ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PADILHA - PR, COM USO DE GEOTECNOLOGIAS

Bruna Nascimento de Vasconcellos Schiavo¹, Ana Paula Dalla Corte², Carlos Roberto Sanquetta², Mateus Niroh Inoue Sanquetta³, Mônica Joelma do Nascimento Anater⁴

- 1- Mestranda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil – brunaslg@hotmail.com
- 2- Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR – Brasil
- 3- Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR – Brasil
- 4- Mestranda em Bioenergia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR – Brasil

Recebido em: 08/09/2015 – Aprovado em: 14/11/2015 – Publicado em: 01/12/2015
DOI: http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_270

RESUMO

Estudos de vulnerabilidade ambiental têm sido utilizados em larga escala para identificar as potencialidades e limitações do meio. O presente trabalho objetivou caracterizar a vulnerabilidade ambiental da sub-bacia hidrográfica do Rio Padilha, inserida no estado do Paraná, a partir de técnicas de geoprocessamento. Utilizou-se o método adaptado proposto por CREPANI (2001), que é baseado na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural. Os indicadores da vulnerabilidade ambiental foram os fatores: declividade, geologia, geotecnia e uso e ocupação da terra. Constatou-se que a área possui uma extensão de 14.365 km², sendo classe de vulnerabilidade alta a que mais destacou-se, com aproximadamente 68,57% em relação à área total. Quanto ao uso e ocupação da terra, a área urbanizada é a classe de maior abrangência, com 45,88% da área total da bacia, seguido pela classe campo que representa uma área de 22,85%. Logo, os resultados obtidos indicam a necessidade de implantação de um plano de manejo adequado ao local de estudo, visando a conservação dos recursos naturais existentes.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento, Ordenamento territorial, Zoneamento ambiental

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL VULNERABILITY OF THE WATERSHED OF THE RIO PADILHA, USING GEOTECHNOLOGY

ABSTRACT

Environmental vulnerability studies have been used in large scale to identify the potential and limitations of environment. This study analyzes the environmental vulnerability of the watershed of the Rio Padilha, inserted in the state of Paraná, from geoprocessing techniques. We used the method proposed by adapted Crepani (2001), which is based on the understanding of the characteristics and dynamics of the natural environment. The environmental vulnerability indicators were the factors: slope, geology, geotechnical and use and occupation of land. It was found that the area has a length of 14.365 kilometers, and high vulnerability class that most stood

out, with approximately 68.57% compared to the total area. As for the use and occupation of land, the urban area is the class of greater scope, with 45.88% of the total area of the basin, followed by the class field that represents an area of 22.85%. Therefore, the results obtained indicate the need for rolling out an appropriate management plan to the place of study, to promote the conservation of natural resources.

KEYWORDS: Geoprocessing, territorial planning, environmental zoning.

INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais surgiram no planeta a partir do uso e ocupação dos recursos naturais pelo homem. Os estudos de vulnerabilidade ambiental permitem conhecer quais áreas estão sujeitas a sofrer mudanças mais significativas, através do ritmo de exploração de atividades agrícolas, industriais e urbanização. Além disso, são capazes de mostrar as áreas que são mais vulneráveis pelo meio físico, como áreas sujeitas a deslizamentos e inundações. Por outro lado, é possível identificar as potencialidades do meio, identificando áreas que poderão ser aproveitadas adequadamente pela agricultura, silvicultura e desenvolvimento de atividades econômicas em geral (MEGIATO, 2011).

A vulnerabilidade ambiental é conceituada como susceptibilidade de um sistema a perturbações ou estresse. De modo que, esses estudos têm sido fortemente explorados na pesquisa interdisciplinar e aplicadas em problemas de ecologia, meio ambiente, agricultura, economia e urbanização (QIU et al., 2015).

O significado de vulnerabilidade ambiental não é consenso em estudos sobre o tema, desse modo, no presente estudo utilizou-se o conceito definido por LI et al. (2006), onde a vulnerabilidade ambiental é definida através de características do meio físico e biótico (declividade, altitude, vegetação, solo, entre outros), e das fontes de pressão ambiental (uso e ocupação da terra).

O uso e ocupação da terra e os fatores físicos do ambiente, são os responsáveis pela caracterização da vulnerabilidade ambiental. Uma parte importante das alterações ambientais é realizada pelo homem, através de projetos de desenvolvimento urbano, tendo como resultados a fragmentação da paisagem e o uso intenso dos recursos naturais (PAVLICKOVA & VYSKUPOVA, 2015).

De acordo com GOMES et al. (2009), os produtos de sensoriamento remoto são considerados como modernas ferramentas de monitoramento ambiental, de modo que, permite analisar as alterações na paisagem ocasionadas pelos diferentes padrões de uso e ocupação da terra. Aliadas a isso, as técnicas de processamento digital de imagens e geoprocessamento permitem a avaliação das alterações do ambiente. Os dados de sensoriamento remoto têm sido largamente utilizados para monitorar e avaliar as mudanças naturais do meio, caracterizando a vulnerabilidade ambiental atual e prevendo perdas ou degradação (SMITH et al., 2014).

Assim, percebe-se que o auxílio do mapeamento temático permite compreender os padrões de organização espacial. Possibilitando diagnosticar e prognosticar as mudanças da paisagem, mostrando a distribuição espacial real das diferentes formas de uso dos recursos naturais cada vez mais alterados pela ação antrópica (TORRES, 2011). O presente trabalho objetivou caracterizar a vulnerabilidade ambiental da Sub-bacia hidrográfica do Rio Padilha, com a aplicação e uso de geotecnologias.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A sub bacia hidrográfica do Rio Padilha localiza-se no estado do Paraná, conforme pode ser visualizado na Figura 1, e possui uma área de aproximadamente 14.365 km².

FIGURA 1 – Mapa de localização da Sub-bacia do Rio Padilha

Análise dos dados

A metodologia utilizada baseia-se no método adaptado proposto por CREPANI et al. (2001). As variáveis apresentam diferentes “pesos”, ou seja, graus de intensidade que devem indicar a contribuição da vulnerabilidade por classe. Posteriormente, essas informações são analisadas de forma integrada gerando um produto síntese.

Inicialmente elaborou-se um mapa temático de uso e ocupação da terra, tendo como base cartográfica as ortofotos do estado do Paraná, disponibilizada pelo Instituto das Águas do Paraná, coloridas e que possuem escala de 1:10.000. Além disso, foram utilizadas as curvas de nível, geologia, e geotecnia disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015). Para realizar a análise de tipo de solo utilizou-se a base cartográfica da EMBRAPA (2006), que classifica os tipos de solo de todo Brasil.

Realizou-se a análise de uso e ocupação da terra, a partir da vetorização das fisionomias representadas nas ortofotos. As classes foram agrupadas em cinco, de modo que facilitou a classificação da vulnerabilidade. O mapa de declividade foi produzido a partir da interpolação dos pontos cotados ao longo das curvas de nível do mapa base, através do modelo TIN (*Triangular Irregular Network*).

Segundo NASCIMENTO (2009) os dados de declividade são obtidos através da seguinte fórmula:

$$D = \frac{n \times 100}{E}$$

Onde:

D= Declividade, em porcentagem;

n = Equidistância das curvas de nível (desnível altimétrico);

E= Espaçamento entre as curvas de nível (distância horizontal).

Para a elaboração dos mapas temáticos foi utilizada a álgebra de mapas, que consiste na sobreposição de vários mapas utilizando uma escala comum e pesos para cada classe conforme a importância.

A vulnerabilidade ambiental é representada pela média aritmética das seguintes variáveis:

$$VA = (D+S+G_1+G_2+U)/5 \quad [1]$$

Onde

VA = vulnerabilidade ambiental;

D = declividade;

S = tipo de solo;

G₁ = geologia;

G₂ = geotecnia;

U = uso e ocupação da terra.

Na Tabela 1 é possível observar as classes existentes em cada tema (declividade, tipo de solo, geologia, geotecnia e uso e ocupação da terra) e o grau de vulnerabilidade atribuído a cada um desses temas.

TABELA 1 – Temas e respectivos graus de vulnerabilidade atribuídos.

Tipo de uso e ocupação da terra	Grau de vulnerabilidade
Florestas e matas naturais	Muito Baixa
Formações arbustivas naturais e pastagens com baixo pisoteio	Baixa
Cultivos de ciclo curto e silvicultura	Média
Culturas de ciclo longo	Alta
Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto e urbanização	Muito Alta
Classes de Declividade	Grau de vulnerabilidade
Até 6%	Muito Baixa
De 6 a 12%	Baixa
De 12 a 20%	Média
De 20 a 30%	Alta
Maior que 30%	Muito Alta
Classes de geotecnia	Grau de vulnerabilidade
Até 5%	Muito Baixa
De 5 a 10%	Baixa
De 10 a 20%	Média
De 20 a 30%	Alta
Maior que 30%	Muito Alta
Classes de Geologia	Grau de vulnerabilidade
Quartzitos	Muito Baixa
Guabirotuba e metapelitos	Baixa
Diques de diabásio	Média
Gnaisses	Alta
Aluviões	Muito Alta

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que a Bacia Hidrográfica do Rio Padilha possui uma extensão de 14.365 km², sendo a área urbanizada a classe de maior abrangência, com um percentual de 45,88% da área total da bacia, seguido pela classe campo que representa uma área de 22,85%, conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

TABELA 2 – Área de abrangência de cada tipo de uso e ocupação do solo

Classe	Área (km ²)	Área (%)
Recursos Hídricos	0,1433	1,00
Área urbanizada	6,5908	45,88
Campo	3,2829	22,85
Culturas temporárias	1,6758	11,67
Solo exposto	0,0743	0,52
Vegetação	2,5984	18,09
Total	14,3650	100,00

A bacia hidrográfica do Rio Padilha pode ser considerada urbana, tendo em vista que apresenta mais de 40% de área formada por vilas, loteamentos, e áreas industriais, bem distribuídas espacialmente, conforme pode ser visualizado na Figura 2.

Considera-se importante analisar o uso da terra como subsídio básico de planejamento. A identificação de diferentes paisagens geográficas possibilita a previsão de ampliação de áreas cultiváveis, seus respectivos problemas e soluções, determinando áreas prioritárias, possibilitando os mais diversos usos e ocupação da terra, como por exemplo, agropecuária, silvicultura, entre outros (BENEDETTI, 2006).

Estudos de mudança da cobertura da terra são cruciais para o desenvolvimento de planos eficazes para a gestão de recursos naturais. Um estudo realizado nas montanhas dos Andes Peruanos identificou a necessidade de avaliação das mudanças na cobertura da terra, para possibilitar o planejamento dos recursos naturais locais (KINTZ et al., 2006).

FIGURA 2 – Mapa temático de uso e ocupação do solo da Sub-bacia hidrográfica do Rio Padilha - PR.

Estudo realizado por NANDY et al. (2015) revelou que a vulnerabilidade ambiental é diretamente afetada ao elevado número de mudanças no uso e cobertura da terra, através da construção de estradas, urbanização, e diminuição da cobertura vegetal em geral. De modo que, quanto maior o número de alterações nas características naturais do ambiente, mais susceptível o ambiente está.

Quanto a geologia, a área de estudo apresenta características geológicas de média e alta vulnerabilidade, pois apresenta uma área bastante expressiva com complexo gnáissico, e ainda, aluviões e formação Guabirota, conforme pode ser visualizado na Figura 3.

A formação Guabirota é apresentada em boa parte da Bacia do Rio Padilha, onde os sedimentos são considerados expansivos e retrativos, com alta susceptibilidade a erosão e movimentos de massa em encostas e áreas declivosas, trazendo riscos a comunidade e danos ao meio ambiente (MINEROPAR, 2011).

Quanto as condições de geotecnia do local, cerca de 80% da área está caracterizada com um percentual de até 20% de inclinação do terreno, conforme pode ser visualizado na Figura 4. As análises geotécnicas têm como objetivo subsidiar os estudos de terraplanagem, drenagem, pavimentação e sanitários, bem como auxiliar no planejamento e implantação de uma área urbanizada.

FIGURA 3 – Mapa temático de geologia da bacia hidrográfica do Rio Padilha – PR.

De acordo com FELIPE (2011), quanto maior for a declividade e extensão das encostas, maior será o escoamento concentrado, maior a energia das águas e o transporte de partículas, de modo que se não forem realizadas medidas mitigadoras podem atingir grandes proporções, devido a formação de sulcos e ravinas.

O formato alongado no sentido montante-jusante da bacia hidrográfica do rio Padilha, e a mudança brusca de altitudes do terreno natural, são fatores determinantes para acelerar o escoamento das águas, reduzindo as possibilidades de infiltração e retenção natural, ampliando os processos erosivos.

A partir do mapeamento da vulnerabilidade ambiental, verificou-se que a classe predominante é alta, com aproximadamente 68,57% em relação à área total, seguida pela classe média responsável por 9,75% da área total, como pode ser visto na Tabela 3 e na Figura 5.

FIGURA 04 – Mapa temático da Geotecnia da sub-bacia hidrográfica do Rio Padilha – PR

TABELA 3 - Vulnerabilidade ambiental da Sub-Bacia do Rio Padilha - PR

Vulnerabilidade ambiental	Percentual (%)
Muito baixa	7,55
Baixa	7,90
Média	9,75
Alta	6,23
Muito Alta	68,57

Em estudo realizado por TRAN et al., (2012), foi analisada a vulnerabilidade ambiental de 25 bacias hidrográficas, e concluiu-se que as bacias hidrográficas urbanas foram consideradas medianamente vulneráveis, pois ainda possuíam alguns recursos naturais preservados, e não estavam entre as que apresentavam situação crítica.

A sub bacia hidrográfica do rio Padilha apresenta um alto percentual de urbanização e ainda, pouca presença de cobertura vegetal. Logo, este fator acentua os processos erosivos naturais, e é considerado fator negativo para proteção ambiental das áreas ribeirinhas. Além disso, a geologia, geotecnia e declividade também influenciam diretamente a alta susceptibilidade aos processos naturais desestabilizadores que estão relacionados à erosão.

FIGURA 5 – Mapa temático da vulnerabilidade ambiental da Sub Bacia Hidrográfica do Rio Padilha – PR.

CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica do Rio Padilha apresenta uma vulnerabilidade ambiental muito alta, de modo que os resultados obtidos mostram a importância de se implantar na área um plano de manejo adequado, visando a utilização dos recursos naturais de forma sustentável.

O estudo destacou que as técnicas de sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas podem ser aplicadas na análise da vulnerabilidade ambiental, sendo consideradas eficazes e de baixo custo. Além disso, o uso das ortofotos permitiu um bom nível quanto ao uso e ocupação da terra da sub-bacia hidrográfica do Rio Padilha.

REFERÊNCIAS

BENEDETTI, A. C. P. **Análise espacial da evolução do uso e cobertura da terra da sub-bacia hidrográfica do Arroio Arenal, Santa Maria – RS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; FILHO, P.H.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial.** São José do Campos: INPE, 2001.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306p.

FELIPE, R. S. **Características Geológico-Geotécnicas na Formação Guabirotuba**. 1 ed. Curitiba : MINEROPAR, 2011.

GOMES, A. R.; OLIVEIRA, P. E.; SAAD, A. R.; SANCHES, R. C. Análise multitemporal utilizando imagens CBERS-2 e LANDSAT-TM no entorno da represa dos rios Jaguari e Jacareí, São Paulo. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 2009.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 27/07/2015

KINTZ, D.B.; YOUNG, K.R.; MEYER, C. Implications of land use/land cover change in the buffer zone of a national park in the tropical Andes. **Environmental management**, v.38, n.2, p.238-252, 2006.

LI, A.; WANG, A.; LIANG, S.; ZHOU, W. Eco-environmental vulnerability evaluation in mountainous region using remote sensing and GIS – a case study in the upper reaches of Minjiang River, China. **Ecological Modeling**, v. 192, p. 175–187, 2006.

MINEROPAR, Serviço Geológico do Paraná. **Características geológico-geotécnicas na formação Guabirotuba – Erosão, movimentos gravitacionais de massa**. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br>>. Acesso em 27/07/2015

MEGIATO, E.I., **Análise da fragilidade ambiental do arroio Pelotas, RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

NANDY, S.; SINGH, C.; KK, D.; NINGMA, N.; KUSHWAHA, S.P.S. Environmental vulnerability assessment of eco-development zone of Great Himalayan National Park, Himachal Pradesh, India. **Ecological indicators**, v.57, p.182-195, 2015.

NASCIMENTO, M. D., **Fragilidade ambiental e expansão urbana da região administrativa nordeste da sede do município de Santa Maria – RS**. Dissertação (Mestrado em Geomática) - Universidade Federal da Santa Maria, 2009, 181p.

PAVLICKOVA, K.; VYSKUPOVA, M. A method proposal for cumulative environmental impact assessment based on the landscape vulnerability evaluation. **Environmental Impact Assessment Review**, v.50, p.74-84, 2015.

QIU, B.; LI, H.; ZHOU, M.; ZHANG, L. Vulnerability of ecosystem services provisioning to urbanization: A case of China. **Ecological Indicators**, v.57, p. 505-513, 2015.

SMITH, A.M.S.; KOLDEN, C.A.; TINKHAM, W.T.; TALHELM, A.F.; MARSHALL, J.D.; HUDAK, A.T.; BOSCHETTI, L.; FALKOWSKI, M.J.; GREENBERG, J.A.; ANDERSON, J.W.; KLISKEY, A.; ALESSA, L.; KEEFE, R.F.; GOSZ, J.R. Remote sensing the vulnerability of vegetation in natural terrestrial ecosystems. **Remote Sensing of Environment**, v. 154, p. 322-337, 2014.

TORRES, D.A. **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites Landsat e ALOS**. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

TRAN, L.T.; O'NEILL, R.V.; SMITH, E.R. A watershed-based method for environmental vulnerability assessment with a case study of the Mid-Atlantic region. **Environmental Impact Assessment Review**, v.34, p. 58-64, 2012.