

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM RISCO DE INUNDAÇÃO POR MEIO DE ANÁLISE AMBIENTAL E GEOPROCESSAMENTO

Areas Identification of Flood Risk by Means of Environmental Analysis and Geoprocessing

Victória Lixinski Zanin

Universidade Federal de Santa Maria

Colégio Politécnico da UFSM

Av. Roraíma, nº1000, Campus UFSM, Prédio 70

Lixinski.v@gmail.com

Isabela Silveira Mello

Universidade Federal de Santa Maria

Colégio Politécnico da UFSM

Av. Roraíma, nº1000, Campus UFSM, Prédio 70

isaasmello@hotmail.com

Pâmela Aude Pithan

Universidade Federal de Santa Maria

Colégio Politécnico da UFSM

Av. Roraíma, nº1000, Campus UFSM, Prédio 70

pamelapithann@gmail.com

Resumo:

As enchentes, na maioria dos casos, são fenômenos decorrentes eventos de precipitação, que em intensidades extremas e longas durações têm produzido consequências devastadoras, tanto por força da mudança climática em escala global, quanto pela falta de planejamento territorial em nível regional. Tais eventos manifestam-se rapidamente, principalmente em bacias hidrográficas formadas por microbacias de relevo montanhoso e jusantes em várzeas aluviais. Nessas áreas, as enchentes causam grandes prejuízos às pessoas atingidas, dificultando a saída, dos flagelados e seus pertences para locais mais seguros (MIOLA, 2013). Este estudo pesquisou a microbacia do Rio Jaguari que pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai e tem sua foz na margem superior do Rio Ibicuí. O presente estudo teve o objetivo de identificar as áreas suscetíveis a enchentes existentes em um trecho da microbacia do Rio Jaguari, em JAGUARI-RS, analisando as áreas de alague no software livre Vista Saga, desenvolvido na Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ e os mapas foram gerados pelo software livre Quantum GIS. Os estudos realizados nestas áreas sugerem que possa ser desenvolvida junto ao município uma forma de apoio à população, indicando as áreas de enchentes com base em acontecimentos anteriores e análises ambientais da área de estudo. A metodologia consiste em análises de dados vetoriais e matriciais. Tendo essa metodologia fez-se a análise do solo, da geologia e declividade, visando demonstrar as melhores combinações para o risco de enchente no município. Tais análises quantificaram e especializaram as áreas suscetíveis ao alague. Espera-se que ao identificar as áreas de ocorrência de inundações poderão gerar ações futuras que possam contribuir para o impacto ambiental e social do município de JAGUARI-RS, para que seja possível produzir uma série de informações

Anais do COBRAC 2016 - Florianópolis –SC – Brasil - UFSC – de 16 à 20 de outubro 2016

que sirvam como informação e apoio, pois através deste as populações ribeirinhas poderão estar preparadas para tais acontecimentos futuros.

Palavras-chave: Microbacia; Inundações; População; Risco;

Abstract: The floods are extreme precipitation events, which have produced devastating consequences by virtue of climate change on a global scale, and the lack of territorial planning at the regional level. Such events manifest quickly, especially in river basins formed by mountainous catchments and Downstream relief floodplains flood. In these areas, the floods cause major damage to the affected people, making the output of flagellates and their belongings to safer places (MIOLA, 2013). This study investigated the watershed Jaguari River belongs to basin of the River Uruguay and has your estuary in the bank of the River Ibicuí. This study aimed to identify areas susceptible to existing flooding in a watershed excerpt Rio Jaguari in JAGUARI-RS, analyzing areas of alague the Free Software Vista Saga developed at the Federal University of Rio de Janeiro - UFRJ and maps were generated by free software Quantum GIS. The studies maked in these areas suggest that we can developed with the municipality a way to give support to the population, indicating the areas of flooding based on previous events and environmental analysis of the study area. The methodology consists in vector and raster data analysis. Having this methodology was meke the analysis of soil, geology and slope, aiming to demonstrate the best combinations for the risk of flooding in the city. Such analysis quantified and specialized areas susceptible to alague. With it is hoped that by identifying the areas of occurrence of floods may generate future actions that will can contribute to the environmental and social impact of the municipality of JAGUARI-RS, so that you can produce a series of information to serve as information and support, as through this coastal communities may be prepared for such future events.

Keywords: Watershed; Flood; Population Risk;

1 INTRODUÇÃO

Regiões ribeirinhas em planícies de inundação são mais propensas aos impactos das grandes cheias. Tucci (1993) interpreta o escoamento superficial em bacias hidrográficas, como uma “produção” de água para escoamento rápido e, portanto, as vertentes seriam as fontes produtoras. A água das vertentes, por sua vez, tem como destino imediato a rede de drenagem, que se encarrega de transportá-la à seção de saída da bacia. Na zona de inundação da bacia há um comportamento ambíguo, ora de produção, quando os rios estão com os níveis de água baixos e as vertentes atuando como fornecedoras de água para esses; ora de transporte, quando os rios estão em cheia, com a zona de inundação usada para o escoamento. Tais efeitos são recorrentes na bacia hidrográfica do Rio Jaguari, abrangendo grande parte da área urbana do Município de mesmo nome, no estado do Rio Grande do Sul (RS). Diante desta realidade, as comunidades que habitam estas áreas necessitam saber com a máxima antecedência possível sobre a possibilidade de inundação dos locais onde se encontram. Seja por condicionantes naturais de inundação da várzea ribeirinha, ou intensificado por ações antrópicas, os eventos de enchentes e inundações nas áreas urbanas causam transtornos para as populações e, muitas vezes resultam em perdas

humanas. De acordo com EM DAT (OFDA CRED, 2009), os fenômenos que mais causam desastres no Brasil são os de inundação, enchentes e escorregamentos. Somente em 2008 houve quase 1,8 milhões de pessoas afetadas por desastres hidrológicos. Por isso, deve-se entender que o desencadeamento de fenômenos como enchentes e inundações, relaciona-se a uma conjunção de fatores naturais, podendo ser ligados à ação humana.

Dentre os fatores naturais, considera-se a precipitação, o comportamento fluvial, a morfometria e o relevo. Dentre os fatores antrópicos, consideram-se os fatores estruturais, “quando ocorre a modificação do rio” e não estruturais, “quando o homem convive com o rio”, (TUCCI-2002). Um local com recorrentes eventos hidrológicos tem sido o município de Jaguari-RS. Verificou-se neste artigo que a bacia é morfometricamente susceptível a ocorrência de enchentes e inundações, e que além das causas climáticas, a forma de urbanização interfere para que se agrave a dinâmica das cheias. A retirada da cobertura vegetal e as más práticas de utilização da terra aumentaram o escoamento superficial, carreando sedimentos para os cursos d’água, provocando assoreamento e as inundações urbanas gerando prejuízos diversos à população. Tais fatores associam-se ao manejo inadequado e a antropização desordenada das bacias hidrográficas, gerando o impacto das cheias com o pico das chuvas (DIAS, 1999).

Foram utilizadas técnicas e ferramentas de geoprocessamento e SIG para o desenvolvimento de todas as etapas do processo de análise ambiental e do risco de inundações. Segundo Xavier da Silva (2001) geoprocessamento é um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados (que são registros de ocorrências) georreferenciados, para os transformar em informação (que é um acréscimo de conhecimento) relevante. De acordo com a Federal Interagency Coordinating Committe (1988) SIG é um sistema de apoio à decisão que envolve a integração de dados georreferenciados num ambiente orientado para resolução de problemas.

As áreas de riscos de enchentes, pelas suas características naturais e antrópicas, apresentam-se vulneráveis, pois estão sujeitas a fenômenos prejudiciais à qualidade ambiental (GOES & XAVIERDA- SILVA, 1996). Entende-se como **risco** as consequências prejudiciais, ou esperadas, resultantes da interação entre perigos naturais e, ou, induzidos pela ação do homem e as condições de vulnerabilidade (UN – ISDR, 2004). Atualmente é considerado como risco como a combinação da probabilidade de um evento e suas consequências negativas (UN-ISDR, 2009). Para se compreender o termo risco, faz-se necessário a compreensão de dois conceitos chaves: susceptibilidade e vulnerabilidade. Enquanto **vulnerabilidade** é definida como o grau de susceptibilidade do elemento exposto ao perigo. (UNISDR, 2009), a **susceptibilidade** corresponde à possibilidade de ocorrência do fenômeno, desconsiderando os danos. (UN-ISDR, 2009). Os objetivos gerais desta pesquisa será visualizar as áreas susceptíveis as inundações e quais as combinações de solo, geologia e declividade mais contribuem para esse fenômeno das cheias do Rio Jaguari através de análises ambientais que segundo OLIVEIRA (2006) Corresponde ao estudo dos diversos fatores e forças do ambiente, às relações entre eles ao longo do tempo e seus efeitos ou potenciais efeitos sobre a empresa, sendo baseada nas percepções das áreas em que as decisões estratégicas da empresa deverão ser tomadas.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Material

Para este estudo utilizou-se como ferramenta o geoprocessamento, através dos softwares: SAGA/UFRJ (Sistema de Análise Geoambiental), Quantum GIS e Spring. Os dados vetoriais e

matriciais foram disponibilizados pelo Laboratório de Ecologia da UFRGS e Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Os dados sobre a geologia e solo foram disponibilizados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e os dados sobre o município foram disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

2.2 Metodologia

O território municipal de Jaguari pertence à microrregião de Santa Maria, segundo o IBGE, composta pelos municípios de Cacequi, Dilermando de Aguiar, Itaara, Jaguari, Mata, Nova Esperança do Sul, Santa Maria, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, São Sepé, São Vicente do Sul, Toropi, e Vila Nova do Sul, que se localiza no centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Segundo o SEBRAE, a superfície do município de Jaguari é de 685,30 Km², distante aproximadamente 400 km de Porto Alegre, 105 km de Santa Maria, centro geográfico do Estado. Jaguari tem uma população de 11.650 habitantes, numa altitude de 160 m, clima subtropical, tendo como via de acesso a BR 287.

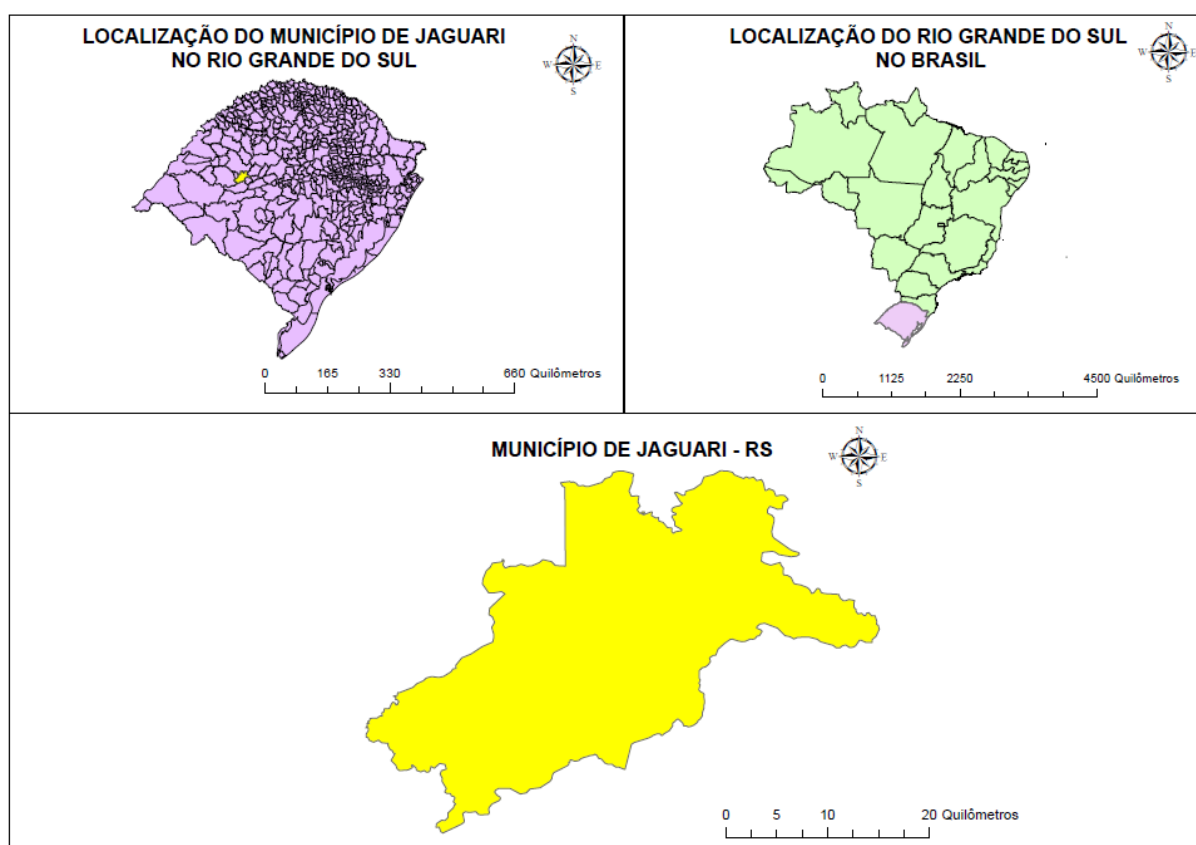


Figura 1 – Mapa de localização do município de Jaguari. Fonte: Arquivo próprio



Figura 2 – Localização - Bing Maps / Fonte: Rádio Municipal de Jaguarí

O uso de geoprocessamento como metodologia de pesquisa ambiental, apresentam procedimentos analíticos denominados avaliações ambientais, para áreas de riscos de enchentes, necessários à obtenção de informações confiáveis para o apoio à tomada de decisão quanto ao controle ambiental. As estimativas de riscos fornecem áreas sujeitas ao processo de inundações e o uso de geoprocessamento permite estimar áreas com altas possibilidades de enchentes (BERGAMO, 1999).

A primeira etapa desta pesquisa consistiu na coleta de uma base de dados vetoriais e matriciais confiáveis, disponibilizados gratuitamente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Laboratório de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (UFRGS). Após a criação dessa base de dados começou a elaboração de mapas com base nos dados do IBGE e UFRGS, como hidrografia, mancha urbana, limite do município, rede viária etc. Através do SRTM, foi elaborado mapa de declividade e reclassificado utilizando-se da metodologia proposta por DE BIASE (1992). Também foi gerado o mapa de solos, sendo identificado na área de estudo 3 tipos de solos, sendo eles Argissolo Vermelho, Neossolo Litólico e Planossolo Háplico.

Após o mapa de solos, foi gerado o mapa de Geologia, sendo identificado 6 diferentes tipos de formações geológicas no município, sendo elas as formações: Botucatú, Caxias, Depósitos Aluviais, Gramado, Guará e Sanga do Cabral. Foi gerado também o mapa de declividade pela reclassificação de DE BIASE:

CLASSES DE DECLIVE (%)
0% - 5%
5% - 12%
12% - 30%
30% - 47%
Maior 47%

Fonte: DE BIASE (1992)

Posteriormente foi gerado no Spring o mapa de Uso da Terra, com a composição RGB 654 imagem Landsat OLI 8, disponibilizado pela USGS. Foi utilizado o método da DISTÂNCIA para fazer a classificação. Depois das etapas anteriores vencidas, no Vista Saga foi elaborado toda a análise ambiental da pesquisa, mostrados abaixo nos resultados.

A análise ambiental foi realizada conforme a formulação de média ponderada proposta a seguir:

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n P_{ij(k)} \times N_{ij(k)}$$

Em que:

A_{ij}: possibilidade de ocorrência do evento analisado no elemento (pixel) i,j da matriz (mapa) resultante; **P_{ij(k)}**: peso (percentual) da contribuição do parâmetro "k", em relação aos demais, para a ocorrência do evento analisado; **N_{ij(k)}**: nota, segundo o(s) avaliador(es), dentro da escala de "0 a 10", da ocorrência do evento analisado, na presença da classe encontrada na linha i, coluna j do mapa k; **n**: número de parâmetros (mapas) utilizados;

A partir desta formulação de Análise Ambiental, podem ser feitas as seguintes proposições, segundo Xavier da Silva (2001): A_{ij} exprime a possibilidade resultante do produto da formulação ambiental, numa escala de 0 a 10, para a ocorrência de um evento, ou entidade ambiental, que seja causado, em princípio, pela atuação convergente dos parâmetros ambientais nela considerados; os dados envolvidos na avaliação podem ser lançados em uma escala ordinal que varie entre 0 e 10 ou entre 0 e 100, para que seja gerada uma amplitude de variação suficiente a permitir maior percepção da variabilidade das estimativas; a normalização dos pesos, restritos entre os valores 0 e 1, resulta na definição do valor do peso atribuído a um mapa como o valor máximo que qualquer das classes daquele mapa pode assumir. Por exemplo: atribuir um peso de 40% ao parâmetro "declividades", numa análise, significa que o máximo que uma determinada classe deste mapa pode contribuir na determinação da probabilidade de ocorrência do evento analisado é de 4, numa escala de 0 a 10 (MARINO et al, 2013).

Foram gerados mapas de Uso da Terra, Malhas como rede viária, rede hidrográfica etc; Mapa de Solo, Geologia e Declividade. Os mapas temáticos exceto o Uso da Terra foram gerados do QGIS 2.6 em escala de 1:50.000. O mapa de Uso da Terra foi gerado no Spring.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas de riscos de enchentes se distribuem basicamente e significativamente no município na área de influência inundada do Rio Jaguari (várzea e baixos terraços), sendo acentuadas pelo abandono de lixo em sangas próximas ao rio e do aumento significativo de um dos bairros mais atingido pela cheia do rio. Convém aqui lembrar que o risco ambiental representado em Mapas Digital Classificatório Simples, cujas classes acham-se registradas em escala nominal, foi distribuído nas seguintes categorias: alto, médio, baixo.

Para o município de Jaguari, as avaliações ambientais para as áreas de riscos de enchentes foram realizadas atribuindo-se a estas classes de cada plano de informação ou parâmetro. A seguir são discutidas as considerações ambientais específicas dos parâmetros influenciadores:

- declividade (peso 40%): as classes que mais influenciaram nas áreas de enchentes foram: 0-5% (nota 10), 5-12% (nota 9) 12-30% (nota 6) e 30-47% (nota 1). A categoria que recebeu nota 10 foi declividade entre 0 a 5%, considerada como baixo gradiente morfométrico. Correspondem às baixas feições geomorfológicas várzeas e terraços fluviais. As demais classes estão associadas aos terraços. A morfometria do relevo tem interferência na hidrodinâmica;

- Solos (peso 15%): as classes de solo que tiveram maior influência para as enchentes no município de Jaguari foram às classes de solos ARGISSOLO VERMELHO NEOSSOLOS LITÓLICO E PLANOSSO HÁPLICO, sendo neossolo apresentando nota 10. Esta classe de solo no período chuvoso apresentam-se com o nível do lençol freático elevado, propiciando afloramento do aquífero, ocasionando o alagamento em algumas áreas.

- Geologia (peso 10%): as classe geológicas identificadas foram 6, sendo elas todas de grande influência nas cheias por sua formação. As classes com (nota 10) foram Depósitos Aluviais e Guará, o tipo de formação corrobora muito para o escoamento superficial rápido, causando assoreamento em bordas de rio. Já com (nota 9) Gramado em seguida Sanga do Cabral e Caxias com (nota 8). Botucatu é a formação geológica que menos influência nas cheias, recebendo a (nota 1).

- Uso e ocupação da Terra (peso 25%): as classes que mais influenciaram para o flagelo ambiental enchentes, no município de Jaguari, foram vegetação de campos inundáveis (nota 8), solo exposto (nota 10), áreas de água (nota 10), área de lavoura com (nota 6). As áreas de floresta (nota 1) apresentou menor escoamento de água e por sua vez maior infiltração no solo. Das cinco classes ordinais geradas pela combinação dos planos de informações com a aplicação do Sistema de Apoio a Decisão (SAD), foram extraídas informações relevantes sobre as áreas de riscos de enchentes para cada uma das categorias. Está registrada no Mapa Digital de Riscos de Enchentes (Figura 2).

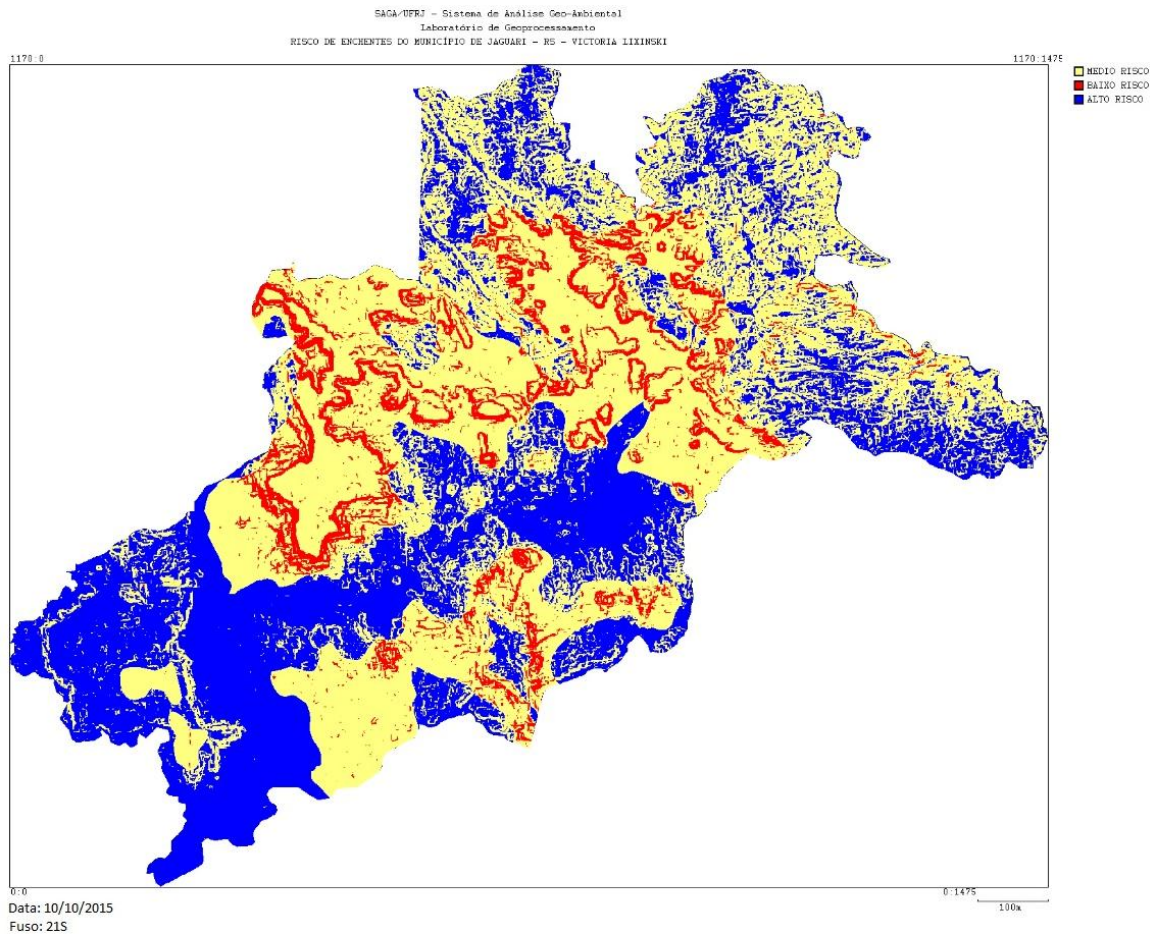


Figura 2 – Mapa de risco de inundação do município. Fonte: Autores

- **(altíssimo/alto risco)**: áreas sempre sujeitas a enchentes. Avaliação entre 10 a 8 na escala ordinal de 0 a 10.
- **(médio risco de enchentes)**: ocasionalmente são áreas afetadas por enchentes razoáveis. Nota 6 a 5 na escala ordinal de 0 a 10.
- **(baixo risco de enchentes)**: áreas de baixa vulnerabilidade a inundações. Nota 4 a 1 na escala ordinal de 0 a 10.

4 CONCLUSÕES

O município de Jaguari apresenta situações ambientais caracterizadas por condicionantes naturais e antrópicos, singulares à realidade dos cenários. Os fatores antrópicos induziram a proliferação intensa de áreas com instabilidades ambientais (enchentes) resultantes, principalmente, pelas áreas de fraco gradiente topográfico e pela presença antrópica e por consequência a geração de lixo e poluição de pequenas sangas ao redor das áreas alagadas. No trabalho apresentado, as avaliações ambientais realizadas com o apoio do geoprocessamento mostraram a realidade ambiental do município, traduzida pela magnitude das áreas de riscos de

enchentes mapeadas. Com base nestes resultados, são apresentadas recomendações de procedimentos a serem adotados para as distintas áreas, visando à ocupação ordenada do solo:

- **Alto risco de enchentes:** viabilizar politicamente o manejo das bacias hidrográficas dos afluentes do Rio Jaguari, setorizando as áreas com restrição de uso e com potencial para a produção de água. Manejar com consciência os fragmentos florestais, estes exercem influência na recarga do lençol freático, sendo responsáveis pelo fluxo básico das bacias hidrográficas, segurando água nas vertentes, regularizando a saída de água na bacia, ajudando a reter a água e soltá-la lentamente para os leitos dos rios, minimizando os processos erosivos, diminuindo o escoamento superficial, o carreamento de sedimentos e a redução do assoreamento da calha dos rios.

- **Médio risco de enchentes:** adoção de medidas biológicas, com o plantio de espécies nativas de mata visando diminuir o escoamento superficial nas altas encostas mais críticas.

- **Baixo risco de enchentes:** manejar conscientemente os fragmentos florestais existentes nestas áreas; reduzir o pisoteio do gado nas encostas; evitar queimadas, para que a vegetação espontânea possa evoluir para pasto sujo, capoeira e floresta secundária; adoção de medidas biológicas, com o plantio de espécies nativas de mata visando diminuir o escoamento superficial.

Referências Bibliográficas

BERGAMO, R. B. A. *Diagnóstico ambiental no município de Mangaratiba, RJ: uma análise por geoprocessamento*. 1999. 237 f. Dissertação (Mestrado em Geologia de Engenharia e Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo: 2 ed. Edgard Blücher, 1980. 188 p.

CHRISTOFOLETTI, A. *Análise de Sistemas em Geografia*. 2.ed., São Paulo: HUCITEC, 1974.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Brasília. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br>>. Acessado em 5 de set. 2015.

DE BIASE, M. **Carta de declividade de vertentes:** confecção e utilização. *Geomorfologia*, v. 21, p. 8-13, 1970.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília. Disponível em: < <https://www.embrapa.br>>. Acessado em 5 set.2015.

GOES, M. H. B. *Diagnóstico ambiental por geoprocessamento do município de Itaguaí*. 1994. 529 f. Tese (Doutorado em Geografia) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro.

GOES, M. H. B.; XAVIER-DA-SILVA, J. **Uma contribuição metodológica para diagnósticos ambientais por geoprocessamento.** In: SEMINÁRIO DE PESQUISA SOBRE O PARQUE ESTADUAL DE IBITIPOCA, 1., 1996,

Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: Núcleo de pesquisa e Zoneamento Ambiental da UFJF, 1996. p. 13-23.

HASENACK, H.; Weber, E. (org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000.** Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3). ISBN 978-85-63483-00-5 (livreto) e ISBN 978-85-63843-01-2 (DVD).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2015.

LABGEO – Laboratório de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasília 2015. Disponível em: < <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>>. Acesso em 5 de set. 2015.

MARINO, T. B.; GOES, M. H. de B.; SILVA, N. M. F. da. **Geoprocessamento no Apoio à Avaliação da Qualidade de Vida no Município de Seropédica (RJ).** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (2013).

MIOLA, Alessandro. C. *Planejamento para comunidades rurais em situação de enchente.* Tese de doutorado. –Universidade Federal de Santa Maria/ Santa Maria, 2013 .

RUHOFF, A. L. **Gerenciamento de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas: Modelagem Ambiental com a Simulação de Cenários Preservacionistas.** 2004. 93f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, II. 1993 São Paulo. **Anais São Paulo:** Universidade de São Paulo, 1993. v. 1, p. 609-628.

TUCCI, Carlos EM. Drenagem urbana. **Ciência e cultura**, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003.

USGS - Serviço Geológico dos Estados Unidos. New York. Disponível em: < <http://www.usgs.gov/>>. Acesso em 1 dez. 2015.

VENTURIERI, A.; SANTOS, J.R. dos. Técnicas de classificação de imagens para análise da cobertura vegetal. In: ASSAD, E. D. & SANO, E. E. (Org.). **Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura.** 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 351-371.

Anais do COBRAC 2016 - Florianópolis –SC – Brasil - UFSC – de 16 à 20 de outubro 2016



12º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial
10º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países do Mercosul
7º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países da América Latina
ISBN 1980 - 4520

XAVIER DA SILVA, J.; ZIDAN, R. T. **Geoprocessamento e Análise Ambiental**, aplicações. Bertand Brasil, 2011.

XAVIER-DA-SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. **Sistemas de Informação Geográfica: uma proposta metodológica**. In: CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, IV.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. Geoprocessamento para Análise Ambiental. Rio de Janeiro: J. Xavier da SILVA, 2001. 228 p.