



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE MULTICRITÉRIO DA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIO GRANDE, BAIXADA DE JACAREPAGUÁ (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO).

Paulo Walter Freire do Nascimento^(a), Vivian Castilho da Costa^(b).

^(a) Mestrando em Geografia, PPGEO/UERJ, paulow-rj@hotmail.com

^(b) Professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, vivianuerj@gmail.com

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

RESUMO

Localizada na Baixada de Jacarepaguá, na cidade do Rio de Janeiro, a bacia hidrográfica do rio Grande é um exemplo de um ambiente natural que vem sendo rapidamente alterado pela urbanização. Desde meados do século XX, esta bacia vem sofrendo alterações ambientais devido à incorporação da Baixada de Jacarepaguá a zona de expansão municipal. Com isso, a remoção da cobertura vegetal e a introdução de novas formas de uso da terra têm gerado impactos negativos, levando a intensificação dos processos naturais e acarretando consequências à sociedade, como o exemplo as inundações urbanas. Este trabalho tem o objetivo de aplicar a análise multicritério do método de Avaliação Ambiental do Vista - SAGA/UFRJ na elaboração do mapeamento e identificação das áreas mais suscetíveis à ocorrência de inundações. Os resultados obtidos podem servir como importantes instrumentos de apoio à tomada de decisão no planejamento e gestão da bacia do rio Grande.

PALAVRAS- CHAVES: Geoprocessamento – Inundações urbanas - Bacia Hidrográfica

1. INTRODUÇÃO

Localizada na Baixada de Jacarepaguá, na cidade do Rio de Janeiro, a bacia hidrográfica do rio Grande é um exemplo de ambiente natural que vem sendo rapidamente alterado pela urbanização. Desde meados do século XX, esta bacia vem sofrendo alterações ambientais devido à incorporação da Baixada de Jacarepaguá a zona de expansão municipal. Com isso, o desmatamento e a urbanização desordenada têm gerado impactos negativos, potencializando processos como deslizamento de encostas, erosão e as inundações, que estão fortemente associados à degradação de áreas suscetíveis.

Na tentativa de garantir a função ambiental e evitar que áreas potenciais, diz-se suscetíveis, se transformem em áreas de risco, a legislação ambiental prevê a existência de áreas de preservação permanente ao longo de rios, lagos e lagoas, em encostas íngremes e



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

topos de morro, são as chamadas APPs (Área de Preservação Permanente). Essas áreas, naturalmente mais suscetíveis a processos como inundações e escorregamentos, estão protegidas legalmente, inclusive em áreas urbanas. Contudo, é importante lembrar que mesmo com a existência destas APPs, o modelo de ocupação na bacia do rio Grande e a distribuição de renda extremamente desigual produziu espaços segregados totalmente degradados em que parcela significativa da população pobre foi obrigada, por exemplo, a viver em áreas marginais sujeitas a inundações e encostas íngremes sujeitas a deslizamentos (CARVALHO, 2013).

Segundo Cerri (1999), para que exista “uma situação de risco, é necessário que haja a possibilidade de ocorrência de um determinado processo em certo local, bem como que tal ocorrência possa resultar em perdas e danos ao homem”. Nas áreas urbanas onde há concentração populacional, a preocupação com riscos ambientais é maior, isso porque a ocupação humana desordenada não só expõe mais a população como também porque essa ocupação intensifica fenômenos até então de caráter somente natural.

Outro conceito que se relaciona ao estudo de riscos é o de suscetibilidade, que é a possibilidade de ocorrência de um evento (fenômeno relacionado a perdas e danos ao ser humano) em determinada área, com relação a determinado fenômeno (ZANELLA e GIRAIO, 2018). Neste sentido, a suscetibilidade pode ser definida a partir das características naturais da área, ou ser somada a fatores de ocupação em que a ação humana intensifica a suscetibilidade, pois ao impermeabilizar o solo, por exemplo, o homem pode contribuir significativamente para uma alteração na dinâmica hídrica natural (BRUBACHER, 2013).

A bacia hidrográfica do rio Grande escolhida para o presente estudo justifica-se por estar numa área que apresentou grande crescimento populacional nas últimas décadas, resultante da intensificação do processo de expansão urbana. Por conta deste processo de urbanização no que se refere à inundação, que embora seja um fenômeno natural, ela pode também ocorrer em áreas nunca atingidas pelas águas ou não suscetíveis à inundação, mas que se tornaram sujeitas a sua ocorrência devido à ocupação da bacia (SOUZA, 1996). É importante frisar, que o crescimento urbano na bacia do rio Grande está ocorrendo em direção às áreas extremamente suscetíveis, aferidas a partir de monitorias ambientais realizadas entre



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

os anos de 2010 e 2016 pelo autor, o que pode potencializar ainda mais as inundações com a ocupação dessas áreas.

Considera-se que o estudo da suscetibilidade na bacia do rio Grande, utilizando geotecnologias para identificação das áreas mais suscetíveis a inundações a partir do método utilizado na presente pesquisa, pode gerar importantes resultados que sirvam no apoio à tomada de decisão ao planejamento e gestão da bacia do rio Grande, na medida em que sua aplicação permite a combinação de vários elementos, como a geomorfologia, uso e cobertura do solo, altitude, solos, declividade, entre outros para entender o fenômeno das inundações. Para compreender as características das inundações faz-se necessário realizar uma análise integrada de vários elementos do meio físico, o que é facilitado com a criação de um modelo digital do ambiente criado a partir de um banco de dados georreferenciados.

Neste sentido, a presente pesquisa por se tratar de um estudo relacionado ao planejamento ambiental (análise da suscetibilidade ambiental), onde se leva em conta uma gama de variáveis, a Análise Multicritério permite comparar diferentes alternativas, fundamentada em vários critérios, com o objetivo de direcionar os tomadores de decisão para uma escolha ponderada, isto é, definir o grau de pertinência de cada variável e suas respectivas classes para a construção de um mapa síntese, utilizando-se fatores de ponderação sempre que necessário (MOURA, 2007). Desse modo, esta técnica é frequentemente desenvolvida em ambiente de SIG (Sistemas de Informações Geográficas), pois este permite a compreensão, análise e gestão de dados cartográficos de ambientes complexos, sendo capazes de integrar os diversos planos de informações do estudo.

Este trabalho, portanto, tem como objetivo aplicar o método de Avaliação Ambiental do Vista - SAGA/UFRJ (LAGEOP, 2018) para o cruzamento das bases, visando a elaboração do mapa de suscetibilidade a inundações para identificar as áreas mais suscetíveis a inundações na bacia do rio Grande.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

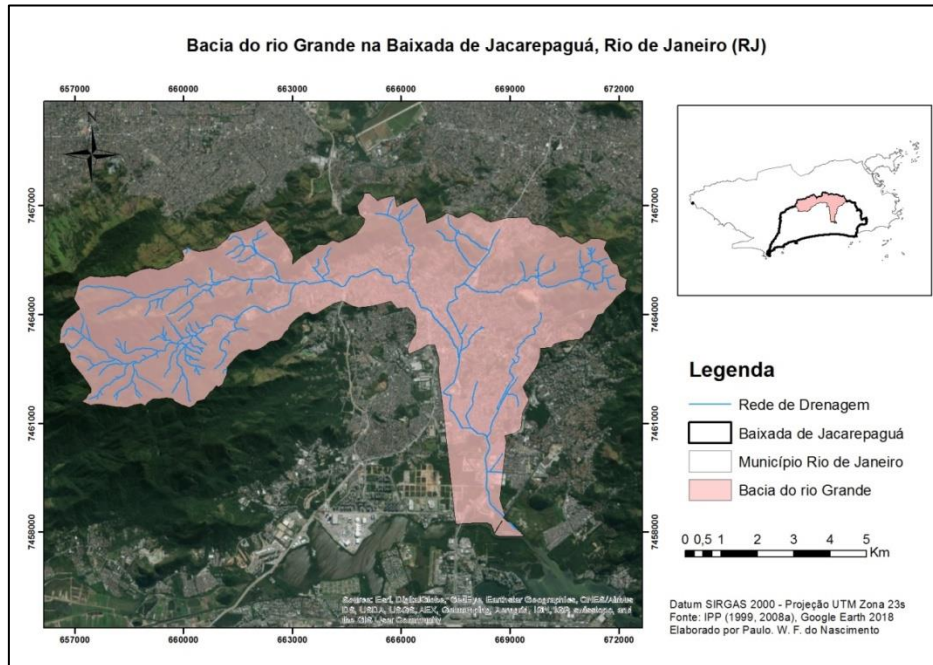


Figura 1: Localização da Área de Estudo

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. MATERIAIS

Os materiais desta pesquisa referem-se ao levantamento das bases cartográficas nas instituições e aos softwares de SIG utilizados na pesquisa para o processamento dos dados e na obtenção dos resultados, os quais são:

- Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Município do Rio de Janeiro de 2016, em escala 1:10.000, do Instituto Pereira Passos (IPP);
- Mapa Pedológico de 2004 do Estado do Rio de Janeiro, em escala 1:25.000, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA);
- Mapa Geomorfológico do Município do Rio de Janeiro de 2017, em escala 1:10.000, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM);
- Mapa de Declividade, em escala 1:10.000 (IPP, 2016), gerado a partir do Modelo Digital de Terreno Hidrologicamente Consistente (MDT-HC);
- Mapa Hipsométrico, em escala 1: 10.000 (IPP, 2016), gerado a partir do Modelo Digital de Terreno Hidrologicamente Consistente (MDT-HC);



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

- Dados de risco à inundação da Fundação Rio-Águas disponíveis no Plano de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro de 2015;
- *Software* de geoprocessamento Vista – SAGA/ UFRJ (2006), Sistema de Análise Geo-Ambiental, disponível para *download* no site do Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ (LAGEOP).

2.2. MÉTODO

Nesta etapa da pesquisa os dados cartográficos (arquivos vetoriais e matriciais) foram processados e, dessa forma, padronizados no sistema de coordenadas projetadas UTM (Universal Transversa de Mercator), Zona 23 sul e Datum para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, conforme estabelecido pela resolução do presidente N° 01/2005 do IBGE.

Após a conversão de *data* dos dados cartográficos, com base no shapefile editado de delimitação da bacia do rio Grande (IPP, 2000) este foi utilizado como máscara para recorte (clipagem) das outras bases cartográficas (variáveis físicas) que comporam a análise multicritério, são elas: pedologia, uso e cobertura do solo, geomorfologia, declividade e hipsometria.

Primeiramente, para produzir o mapa de declividade e hipsometria foi necessário gerar o Modelo Digital de Terreno Hidrologicamente Consistente (MDT-HC) a partir do interpolador *topo to raster* com base nos dados cartográficos de curvas de nível (IPP, 2000), pontos cotados (IPP, 2000), rede de drenagem restituída (IPP, 2008) e limite da bacia do rio Grande (IPP, 2000). Como os shapes foram originados de bases cartográficas na escala de 1:2.000 e 1:10.000, o valor da célula do pixel foi de 2 m. A escolha deste interpolador se deu por ele representar melhor as variações de superfícies menos acidentadas, como é o caso da bacia do rio Grande que apresenta vastas áreas planas.

Para que pudesse fazer uso do módulo de avaliação ambiental do Vista – SAGA, antes foi necessário tratar a base de dados no ArcGIS 10.4 e após isto, aproveitando-se a interoperabilidade possível entre os *softwares*, os *shapes* foram convertidos em raster, no



GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

formato *rs2*, através dos seguintes passos metodológicos sugeridos na dissertação de Conceição (2008): visualização dos arquivos no formato vetorial *shape* e exportação de feições no formato de figura (**tiff*) no ArcGIS 10.4; importação da figura no Vista-SAGA através do módulo componente “CRIAR”; georreferenciamento da imagem, via pontos de controle do ArcGIS 10.4; processo de rasterização, através do reconhecimento automático das cores da figura e nomeação das classes atribuídas às cores do mapa raster. A seguir é apresentado o módulo de Avaliação Ambiental que foi utilizado na elaboração do mapa de suscetibilidade a inundações na bacia do rio Grande:

2.2.1. MÓDULO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL (VISTA – SAGA/ UFRJ):

Antes de realizar as análises multicritérios no módulo de Avaliação Ambiental, alguns procedimentos devem ser realizados conforme foi descrito logo acima (conversão dos mapas temáticos em formato *shape* (ArcGIS 10.4) para o formato próprio do Vista- SAGA). Após isto, os níveis de suscetibilidade a inundações e dos fatores a condicionam, por meio da análise multicritério, foram executadas no Módulo de Avaliação Ambiental.

Para Xavier da Silva e Carvalho Filho (1993), a avaliação ambiental permite com eficiência estimar a importância de cada mapa, para a ocorrência do evento, sendo que para cada situação ambiental são selecionados os principais parâmetros, representados pelos cartogramas digitais básicos da base de dados.

O procedimento para realização das avaliações, conforme Zaidan *et. al* (2007) e Costa (2002), passa necessariamente por uma atribuição de pesos e notas aos diferentes mapas e respectivas legendas envolvidas, conforme o grau de significância com relação à situação analisada. O somatório dos pesos aplicados aos parâmetros não deverá exceder a 100%, de acordo com sua intensidade de participação. Com relação às notas, para as legendas de cada mapa, esses valores variam segundo uma escala ordinal de 0 a 10 (denominada de avaliação não estendida).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Ribeiro (2013) em sua pesquisa fez uso do Módulo de Avaliação Ambiental para gerar o mapeamento de risco a movimentos de massa na Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Pedra Branca, especificamente na vertente leste que incorpora parte da bacia do rio Grande, a partir da superposição dos vários planos de informação gerados, realizada por meio do esquema de atribuições de pesos e notas aos vários parâmetros e atributos contidos neles, com base, principalmente, nos resultados das Assinaturas Ambientais.

Para o processamento da avaliação ambiental cada célula do mapa (pixel) corresponde a um somatório do produto de pesos versus notas constitui sua classificação para a finalidade desejada. O algoritmo é representado abaixo pela seguinte fórmula:

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n (P_k \times N_k)$$

Onde: A_{ij} = pixel da base georreferenciada sob análise;

n = número de mapas utilizados;

P_k = pontos percentuais atribuídos ao mapa “ k ”, dividido por 100;

N_k = possibilidade (nas escalas de “0 a 10” ou “0 a 100”) da ocorrência conjunta da classe “ k ”, com a alteração ambiental sob análise (uma única classe, para cada mapa, pode ocorrer em cada pixel).

A escolha dos pesos e notas, durante a avaliação ambiental, foram levados em conta três principais fatores: o conhecimento teórico das características ambientais que determinavam o que era suscetível ou influenciava no processo de inundação, o conhecimento da realidade local e os locais visitados em campo.

Tabela 1: Critérios para elaboração da suscetibilidade a inundações

	VARIÁVEIS	PESOS	NOTAS
	Geomorfologia	30%	Planície de inundação (10), planícies fluviolagunares (9), superfícies aplainadas conservadas (6), superfícies aplainadas degradadas (7), rampas de alúvio-colúvio (5), terraços fluviais (7), colinas (2), morros baixos (1), morros altos (1), domínio serrano (1), morrotes (1) e rampas de colúvio (2).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MÉTODO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL	Uso e Cobertura do Solo	25%	Área urbana (10), vegetação arbórea não vegetal (5), reflorestamento (3), floresta ombrófila densa (1), extração mineral (7), vegetação gramíneo-lenhosa (2), solo exposto (7), uso agrícola (5), formação pioneira flúvio-lacustre (9) e formação pioneira flúvio-marinha (9).
	Declividade	20%	0 – 3 (10), 3 – 8 (7), 8 – 20 (3), 20 – 45 (2) e > 45 (1).
	Pedologia	15%	Argissolo (3), Latossolo (1), Área urbana (10), Neossolo (2), Planossolo (6), Gleissolo (9), Organossolo (8) e Solos Indiscriminados de Mangue (10).
	Hipsometria	10%	0 – 50 (10), 50 – 100 (7), 100 – 300 (4), 300 – 500 (3), 500 – 800 (1) e 800 – 1025 (1).

3. RESULTADOS

A suscetibilidade a inundações, obtida a partir dos cruzamentos das bases, apresenta as áreas com maior probabilidade de ocorrência a inundações.

No agrupamento das categorias/notas de suscetibilidade geradas do mapa final, convencionou-se classificar em cinco classes de suscetibilidade: baixíssima, baixa, média, alta e altíssima. O agrupamento das categorias em cinco classes de suscetibilidade seguiu o relatório com as frequências e combinações das categorias, onde, por exemplo, a combinação das classes com notas mais altas resultou numa categoria de alta a altíssima suscetibilidade, levando-se em conta o peso de cada mapa.

No tocante ao resultado obtido no mapeamento, pode-se observar uma vasta área de altíssima suscetibilidade ao longo da bacia, especificamente, nas áreas mais planas e próximas a drenagem, onde se encontram as planícies de inundação dos rios, combinado com a presença de superfícies densamente ocupadas e impermeabilizadas devido ao processo de urbanização da baixada. Em contraponto, nas altas vertentes, é possível identificar áreas de baixa a baixíssima suscetibilidade, locais de altitudes e declividade mais elevadas, onde há a presença de feições geomorfológicas menos dissecadas e a presença de uma vegetação de grande porte e preservada, principalmente, nos locais dentro dos limites do PEPB (Figura 02).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

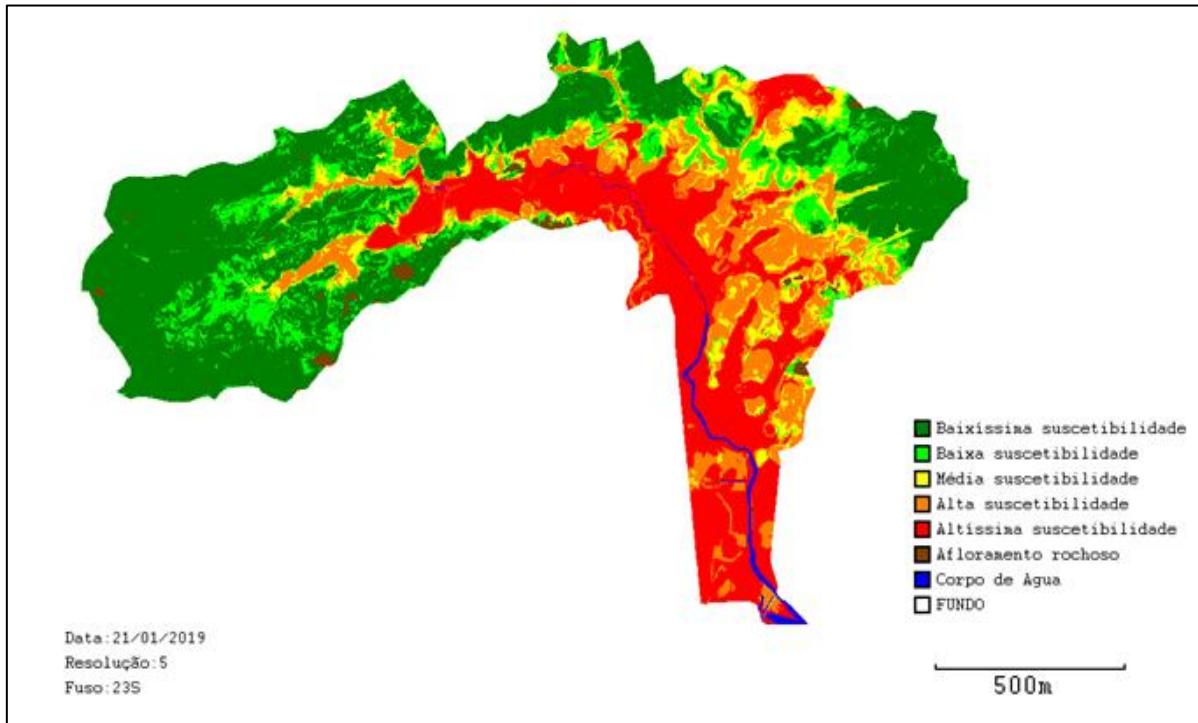


Figura 2: Mapa de Suscetibilidade a inundações da Bacia do Rio Grande com o Método de Avaliação Ambiental (Vista SAGA - UFRJ).

É importante também notar a presença da classe de alta suscetibilidade em locais descontínuos ao longo da bacia. No sul da bacia, a combinação de planícies fluviolagunares e superfícies aplainadas conservadas e degradadas, a presença de solos extremamente mal drenados (organossolos e gleissolos) e baixas declividades fez com que essa classe tivesse destaque. A impermeabilização dessas áreas em um futuro próximo pode agravar ainda mais, aumentando assim seu grau de suscetibilidade.

Essas áreas de alta suscetibilidade podem ser observadas também em áreas mais afastadas da drenagem, fora da planície de inundação, onde a problemática das inundações está bastante associada ao processo de urbanização que modifica a dinâmica hídrica da bacia. Somam-se a isso, as baixas altitudes e declividades que potencializam o processo.

Como forma de validar o método utilizado no presente estudo, cotejou o mapa de suscetibilidade a inundações com os pontos de inundação mapeados pela Rio-Águas e foi realizado trabalho de campo de acordo com esses pontos mapeados (Figura 03).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PONTO 32: Estrada Pau da Fome em frente à
estação de Furnas

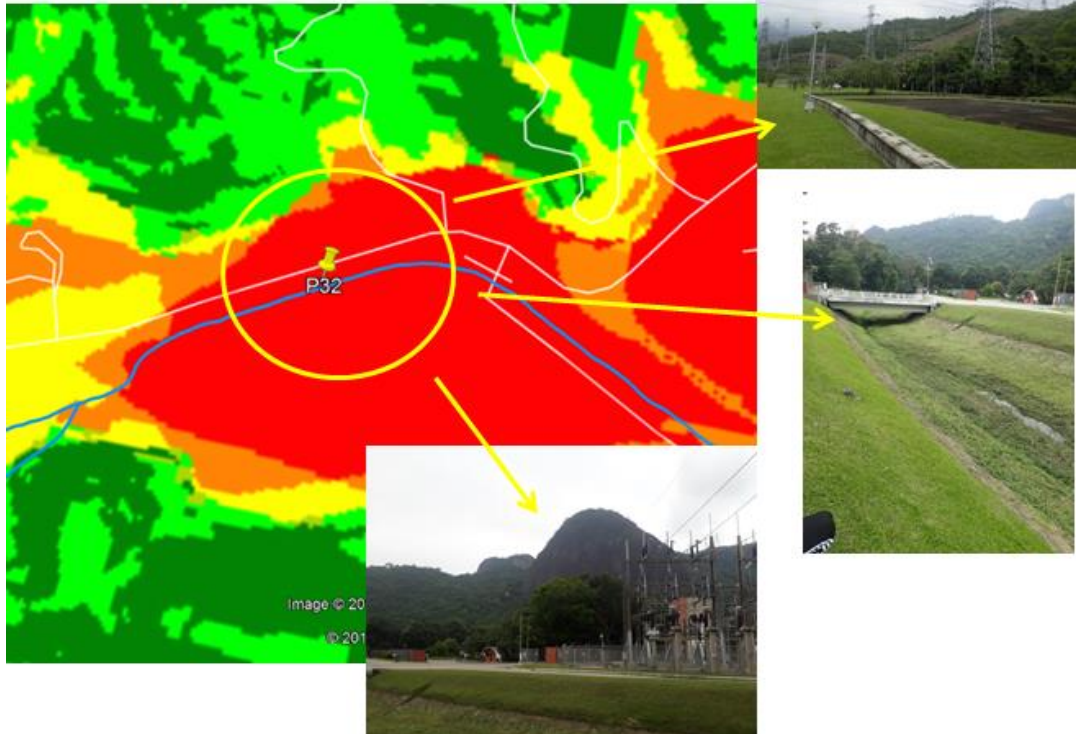


Figura 3: Mapeamento elaborado com o Módulo de Avaliação Ambiental com o ponto de inundação da Fundação Rio-Águas. Fotos do autor tiradas em 26/10/2018.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme as análises realizadas para identificar as áreas mais suscetíveis a inundações na bacia do rio Grande, a pesquisa concluiu que o método proposto atingiu seu objetivo. Isso se verificou pelas cinco classes de suscetibilidade que classificaram áreas com características distintas quanto às variáveis analisadas, compondo assim a identificação de locais que apresentam combinações específicas entre as variáveis físicas selecionadas.

Neste sentido, o método se mostrou eficiente no mapeamento, pois se obteve um resultado consistente, considerando as diferentes influências exercidas por cada variável física ao processo de inundação na bacia do rio Grande. Cabe destacar que o Módulo de Avaliação



GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Ambiental gera um relatório completo com as combinações das classes que resultaram em determinada categoria de suscetibilidade, facilitando o entendimento das relações existentes entre as classes de cada mapa.

Para estudos ambientais, o método apresentou desempenho favorável uma vez que congrega dentro de uma única análise um grande número de variáveis. A relação de pesos e notas propostas entre as variáveis e suas respectivas classes, mostrou satisfatória, pois demonstrou correlações com o mapeamento realizado pela Fundação Rio-Águas e, principalmente, pelo trabalho de campo realizado na bacia, no qual foi possível constatar a realidade ambiental do fenômeno investigado e do mapeamento produzido em laboratório.

Referências bibliográficas:

CARVALHO, R. P. B. Ocupação dos solos em terrenos marginais às lagoas costeiras: mudanças e perspectivas ambientais frente à expansão urbana – O caso da lagoa de Jacarepaguá (Rio de Janeiro). 2013. 155f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

CERRI, L.E. S. Riscos Geológicos Urbanos. In: CAMPOS, H.; CHASSOT, A (Org.). Ciências da Terra e Meio Ambiente: Diálogos para (inter)ações no Planeta. São Leopoldo (RS): Unisinos, 1999.

CONCEIÇÃO, R. S. Aplicação da Metodologia GEO Cidades nas Áreas de Planejamento 2 e 5 da Cidade do Rio de Janeiro, com suporte do geoprocessamento. 2008. 163 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CUNHA, S. B.; FERREIRA, F. P. Enchentes no Rio de Janeiro: efeitos da urbanização no Rio Grande (Arroio Fundo)- Jacarepaguá. Anuário do Instituto de Geociências/UFRJ, Rio de Janeiro, v. 19, p. 79-93, 1996.

COSTA, N. M. C. Análise Ambiental do Parque Estadual da Pedra Branca, por Geoprocessamento: Uma contribuição ao seu Plano de Manejo. Tese de Doutorado –



GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGG), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2002. 317 p.

LAGEOP. Sistema de Análise Geo-Ambiental. Disponível em: <http://www.viconsaga.com.br/lageop/>. Acesso em: 11/01/2019

MOURA, A. C. M. 2007. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análise multicritério. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, p.2899-2906.

RIBEIRO, M. F. Análise ambiental aplicada à definição da zona de amortecimento no Parque Estadual da Pedra Branca (Município do Rio de Janeiro, RJ), com base em geoprocessamento. 407f. Tese de Doutorado COPPE/UFRJ, 2014.

SOUZA, C. R. de G. Cartografia de risco à inundação no Litoral Paulista: o exemplo do município de São Sebastião. Departamento de Geotecnia (USP), departamento de Geologia Aplicada (Unesp), 1996.

XAVIER DA SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. Sistema de Informação Geográfica: uma proposta metodológica. IV Conferência Latinoamericana sobre Sistemas de Informação Geográfica e II Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo: EDUSP, 1993. 609-628 p. (IV Conferência Latinoamericana sobre Sistemas de Informação Geográfica e II Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento)

ZAIDAN, R.T; XAVIER DA SILVA, J, GOES, M.H. de B, ROCHA, G.C. Aplicação do geoprocessamento para criação de Zoneamentos de Potencial Turístico em Unidades de Conservação: o caso do Parque Estadual do Ibitipoca- MG. Virtú (UFJF), v6, p.2, 2007.

ZANELLA, M. E; MEIRELES, A. J. A.; OLÍMPIO, J. L. S. Riscos Socioambientais, vulnerabilidades e suscetibilidades no meio ambiente no contexto da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora / CE. 2018. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará.