

Susceptibilidade erosiva como subsídio ao planejamento urbano na bacia hidrográfica do Pratagy, Alagoas.

Kleyton Alysson da Silva Tavares¹
Antonio José Pereira Almeida¹
José Vicente Ferreira Neto¹

¹ Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP
57072-900

kleytonkast@gmail.com
Tony.n12@gmail.com
jvferreiraneto@igdema.ufal.br

Abstract. The proposed study aims to determine the initial guidelines of growth of the urban area of the city of Maceió, Alagoas, from the erosive susceptibility of its urban perimeter contained in the basin of the Pratagy, using geoprocessing and remote sensing techniques. The methodology consisted of a series of procedures for obtaining the necessary variables in order to determine the susceptibility map synthesis erosive through multi-criteria analysis. Satellite images were used to map coverage and land use; hydrometeorological data of the Department of Atmospheric Sciences at the Federal University of Campina Grande; contour lines with equidistance of 30m from TOPODATA project; as well as cartographic databases of Alagoas Agro-ecological Zoning related to soil science. As a result, it was possible to establish initial guidelines for urban growth Maceió towards the basin of the Pratagy, based on the diagnosis of the areas susceptible to erosion, combined with the analysis of the Master Plan of Maceió and Urbanism Code and Buildings.

Palavras-chave: erosive susceptibility, urban planning, basin of the Pratagy, susceptibilidade erosiva, planejamento urbano, bacia hidrográfica do Pratagy.

1. Introdução

A urbanização no Brasil, intensificada a partir da década de 70, estabeleceu-se, na maioria dos casos, de maneira rápida, intensa e desorganizada. É nesse cenário que a ação de políticas públicas tem enfrentado grandes dificuldades no sentido de promover a organização social e ambiental de áreas urbanas (TORRES et al., 2014).

A crescente demanda por áreas de expansão urbana aliada à falta de planejamento faz com que o crescimento das cidades ocorra de forma desordenada, geralmente sobre terrenos que não possuem a devida capacidade de suporte. O efeito resultante da demanda por novas áreas provoca o aparecimento constante de novas fronteiras das cidades, principalmente em áreas ainda não integradas fisicamente ao meio urbano e, principalmente, ao planejamento urbano (BRITO, 2012).

O solo pode ser considerado um dos recursos mais afetados pela urbanização. A erosão, compactação, inundações, deslizamentos, entre outras ocorrências, podem ser apontadas como graves problemas associados ao uso inadequado do solo nas cidades. As perdas de solo provenientes da erosão são reconhecidas como uma das principais causas de degradação ambiental, inclusive no meio urbano. Mesmo que os processos erosivos sejam eventos naturais, a ocupação desordenada das cidades tem tornado a ocorrência destes acontecimentos mais frequente e intensa. As queimadas, a retirada da cobertura vegetal, os cortes indevidos e a disposição de resíduos têm sido apontados como fatores agravantes desta realidade (ROCHA et al., 2003; PEDRON et al., 2004; FERNANDES et al., 2007; GIRÃO et al., 2007; BRITO et al., 2012).

A bacia hidrográfica do Pratagy, estado de Alagoas, possui uma área de 194,5 km². A bacia em questão integra parte dos municípios de Maceió, Rio Largo e Messias, e tem grande importância principalmente para a capital Maceió, pois é um dos principais mananciais para o abastecimento da cidade, além de suas águas serem utilizadas por diversas atividades agropastoris.

Praticamente toda a planície costeira e flúvio-lagunar da capital alagoana detêm um grande adensamento populacional. Apenas algumas áreas de tabuleiro hoje são tidas como zonas de expansão da cidade de Maceió, sendo a bacia hidrográfica do Pratagy alvo inerente dessa expansão.

Apesar de predominantemente rural, pouco mais de 22% da área total da bacia encontra-se no perímetro urbano de Maceió, compreendendo parte de cinco bairros dos quais apresentam considerável crescimento urbano nos últimos anos, necessitando assim de políticas públicas não apenas voltadas ao planejamento ambiental, mas, sobretudo, para um planejamento urbano capaz de suprir a crescente urbanização da capital alagoana.

Para conhecer a extensão do problema, o geoprocessamento torna-se uma tecnologia fundamental, fornecendo apoio às decisões relacionadas com a gestão ambiental, permitindo o julgamento das alternativas de solução, através da análise dos graus de benefício e prejuízo que as alternativas possam trazer, tendo também a capacidade de fazer a integração de dados geográficos (XAVIER DA SILVA, 2001).

2. Metodologia de Trabalho

De acordo com a Base Cartográfica das Regiões Hidrográficas da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH-AL), o rio Pratagy possui uma bacia hidrográfica com área de drenagem de 194,5 km², localizada nos municípios de Maceió, Rio Largo e Messias, estado de Alagoas. Está compreendida entre as coordenadas 9° 20' e 9° 35' S e 35° 38' e 35° 50' W (figura 1).

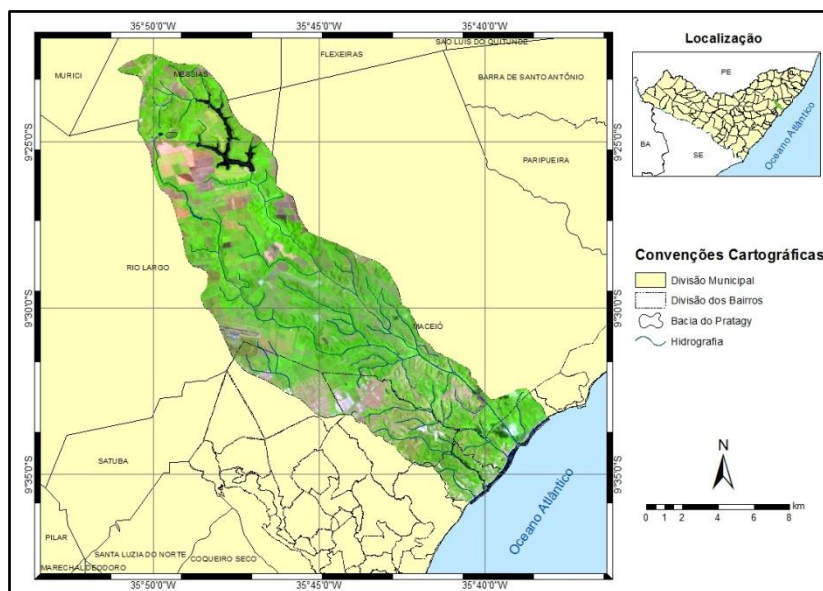


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Pratagy.

O estudo proposto foi realizado em quatro etapas: 1) Pesquisa na literatura especializada referente à caracterização da área de estudo, no caso a bacia hidrográfica do rio Pratagy, e sobre metodologias e técnicas utilizadas para mapeamento de susceptibilidade erosiva; 2) Pesquisa de fontes de informações para criação da base de dados espacial; tratamento das bases pré-existentes e elaboração de mapas temáticos; 3) Elaboração dos mapas de

susceptibilidade erosiva com a influência antrópica a partir da metodologia de análise de multicritério; e 4) Análise dos mapas elaborados confrontando com o Plano Diretor Municipal de Maceió e o Código de Urbanismo e Edificações.

A base de dados utilizada para atender os procedimentos deste estudo consiste em: Pedologia na escala de 1:100.000 do Zoneamento Agro-Ecológico de Alagoas de 2010; imagem de radar do projeto TOPODATA com curvas de nível com equidistância de 30m; imagem Landsat 5 do sensor TM, com resolução espacial de 30m órbita/ponto214/66 e data de registro de 17/03/2011; Bacias hidrográficas da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH-AL); e dados das estações pluviométricas do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

A partir do Modelo Digital de Elevação do TOPODATA foram adquiridas as informações de declividade em porcentagem, sendo atribuídas 5 classes.

O mapeamento de uso do solo foi gerado a partir da imagem Landsat 5 ao qual foi submetida à uma composição colorida R5G4B3. Após isso foi utilizado o método de classificação supervisionada *pixel a pixel* de máxima verossimilhança (Maxver), sendo identificadas 6 classes de uso do solo.

Para o mapeamento da intensidade pluviométrica foram plotadas as coordenadas das estações pluviométricas no *software* Google Earth e posteriormente exportadas e estruturadas em ambiente SIG acrescentando os dados de chuva referentes à média histórica para o mês de março de modo a interpolar os dados por meio do método de ponderação do inverso da distância (IDW) e gerar o mapa final de intensidade pluviométrica. Foram coletadas as coordenadas das estações compreendidas a um raio de 20km no entorno da bacia. O mês de março foi escolhido por corresponder ao mês da data de aquisição da imagem de satélite utilizada para o mapeamento do uso do solo (17/03/2011).

Dentre os procedimentos metodológicos aplicáveis em ambiente SIG para se determinar a susceptibilidade erosiva, foi utilizada a análise de multicritério que permite a investigação combinada de diferentes variáveis para gerar um mapa síntese. Esse procedimento, segundo Moura (2007), é realizado a partir do mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final (tabela 1). A matemática empregada é a simples Média Ponderada, mas há pesquisadores que já utilizam a lógica Fuzzy para atribuir os pesos e notas.

Tabela 1. Variáveis e pesos.

Variável	Peso (0-100%)
Solos	20
Uso e ocupação do solo	45
Declividade	20
Intensidade pluviométrica	15
Total	100

Esse método aplica-se em variáveis organizadas em planos de informações com representação matricial e cada célula das variáveis recebeu o valor do seu peso (Tabela 2).

Para a definição das notas das variáveis de pedologia, intensidade pluviométrica e declividade, utilizou-se como parâmetro os valores definidos por Crepani *et al* (2001). Ressalta-se que as notas de algumas variáveis sofreram alterações em relação às referências consultadas para que ficassem coerentes com a área de estudo.

Tabela 2. Notas estabelecidas para os componentes de legenda.

Variável	Componente de Legenda	Nota (1 a 5)
Classe de solo	Latossolo Amarelo	1
	Argissolo Amarelo/Vermelho-Amarelo/Acinzentado	2
	Neossolo Quartzarênico/Gleissolo/Solos de Mangue	5
Declividade (%)	0-2	1
	2-6	2
	6-20	3
	20-50	4
	>50	5
Uso do solo	Água	1
	Remanescente Vegetal	1
	Solo exposto	3
	Solo em preparo para o cultivo e/ou cultura colhida	4
	Atividade agropecuária (cana, pasto e coco)	4
Intensidade pluviométrica (mm)	Área urbana	5
	75-100	1
	100-125	2
	125-150	3
	150-175	4

Para a elaboração do mapa de susceptibilidade erosiva com influência antrópica foi utilizada a metodologia proposta por Cunha (2009).

Os procedimentos de tratamento das informações e de elaboração de mapas foram realizados utilizando um Sistema de Informação Geográfica, onde todos os mapas foram elaborados na escala 1:100.000, de maneira a ficarem compatíveis com a base de dados utilizada.

3. Resultados e Discussão

A classificação digital permitiu a identificação de oito classes de uso e ocupação do solo, predefinidos anteriormente: a) Remanescente florestal; b) Pasto; c) Cana-de-açúcar; d) Solo exposto; e) Solo em preparo para o cultivo e/ou cultura colhida; f) Área urbana; g) Coco e h) Água. Cabe destacar que, em consequência da data de registro da imagem do satélite Landsat 5 coincidir com o período de colheita/rebrotamento da cana-de-açúcar, a assinatura espectral do alvo Pasto confunde-se com a do alvo Cana-de-açúcar. O alvo Coco também não pôde ser classificado separadamente por conta da assinatura espectral confundir-se bastante com a cana-de-açúcar em estágio maduro. Por este motivo optou-se em agregar os alvos em uma única classe (Atividade agropecuária) onde fosse possível identificar as três culturas.

Para a elaboração dos outros mapas finais não houve necessidade de agregação dos componentes de legenda. Foi realizada apenas a reclassificação de cada variável para que todas tivessem seu grau de valor, conforme já explicitado mais detalhadamente na metodologia.

Os mapas obtidos são mostrados nas figuras 2 a 5.

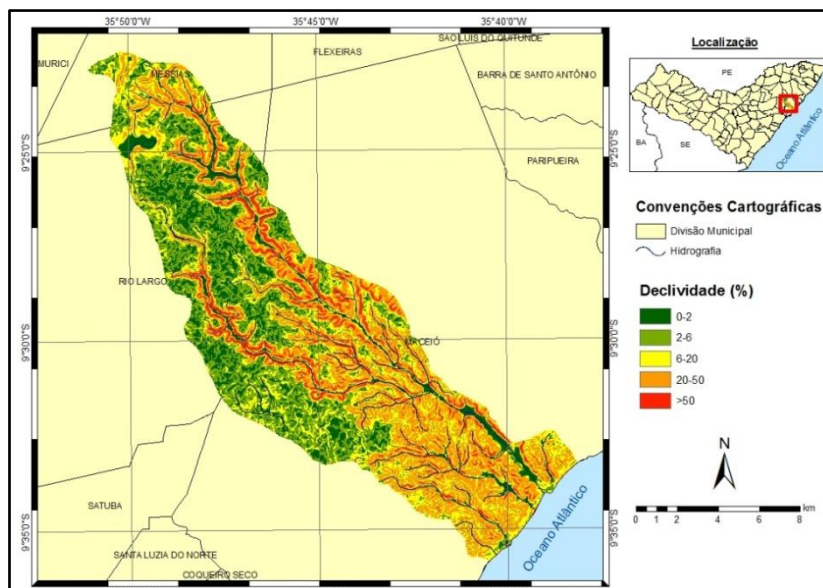


Figura 2. Mapa de declividade.

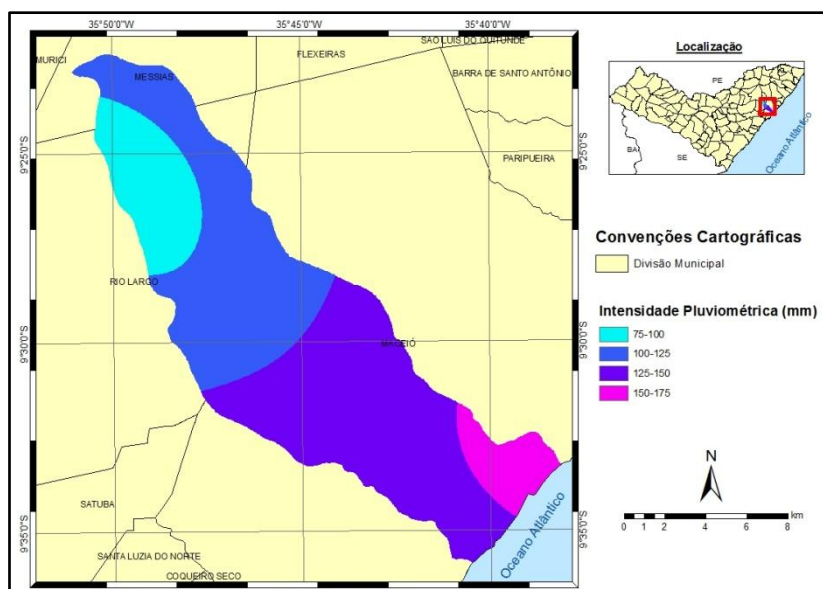


Figura 3. Mapa de intensidade pluviométrica.

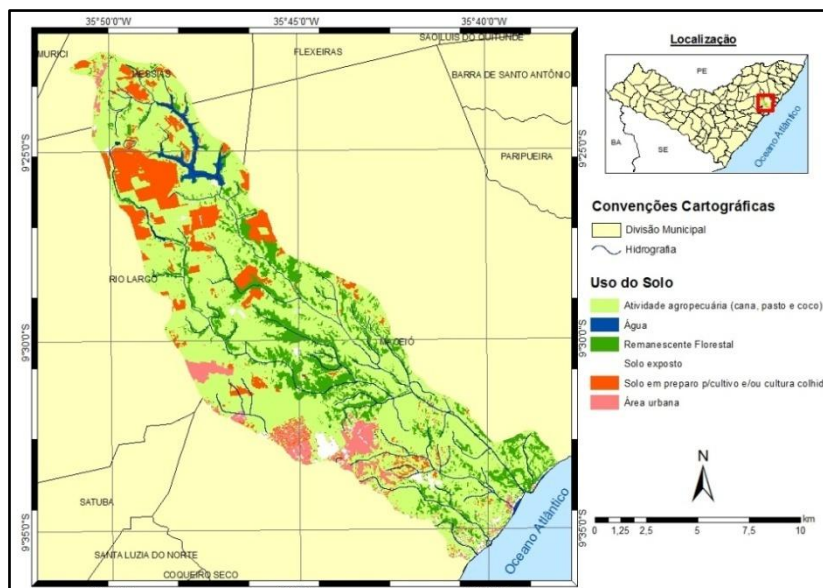


Figura 4. Mapa de uso do solo.

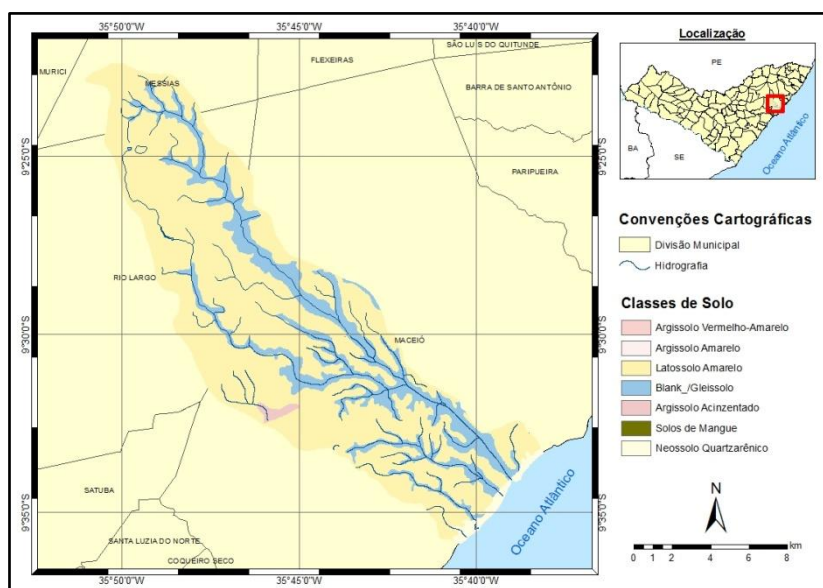


Figura 5. Mapa de pedologia.

O mapa de susceptibilidade erosiva com influência antrópica apresenta cinco classes distintas, variando de “Pouco a não susceptível” à “Extremamente susceptível”, conforme figura 6.

A maior parte da área da bacia apresenta-se pouco susceptível, cobrindo 25,3% da área, seguido por muito susceptível, com 23,9%; extremamente susceptível com 18,7%; moderadamente susceptível com 16,2%; e por fim, pouco a não susceptível com 15,9%. Estatisticamente os dados se distribuem bastante homogêneos variando apenas 9,4% entre as classes “Pouco a não susceptível” e “Extremamente susceptível”. No entanto, espacialmente, os resultados se comportam mais heterogêneos, devido à variabilidade espacial das variáveis determinantes.

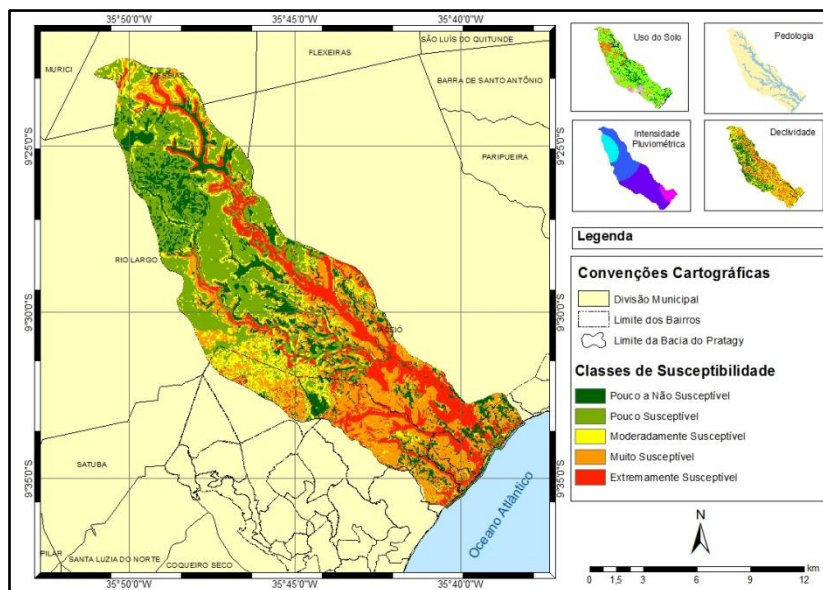


Figura 6. Mapa de susceptibilidade erosiva.

Segundo o levantamento realizado, dos 194,5 km² da bacia, 124,3 km² estão dentro dos limites municipais de Maceió, e destes, 43,7 km² estão localizados no perímetro urbano da capital alagoana, o que corresponde a pouco mais de 22% da área total da bacia.

Esse percentual engloba parte de cinco bairros distintos do ponto de vista social, econômico, histórico e ambiental de Maceió: Benedito Bentes e Cidade Universitária, localizados na parte alta da cidade sobre os tabuleiros costeiros; e Guaxuma, Riacho Doce e Garça Torta, localizados na região litorânea da capital.

Todos esses bairros que englobam a bacia, exceto o bairro da Cidade Universitária, estão situados em sua grande maioria em áreas classificadas como “Muito Susceptível”. Esse resultado pode ser explicado principalmente pelo fato desses bairros estarem situados em ambientes de declive acentuado, parâmetro importante na restrição quanto à ocupação, e pela predominância do cultivo do coco nos bairros litorâneos. Já no Benedito Bentes, o resultado é devido ao cultivo da cana e pasto na zona rural, e à atividade urbana em área de tabuleiro.

Com relação ao Zoneamento Urbano do Código de Urbanismo e Edificações de Maceió, o bairro da Cidade Universitária engloba a Zona de Expansão 1 (ZE-1), Zona Residencial 1 (ZR-1) e a Zona Residencial 2 (ZR-2). Diversos empreendimentos provenientes do estímulo à promoção de habitação de interesse social estão sendo implantados e outros em projetos, o que evidencia a potencialidade do bairro para o avanço da população maceioense. Quanto a susceptibilidade erosiva, observa-se que nessas áreas há a predominância da classe “Moderadamente susceptível”, por estar situada em ambiente de tabuleiro com solo do tipo latossolo amarelo e declividades que pouco variam, favorecendo assim à ocupação urbana.

Parte do bairro do Benedito Bentes está compreendido na Zona Residencial 3 (ZR-3), onde se concentra a grande maioria dos quase 100 mil habitantes e no qual a susceptibilidade erosiva acusa como muito susceptível por conta do grande adensamento populacional, aliado à intensidade pluviométrica que varia de 125 a 150mm. Uma pequena parte do bairro onde a susceptibilidade varia de “Pouco a não susceptível” a “Moderadamente susceptível” corresponde a uma Zona de Interesse Ambiental e Paisagístico (ZIAP), decorrente da presença de remanescente florestal em área de vale, onde possivelmente há áreas de nascentes. Uma outra parte pertencente as mesmas classes de susceptibilidade apresentam-se passíveis de ocupação que estão enquadradas perante o Código de Urbanismo como Zonas de Expansão 1 (ZE-1). A outra parcela do bairro compreende a Zona Residencial e Agrícola 3 (ZRA-3), a qual já observa-se o crescimento da ocupação urbana por meio de construções de

condomínios residenciais de baixa renda. Essas áreas com o passar do tempo podem se transformar em Zonas de Expansão e Zonas Residenciais da cidade de Maceió, exceto nas áreas enquadradas na classe “Extremamente susceptível” por se tratar de ambientes com alta declividade e com tipo de solo não compatível com a ocupação urbana.

Nos ambientes onde há a ocorrência de gleissolos sem a presença de cobertura vegetal, e nos locais mais próximos à costa, com ocorrência de neossolos quartzarênicos associados ao cultivo do coco, há a predominância da classe “Extremamente susceptível”. Essa parcela do solo urbano, exceto aquelas assentadas sobre os gleissolos, apesar de naturalmente ser classificada como extremamente susceptível a sofrer erosão, está sendo utilizada intensamente na construção de empreendimentos imobiliários de alto padrão, o que exige minuciosos diagnósticos ambientais e medidas mitigadoras capazes de atenuarem os impactos ambientais decorrentes dessas construções.

4. Conclusões

Os estudos de diagnósticos ambientais são essenciais para o planejamento, gestão e controle do território de maneira adequada. Nesse contexto, a análise da susceptibilidade erosiva torna-se um importante subsídio para o planejamento urbano, pois revela determinadas fragilidades ambientais, permitindo a busca por possibilidades viáveis de ocupação urbana.

Nesse estudo, a metodologia empregada de análise de multicritério mostrou-se bastante eficaz, pois permitiu combinar variáveis físicas e antrópicas de modo a gerar um mapa síntese de susceptibilidade erosiva condizente com a realidade da bacia do Pratygy.

Referências Bibliográficas

BRITO, A. O. **Estudos da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no Distrito Federal**. 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília. 2012.

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2001.

CUNHA, K. L. **Uso de imagens Landsat e Cbers no mapeamento à susceptibilidade à erosão na região de Primavera do Leste – MT**. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

FERNANDES, G. T. et.al. Mapa de risco de erosão e contaminação superficial da microbacia do Córrego Samambaia – DF/ Brasil. **Estudos**, Goiânia, v. 34, n. 11-12, p. 861-873, 2007.

GIRÃO, O.; CORRÊA A. C. B.; GUERRA A. J. T. Encostas urbanas como unidades de gestão e planejamento, a partir do estudo de áreas a sudoeste da cidade do Recife – UFPE-DCG/NAPA. **Revista de Geografia**, v. 24, n. 3 p. 242-267, 2007.

PEDRON, F. A. et al. Solos urbanos. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p.1647-1653, 2004.

ROCHA, G. C.; LATUF, M. O. , CARMO, L. F. Z. Mapeamento de riscos ambientais a escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Geografia**, v. 12, n. 1, p. 509-515, 2003.

TORRES, F. T .P. et al. A susceptibilidade à erosão como subsídio ao planejamento urbano: estudo de caso do município de Ubá-MG. **Revista Agrogeoambiental**, v.6, n.1, p. 87-99, 2014.

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: edição do autor, 2001.