. Esta seria uma forma de gerar dados para caracterização de cada local, de acordo com suas particularidades e tendências naturais, criando assim meios de se conhecer o máximo possível a realidade de cada localidade e garantir ações em situações de desastres naturais.

4. Conclusão

A existência de inúmeros estudos sobre desastres naturais e geotecnologias, não esgota o tema, pois sempre haverá novas abordagens a serem feitas, principalmente com a modernização das tecnologias e alteração de intensidade e frequência dos fenômenos naturais. Um ponto crítico em relação à temática abordada, talvez não seja a aplicação das geotecnologias ou a caracterização dos desastres naturais, mas sim o nível de detalhamento de informações referentes a cada região e a abordagem de uso amplo das geotecnologias por quem mais precisa delas.

A BAP representa muito bem essa situação, pois por mais que hajam vários estudos sendo realizados na região sobre seus diversos aspectos, tendo em vista sua relevância ambiental (geografia, flora, fauna e tantos outros aspectos), a disponibilidade de dados sobre vulnerabilidade e risco para diversos eventos naturais é em sua quase totalidade escassa e restrita.

Na ausência de mecanismos de medição na região ou pela falta de uma cultura de reconhecimento da situação de desastre natural em áreas com baixa densidade populacional e isoladas geograficamente ou mesmo por uma “banalização” de seus ciclos recorrentes de cheia, a BAP ainda não figura como uma área de atenção a ocorrências de desastres naturais. A necessidade de pesquisas que foquem no mapeamento detalhado da situação de vulnerabilidade e risco de áreas como a BAP, é vital para o ambiente e para as comunidades ali existentes, independente de seus tamanhos.

5. Referências

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, v. 47, n. 2–4, p. 107-124, 2002. ISSN 0169-555X.

BHATT, C. M. *et al.* Potential of high resolution satellite data for disaster management: A case study of Leh, Jammu & Kashmir (India) flash floods, 2010.

Geomatics, Natural Hazards and Risk, v. 2, n. 4, p. 365-375, 2011. ISSN 19475705 (ISSN).

BRAGA, T. M.; DE OLIVEIRA, E. L.; GIVISIEZ, G. H. N.. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. Anais, p. 1-17, 2016.

CAPRIOLI, M.; SCOGNAMIGLIO, A. Methods for multitemporal analysis of satellite data aimed at environmental risk monitoring. In: (Ed.). Xxii Isprs Congress, Technical Commission Vii. Gottingen: Copernicus Gesellschaft Mbh, v.39, 2012. P.287-292. (International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences). ISBN 2194-9034.

CEPED, UFSC. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2010: volume Brasil. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2012.

DENIS, G. *et al.* The evolution of Earth Observation *27* *27* in Europe and its *27* *27* the performance of emergency response services. Acta Astronautica, v. 127, p. 619-633, 2016. ISSN 0094-5765.

DOHERTY, P. *et al.* Georeferencing Incidents from Locality Descriptions and its Applications: a Case Study from Yosemite National Park Search and Rescue. Transactions in GIS, v. 15, n. 6, p. 775-793, 2011. ISSN 1467-9671.

ELSEVIER BV. Scopus. Databases. 2017a. Disponível em: <<https://www.scopus.com/>>

_____. Science Direct. Databases. 2017b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>.

FAPESP *et al.* - SciELO - Scientific Electronic Library Online. Databases. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>>.

GOOGLE INC. Google Earth. 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-br/earth/>>.

GUHA-SAPIR, D; BELOW, R; HOYOIS, P. EM-DAT: International disaster database. Catholic University of Louvain: Brussels, Belgium, 2015.

IEEE. IEEE Xplore. Databases. 2017. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>>

JOHN W. & SONS. Wiley Online Library. Databases. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/>>

KAWAMURA, M. *et al.* Disaster damage detection and its recovery support system of road and railroad using satellite images. In: KAJIWARA, K.;MURAMATSU, K., et al (Ed.). Networking the World with Remote Sensing. Gottingen: Copernicus Gesellschaft Mbh, v.38, 2010. P.314-319. (International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences). ISBN 2194-9034.

KEHINDE, B. Applicability of Risk Transfer Tools to Manage Loss and Damage from Slow-onset Climatic Risks. *Procedia Economics and Finance*, v. 18, p. 710-717, 2014. ISSN 2212-5671.

LAWAL, D. U. *et al.* Geographic information system and remote sensing applications in flood hazards management: A review. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, v. 3, n. 9, p. 933-947, 2011. ISSN 20407459 (ISSN).

LI, L. Y.; XU, T. B.; CHEN, Y. Improved Urban Flooding Mapping from Remote Sensing Images Using Generalized Regression Neural Network-Based Super-Resolution Algorithm. *Remote Sensing*, v. 8, n. 8, Aug 2016. ISSN 2072-4292.

LI, Q. G. *et al.* Applications on Spatial Information Technology in Natural Disasters. In: WU, Y. (Ed.). 2011 3rd International Conference on Environmental Science and Information Application Technology Esiat 2011, Vol 10, Pt B. Amsterdam: Elsevier

Science Bv, v.10, 2011. P.1396-1400. (Procedia Environmental Sciences). ISBN 1878-0296.

LI, X. *et al.* Ten years after Hurricane Katrina: monitoring recovery in New Orleans and the surrounding 29ervi using remote sensing. Science Bulletin, v. 61, n. 18, p. 1460-1470, 2016. ISSN 2095-9273.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. Caminhos de Geografia, v. 7, n. 17, 2006.

MARENGO, J. A. *et al.* Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. FBDS, Rio de Janeiro, 2009.

MARINCIONI, F. Information 29ervisse2929es and the sharing of disaster knowledge: the critical role of professional culture. Disasters, v. 31, n. 4, p. 459-476, 2007. ISSN 1467-7717.

MARTINEZ, R. *et al.* Regional Climate Information for Risk Management: Capabilities. Procedia Environmental Sciences, v. 1, p. 354-368, 2010. ISSN 1878-0296.

MARTINS, J. A. *et al.* Climatology of destructive hailstorms in Brazil. Atmospheric Research, v. 184, p. 126-138, 2017. ISSN 0169-8095.

MEJRI, O. *et al.* Crisis information to support spatial planning in post disaster recovery. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2017. ISSN 2212-4209.

OLÍMPIO, J. L. S.; ZANELLA, M. E. Distribuição espaço-temporal dos desastres naturais associados à dinâmica climática no Estado do Ceará. Revista do Departamento de Geografia, v. 30, p. 110-131, 2015.

PENNING-ROWSELL, E.; WILSON, T. Gauging the 30erwise30 natural hazards: the pattern and cost of emergency response during flood events. Transactions of the Institute of British Geographers, v. 31, n. 2, p. 99-115, 2006. ISSN 1475-5661.

POURSANIDIS, D.; CHRYSOULAKIS, N. Remote Sensing, Natural Hazards and the contribution of ESA Sentinels missions. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 2017. ISSN 2352-9385.

RANA, S. *et al.* Application of Remote Sensing and GIS for cyclone disaster management in coastal 30erv: A case study at Barguna district, Bangladesh. In: KAJIWARA, K.;MURAMATSU, K., *et al.*, ISPRS Technical Commission VIII Symposium on Networking the World with Remote Sensing, 2010. Conference Paper International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. P.122-126.

REIS, J. T. *et al.* Mapeamento da vulnerabilidade a desastres hidrológicos nos municípios de Alto Feliz e São Vendelino/RS como forma de contribuição à engenharia de sedimentos. Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos (ENES), 2014.

REUTERS, T. EndNote X5. Thomson Reuters: Philadelphia, PA, USA, 2011. Mídia digital.

_____. Web of Science. Databases. 2017. Disponível em: <<http://apps-webofknowledge.ez51.periodicos.capes.gov.br/>>

STANCELIE, G.; CRACIUNESCU, V.; IRIMESCU, A. Development of a downstream emergency response 30erwise for flood and related risks in Romania based on satellite data. In: LANG, M.;KLIJN, F., *et al* (Ed.). 3rd European Conference on Flood Risk Management. Cedex A: E D P Sciences, v.7, 2016. (E3S Web of Conferences). ISBN 2267-1242.

TATE, E. *et al.* Integrated Hazards Mapping Tool. Transactions in GIS, v. 15, n. 5, p. 689-706, 2011. ISSN 1467-9671.

TEIXEIRA, B.S., ORSINI, J.A.M, CRUZ, M.J. (Eds.), Modelagem Climática e Vulnerabilidades Setoriais à Mudança do Clima no Brasil. Editora Biblioteca de Política em C&T do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação Biblioteca de Política em C&T do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília, pp. 49-90, 2016.

VAN WESTEN, C. J. 3.10 Remote Sensing and GIS for Natural Hazards Assessment and Disaster Risk Management A2 – Shroder, John F. In: (Ed.). Treatise on Geomorphology. San Diego: Academic Press, 2013. P.259-298. ISBN 978-0-08-088522-3.

ZENG, J. *et al.* Social vulnerability assessment of natural hazards on county-scale using high spatial resolution satellite imagery: a case study in the Luogang district of Guangzhou, South China. *Environmental Earth Sciences*, v. 65, n. 1, p. 173-182, Jan 2012. ISSN 1866-6280.

CAPITULO 2

DESASTRES NATURAIS NA BACIA DO ALTO PARAGUAI – BAP: ESPACIALIZAÇÃO E TEMPORALIDADE.

1. Introdução

No processo de ocupação da Bacia do Alto Paraguai – BAP, o elemento humano tem vivido em conformidade com os eventos climáticos que ocorrem na região, adaptando-se às limitações que até certo ponto são previsíveis, por serem impostas pelo ambiente (PAIVA; MERCANTE, 2010). Entretanto, essa adaptação, não significa que esses indivíduos estejam preparados ou amparados para lidar com os possíveis danos provenientes dessas ocorrências.

Na realidade, qualquer área no planeta está sujeita aos efeitos das alterações climáticas, mas a tendência é que locais situados em nações subdesenvolvidas sejam mais vulneráveis aos efeitos desses eventos, principalmente quando dependentes de atividades como pecuária e agricultura (ANA, 2016).

Na América do Sul existe um corredor de tornados, identificado como o segundo maior do planeta, englobando uma faixa que ocorre em sentido Norte-Sul. Esta faixa, predominantemente na região Oeste da América do Sul, correspondendo a área de borda da placa em que está inserida e também algumas formações continente adentro, sendo a BAP uma delas (BROOKS *et al.*, 2003).

No ano de 2005, um forte vendaval arrancou o telhado da sede da Fazenda Nhumirim, que funciona como base de pesquisas da Embrapa Pantanal, localizada na sub-região do Pantanal da Nhecolândia. Em 2014, um tornado com ventos de até 93 km/h foi registrado pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC (INPE, 2014) e atingiu o Município de Porto Murtinho, deixando ao menos 14 mortos. Na ocasião houve a necessidade de auxílio do governo estadual para restabelecimento da situação, mais próxima possível, da existente no período pré-evento (PREFEITURA DE PORTO MURTINHO, 2014).

Araújo (2006) expõe que “o período de 80 – 2000 registrou três das quatro maiores cheias da região: a cheia de 1982, de 1988 e de 1995. Estas inundações agravaram os problemas sociais e econômicos do Pantanal”. Esses eventos, além das

perdas materiais e econômicas, ocasionaram o isolamento ou a dificuldade de acesso aos habitantes das áreas onde a água encobriu estradas ou caminhos.

Os anos de 1973, 1994, 1998 e 1999 foram caracterizados por períodos de níveis muito abaixo do normal de chuvas no Pantanal, o que prejudicou a criação de animais, cultivo de plantações e potencializou os processos de queimada na região (SORIANO, 1996).

Apesar dos eventos ocorridos na BAP, os aqui apresentados não são todos, mas sim os que tiveram maior destaque, tanto na literatura científica quanto nos meios de comunicação (mídia), o que permite traçar um cenário que merece atenção.

Objetivando identificar, espacializar e temporalizar as ocorrências de desastres naturais registradas na BAP entre 2003 e 2016, neste capítulo, realizou-se o processamento dos dados georeferenciados e a análise pertinente.

2. Material e métodos

Na espacialização e temporalização dos desastres naturais na Bacia do Alto Paraguai – BAP, utilizou-se a delimitação da área apresentada por Silva e Abdon (1998) e disponibilizada pela Agência Nacional de Águas - ANA (BRASIL, 2003). Os limites dos estados e municípios foram obtidos na página do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016). Os registros das ocorrências de desastres foram acessados por meio da plataforma digital do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2iD (CEPED-UFSC, 2016).

Os dados obtidos na plataforma S2iD foram processados e integrados aos arquivos vetoriais (*shapefiles*) obtidos nas bases de dados do IBGE e da ANA. O *software* utilizado para o processamento dos dados foi o sistema de informações geográficas QGIS (QGIS, 2017).

3. Resultados e discussão

Nos resultados obtidos, nota-se que de todos os 171 desastres ocorridos na Bacia Alto Paraguai – BAP, e que ocasionaram o estabelecimento do Situação de Emergência

(SE), 151 são desastres naturais de origem hidroatmosféricas. Desse total de 151 ocorrências, apresentadas na Tabela 6, aproximadamente 32% correspondem a eventos de estiagem, 24% são enxurradas, 21% são chuvas intensas, 10% são enchentes, 6% (cada) são alagamentos e inundações e, finalmente, 2% são vendavais.

Tabela 6: Categorização e quantificação de desastres naturais ocorridos na BAP, entre 2003 e 2016, que ocasionaram decretação de situação de emergência (SE).

DESASTRE NATURAL	Nº DE OCORRÊNCIAS
Alagamentos	9
Chuvas Intensas	31
Enchentes	15
Enxurradas	36
Estiagens	48
Inundações	9
Vendavais	3

Fonte: Adaptado de CEPED-UFSC (2016).

Tendo em vista a quantidade de tipos de eventos ligados ao ciclo de cheia e a possível confusão entre eles, a Figura 5 traz a diferenciação entre os que são mais comuns de se confundir: enchente, alagamento, inundação e enxurrada.



Figura 5: Definição conceitual e diferenciação visual dos eventos de enchente, inundação, alagamento e enxurrada.

Fonte: adaptado de Defesa Civil de São Bernardo Do Campo – SP (2011).

Os desastres naturais registrados na BAP, ao longo dos quatorze anos analisados (Figura 6), apresentaram média anual próxima a 11 ocorrências. No ano de 2005, o número saltou para 35, representando aproximadamente 23% do total de ocorrências entre 2003 e 2016. O próximo ano com quantidade de ocorrências mais elevadas foi 2011, concentrando 20 eventos ou algo próximo a 14% do total registrado.

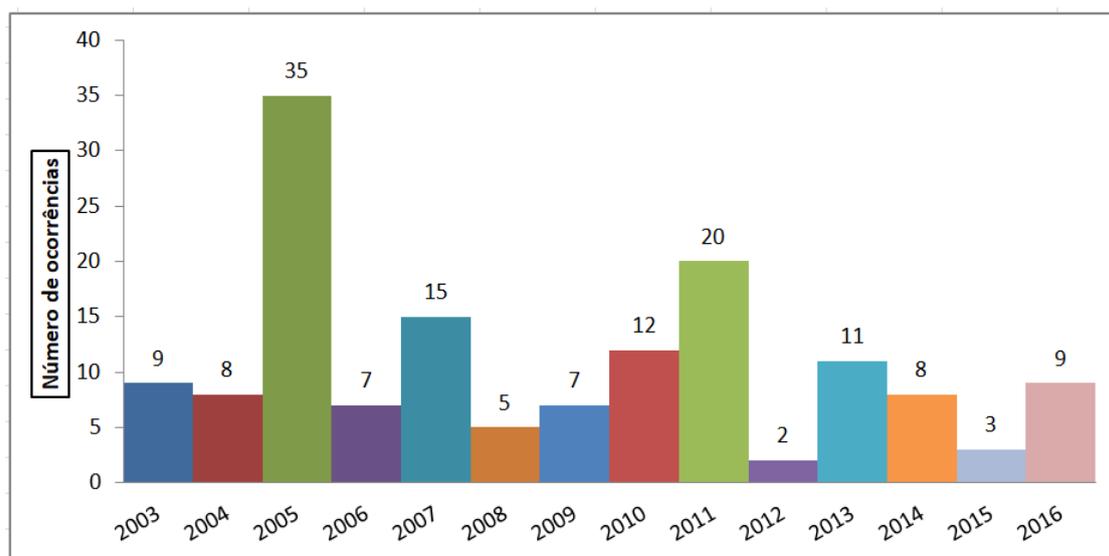


Figura 6: Distribuição temporal das ocorrências de desastres naturais na BAP, entre 2003 e 2016.

Fonte: adaptado de CEPED-UFSC (2016).

Todos os anos analisados apresentaram dominância da ocorrência de um determinado tipo de desastre, ou seja, eventos ou de seca ou de cheia, não havendo divisão igualitária entre eles em um mesmo ano. Conforme exposto na Tabela 7, o ano de 2005 registrou apenas eventos de estiagem. O mesmo ocorreu no ano de 2009.

Os demais anos apresentaram predominância de eventos ligados a cheia (alagamentos, chuvas intensas, enchentes, enxurradas e inundações), com ocorrências de estiagem pontuais/localizadas. As três ocorrências de vendavais, encontram-se em anos com dominância de desastres vinculados a eventos do ciclo de cheias.

Tabela 7: Distribuição temporal, por tipo de desastre e quantidade de ocorrências, entre 2003 e 2016.

TIPOS DE DESASTRES	ANO DE OCORRÊNCIA													
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Alagamentos	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Chuvas Intensas	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	0	6
Enchentes	0	0	0	0	0	0	0	4	11	0	0	0	0	0
Enxurradas	0	0	0	0	10	5	0	6	9	2	1	0	1	2
Estiagem	0	2	35	1	1	0	7	1	0	0	0	0	1	0
Inundações	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	5	1	0	0
Vendaval	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Totais:	9	8	35	7	15	5	7	12	20	2	11	8	3	9

Fonte: adaptado de CEPED-UFSC (2016).

A distribuição quantitativa espacial dos desastres registrados (Figura 7), mostra que dos 86 municípios que compõem a BAP, 23 deles não registraram nenhum desastre natural entre 2003 e 2016. Desses 23 municípios, 20 pertencem ao Estado de Mato Grosso e apenas 3 estão em Mato Grosso do Sul.

Os municípios com maior concentração de ocorrência de desastres (de 4 a 6 registros, no período em análise), estão quase que totalmente em Mato Grosso do Sul. Dos 16 municípios dentro dessa faixa, apenas 2 ficam em Mato Grosso.

Os desastres naturais registrados na BAP ocorreram ao longo de toda a sua extensão (Figura 8). Em algumas localidades, há sobreposição da ocorrência de mais de um tipo de desastre e também do mesmo tipo, isto é, um mesmo tipo de evento ocorrendo mais de uma vez, no mesmo município.

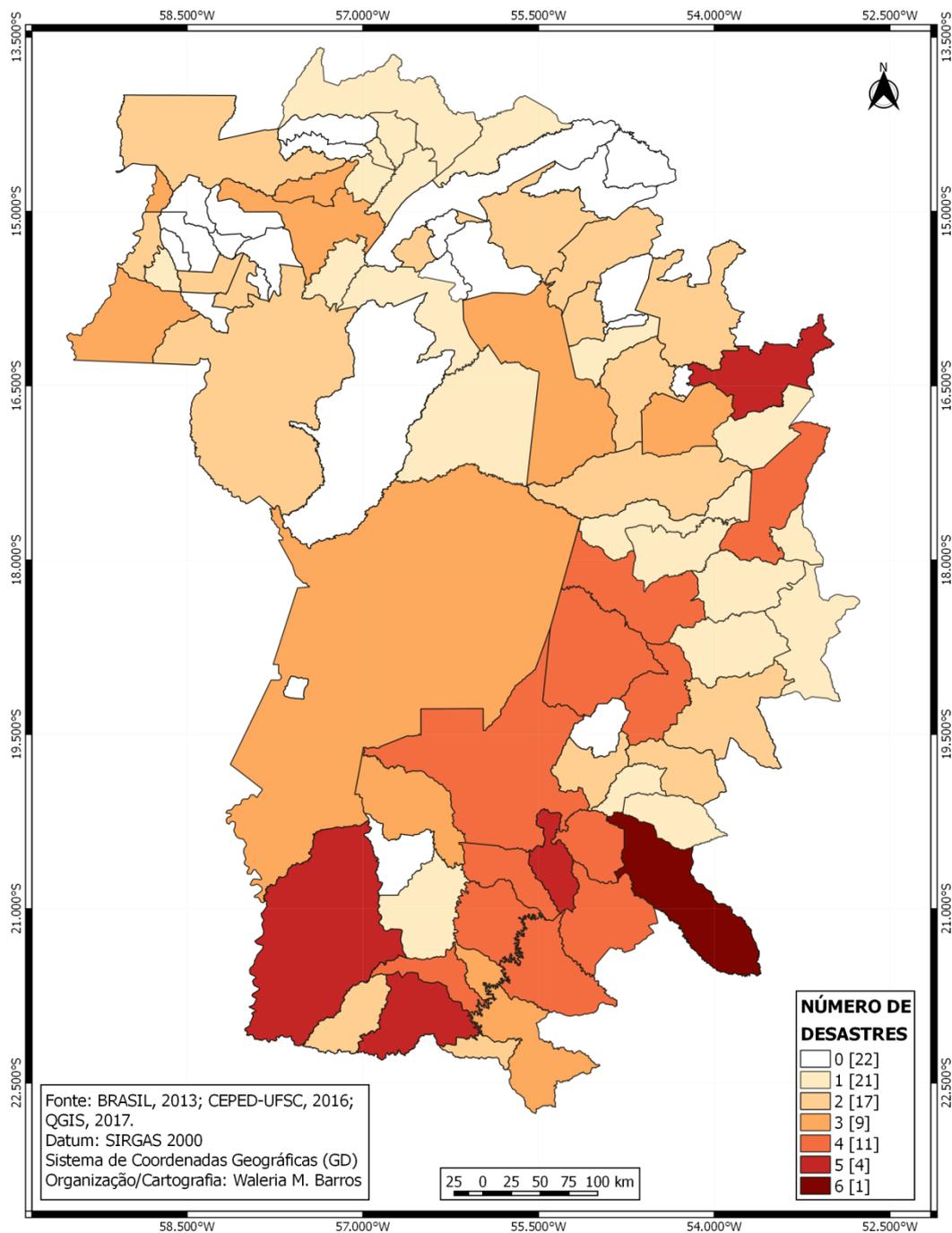


Figura 7: Distribuição espacial da quantidade de ocorrências de desastres naturais, nos municípios da BAP entre os anos de 2003 e 2016. Ao lado da quantidade de desastres (na legenda), há a indicação do número de municípios com o respectivo quantitativo.

Fonte: BRASIL, 2013; CEPED-UFSC, 2016; QGIS, 2017.

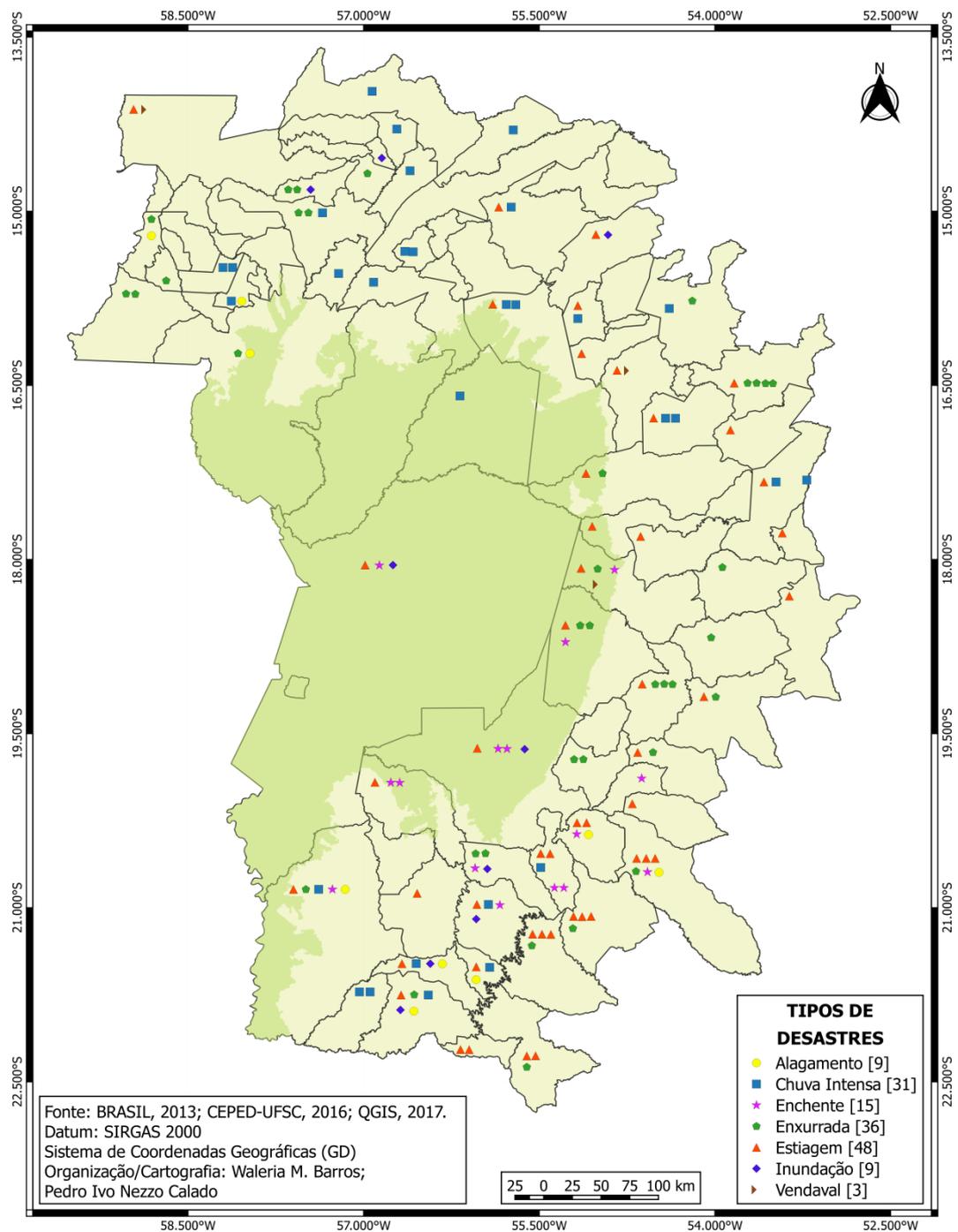


Figura 8: Ocorrências de desastres naturais na BAP entre os anos de 2003 e 2016. O ordenamento é apresentado por tipo de evento. Ao lado de cada tipo de evento (na legenda), há a quantidade de ocorrências do mesmo.

Fonte: BRASIL, 2013; CEPED-UFSC, 2016; QGIS, 2017.

Dos 63 municípios com ocorrência de desastres naturais, dentro da BAP, 28 registraram apenas uma categoria de evento, 22 municípios registraram 2 tipos de desastres, 7 municípios registraram 3 tipos, 4 municípios registraram 4 tipos e 2 municípios registraram 5 tipos de desastres. Os municípios com maior diversidade de

ocorrências, ou seja, entre 4 e 5 tipos de desastres registrados, pertencem todos ao Estado de Mato Grosso do Sul, sendo eles: Bela Vista, Campo Grande, Coxim, Jardim, Nioaque e Porto Murtinho.

4. Conclusão

Os desastres naturais registrados na Bacia do Alto Paraguai - BAP, entre 2003 e 2016, e que aqui foram quantificados, especializados e temporalmente apresentados, demonstram que a região merece atenção em relação às suas ocorrências e suscetibilidades.

Conforme exposto, os eventos naturais, contabilizados aqui, são caracterizados como desastres naturais, pois causaram a alteração de estado de atenção “normal” para “situação de emergência”. Essa alteração de situação representa o estabelecimento de um cenário de perturbação da normalidade, presente antes da ocorrência do evento. Essa perturbação pode, em grande parte das vezes, ter seus danos minimizados por meio de conhecimento da dinâmica de ocorrência dos eventos. Como exemplo desse conhecimento, podemos citar: saber onde ocorreu determinado tipo de evento, com que frequência, qual o impacto causado e com qual intensidade. O conhecimento gerado através dessas informações possibilita o estabelecimento de estratégias e ações, estruturais e não-estruturais, que visem à prevenção e preparação para ocorrências futuras.

5. Referências

BRASIL. Agência Nacional de Águas. HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. 2003. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=4100>>.

CEPED, UFSC. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2iD. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2016. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml>>

DEFESA CIVIL DE SÃO BERNARDO DO CAMPO - SP. Enchente, Inundação, Alagamento ou Enxurrada? Equipe da Defesa Civil de São Bernardo do Campo - SP,

2011. Disponível em: <<http://dcsbcsp.blogspot.com.br/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html>>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Organização do território. Malha Municipal Digital do Brasil 2015. IBGE–Cidades@. 2016. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/UFs/>

QGIS. Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. 2017. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>

SILVA, J. D. S. V. da; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. Pesquisa agropecuária brasileira, 33(13), 1998, pp. 1703-1711.

CAPITULO 3

BACIA DO ALTO PARAGUAI – BAP: MAPEAMENTO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS.

1. Introdução

De forma geral, eventos naturais, independentemente de sua origem (hidrológicos, meteorológicos, geofísicos ou biológicos), causam estragos e perdas, sejam materiais (casa, veículos, bens diversos), humanas (mortes, mutilações, desestabilização psíquica e emocional) ou ambientais (alteração das características vigentes de uma determinada área e de seu equilíbrio natural) (MARENGO *et al.*, 2009).

“Os eventos climáticos extremos ocorrem de muitas formas, como enchentes, secas prolongadas, ondas de calor, tufões e tornados. Esses fenômenos meteorológicos não são novidade. Através dos séculos, a humanidade desenvolveu uma boa percepção da frequência dos eventos climáticos extremos e das localizações geográficas onde eles têm mais probabilidade de ocorrer” (MARENGO *et al.*, 2009).

Nas áreas com alta densidade populacional, grandes centros urbanos ou regiões litorâneas, eventos naturais tendem a ser mais estudados, principalmente pela grande probabilidade de evolução para um desastre natural. Nas áreas com baixa densidade populacional, fora dos grandes centros urbanos ou da região de litoral, a tendência é que quando existentes esses estudos sejam mais generalistas. Isso pode fazer com que certas ocorrências sejam negligenciadas nas análises, ora por ocorrerem em áreas muito pequenas, ora por serem percebidas como de baixo impacto ao ambiente e as populações, ou mesmo por não serem o foco dos estudos.

Neste contexto o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007), determina que:

“Por definição, as características do que se chama tempo extremo podem variar de lugar para lugar em um sentido absoluto. Os eventos extremos únicos não podem ser atribuídos de forma simples e direta às mudanças climáticas antropogênicas, pois há sempre uma chance finita de que o evento em questão tenha ocorrido naturalmente. Quando um padrão de tempo extremo persiste por algum tempo, como uma estação, pode ser classificado como um evento climático extremo, especialmente se ele produz uma média

ou total que é ela mesma extrema (por exemplo, seca ou chuvas fortes durante uma estação)” (IPCC, 2007).

Na mesma condição do que é apresentado pelo IPCC (2007) e exposto acima, temos a Bacia do Alto Paraguai – BAP. Muitos enxergam os fenômenos climáticos da região como algo dentro da normalidade, sem se dar conta que apesar de suas recorrências, esses episódios vêm se alterando em intensidade e duração. Associado a isto, o meio e as populações presentes na região sofrem os impactos dessas alterações, sem que seja percebida sua gravidade.

Neste capítulo o que se buscou, foi associar o uso das geotecnologias à gestão de risco, atuando como mecanismo gerador de possibilidades de mitigação de impactos. Por meio do fornecimento de dados e informações a serem utilizados em prevenção e preparação à desastres naturais, pretendeu-se quantificar o risco a desastres naturais da BAP.

2. Material e métodos

A construção do mapeamento de risco se deu tendo por base a proposta metodológica utilizada por Marcelino *et al.* (2006), representada pela equação abaixo:

$$R = \frac{P * (DD + IP + PD)}{IDHM}$$

Em que:

R é o risco;

P é o perigo quantitativo de ocorrências para a localidade;

DD é a densidade demográfica;

IP é o índice de pobreza;

PD é a população dependente;

IDHM é o índice de desenvolvimento humano municipal.

O risco é o resultado da equação proposta.

O perigo é obtido pela quantificação de eventos climáticos que ocasionaram a decretação de “estado de emergência” ou “estado de calamidade pública”, registrados na

plataforma governamental S2iD - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres v3.0.040 (CEPED-UFSC, 2016).

A densidade demográfica, proveniente dos dados do Censo 2010 (IBGE, 2010) corresponde a razão entre a população total da unidade analisada e sua extensão territorial em quilômetros quadrados.

O índice de pobreza corresponde a razão percentual da população com renda entre zero (incluindo renda nula) e um salário mínimo, também extraída dos dados do Censo 2010 (IBGE, 2010).

A população dependente corresponde ao percentual de habitantes com idade de zero a quatorze anos e com sessenta anos ou mais, proveniente do Censo 2010 (IBGE, 2010).

O índice de desenvolvimento humano municipal, obtido por meio da Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (BRASIL, 2013), é uma composição de três outros subíndices, sendo eles: IDHM-Educação, IDHM-Longevidade e IDHM-Renda.

Os dados foram pré-processados e tabelados. Após isso, seguindo o indicado na metodologia proposta por Marcelino *et al.* (2006), os resultados foram normalizados por meio da equação:

$$V_n = \frac{(V_o - V_{\min})}{(V_{\max} - V_{\min})}$$

Em que:

V_n é o valor normalizado;

V_o é o valor observado;

V_{min} é o valor mínimo da série de valores em processamento;

V_{máx} é o valor máximo da série de valores em processamento.

Após a normalização, os valores resultantes foram transportados para o software QGIS (QGIS, 2017), um sistema de informações geográficas (SIG ou GIS, da sigla em inglês), livre e gratuito. No QGIS, os valores foram integrados ao arquivo vetorial em formato *shapefile* com os polígonos representativos de cada unidade territorial da área de estudo, gerando assim a espacialização de todos os valores processados. Os arquivos vetoriais (*shapefile*), foram obtidos na página do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016).

Os dados processados foram classificados de forma graduada, por meio do método de Quebras Naturais propostas por Jenks (1967). Neste método, as separações das classes através de fórmula estatística, tende a minimizar a variância dentro de cada classe, destacando as diferença entre elas. Foram utilizadas cinco classes, seguindo o proposto por Marcelino *et al.* (2006), indo de zero (muito baixo risco) a um (muito alto risco). Os limiares das classes são definidos automaticamente, de acordo com o conjunto de dados utilizados, respeitando limites mínimos e máximos para cada uma dessas classes.

3. Resultados e discussão

No processo de avaliação de risco, visando caracterizar de forma mais detalhada a situação da área de estudo e objetivando melhor compreensão das características individuais de cada estado, optou-se pela análise dos dados em duas etapas. Primeiro os municípios foram analisados tendo por critério de delimitação a área dos estados e posteriormente procedeu-se ao diagnóstico de toda a Bacia do Alto Paraguai – BAP.

Na análise individual do Estado de Mato Grosso (Figura 9), verificou-se que aproximadamente 43% dos municípios, dentro da área de estudo (BAP), apresentaram risco muito baixo à ocorrência de desastres naturais. Outros 27% dos municípios, representam áreas de baixo risco. As áreas de médio risco, compõe 20% da dos municípios.

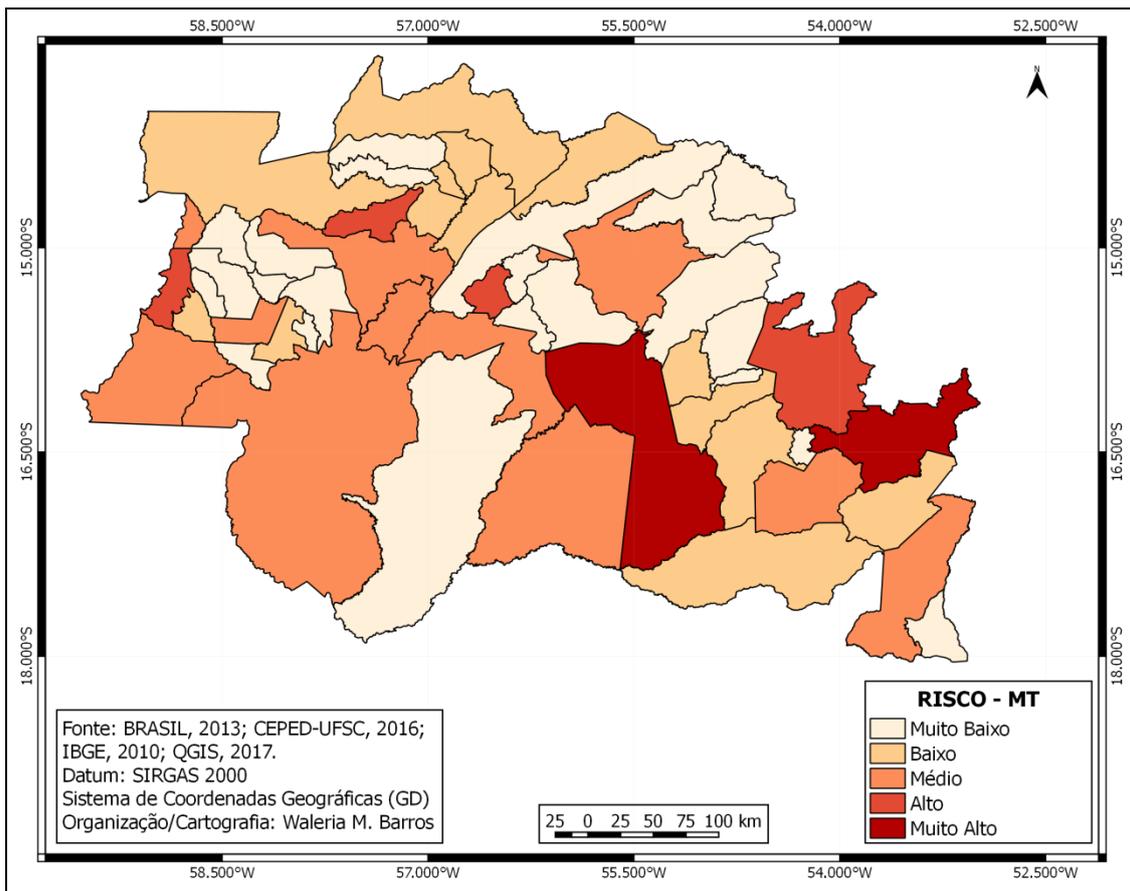


Figura 9: Mapeamento de risco de desastres naturais do Estado de Mato Grosso.
Fonte: BRASIL, 2013; CEPED-UFSC, 2016; IBGE, 2010; QGIS, 2017.

Os municípios de Mato Grosso com situação mais crítica, no tocante ao risco de desastres naturais, são os Municípios de Poxoréo, Jauru, Nova Olímpia e Jangada, todos na faixa de alto risco (8%) e os Municípios de Guiratinga e Santo Antônio do Leverger, com muito alto risco (4%).

No caso da área de estudo contida no Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 10), aproximadamente 24% dos municípios estão na faixa de muito baixo risco de desastres, 27% com baixo risco e 21% com médio risco. Os municípios de Guia Lopes da Laguna, Terenos, Aquidauana, Miranda, Anastácio, Campo Grande, Nioaque e Porto Murtinho, figuram na zona de alto risco (24%) e Bela Vista e Dois Irmãos do Buriti, como muito alto risco (6%).

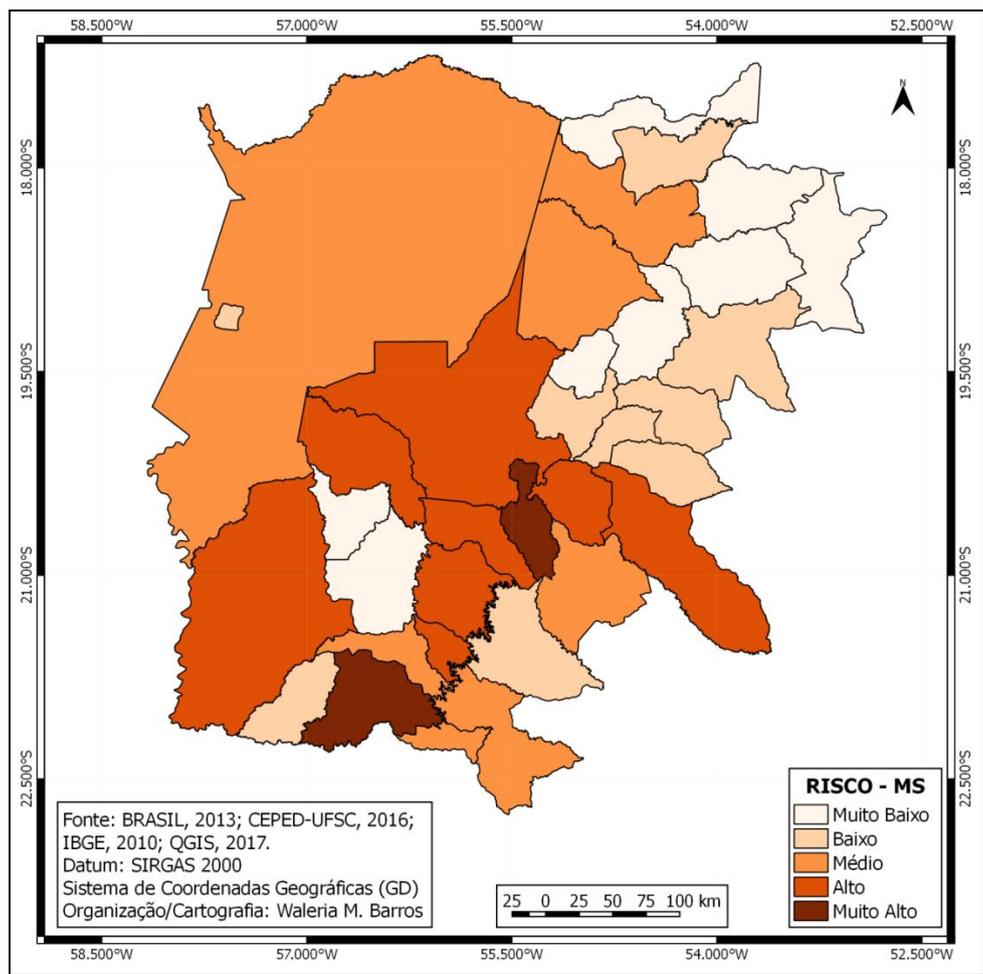


Figura 10: Mapeamento de risco de desastres naturais do Estado de Mato Grosso do Sul.

Fonte: BRASIL, 2013; CEPED-UFSC, 2016; IBGE, 2010; QGIS, 2017.

Na análise de risco de desastres naturais para toda a área da Bacia do Alto Paraguai (Figura 11), aproximadamente 31% dos municípios, da área total de estudo, situam-se na faixa de muito baixo risco, 28% na faixa de baixo risco e 16% são de médio risco. Os municípios de Nova Olímpia, Jangada, Guiratinga, Santo Antônio do Leverger, pertencentes ao Estado de Mato Grosso, e Sidrolândia, Campo Grande, Rio Verde de Mato Grosso, Ponta Porã, Antônio João, Coxim, Corumbá, Jardim, Guia Lopes da Laguna, Terenos, Miranda, Aquidauana, Anastácio e Nioaque, pertencentes ao Estado de Mato Grosso do Sul, somam os 21% da faixa de alto risco. Os municípios de Porto Murtinho, Bela Vista e Dois Irmãos do Buriti, todos em Mato Grosso do Sul, somam os quase 4% da zona de muito alto risco.

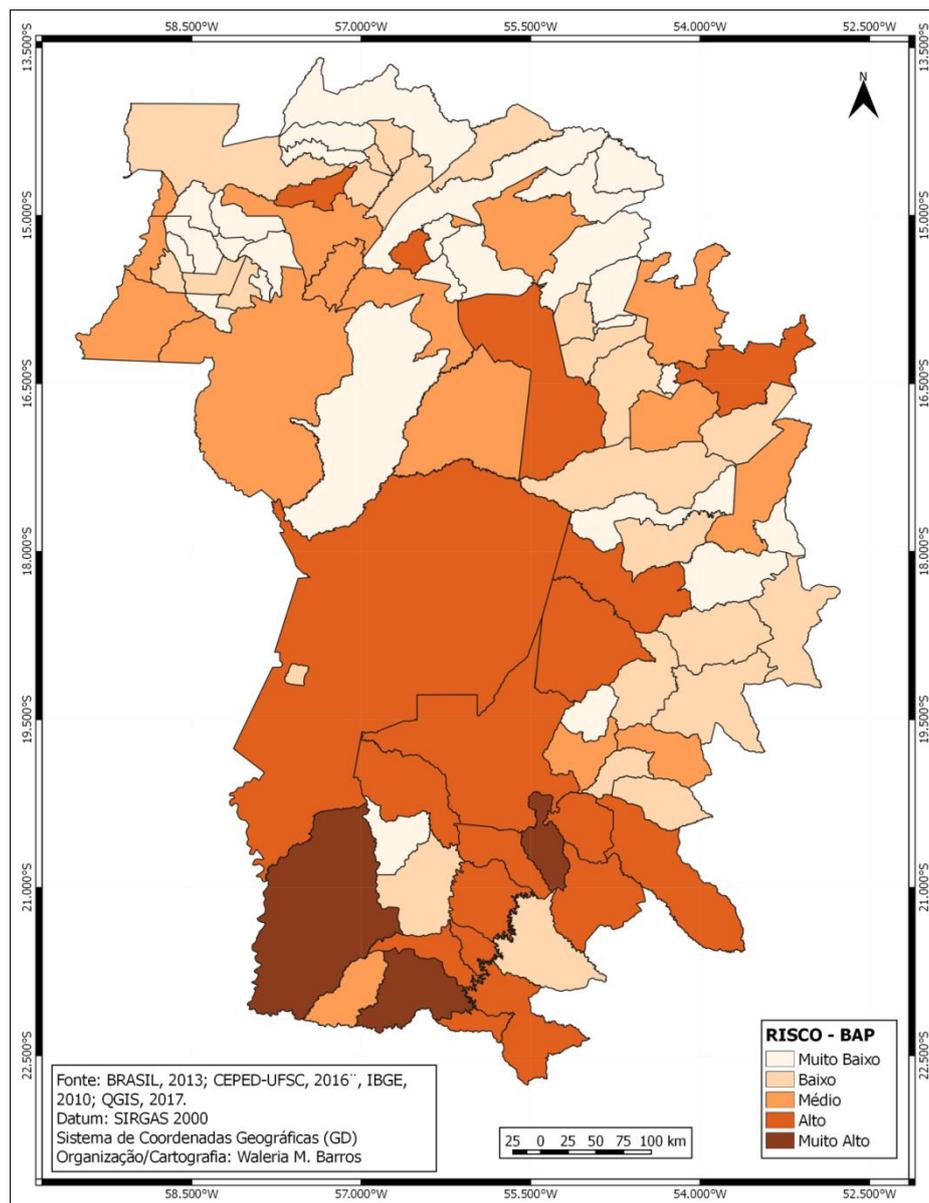


Figura 11: Mapeamento de risco de desastres naturais para a Bacia do Alto Paraguai - BAP.

Fonte: BRASIL, 2013; CEPED-UFSC, 2016; IBGE, 2010; QGIS, 2017.

Analisando os níveis de risco obtidos e comparando os resultados por estado com os da BAP, observa-se que quanto mais ampla a área de estudo, mais abrangente e diluído se torna o escalonamento. No caso da análise por estado, a faixa de alto risco é ocupada por quatro municípios em MT e por oito em MS, já na faixa de muito alto risco, são dois em MT e também dois em MS. Quando a análise abrange toda a BAP, passasse a ter quatro municípios de MT e quatorze de MS, na faixa de alto risco e apenas municípios de deste estado, três no total, na faixa de muito alto risco.

Os resultados demonstraram que ambas as análises, de menor e de maior extensão, são uteis e necessárias. A análise por estado mostrou uma tendência de risco

mais agrupada para o Mato Grosso do Sul e espreada para o Mato Grosso. A avaliação para toda a BAP apresentou poucas alterações no resultado de Mato Grosso, mas ampliou o grau de risco de vários municípios de Mato Grosso do Sul.

4. Conclusão

Ao analisar os resultados deste estudo chegasse a conclusão de que quanto menor a área de estudo, mais acurados são os resultados dos dados analisados, entretanto é de suma importância conhecer a situação do entorno de cada localidade e as características do meio em que essa se insere. No caso específico deste estudo, a análise englobou toda uma região, que acomoda a planície pantaneira e partes do cerrado: a Bacia do Alto Paraguai – BAP. Os resultados mostraram que a extensão da área, bem como a quantidade de unidades analisadas, influenciam os resultados, podendo diminuir (caso de Mato Grosso) ou ampliar (caso de Mato Grosso do Sul) as potencialidades de risco de cada local.

Para que se possa ter uma real percepção dos riscos de cada localidade e de sua influência em um todo, seja estado ou região, é necessário que haja dados o mais localizados possível. Os registros de desastres naturais são feitos por município, não tendo necessariamente a localização exata de sua área de ocorrência (por exemplo região ou bairros de ocorrência ou impacto). Dentro de uma mesma cidade, pode se ter diversas conformações diferentes onde o impacto e intensidade do evento atuarão de maneiras distintas.

Ter o registro geográfico detalhado de cada ocorrência pode ser um ponto vital para saber onde e como agir, e mais que isso: esse tipo de dado permitiria a geração de informações infinitamente mais acuradas e adequadas a todas as fases de um desastre (prevenção, preparação, resposta e reconstrução).

5. Referências

BRASIL. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2013. V. 15, 2013. Disponível em: < <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>> .

CEPED, UFSC. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2iD. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2016. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml>>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Sinopse do Censo Demográfico 2010. IBGE-Censo. 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=50&dados=0>>.

_____. Organização do território. Malha Municipal Digital do Brasil 2015. IBGE–Cidades@. 2016. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/UFs/>

JENKS, G. F. The data model concept in statistical mapping. International yearbook of cartography, v. 7, p. 186-190, 1967.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBİYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. Caminhos de Geografia, v. 7, n. 17, 2006.

QGIS. Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. 2017. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>

CAPITULO 4

MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE A DESASTRES NATURAIS DA BACIA DO ALTO PARAGUAI – BAP.

1. Introdução

“VULNERABILIDADE 1. Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis. 2. Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano consequente. 3. Probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos. 4. Corresponde ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado. Vulnerabilidade é o inverso da segurança” (DE CASTRO, 1998).

O fato de uma área não ser altamente vulnerável a desastres naturais, não exclui a necessidade de estudá-la. É apenas com estudos detalhados que se poderá determinar quais locais necessitam de maior grau de atenção e investimento em medidas preventivas (MARENGO *et al.*, 2009). Conforme Marcelino *et al.* (2006), “as medidas preventivas estão associadas à identificação das áreas com maior potencial de serem afetadas, onde são hierarquizados o cenários de risco e a proposição de medidas corretivas”.

Segundo o Anuário Estatístico do Brasil - 2016 (IBGE, 2016), o país possui 5.570 municípios. Até o ano de 2010, data do último censo geral, o país possuía 5.565 municípios, estando apenas 466 (467 em 2016) deles na região Centro – Oeste. No mesmo material, consta a distribuição da população brasileira, mostrando tanto os valores do número de habitantes total, quanto sua divisão entre ocupantes de área urbana e rural.

No total o Brasil possui, conforme o censo de 2010, uma população de 190.755.799 habitantes, sendo 160.925.792 em áreas urbanas e 29.830.007 em áreas rurais (IBGE, 2010). As regiões Norte e Centro-Oeste possuem os menores valores tanto de número de municípios, quanto de população e densidade demográfica. Na contra mão desses valores, essas duas regiões são consideradas de relevante importância, principalmente nos aspectos produtivo e ambiental, sendo responsáveis por

significativos quantitativos da produção agrícola e pecuária do país. No aspecto ambiental, são responsáveis por abrigar dois biomas de importância global: a Amazônia (Região Norte) e o Pantanal (Região Centro-Oeste). A região Centro-Oeste, ainda abriga parte do bioma Cerrado.

As regiões Centro-Oeste e Norte, possuem como característica político-administrativa marcante unidades federativas, na maioria das vezes, de grande extensão territorial. Os centros urbanos apresentam-se quase sempre afastados entre si e contidos em municípios também de grande área. Essas regiões têm ainda sua localização fora da faixa litorânea, com exceção de uma pequena parte dos Estados do Pará e Amapá, na região Norte. Essa localização em uma parte mais “interna” do país é uma das responsáveis por uma ocupação mais tardia e menos intensa de seus territórios.

Em 2016 em um apanhado de diversas pesquisas custeadas com recursos federais, é apontada a necessidade de estudos que analisem as vulnerabilidades de todo o território brasileiro, mas de forma individualizada, visando compreender as necessidades e fragilidades de cada localidade, reduzindo ao máximo as generalizações (ANA, 2016).

Visando cobrir essa lacuna, no que se refere a região Centro-Oeste, analisou-se a vulnerabilidade da população a desastres naturais da Bacia do Alto Paraguai - BAP. A área de estudo foi escolhida por conter integralmente a planície pantaneira e sua zona de amortecimento, composta em grande parte pelo bioma Cerrado. Ainda, a escolha foi motivada pela ausência desse tipo de análise para essa região. Essa análise pode contribuir para a identificação de áreas que necessitam de maior atenção e empenho de recursos (pesquisas, investimento, atenção técnica especializada, etc), bem como identificar carências pontuais em áreas de menor vulnerabilidade.

2. Material e métodos

O mapeamento de vulnerabilidade aqui executado, utilizou como referência as propostas metodológicas apresentadas por Goerl *et al.* (2012) e Reis *et al.* (2012), representada pela equação abaixo:

$$IV = \underline{DD + POP + MM + PD + PA + IP}$$

IDHM

Em que:

IV é o índice de vulnerabilidade;

DD é a densidade demográfica;

POP é a população total do município;

MM é a média de moradores por domicílio;

PD é a população dependente;

PA é população de analfabetos com mais de 15 anos;

IP é o índice de pobreza;

IDHM é o índice de desenvolvimento humano municipal.

O índice de vulnerabilidade é o resultado da equação proposta.

A densidade demográfica é a razão entre a população total do município e sua área em quilômetros quadrados.

A população representa a totalidade de indivíduos residentes no município.

A média de moradores representa o quantitativo de habitantes, dividido pela quantidade de domicílios particulares registrados em cada município.

A população dependente é representada pelo percentual da população com idade de zero a quatorze anos e com mais de sessenta anos.

A população de analfabetos é representada pelo percentual de indivíduos nessa condição com mais de quinze anos.

Todas as variáveis apresentadas acima são provenientes dos dados do Censo 2010 (IBGE, 2010).

O índice de pobreza representa o percentual da população com renda de zero ou nulo até um salário mínimo.

O índice de desenvolvimento humano municipal (BRASIL, 2013), é composto pela razão dos subíndices IDHM-Educação, IDHM-Longevidade e IDHM-Renda.

Os dados foram pré-processados e tabelados e após isso adotou-se o indicado na metodologia de normalização proposta por Marcelino *et al.* (2006), utilizando a equação:

$$V_n = \frac{(V_o - V_{min})}{(V_{máx} - V_{min})}$$

Em que:

V_n é o valor normalizado;

V_o é o valor observado;

V_{min} é o valor mínimo da série de valores em processamento;

V_{máx} é o valor máximo da série de valores em processamento.

Após a normalização, os valores resultantes foram transportados para o software QGIS (QGIS, 2017) e foram integrados ao arquivo vetorial (*shapefile*) da área de estudo, permitindo a espacialização de todos os valores processados. Os arquivos vetoriais (*shapefile*) foram obtidos na página do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016).

Após o processamento, os dados foram classificados de forma graduada, por meio do método de Quebras Naturais (JENKS, 1967), em cinco classes, sendo as separações dadas por fórmula estatística, por meio da minimização da variância dentro de cada classe, destacando a diferença entre as classes. Foram utilizadas cinco classes, indo de zero (muito baixa vulnerabilidade) a um (muito alta vulnerabilidade). Os limites das classes são determinados automaticamente, em conformidade com o conjunto de dados em análise, respeitando limiares mínimos e máximos para cada classe.

3. Resultados e discussão

Assim como descrito no capítulo anterior (sobre mapeamento de risco), também no processo de mensuração de vulnerabilidade, visando caracterizar de forma mais detalhada a situação da área de estudo e objetivando melhor compreensão das características individuais de cada estado, analisou-se os dados em duas etapas. Primeiro cada estado (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) foi analisado em separado e posteriormente procedeu-se ao diagnóstico de toda a Bacia do Alto Paraguai – BAP.

A área analisada, dentro do Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 12) é composta por um total de 34 municípios, dos quais 9% apresentaram vulnerabilidade muito baixa, 27% mostraram vulnerabilidade baixa e 23% possuem média vulnerabilidade.

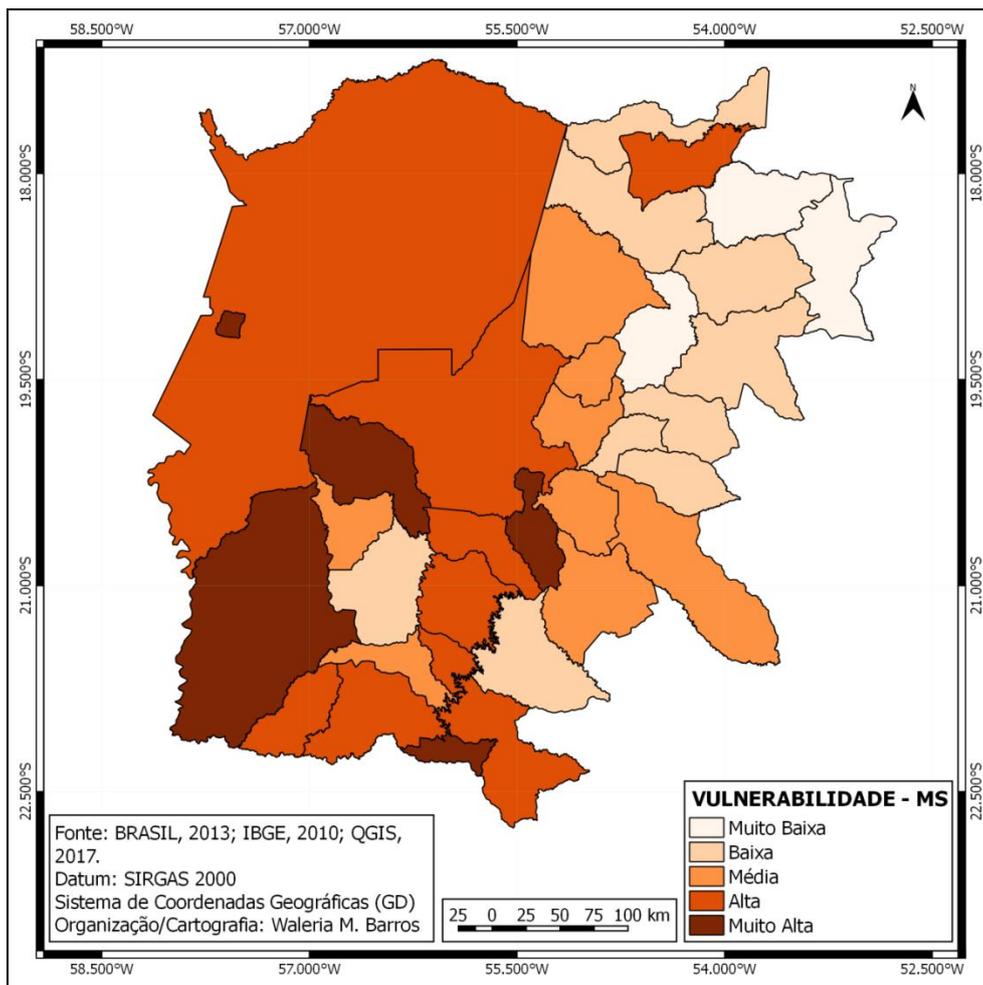


Figura 12: Mapeamento de vulnerabilidade a desastres naturais, em parte de Mato Grosso do Sul.

Fonte: BRASIL, 2013; IBGE, 2010; QGIS, 2017.

Aquidauana, Corumbá, Pedro Gomes, Caracol, Anastácio, Ponta Porã, Bela Vista, Nioaque e Guia Lopes da Laguna, representam a zona de alta vulnerabilidade no Estado de Mato Grosso do Sul, com 27% dos municípios. Porto Murtinho, Dois Irmãos do Buriti, Ladário, Miranda e Antônio João, compõem a faixa de muito alta vulnerabilidade, representando 15% dos municípios.

Com 52 municípios em análise, o Estado de Mato Grosso (Figura 13) possui 15% deste total na faixa de muito baixa vulnerabilidade, 25% na faixa de baixa vulnerabilidade e 27% com média vulnerabilidade.

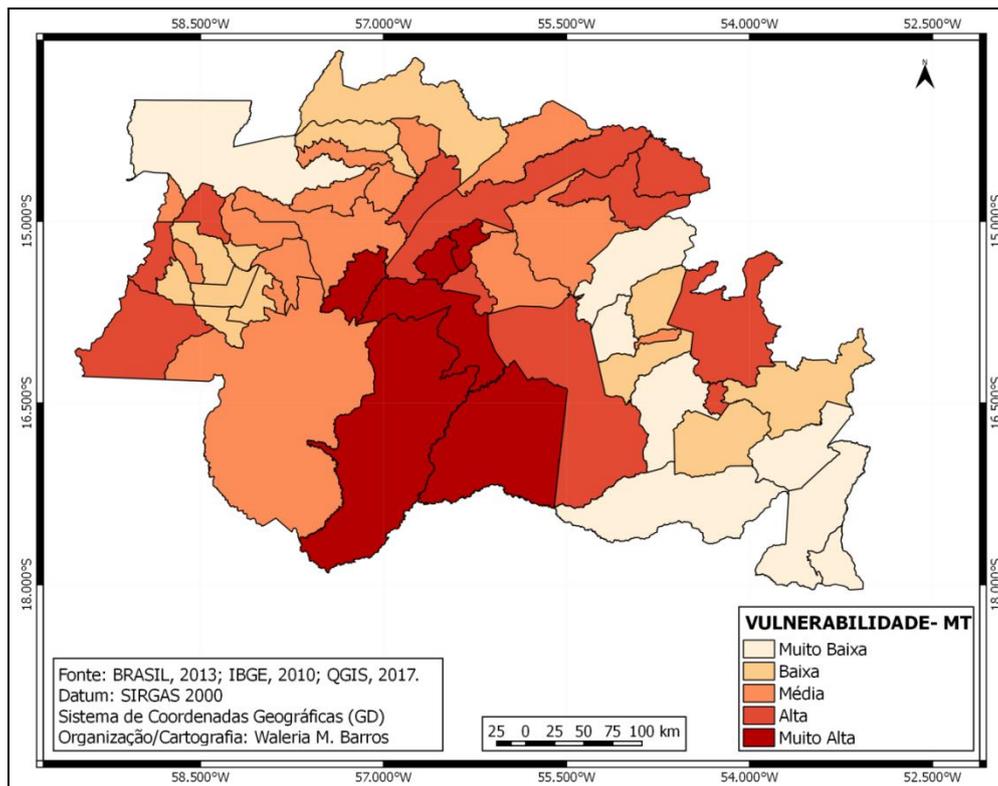


Figura 13: Mapeamento de vulnerabilidade a desastres naturais, em parte de Mato Grosso.

Fonte: BRASIL, 2013; IBGE, 2010; QGIS, 2017.

Os municípios de Planalto da Serra, Reserva do Cabaçal, São José do Povo, Várzea Grande, Poxoréo, Nova Brasilândia, Alto Paraguai, Porto Esperidião, Santo Antônio do Leverger, Jauru e Rosário Oeste, compõem a faixa de alta vulnerabilidade, representando 21% das unidades. A faixa de muito alta vulnerabilidade (12%) é composta por Poconé, Barão de Melgaço, Nossa Senhora do Livramento, Acorizal, Porto Estrela e Jangada.

Na análise de vulnerabilidade de toda a BAP (Figura 14), composta por 86 municípios, verificou-se que aproximadamente 16% destes apresentaram muito baixa vulnerabilidade, 31% possuem baixa vulnerabilidade e 28% com média vulnerabilidade.

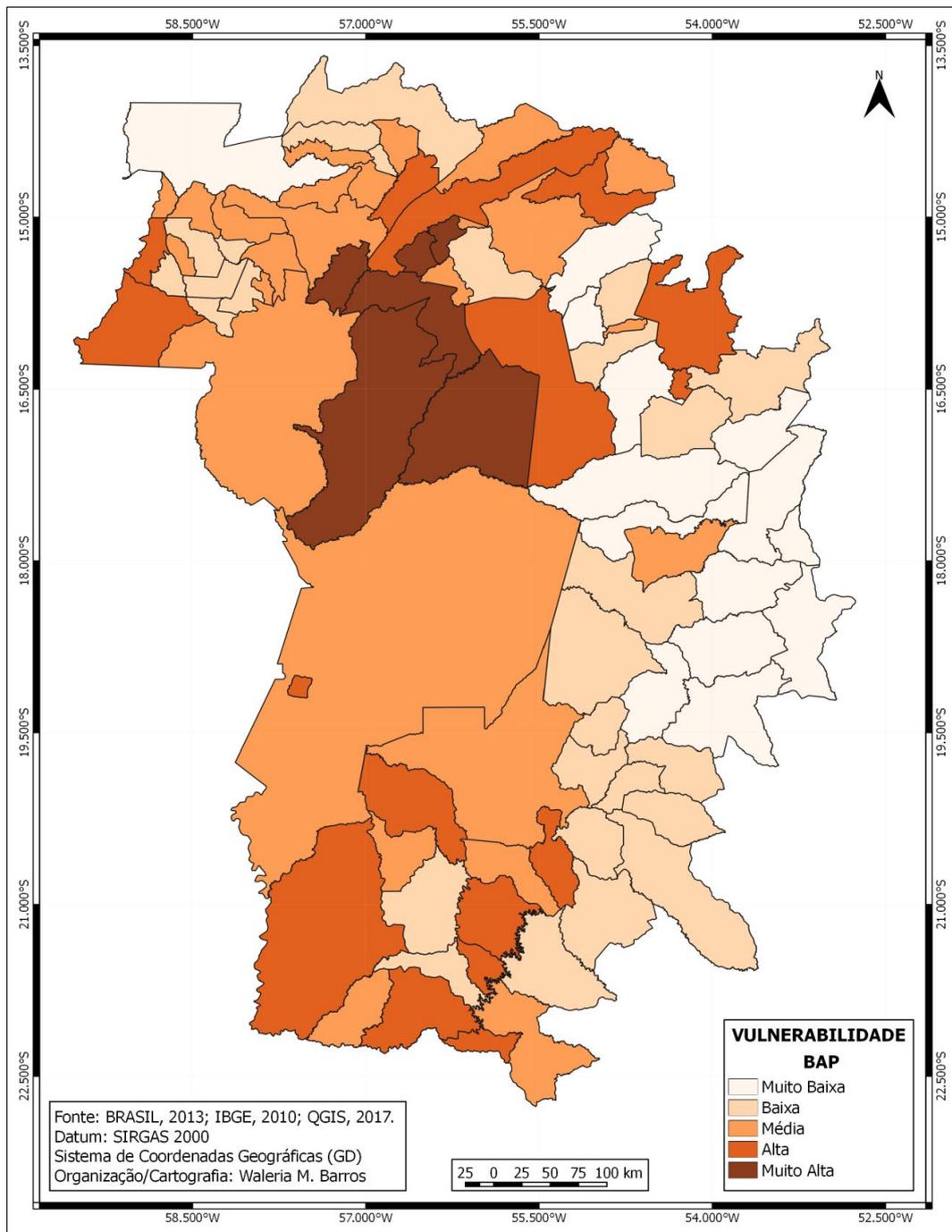


Figura 14: Mapeamento de vulnerabilidade a desastres naturais na Bacia do Alto Paraguai – BAP.

Fonte: BRASIL, 2013; IBGE, 2010; QGIS, 2017.

Os municípios de Bela Vista, Guia Lopes da Laguna, Nioaque, Dois Irmãos do Buriti, Ladário, Porto Murtinho, Miranda, Antônio João, no Estado de Mato Grosso do Sul e Poxoréo, São José do Povo, Porto Esperidião, Santo Antônio do Leverger, Alto Paraguai, Nova Brasilândia, Jauru, Rosário Oeste, no Estado de Mato Grosso, compõem a faixa de alto risco, com aproximadamente 18% das unidades. Poconé, Barão de

Melgaço, Nossa Senhora do Livramento, Acorizal, Porto Estrela e Jangada, todos em Mato Grosso, contabilizam os 7% da zona de muito alta vulnerabilidade.

A análise por estado apresentou nove municípios em Mato Grosso do Sul e onze em Mato Grosso, na faixa de alta vulnerabilidade e cinco municípios para aquele e seis para este, na faixa de muito alta vulnerabilidade. Na análise realizada para toda a BAP, a quantidade de municípios de Mato Grosso do Sul na faixa de alta vulnerabilidade se mantém em nove, mas os de Mato Grosso passam a ser oito, enquanto que a faixa de muito alta vulnerabilidade passa a conter apenas municípios do Estado de Mato Grosso, contando seis unidades.

Os resultados demonstraram serem ambas as análises relevantes: a avaliação por estado mostrou uma tendência de vulnerabilidade acentuada concentrada para a região de Várzea Grande e seu entorno, em Mato Grosso, e distribuída para o Mato Grosso do Sul. A avaliação para toda a BAP apresentou suavização no resultado de Mato Grosso do Sul, colocando todos seus municípios no máximo na faixa de alta vulnerabilidade, mas não gerando grande amplificação no grau de vulnerabilidade dos municípios de Mato Grosso.

4. Conclusão

Avaliações de vulnerabilidade são em regra compostas por variáveis adaptáveis, mas geralmente seguindo tendências de valoração dos aspectos sócio demográficos. A análise realizada demonstrou que no caso da BAP, as localidades de maior necessidade de atenção, encontram-se prioritariamente dentro do Pantanal. Convenientemente a área da planície é caracteristicamente pouco servida de infraestrutura, por sua dinâmica limitadora, o que acentua a vulnerabilidade das comunidades da região.

A análise de vulnerabilidade para uma extensão territorial muito ampla pode mascarar a realidade das localidades que a compõem, não dando assim a real atenção às diversas variáveis envolvidas e seus impactos. Opostamente, a análise ampla proporciona a percepção do direcionamento geral das tendências de determinada zona de interesse, sendo complementar a análise mais localizada.

5. Referências

ANA. Agência Nacional de Águas. Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação. Brasília: ANA, GGES, 2016.

BRASIL. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2013. V. 15, 2013. Disponível em: < <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>> .

DE CASTRO, A. L. C. Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres. Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Especial de Políticas Regionais, Departamento de Defesa Civil, 1998.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; PELLERIN, J. R. G. M. Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: estudo de caso do município de Rio Negrinho–SC–doi: 10.4025/bolgeogr. v30i1. 13519. Boletim de Geografia, v. 30, n. 1, p. 81-100, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Sinopse do Censo Demográfico 2010. IBGE-Censo. 2010. Disponível em: < <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=50&dados=0>>.

_____. Organização do território. Malha Municipal Digital do Brasil 2015.

IBGE–Cidades@. 2016. Disponível em:

<ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/UFs/>

JENKS, G. F. The data model concept in statistical mapping. International yearbook of cartography, v. 7, p. 186-190, 1967.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. Caminhos de Geografia, v. 7, n. 17, 2006.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H. S.; ZEE, D. M. W. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Rio de Janeiro: FBDS, 2009.

QGIS. Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. 2017. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>

REIS, J.T.; MADRUGA, R.A.; NARVAES, I.S.; LIMA JUNIOR, E.R.; SAUSEN, T.M. Avaliação dos desastres naturais ocorridos no Rio Grande do Sul de 2007 a 2011. In: Congresso Brasileiro Sobre Desastres Naturais. Rio Claro, SP-Brasil. 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mapeamentos e análises propostos, nos trabalhos aqui apresentados, são apenas uma pequena parte da informação necessária, à um conhecimento mais adequado das diversas características da área estudada e de suas fragilidades. Ainda, as fases de um desastre são compostas por múltiplas variáveis que precisam ser analisadas de forma integrada, para que se possam minimizar ao máximo os impactos de sua ocorrência.

A Bacia do Alto Paraguai – BAP apresenta conformação única, abrigando integralmente a planície pantaneira e parte do cerrado, ou seja, uma área propícia à convergência de características climáticas e ambientais distintas. Estudos de desastres naturais para áreas com baixa densidade populacional e com histórico de ocorrências de eventos de menor potencial destrutivo, são quase sempre locais, abrangendo um município ou micro região. Contra a restrição geográfica dessas análises temos sistemas terrestres integrados, contínuos e que se afetam e influenciam mutuamente. No caso da BAP, temos dois biomas interagindo entre si e sendo influenciados mutuamente, situação essa que demonstra ser necessário sim analisar as áreas de forma individual, mas também é imperativo sua inserção em um contexto macro. É exatamente a essa necessidade que essa pesquisa se propôs a atender: avaliação em macro escala da situação de risco e vulnerabilidade a desastres naturais, por meio do viés de impacto a comunidade. Até aqui, não se têm a informação de um estudo que tenha tido o mesmo foco.

Mapeamentos de risco, vulnerabilidade e distribuição espacial e temporal de desastres naturais nessa região são necessárias e urgentes. Quando se leva em consideração a extensão territorial de alguns municípios contidos nessa área e a dificuldade de acesso a diversos lugares, ter disponível esse tipo de informação pode ser vital a segurança da população residente.

REFERÊNCIAS

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47(2), 107-124, 2002.

ANA. Agência Nacional de Águas. Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação. Brasília: ANA, GGES, 2016.

ARAÚJO, A. P. C. de. Pantanal: um espaço em transformação. Rio de Janeiro: UFRJ. (Tese de Doutorado), 2006.

ASSINE, M. L. Sedimentação na bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil. 2003. x, 106 f. Tese (livre-docência) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/108382>> .

BHATT, C. M.; RAO, G. S.; MANJUSREE, P.; BHANUMURTHY, V. Potential of high resolution satellite data for disaster management: a case study of Leh, Jammu & Kashmir (India) flash floods, 2010. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 2(4), 365-375, 2011.

BRAGA, T. M.; DE OLIVEIRA, E. L.; GIVISIEZ, G. H. N.. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. *Anais*, p. 1-17, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. 2003. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=4100>>.

_____. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2013. V. 15, 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>> .

_____. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Biomas. 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/pantanal>>.

BROOKS, H. E.; LEE, J. W.; CRAVEN, J. P. The spatial distribution of severe thunderstorm and tornado environments from global reanalysis data. *Atmospheric Research*, 67, 73-94, 2003.

CAPRIOLI, M.; SCOGNAMIGLIO, A. Methods for Multitemporal Analysis of Satellite Data Aimed at Environmental Risk Monitoring. *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 1, 287-292, 2012

CEPED, UFSC. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2010: volume Brasil. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2012.

_____. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2iD. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2016. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml>>

DE CASTRO, A. L. C. Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres. Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Especial de Políticas Regionais, Departamento de Defesa Civil, 1998.

DEFESA CIVIL DE SÃO BERNARDO DO CAMPO - SP. Enchente, Inundação, Alagamento ou Enxurrada? Equipe da Defesa Civil de São Bernardo do Campo - SP, 2011. Disponível em: <<http://dcsbcsp.blogspot.com.br/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html>>

DENIS, G. et al. The evolution of Earth Observation services in Europe and its effects on the performance of emergency response services. *Acta Astronautica*, v. 127, p. 619-633, 2016. ISSN 0094-5765.

DOHERTY, P.; GUO, Q.; LIU, Y.; WIECZOREK, J.; DOKE, J. Georeferencing incidents from locality descriptions and its applications: a case study from Yosemite National Park search and rescue. *Transactions in GIS*, 15(6), 775-793, 2011

ELSEVIER BV. Science Direct. Databases. 2017b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>.

_____. Scopus. Databases. 2017a. Disponível em: <<https://www.scopus.com/>>

FAPESP et al. - SciELO - Scientific Electronic Library Online. Databases. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>>.

GOERL, R. F.; KOBİYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa: ABRH, 2005.

GOERL, R. F.; KOBİYAMA, M.; PELLERIN, J. R. G. M. Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: estudo de caso do município de Rio Negrinho–SC–doi: 10.4025/bolgeogr. v30i1. 13519. Boletim de Geografia, v. 30, n. 1, p. 81-100, 2012.

GOOGLE INC. Google Earth. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-br/earth/>>. 2017.

GUHA-SAPIR, D; BELOW, R; HOYOIS, P. EM-DAT: International disaster database. Catholic University of Louvain: Brussels, Belgium, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de biomas e de vegetação. 2004. Disponível

em:<<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>

_____. Censo 2010. 2010. Disponível em:<<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Sinopse do Censo Demográfico 2010. IBGE-Censo. 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=50&dados=0>>.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Organização do território. Malha Municipal Digital do Brasil 2015. IBGE–Cidades@. 2016. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/UFs/>

IEEE. IEEE Xplore. Databases. 2017. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>>

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. São José dos Campos: INPE. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/caso_sig_setembro_2014_a.pdf>. 2014.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Synthesis Report: Glossary. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/annexessglossary-e-i.html>. 2007.

JENKS, G. F. The data model concept in statistical mapping. International yearbook of cartography, v. 7, p. 186-190, 1967.

JOHN W. & SONS. Wiley Online Library. Databases. 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/>>

KAWAMURA, M.; TSUJINO, K.; SHIMADA, T.; TSUJIKO, Y. Disaster damage detection and its recovery support system of road and railroad using satellite images. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci, 8, 314-319, 2010.

KEHINDE, B. Applicability of Risk Transfer Tools to Manage Loss and Damage from Slow-onset Climatic Risks. Procedia Economics and Finance, v. 18, p. 710-717, 2014. ISSN 2212-5671.

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

KOBIYAMA, M. Mapeamento de Áreas de Risco para Prevenção de Desastres Hidrológicos com Ênfase em Modelagem Hidrogeomorfológica. Porto Alegre: UFRGS/IPH/GPDEN, 2014.

LAWAL, D. U. et al. Geographic information system and remote sensing applications in flood hazards management: A review. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, v. 3, n. 9, p. 933-947, 2011. ISSN 20407459 (ISSN).

LI, L. Y.; XU, T. B.; CHEN, Y. Improved Urban Flooding Mapping from Remote Sensing Images Using Generalized Regression Neural Network-Based Super-Resolution Algorithm. *Remote Sensing*, v. 8, n. 8, Aug 2016. ISSN 2072-4292.

LI, Q. G.; KANG, L.; TANG, D. Q.; ZHU, Y. L. Applications on spatial information technology in natural disasters. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 1396-1400, 2011.

LI, X. et al. Ten years after Hurricane Katrina: monitoring recovery in New Orleans and the surrounding ervi using remote sensing. *Science Bulletin*, v. 61, n. 18, p. 1460-1470, 2016. ISSN 2095-9273.

MANTOVANI, J. R. A. Uso de geotecnologias para elaboração de um modelo de mapeamento de áreas suscetíveis à inundação e/ou alagamento, na bacia hidrográfica do Córrego Indaiá – MS. Três Lagoas: UFMS. (Dissertação de Mestrado), 2016.

MARCELINO, E. V. Desastres Naturais e Geotecnologias: conceitos básicos. São José dos Campos: INPE, 2007.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. *Caminhos de Geografia*, v. 7, n. 17, 2006.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H. S.; ZEE, D. M. W. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Rio de Janeiro: FBDS, 2009.

MARINCIONI, F. Information technologies and the sharing of disaster knowledge: the critical role of professional culture. *Disasters*, 31(4), 459-476, 2007.

MARTINEZ, R.; GARANGANGA, B. J.; KAMGA, A., LUO, Y.; MASON, S.; PAHALAD, J.; RUMMUKAINEN, M. Regional Climate Information for Risk Management: Capabilities. *Procedia Environmental Sciences*, 1, 354-368, 2010.

MARTINS, J. A. et al. Climatology of destructive hailstorms in Brazil. *Atmospheric Research*, v. 184, p. 126-138, 2017. ISSN 0169-8095.

MEJRI, O.; MENONI, S.; MATIAS, K.; AMINOLTAHERI, N. Crisis information to support spatial planning in post disaster recovery. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22, 46-61, 2017.

OLÍMPIO, J. L. S.; ZANELLA, M. E. Distribuição espaço-temporal dos desastres naturais associados à dinâmica climática no Estado do Ceará. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 30, p. 110-131, 2015.

PAIVA, L. A. & MERCANTE, M. A. Zoneamento ecológico econômico como instrumento de gestão ambiental: modelo de aplicação no Pantanal de MS. *GEOGRAFIA (Londrina)*, v.13, nº 2, 37-51, 2010.

PENNING-ROWSELL, E.; WILSON, T. Gauging the impact of natural hazards: the pattern and cost of emergency response during flood events. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 31(2), 99-115, 2006.

POURSANIDIS, D.; CHRYSOULAKIS, N. Remote Sensing, Natural Hazards and the contribution of ESA Sentinels missions. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 2017. ISSN 2352-9385.

PREFEITURA DE PORTO MURTINHO. Notícias. Disponível em: <<http://www.portomurtinho.ms.gov.br/noticias/geral/1454/corpo-do-comandante-da-embarcacao-que-naufragou-no-rio-paraguai-e-encontrado>> . 2014.

QGIS. Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. 2017. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>

RANA, M. S.; GUNASEKARA, K.; HAZARIKA, M. K.; SAMARAKOON, L.; SIDDIQUEE, M. Application of remote sensing and GIS for cyclone disaster management in coastal area: A case study at Barguna district, Bangladesh. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, 38(Part 8), 122-126, 2010.

REIS, J. T. et al. Mapeamento da vulnerabilidade a desastres hidrológicos nos municípios de Alto Feliz e São Vendelino/RS como forma de contribuição à engenharia de sedimentos. *Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos (ENES)*, 2014.

REIS, J.T.; MADRUGA, R.A.; NARVAES, I.S.; LIMA JUNIOR, E.R.; SAUSEN, T.M. Avaliação dos desastres naturais ocorridos no Rio Grande do Sul de 2007 a 2011. In: *Congresso Brasileiro Sobre Desastres Naturais*. Rio Claro, SP-Brasil. 2012.

REUTERS, T. EndNote X5. Thomson Reuters: Philadelphia, PA, USA, 2011. *Mídia digital*.

_____. Web of Science. Databases. 2017. Disponível em: <<http://apps-webofknowledge.ez51.periodicos.capes.gov.br/>>

ROSA, M. R. et al. Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai. Brasília: WWF-Brasil, Ecoa, Conservation International, Avina, SOS Pantanal, 2009.

SILVA, J. D. S. V. da; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 33(13), 1998, pp. 1703-1711.

SORIANO, B. M. A. Caracterização climática da sub-região da Nhecolândia, Pantanal-MS. *Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal*, v. 2, 1996.

SOUSA JUNIOR, M. A.; LACRUZ M. S. P. Monitoramento de desastres naturais utilizando imagens MODIS - estudo de caso: Pantanal. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.739-748, 2006.

SOUZA, A. P. et al. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. *Nativa*, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

STANCELIE, G.; CRACIUNESCU, V.; IRIMESCU, A. Development of a downstream emergency response service for flood and related risks in Romania based on satellite data. In: LANG, M.; KLIJN, F., et al (Ed.). 3rd European Conference on Flood Risk Management. Cedex A: E D P Sciences, v.7, 2016. (E3S Web of Conferences). ISBN 2267-1242.

TATE, E., BURTON, C. G.; BERRY, M.; EMRICH, C. T.; CUTTER, S. L. Integrated hazards mapping tool. *Transactions in GIS*, 15(5), 689-706, 2011.

TEIXEIRA, B.S., ORSINI, J.A.M, CRUZ, M.J. (Eds.), *Modelagem Climática e Vulnerabilidades Setoriais à Mudança do Clima no Brasil*. Editora Biblioteca de Política em C&T do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação Biblioteca de Política em C&T do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília, pp. 49-90, 2016.

VAN WESTEN, C. J. Remote sensing and GIS for natural hazards assessment and disaster risk management. *Treatise on Geomorphology*, edited by: Shroder, J. and Bishop, MP, Academic Press, San Diego, CA, 3, 259-298, 2013.

ZAVATTINI, J. A. As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 212 p. ISBN 978-85-7983-002-0. Available from SciELO Books.

ZENG, J.; ZHU, Z. Y.; ZHANG, J. L.; OUYANG, T. P.; QIU, S. F.; ZOU, Y.; ZENG, T. Social vulnerability assessment of natural hazards on county-scale using high spatial

resolution satellite imagery: a case study in the Luogang district of Guangzhou, South China. *Environmental Earth Sciences*, 65(1), 173-182, 2012.