

Caracterização da vulnerabilidade à erosão dos solos da bacia do rio Juliana: APA do Pratigi - BA

Juvenal Lima dos Santos Júnior¹

João Henrique Moura Oliveira²

^{1,2}Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS

UEFS - Departamento de Ciências Humanas e Filosofia

BR 116, Km 03, Feira de Santana, BA, Brasil; Caixa Postal (75) 3161-8000

{jjuniorlimas, jmouraoliveira8}@gmail.com

Abstract

The Area of Environmental Protection of Pratigi is a Conservation Unit of sustainable use located in the Southern Lowlands and is the holder of a remnant of Atlantic Forest of 35,686 hectares, which corresponds to 41% of the total region. In the State of Bahia, is one of the most important forest remnants of the Atlantic Forest. This area is located the Juliana watershed, an important source for the region. In the State of Bahia, is one of the most important forest remnants of the Atlantic Forest. On account of the types of use of soils developed in this area, there was a decrease in water flow that puts at risk the conservation of water resources originated from this watershed. Thus, the objective of this work was indicate by means of mapping the locations vulnerable to erosion in Juliana watershed. In this way, from the use of geotechnologies, you can prove that 18% of Juliana river basin is subject to high vulnerability to erosion. These areas are located close to the drainage and some sources of river Juliana.

Palavras-chave: Geotechnology, river, vulnerability, watershed, erosion

1. Introdução

Todo processo de ocupação da superfície terrestre causa algum tipo de modificação, e por diversas vezes, este processo vem acompanhado do uso da terra sem que haja preocupação evidente na conservação do meio ambiente. Atualmente o estudo da paisagem tem se apresentado como uma alternativa viável no que tange às análises do meio ambiente ao se tratar de um estudo sistêmico do mesmo.

De acordo Rodriguez *et al.* (2007), o contexto atual e a intensidade da ocupação humana, juntamente com as transformações ambientais, fazem com que a paisagem seja compreendida como um conjunto constituído por feições naturais, sociais e culturais. Ou seja, a paisagem não é encarada, tão somente como o meio físico da natureza. Para Bertrand (2004) esta é o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos. Assim, a partir do estudo da paisagem é possível analisar de modo sistêmico determinados atributos que modificam o espaço.

Além disso, os estudos ambientais que levam em consideração o caráter de integração e são pautados no entendimento da relação sociedade x natureza propõem um novo dinamismo nas discussões que se inclinam à importância da conservação ambiental. Neste sentido, a relação da sociedade na ocupação desordenada da terra provoca diversos problemas ambientais ao modificar as condições da cobertura vegetal, recursos hídricos, bem como, dos solos, que por vezes são compactados, diminuindo a quantidade de água infiltrada e aumentando o escoamento superficial. De acordo com Guerra *et al.*, (2005) e Camapum de Carvalho *et al.*, (2006) a deterioração do solo causa a intensificação dos processos erosivos, o comprometimento da fertilidade natural, queda da produtividade e diminuição do volume e da qualidade das águas, em função do assoreamento.

Como menciona Corrêa (1995), o conjunto de categorias que a Geografia possui em seu arcabouço é de notória importância pelo fato de discutir a ação humana no ato de modelar a superfície terrestre. Portanto, como um estudo de cunho geográfico, este trabalho também faz uso de uma das categorias de análise da ciência geográfica, a paisagem, a fim de enriquecer o caráter de análise e discussão dos dados e resultados aqui apresentados.

A área de estudo está inserida na Área de Proteção Ambiental - APA do Pratigi, foi criada em 2 de abril de 1998 através do decreto nº 7.272. Em 2001, com decreto nº 8.036 de 20 de setembro, teve sua área ampliada para 85.686ha, visando à inclusão da bacia hidrográfica do rio Juliana. É marcada pela presença da Mata Atlântica. Segundo a Rocha *et. al* (2010), esta APA é detentora de alguns dos mais importantes ecossistemas de Mata Atlântica do país, onde ainda se encontra uma das maiores biodiversidades do planeta, em matas de estágio avançado de regeneração.

Um dos problemas ambientais mais visíveis na APA do Pratigi está relacionado ao desmatamento de grandes áreas para uso de pasto ou para a plantação de culturas como cacau e banana o que causa alterações na vegetação de Mata Atlântica preservada, além disso, existem áreas que foram desmatadas e que possuem pouco tempo de recuperação, isso, somado à presença de outros tipos de vegetação como as cabucas (plantações de cacau em meio a floresta) propicia ritmos de alteração diferentes. Outro fator de impacto ambiental que deve ser levado em consideração, é a diminuição da vazão do rio Juliana. Em um estudo desenvolvido pela ANA/MMA, foi constatado que a vazão média anual do rio Juliana diminuiu de 6,3 m³/s para 4,4 m³/s, entre os anos 1969 e 2009. Isto por conta dos impactos causados pelo desmatamento e uso da área. Estes fatores estão diretamente relacionados com a intensificação dos processos erosivos, por conta do uso da terra.

Deste modo, uma das maneiras de mapear, bem como, analisar a dinâmica do uso da terra é através de técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG, aliadas a informações de campo. As áreas de suscetibilidade à erosão do solo podem ser indicadas através da aplicação de modelos matemáticos os quais permitem que os processos erosivos sejam espacializados e estudados, tornando-se importante para o planejamento ambiental, assim como a identificação de áreas críticas (BORGES, 2009).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar e analisar a susceptibilidade a erosão da Bacia do Rio Juliana, através da aplicação de técnicas de geoprocessamento, a fim de especializar as áreas críticas à erosão.

A área selecionada para o desenvolvimento desta pesquisa foi o Ecopolo II, Vale do Juliana, pelo fato de, neste Ecopolo estar localizada a bacia do rio Juliana, a qual será utilizada como delimitadora geográfica da área de estudo.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo, (Figura 1), é classificada como uma Área de Proteção Ambiental e está localizada no baixo Sul do Estado da Bahia. Agrega parte de 5 municípios: Ituberá, Igrapiúna, Ibirapitanga, Nilo Peçanha e Piraí do Norte. Para fins de gestão e manejo a Organização de Conservação de Terras (OCT) a dividiu em 3 áreas denominadas Ecopolos, a saber: Ecopolo I (Cordilheiras), Ecopolo II (Vales) e Ecopolo III (Estuário).

Inicialmente foi realizado o levantamento de dados primários, bibliográficos e cartográficos. Sua importância incide na a efetivação da caracterização da área de estudo. Posteriormente foi elaborado o banco de dados da pesquisa, composto por mapas temáticos da área de estudo, a saber: litologia (CPRM, 2010), solos (EMBRAPA, 2006) e uso dos solos (OCT, 2012). Dados matriciais Modelo Digital de Elevação (VALERIANO, 2008) também fizeram parte do banco de dados, juntamente com informações obtidas no trabalho de campo realizado entre os dias 08 a 13/05/2013, que consistiu no reconhecimento da área de estudo, aquisição das coordenadas geográficas de algumas nascentes do rio Juliana e registro fotográfico.

A partir deste momento teve início o processamento dos dados, realizado em um aplicativo SIG. Nesta etapa foi adquirido o MDE do Projeto TOPODATA (VALERIANO, 2008) da área de estudo com 30 metros de resolução espacial. Logo após, com a utilização do MDE, em ambiente SIG, a bacia do Rio Juliana foi delimitada, a partir da extração da drenagem da área de estudo, a partir da determinação da direção e fluxo da drenagem, bem

como acumulação do fluxo, além da delimitação da drenagem. Posteriormente foi definido um ponto no início da bacia, a partir do qual foi possível realizar a delimitação da mesma.

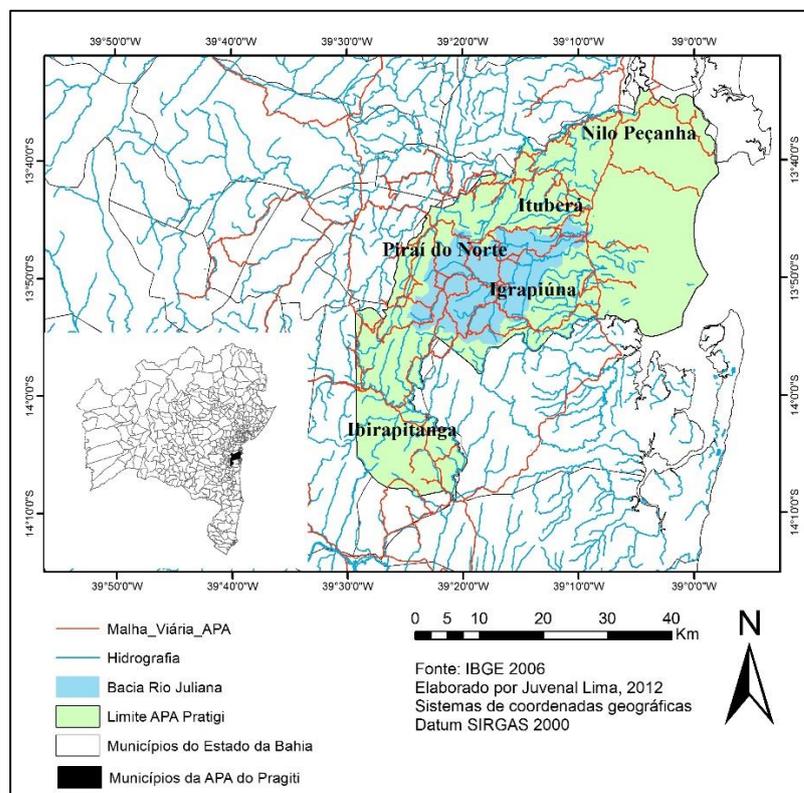


Figura 1 – Localização da área de estudo

Não obstante, os temas em formato vetorial foram recortados tendo como base a delimitação da bacia do Rio Juliana. Estes dados foram classificados tematicamente, de modo a obter as informações necessárias para alcançar os objetivos da pesquisa. Após a classificação estes dados vetoriais foram convertidos em matriciais, onde foram atribuídos os pesos para cada variável. Neste sentido, baseando-se na metodologia desenvolvida por Hammar-Klose e Thieler (1999), determinou-se as classes de vulnerabilidade a partir da atribuição de valores empíricos de “1” a “5”, levando em consideração o grau de sensibilidade de cada atributo selecionado, onde: 1 – muito baixa; 2 – baixa; 3 – mediana ou intermediária; 4 – alta e 5 muito alta. Para determinar a ponderação dos valores de vulnerabilidade foi levado em consideração os seguintes fatores:

Quadro 1: Variáveis e critérios de ponderação

<i>Variáveis</i>	<i>Crítérios</i>
Geologia	Tempo geológico e fragilidade
Solos	Maturidade Pedogenética
Declividade	Variação da Declividade
Vegetação/ Uso da Terra	Proteção da Paisagem (cobertura vegetal)

Fonte: Adaptado de Tagliani (2002)

A partir da seleção das variáveis acima, foram definidos os graus de susceptibilidade à erosão. Foi levada em consideração a influência de cada um dos atributos individualmente e dentro do conjunto que compôs a modelagem final. Desta maneira foram elencadas 5 categorias: muito baixa (peso 1); baixa (peso 2); intermediária (peso 3); alta (peso 4); muito alta (peso 5). Estabelecido os graus de vulnerabilidade, os atributos das variáveis do quadro 1 foram classificados a partir do seu grau de vulnerabilidade, isto é, os valores da ponderação para cada classe das variáveis utilizadas para compor as análises. O mesmo ocorreu com o cálculo baseado na inferência média ponderada.

Com relação ao MDE, deste foi derivada a declividade em porcentagem, isto com base na classificação da EMBRAPA (2006), onde leva-se em consideração a sinuosidade do relevo. Assim, a declividade foi classificada em 5 classes: plano (0-3%); suave ondulado (3-8%); moderadamente ondulado (8-12%); ondulado (12-20%) e fortemente ondulado (acima de 45%). Após a esta etapa, o MDE foi reclassificado de acordo com os graus de vulnerabilidade entre 1 e 5. De posse dos dados foi realizada uma operação matemática com os mapas reclassificados, tendo por objetivo a obtenção do mapa final de susceptibilidade à erosão, a partir da adaptação do cálculo de vulnerabilidade de Crepani (2001).

$$SG = \frac{Slito + Ssolo + Suso + Sdecli}{4} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

SG – Susceptibilidade total;

Slito – Susceptibilidade para o tema litologia

Ssolo - Susceptibilidade para o tema solo

Suso - Susceptibilidade para o tema uso e ocupação dos solos

Sdecli - Susceptibilidade para o tema declividade

Esta operação de álgebra de mapas foi realizada num aplicativo SIG, através do *Raster Calculator* (calculadora raster). De acordo com McCoy e Johnston (2001), esta ferramenta é uma calculadora que aceita a inserção de operações matemáticas com dados matriciais através da introdução manual de expressões. Do mesmo modo, a fim de obter resultados mais satisfatórios a partir do cruzamento dos planos de informações (PI), também foi utilizada uma operação matemática de média ponderada, também conhecida como *Weighted Overlay*, onde cada mapa de entrega recebe um peso distinto, levando em consideração a importância da hipótese considerada. Segundo McCoy e Johnston (2001) o método permite combinar dados espaciais multifonte para produzir novos mapas a partir de dados existentes, além de auxiliar em previsões através de modelos e fornecer apoio em processos de tomada de decisão.

3. Resultados e Discussão

A partir da ponderação dos valores foram elaborados novos mapas contendo a susceptibilidade à erosão para cada variável. Neste sentido, para a variável uso do solo, pode-se observar que a maior parte da área de estudo possui de baixa vulnerabilidade à erosão. As áreas com restinga, mangue e mata ocupam 52,1% do total da área da bacia do rio Juliana, seguida pela presença da área urbana e cacau com 39,8%. Apesar do uso intenso que ocorre na área, a agricultura e silvicultura somam apenas 7,8% do total da área. Um fator importante que deve ser mencionado, está voltado à maneira que algumas culturas são implementadas na APA do Pratigi. Algumas culturas são plantadas nas áreas com mata, a fim de reduzir o desmatamento, ou seja, em algumas áreas existe a presença de seringueiras e cacau, o que no

mapeamento temático é extremamente complicado a separação destas classes devido à influência da cobertura do dossel da floresta.

A vulnerabilidade à erosão para o tema litologia indicou que a maior parte da bacia do rio Juliana está caracterizada como baixa vulnerabilidade, área marcada pela presença dos enderbritos, metamonzonito. Com relação aos tipos de solos, a vulnerabilidade é marcada pela presença dos Latossolos que dominam 91,5% da área total da bacia hidrográfica. Estes solos são demasiadamente intemperizados, com pouca reserva de nutrientes para as plantas, representados normalmente por sua baixa a média capacidade de troca de cátions. São originados de granitos e gnaisses, além de arenitos com derrames vulcânicos de vários períodos geológicos. De modo geral, são solos com problemas de fertilidade. Por outro lado, a presença da alta pluviosidade, clima, e a presença da floresta ombrófila densa, proporcionam condições para a existência da serapilheira, que de alguma maneira auxilia no aumento da fertilidade dos solos, tendo em vista a decomposição da matéria orgânica (folhas) em abundância.

No que tange à declividade da área de estudo, há presença marcante de áreas de média a alta vulnerabilidade, isto por conta da variação dos declives presentes nesta área. Localmente, o Ecopolo II, onde está situada a bacia do rio Juliana é conhecida como Ecopolo dos Vales e a área possui relevo com ondulações consideráveis, o que também é responsável pela organização espacial da rede de drenagem da bacia do rio Juliana. A figura 2, ilustra os valores percentuais para as vulnerabilidades a cada tema.

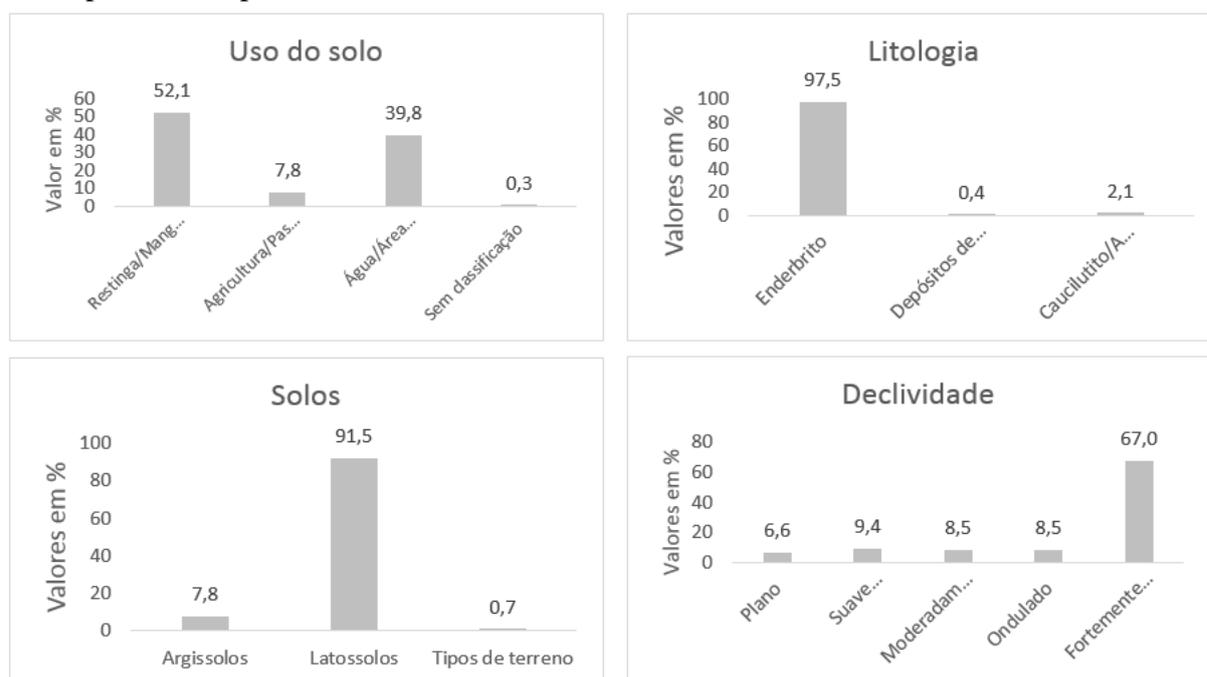


Figura 2 - valores percentuais para as vulnerabilidades a cada tema

A partir destes atributos calculados foi possível estimar as áreas com maior vulnerabilidade à erosão da bacia do rio Juliana. Neste sentido, a análise da figura 3 permite perceber que 61,6% da área está classificada como vulnerabilidade média ou intermediária, seguida por 38,1% de baixa vulnerabilidade.

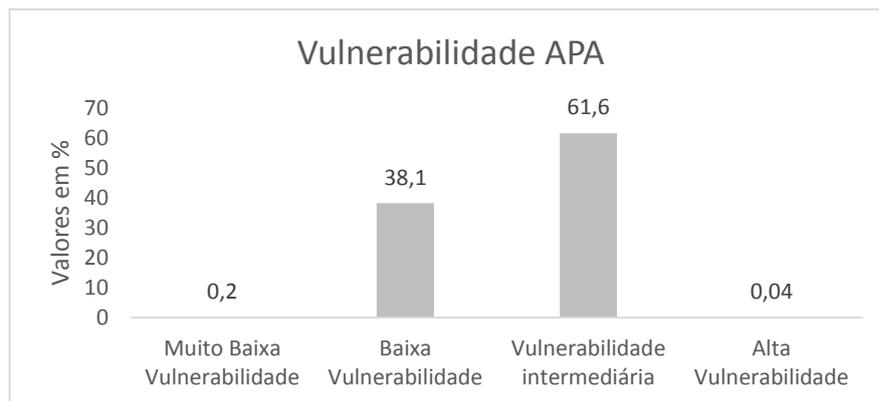


Figura 3 - Soma das vulnerabilidades da bacia do rio Juliana

O mapa final (figura 4) da vulnerabilidade foi calculado a partir da ponderação da influência da vulnerabilidade de cada variável: litologia, uso dos solos, declividade e tipos de solo. Como foi observado na tabela 4, as categorias que receberam maior peso foram o uso dos solos e a declividade que somadas possuem influência de 60% do peso total. Para os solos a ponderação foi de 25%, enquanto que para a litologia foi 15%, totalizando o peso total de 100%. Como resultado, pode-se analisar a figura 4, que espacializa a vulnerabilidade à erosão da bacia do rio Juliana, produto da média ponderada dos mapas das 4 variáveis que compuseram o estudo (uso do solo, litologia, solos e declividade). Assim, pode-se perceber que as áreas com maior vulnerabilidade estão, também, concentradas nos locais que fazem parte da drenagem da bacia, bem como em áreas com a presença de nascentes do rio Juliana. Grande parte da área de bacia do rio Juliana possui baixa vulnerabilidade, porém, a maioria das nascentes estão localizadas em pontos com alta vulnerabilidade à erosão. A figura 5 representa a distribuição em porcentagem das categorias presentes na figura 4.

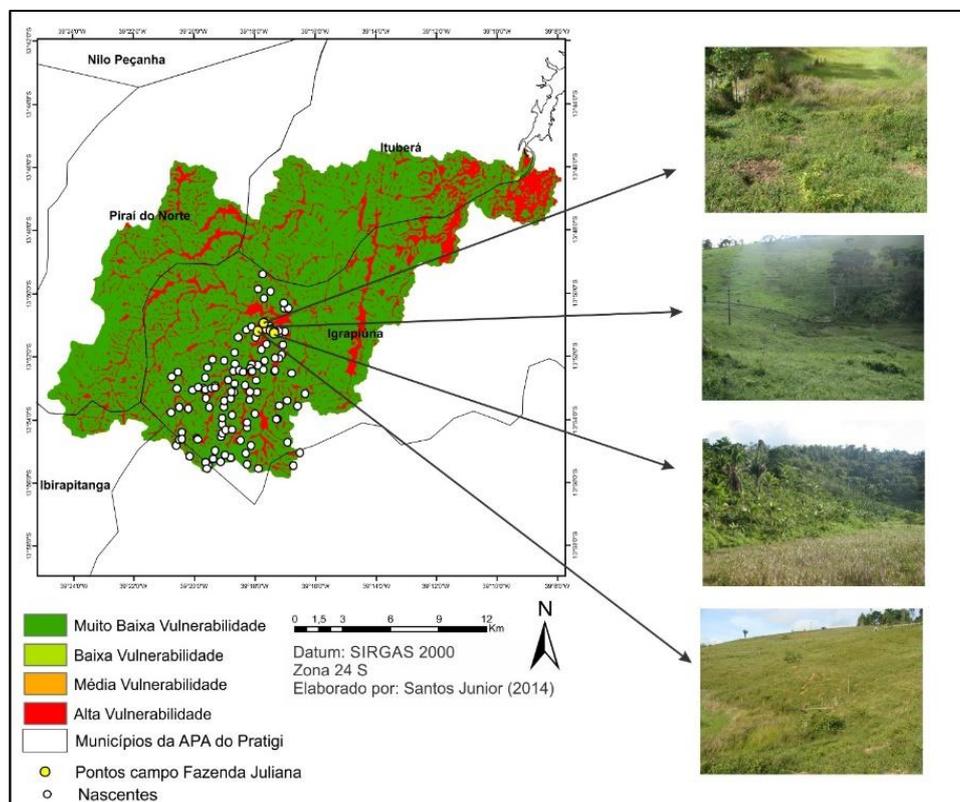


Figura 4 - Vulnerabilidade à erosão da bacia do rio Juliana

Pode-se observar que a área que compreende os locais com muito baixa e baixa vulnerabilidade ocupa a maior parte da bacia do rio Juliana, representando 81,9 % do total da área. Não obstante, os locais representados pela alta vulnerabilidade ocupam 18,1% do total da área de estudo.

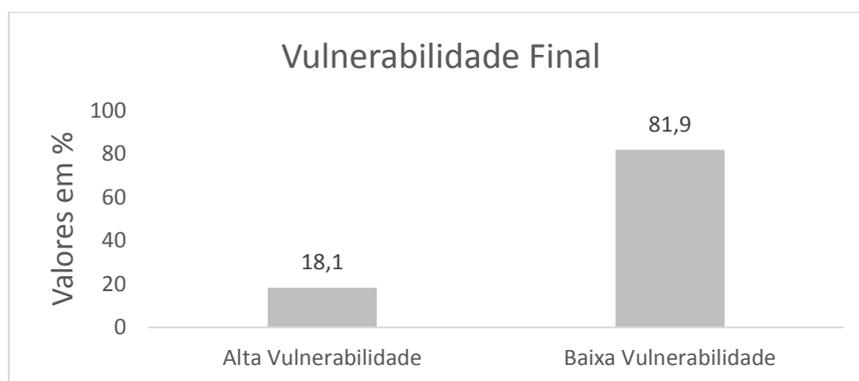


Figura 5 – Percentual da vulnerabilidade final à erosão da bacia do rio Juliana

Apesar de apenas 18% da área ser sujeita a ter alta vulnerabilidade à erosão, o que preocupa é que estas áreas estão localizadas próximas à drenagem do rio Juliana, bem como próximos a algumas culturas, o que pode auxiliar a inferir que de algum modo, a presença da silvicultura, cacau e agricultura presentes na área possuem contribuição a ser levada em consideração no que tange à intensificação dos processos erosivos na bacia do rio Juliana.

4. Conclusões

A partir da caracterização ambiental da área de estudo foi possível relacionar as variáveis ambientais (relevo, litologia, uso dos solos, tipos de solos) com aspectos de vulnerabilidade à erosão, alcançando o objetivo geral desta pesquisa. Do mesmo modo, pode-se observar áreas com maior susceptibilidade à erosão na bacia do rio Juliana. Foi possível determinar e analisar a susceptibilidade erosiva da Bacia do Rio Juliana, através da aplicação de técnicas de geoprocessamento. Tais técnicas foram importantes por auxiliar na espacialização das áreas com maior potencial à erosão.

O estudo e análise do uso e ocupação dos solos da região, tendo em vista a necessidade de conservação ambiental foram de extrema importância. Os recursos hídricos são vulneráveis às maneiras que os demais recursos naturais são explorados, em particular o solo, com alta sensibilidade a flutuações climáticas, podendo vir a ser impactado por ações antrópicas (NASCIMENTO e HELLER, 2005). Dentro deste contexto, se faz necessária ações que busquem garantir a manutenção dos recursos hídricos na bacia do rio Juliana. Isto pelo fato de que grande parte das nascentes presentes na área de estudo estão localizadas em pontos de alta vulnerabilidade à erosão. Consequentemente, o desenvolvimento econômico, baseado na utilização dos recursos naturais, na área de estudo deve ser baseado numa consciência sustentável, que tenha como objetivo o uso e ocupação dos solos pautado na responsabilidade ambiental.

Pode ser observado que a maior parte das nascentes encontra-se nos locais com alta vulnerabilidade. Isto é um fator que necessita de maior atenção, por comprometer a qualidade e conservação dos recursos hídricos da bacia do rio Juliana. No plano de manejo da APA do Pratigi, um dos seus objetivos é justamente garantir a proteção dos recursos hídricos da bacia do rio Juliana. Neste sentido, este estudo traz considerações importantes, no que tange à espacialização das áreas com maior vulnerabilidade à erosão e sua relação com a localização

das nascentes do rio Juliana, objetivando auxiliar nas atitudes de conservação dos recursos hídricos da bacia.

Referências Bibliográficas

- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico**. R. RA'E GA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR.
- BORGES, K.M.R. Avaliação da susceptibilidade erosiva da Bacia do Rio Carinhanha (MG/BA) por meio da EUPS – Equação Universal de Perda de Solos, 68 p. (UnB-GEA, Mestre, Gestão Ambiental e Territorial, 2009). **Dissertação de Mestrado** – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia
- CAMAPUM DE CARVALHO, J., SALES, M.M., SOUZA, N.M., MELO, M.T.S. (Org.). Processos erosivos no Centro-Oeste Brasileiro. Brasília: FINATEC, 2006. 464p.
- CORRÊA, R.L. Espaço, um conceito chave da geografia, In: CASTRO, I.E.; GOMES, P.C.C; CORRÊA, R.L. **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995, p 15-47.
- CPRM - Geodiversidade do estado da Bahia / Organização Luiz Moacyr de Carvalho [e] Maria Angélica Barreto Ramos. – Salvador: CPRM, 2010. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/Geodiversidade_BA.pdf
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.;HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T; BARBOSA, C. “Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial”. INPE, São José dos Campos, SP, 2001.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.
- GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (Org). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 339p.
- HAMMAR-KLOSE E.S., PENDLETON E.A., THIELER E.R., WILLIAMS S.J. 2003. Coastal vulnerability Assessment of Cape Cod National seashore to sea-level rise. USGS, Menlo, PARK, CA. Disponível em: <<http://www.pubs.usgs.gov/of/2002/of02-233/caco.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2014
- McCOY J. e JOHNSTON K. Using ArcGIS Spatial Analyst. ESRI, 2001.
- NASCIMENTO, N. de O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. Engenharia Sanitária e Ambiental. vol.10 - Nº 1 - jan/mar 2005, 36-48
- ORGANIZAÇÃO DE CONSERVAÇÃO DE TERRAS DO BAIXO SUL DA BAHIA – OCT. Apresentação do território da APA do Pratigi. 2012, 45 slides.
- ROCHA, R.B. et.al. Caracterização Sócio-Ambiental da Área de Proteção Ambiental do Pratigi. UESC/IFV/OCT. 2010. 39 p.
- RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V.; CAVALCANTI, A.P.B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza, CE: UFC Edições, 2007.
- VALERIANO, M.M. **TOPODATA: Guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. INPE São José dos Campos, 2008.