



# Susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do córrego da Formiga, Quirinópolis/GO

## Erosive susceptibility of the watershed of Córrego of Formiga, Quirinópolis / GO

Ana Paula de Oliveira ASSIS [1](#); Pedro Rogerio GIONGO [2](#); José Henrique Taveira da SILVA [3](#); Marcos Antônio PESQUERO [4](#); Luiz Fernando GOMES [5](#)

Recibido: 27/04/2017 • Aprobado: 12/05/2017

### Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Metodologia](#)
- [3. Resultados e discussão](#)
- [4. Considerações finais](#)
- [Agradecimentos](#)
- [Referências bibliográficas](#)

#### RESUMO:

O uso e ocupação do solo e as atividades econômicas representam grandes fatores de degradação, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos e do solo. Principalmente quando não há planejamento ambiental para o uso sustentável das bacias hidrográficas. Os principais problemas associados à degradação do solo e do ambiente estão relacionados ao aumento da compactação dos solos, redução da infiltração da água e favorecimento do escoamento superficial. As origens do processo erosivo podem ser agravadas por esses elementos, sendo desencadeadas por meio da ação natural ou antrópica, tornando os solos suscetíveis à erosão. Com a pesquisa, objetivou-se elaborar mapa de susceptibilidade erosiva antrópica e natural, através de banco de dados espaciais, tratamento de bases existentes e confecção de mapas temáticos, trabalhadas a partir da metodologia de análise de multicritério, cruzando as informações referentes aos componentes geomorfológicos da micro bacia. Os resultados permitiram inferir que a micro bacia do córrego da Formiga, apesar de ter apresentado

#### ABSTRACT:

The use and occupation of land and the economic activities are important degradation factors, which affect the quality of water resources and soil. It is mainly due to the lack of environmental planning for the sustainable use of the watershed. The problems related to the degradation of the soil and of the environment are associated to the increasing of the soil compaction, decreasing of the water infiltration and the consequently favoring of the surface runoff. The erosion process of the soil might be intensified by these elements, triggered by natural or even anthropic actions. Therefore, we aimed to build a map of the natural and anthropic erosion susceptibility using spatial databases and treatment of the existent databases. The confection of thematic maps was performed by multi criterial analysis, crossing all information of the geomorphological compounds of the micro watershed. The micro watershed of the Córrego da Formiga has high natural susceptibility to erosion in the larger part of its area caused by vegetation and declivity. Conversely, the anthropic factors are also responsible

susceptibilidade natural alta na maior parte da área causada pela declividade e vegetação, a suscetibilidade à erosão por ação antrópica também remete a fatores de degradação, provocada pela urbanização e pastagem.

**Palavras-chave:** Erosão. Uso do solo. Análise multicritério. SIG.

for the degradation in the area, which are urbanization and pastures.

**Key-words:** Erosion, Land Use, multicriteria Analysis GIS.

# 1. Introdução

O uso e a ocupação do solo caracterizam-se conforme o crescimento das fronteiras agrícolas para a transformação do capital. Desse modo, o cenário rural reflete problemas ambientais, principalmente, relacionados à qualidade hídrica dos mananciais. As práticas de manejo do solo, o uso de insumos, o tráfego de máquinas, implementos e a irrigação, são todas atividades operacionais que sustentam a produção agrícola e que remetem a exploração do solo, da água e do clima.

A operacionalização do campo e da cidade infere nas condições de conservação dos recursos naturais, ocasionando problemas de ordem ambiental. Esses problemas, além de afetarem a fauna e flora, contribuem para a descaracterização do solo, provocando impactos como processos erosivos de pequenas, médias e grandes amplitudes. Conseqüentemente esses processos interferem na qualidade dos recursos hídricos, contribuindo nas alterações dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água.

O resultado de práticas sem planejamento e uso inadequado dos recursos naturais resultam no aumento do escoamento superficial. O aumento do fluxo de água na superfície do solo provoca o carreamento de sedimentos, particulados de solo em excesso, matéria orgânica, insumos e contaminantes, em especial nos períodos de maior precipitação, favorecendo o aumento da presença de sólidos e nutrientes nas águas. Elencado a estes problemas, estão a presença de coliformes totais e *E. coli*, assoreamento, eutrofização dos rios e a origem de solos improdutivos, oriundos do processo de erosão (VANZELA *et al.*, 2010).

As causas de escoamento superficial e, conseqüentemente, o aporte de materiais sólidos para os cursos d'água estão relacionadas com diversos fatores, como tipo de solo, clima, relevo e o principal entre eles, o uso e cobertura do solo, sendo provavelmente o grande responsável pela redução de solo e da disponibilidade hídrica (SILVA *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2015).

A qualidade e oferta de águas superficiais é um fator preocupante no Brasil. Isso se deve ao fato de as transformações no uso e cobertura do solo afetam diretamente os parâmetros de qualidade e vazão dos canais de drenagem. Os processos de degradação ocorrem principalmente quando as atividades agropecuárias são executadas em solos com baixa aptidão, acelerando a degradação. Dentre os problemas ambientais que afetam a qualidade da água, o desencadeamento do assoreamento é uma das mais graves conseqüências dos processos de mecanização agrícola.

Aplicado em análises ambientais, as geotecnologias são ferramentas que auxiliam na avaliação, previsão e identificação de fenômenos naturais e antrópicos. Diversas análises abordam problemas específicos para estudos geomorfológicos, destacando-se a metodologia de análise de multicritérios que considera a integração e relação de diversas variáveis (BENAVIDES SILVA e MACHADO, 2014; MOURA, 2007; COSTA *et al.*, 2015). O resultado é um único produto síntese do processo, e pode não apenas explicar a interação das variáveis, mas também quais fenômenos de ação antrópica ou natural contribuem para o desencadeamento dos processos erosivos (BENAVIDES SILVA e MACHADO, 2014)

Por meio do uso de SIG (Sistema de Informação Geográfica) são desenvolvidos e elaborados os mapas de suscetibilidade erosiva. As feições necessárias são adquiridas através do processamento de base de dados existentes, tratamento de informações espaciais e confecção de mapas temáticos, que serão trabalhadas a partir da metodologia de análise de multicritério.

As análises de multicritério consistem em um procedimento metodológico de cruzamento de variáveis amplamente aceitas nas análises espaciais. Ela é também conhecida como Árvore de Decisões ou como Análise Hierárquica de Pesos. O procedimento baseia-se no 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. A matemática empregada é a simples Média Ponderada, mas há pesquisadores que já utilizam a lógica Fuzzy para atribuir os pesos e notas. (MOURA, 2007).

Em virtude da aptidão e uso agrícola de uma micro bacia, as análises ambientais são informações necessárias para juntamente com o uso de tecnologias de SIG, relacionar os possíveis pontos que possam oferecer riscos de degradação a micro bacia. A finalidade de estabelecer medidas e ações necessárias para o planejamento das atividades econômicas da região.

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é elaborar mapas de suscetibilidade erosiva natural e antrópica, a fim de verificar a influência dos parâmetros geomorfométricos, por meio de ferramentas de SIG, na bacia hidrográfica do Córrego da Formiga localizado no município de Quirinópolis/GO.

---

## 2. Metodologia

As informações geográficas necessárias para o estudo foram obtidas através do acesso e aquisição de informações em órgãos oficiais. As feições necessárias para as análises são: Litologia, classe de solos, declividade, intensidade de chuva, índice de vegetação, proximidades de vias e uso do solo. Os dados de entrada na análise multicritério foram processados no *software* Spring versão 5.2.3 e QGIS 2.14 para a obtenção dos planos de informações pertinentes.

A base cartográfica, litologia e classe de solo na escala de 1:50.000 foram disponibilizadas pelo Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG, 2016). As informações foram recortadas para o polígono da micro bacia. O *Layer* de proximidade de vias foi criado pela ferramenta de *buffer*, com distâncias de 5, 10, 25 e 50 metros, como referência os dados de rodovias do Estado de Goiás (SIEG, 2016).

Os dados de altimetria do terreno foram obtidos por meio de dados do TOPODATA (INPE, 2015), disponíveis em cartas (4° x 6°, carta ao milionésimo), acessadas por meio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Através dos dados de altimetria foram processadas as imagens para obtenção do mapa de declividade.

Os dados de precipitação foram obtidos por meio da estação meteorológica do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), localizada nas coordenadas (latitude 18°32'23,41''S, longitude 50°25'43,79''O), Quirinópolis, GO. A elaboração do mapa de intensidade de chuvas foi realizada pela interpolação de dados anuais de precipitação.

O mapa de uso e cobertura do solo e o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) foram obtidas através de imagens do satélite Landsat-8, as quais foram obtidas pelo catálogo de imagens do INPE (2015). As Imagem do satélite Landsat 8 e imagem do Google Earth, referente ao ano de 2015, foram utilizadas para vetorização do uso e ocupação do solo.

Para o cálculo do NDVI foi utilizado a imagem do LANDSAT 8, por meio da diferença entre as reflectâncias das bandas 5 (infravermelho próximo) e 4 (vermelho) dividido pela soma das reflectâncias dessas duas bandas. Obtendo como resultado valores compreendidos entre -1 a 1, sendo maior índice de vegetação indicando a presença de vegetação os valores próximos de 1 e presença de solos descobertos, e os valores próximos de -1 como coberturas de água. Todos os mapas foram gerados na escala 1:50.000, compatíveis aos bancos de dados utilizados.

A metodologia de análise de multicritério consiste na atribuição de pesos para as variáveis que representam riscos vulneráveis a erosão (SILVA & MACHADO, 2014). Sendo a metodologia aplicada na micro bacia do córrego da Formiga, através da relação entre as atividades de uso e

ocupação do solo presentes na micro bacia. A partir dos mapas gerados na caracterização fisiográfica da área de estudo, foi elaborado o mapa final por meio do método de álgebra dos mapas, ou seja, a aplicação de operações aritméticas, dos mapas de litologia, classes do solo, declividade, intensidade de chuva, índice de vegetação, proximidade de vias e uso do solo.

Para cada variável (mapa), são estabelecidos pesos de acordo com suscetibilidade erosiva por meio natural e outra antrópica, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Pesos e variáveis aplicados aos mapas temáticos, para geração de áreas suscetíveis a erosão

Mapas	Suscetibilidade erosiva por meios naturais	Suscetibilidade erosiva por atividades antrópicas
	Peso (0 a 100)	Pesos (0 a 100)
Litologia (L)	10	6
Classes do solo (S)	25	13
Declividade (D)	25	13
Intensidade de chuva (C)	15	8
Índice de vegetação (V)	25	13
Proximidade de vias (PV)	-	12
Uso do solo (US)	-	35
Total	100	100

Fonte: Adaptado de Benavides Silva e Machado (2014)

Para geração do mapa final de susceptibilidade, as variáveis foram organizadas em arquivos matriciais, atribuindo pesos as variáveis de acordo com equações seguintes:

Suscetibilidade erosiva natural:

$$(L \times 10) + (S \times 25) + (D \times 25) + (C \times 15) + (V \times 25) \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: L: Litologia, S: Classes do solo, D: Declividade, C: Intensidade de chuvas, V: Índice de vegetação.

Susceptibilidade erosiva antrópica:

$$(L \times 6) + (S \times 13) + (D \times 13) + (C \times 8) + (V \times 13) + (PV \times 12) + (US \times 35) \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: L: Litologia, S: Classes do solo, D: Declividade, C: Intensidade de chuvas, V: Índice de vegetação, PV: Proximidades de vias e US: Uso do solo.

Para os componentes de cada mapa, foram atribuídas notas de 1 a 5, conforme características que tendem a favorecer a formação de processos erosivos, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Notas estabelecidas para os componentes das variáveis a susceptibilidade à erosão.

VARIÁVEL	COMPONENTE DE LEGENDA	NOTA (1 - 5)

Litologia	Canga, Concentrações de óxidos de ferro, Corpos de minério de hematita, Diabásio, Formação ferrífera, Itabirito, Lentes de hematita, Quartzito, Quartzo	1
	Metabasalto, Sericita, Serpentinó	2
	Filito, Xisto, Cobertura detrito-laterítica	3
	Conglomerado polimítico, Talco	4
	Aluvião, Coluvião, Dolomito	5
Classe de solo	Latosolo	1
	Área sem classificação	2
	Exposição de Canga	3
	Cambissolo	4
	Neossolo / Área degradada	5
Declividade (%)	0 - 2	1
	2 - 6	2
	6 - 20	3
	20 - 50	4
	>50	5
Intensidade das chuvas	Baixa	2
	Alta	4
Vigor de vegetação (NDVI)	Alto Vigor (0,490 - 1)	1
	Médio Vigor (0,341 - 0,490)	2
	Baixo Vigor (0,215 - 0,34)	3
	Baixíssimo Vigor/Ausência (0,066 - 0,215)	4
	Ausência Vegetação (-1 - 0,066)	5
Proximidade de vias	Buffer acima de 50 metros	1
	Buffer de 50 metros	2
	Buffer de 25 metros	3
	Buffer de 10 metros	4
	Buffer de 5 metros	5
Uso do solo	Mata/Natural	1
	Culturas	2
	Campo gramíneo (pastagem)	3
	Solo exposto	4
	Área urbanizada	5

Fonte: Adaptado de Benavides Silva e Machado (2014)

As notas das variáveis foram adotadas a partir da metodologia de Benavides Silva e Machado

(2014). Foi necessário fazer adaptações na variável de uso do solo para se adequar a área de estudo e os usos do solo identificados.

---

### 3. Resultados e discussão

A qualidade dos recursos hídricos é o resultado dos fenômenos da natureza e as ações antrópicas (VON SPERLING, 2005). A qualidade depende das condições naturais como a declividade, tipos de solos e a cobertura vegetal, entre outros elementos que compõe a unidade da bacia hidrográfica. Os problemas de origem antrópica podem ser gerados pela deposição de despejos domésticos e industriais, processos de irrigação, aplicação de defensivos agrícolas e as atividades operacionais da agricultura e pecuária.

Segundo as considerações propostas na Lei nº 12.651/2012 do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), pontua-se que a existência de Áreas de Preservação Permanente (APP) contribui positivamente para a qualidade hídrica, volume de água, estabilidade geológica, proteção do solo, fluxo gênico de animais e vegetais. Os problemas ocorrem a partir da forma em que a exploração da terra acontece na micro bacia, onde o ambiente natural sofre consequências das ações antrópicas, as quais desencadeiam processos de erosão e assoreamento nos mananciais (BOTELHO, 2005).

O conhecimento da geologia ajuda na compreensão das características do terreno, como a declividade e relevo (SANTOS, 2004). O autor sugere ainda que devem ser adotadas práticas de uso sustentável dos recursos naturais, que atendam às necessidades humanas com a mínima degradação do ambiente.

O mapeamento permitiu a caracterização da micro bacia hidrográfica do córrego formiga com relação a fatores geomorfológicos. As feições analisadas propiciaram o entendimento dos aspectos da região, como aptidão agrícola, áreas susceptíveis a processos erosivos com ação antrópica e natural.

A Formação Litológica confere a micro bacia aspectos de pouca influência para a degradação, considerada como suscetibilidade muito baixa (Figura 1A).

O solo é caracterizado como Latossolo (Figura 1B), classe esta que apresenta elevada concentração de argila. Nas ocorrências são solos desenvolvidos, com grandes profundidades, bem estruturados e com alta permeabilidade de água (CREPANI *et al*, 2001). Esses solos em geral apresentam suscetibilidade muito baixa, salvo em situações de altas declividades e intenso uso agrícola.

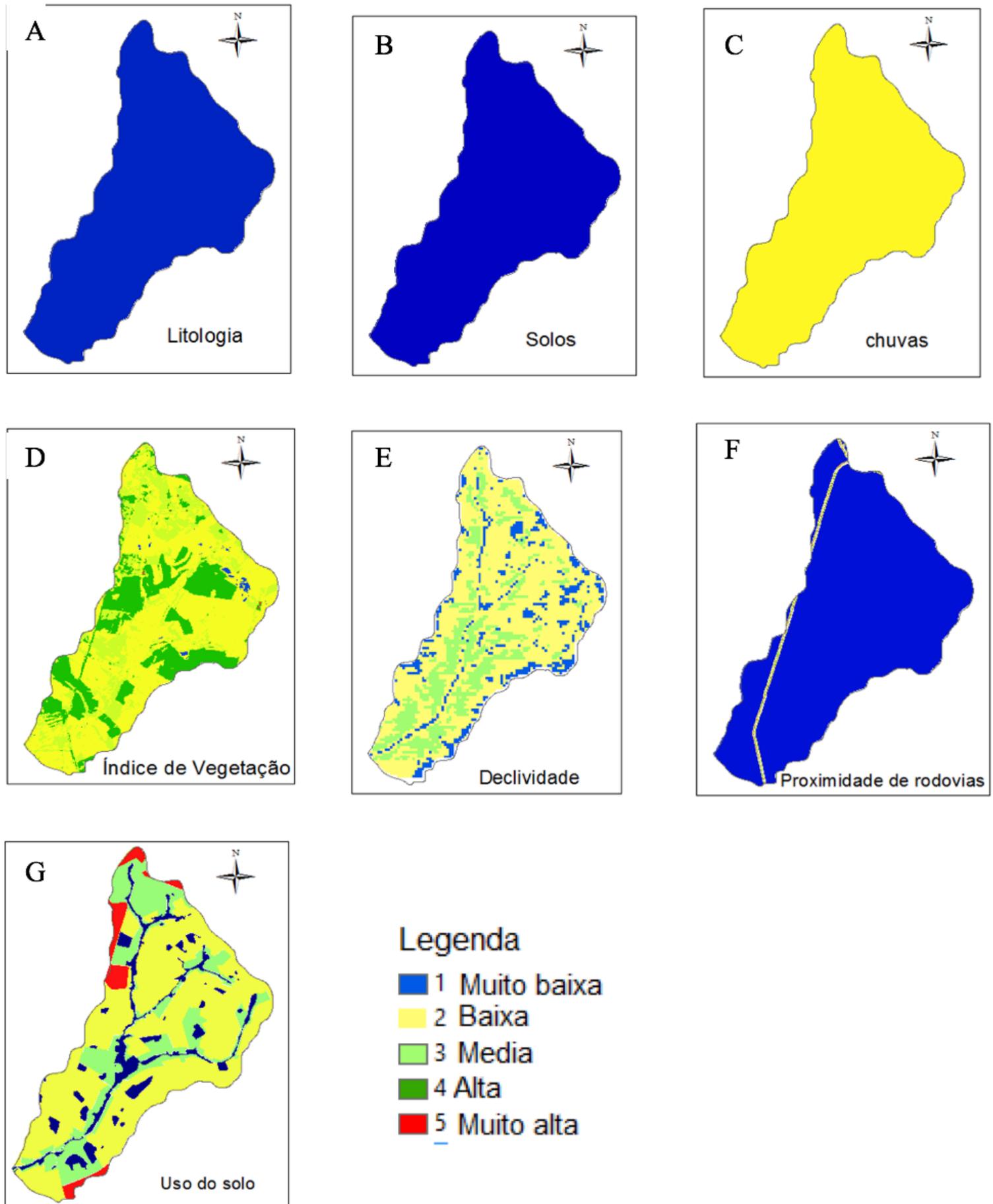
A precipitação na região é em média de 1520 mm anual, com boa distribuição temporal o que caracteriza como suscetibilidade baixa a processos erosivos (Figura 1C). Cita-se ainda que a ocorrência das chuvas na região é de baixa intensidade, raramente é maior que a capacidade de infiltração de água no solo.

O NDVI é um indicativo da presença de cobertura vegetal no solo e a mesma ajuda na interceptação das gotas de chuva, reduzindo o impacto e desestruturação do solo, que ocasiona principalmente selamento superficial pela argila. A vegetação também auxilia na redução da velocidade do fluxo de água na superfície do solo, principalmente próximos aos canais de drenagem onde a declividade é acentuada.

A declividade do terreno na bacia é identificada como muito baixa, baixa e média aos processos de suscetibilidade erosiva (Figura 1E). As maiores declividades apresentam ocorrências próximas aos canais de drenagem, destacando a importância da vegetação nativa próximo aos recursos hídricos.

O uso do solo apresenta maior influência a suscetibilidade erosiva, principalmente nas áreas ocupadas por atividades industriais, área urbana e as atividades agrícolas, essas atividades remetem o solo a alto grau de exploração (Figura 1G).

Classe de solos (B), Declividade (C), Intensidade das chuvas (D), Vigor de vegetação (E), Proximidade de vias (F) e Uso do solo (G).



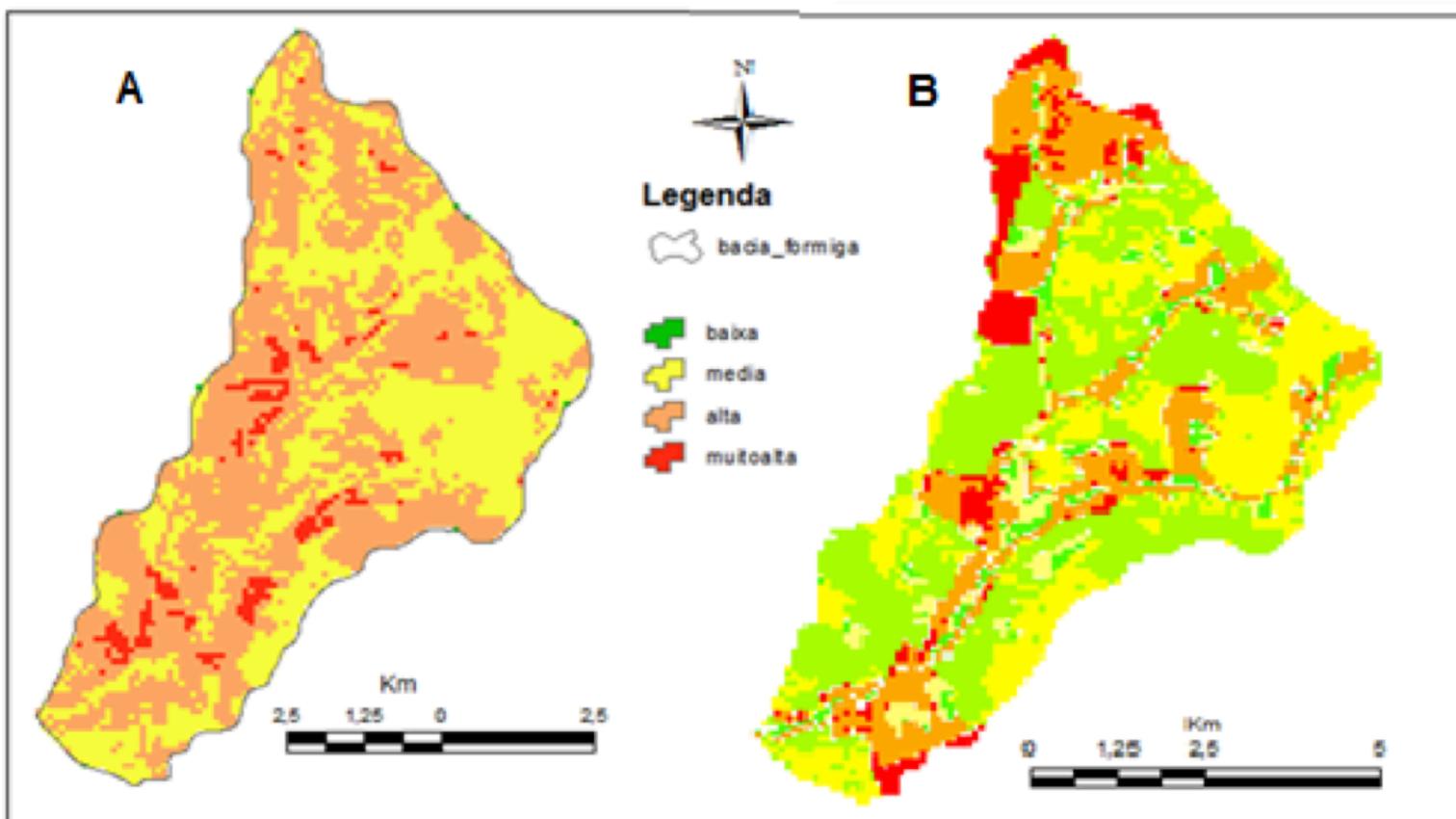
Para a suscetibilidade erosiva natural, pequenas regiões apresentam classe erosiva baixa, como exemplo a parte norte (Figura 2A). A área com suscetibilidade erosiva de média a alta ocorre em quase toda a micro bacia, influenciada principalmente por solos do tipo Latossolo, e os usos mais intensos do mesmo. Esses solos apresentam alta permeabilidade às águas da chuva e agregação entre as partículas, contribuindo para a resistência do arraste de particulados do solo, causados pela ação de agentes erosivos (SALOMÃO, 2005; CREPANI, *et al*, 2001).

A declividade e o NDVI têm maior impacto sobre a erosão, quando de forma associada influenciam a ocorrência de fragmentos de suscetibilidade muito alta distribuídas no centro e seguindo para o sul da micro bacia. As áreas encontradas com muita cobertura vegetal (Alto

NDVI), campo graminoso pode reduzir a intensidade dos processos de erosão. Os resultados condizem com os encontrados por Calderano Filho *et al* (2014) que verificou relação entre o tipo de solo, declividade e vegetação associadas a erosão laminar.

Os parâmetros que mais contribui para a elevação da suscetibilidade erosiva nesta área é o NDVI e a declividade, Pode-se analisar por meio da Figura 2 representando os mapa de suscetibilidade natural (A) e antrópica(B) para a micro bacia do Córrego da Formiga.

**Figura 2** – Mapas de suscetibilidade erosiva natural (A) e antrópica (B)

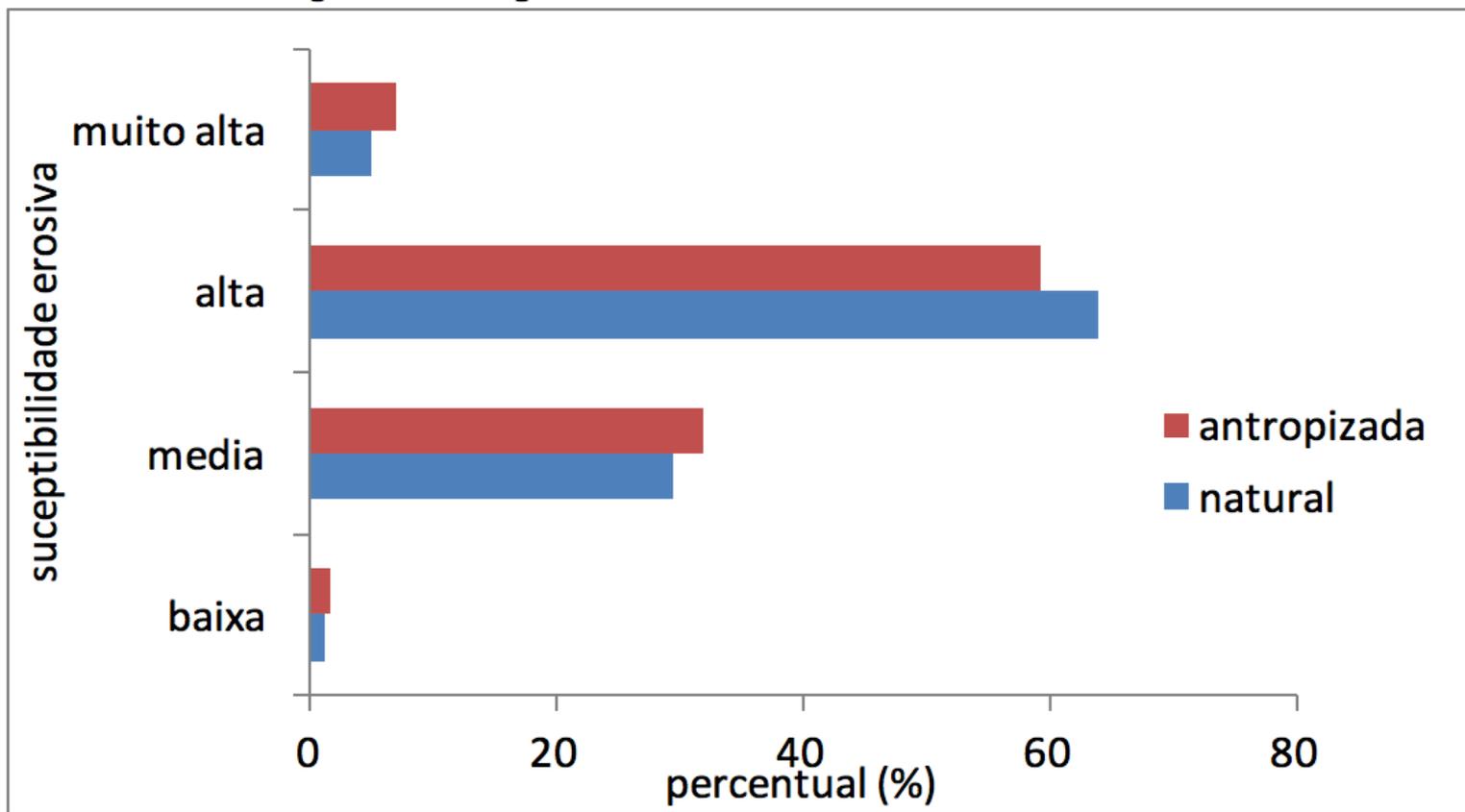


No mapa de suscetibilidade erosiva antrópica, são apresentadas as transformações na paisagem natural. A micro bacia do córrego da Formiga é representada em sua maior parte por influência antrópica, por se tratar de área potencialmente agricultável.

As áreas que resultaram em suscetibilidade antrópica entre alta a muito alta são representadas por áreas urbanizadas como parque industrial, aeroporto, loteamentos residenciais, Usina sucroalcooleira, entre outros. Essas áreas, por serem urbanizadas, correspondem ao uso intenso do solo. Nas áreas de pastagens e áreas agrícolas também apresentam elevada suscetibilidades aos processos erosivos. Alves *et al* (2015) observou a perda de solo em áreas cultivadas por monoculturas na bacia do Ribeirão da Picada no Sudoeste de Goiás, o autor ainda descreve que a perda de solo ocorre principalmente nas áreas que ficam descobertas entre a colheita e a próxima safra, a degradação pode ser acelerada pela declividade.

Na Figura 3, observa-se que os percentuais das áreas de suscetibilidade natural e antrópica, concentram-se na maioria das áreas como suscetibilidade alta, sendo de 64% (natural) e 59,32% (antrópica), em segundo ficou classificada como média, com 29,59% (natural) e 31,96% (antrópica), seguido por muito alta com 5,07% (natural) e 7,01% (antrópica) e baixa suscetibilidade em poucos locais, encontrados 1,34% (natural) e 1,70% (antrópica).

**Figura 3** – Percentuais de áreas nas classes de Suscetibilidade Erosiva Natural e Antropizada da Micro bacia do Córrego da Formiga



A susceptibilidade erosiva Alta no meio natural é obtida em 64% da área e a susceptibilidade antrópica em 59,32% da micro bacia. Nas demais classes, a susceptibilidade antrópica foi maior, indicando que a variável uso do solo apresentou influência entre baixa, média, alta e muito alta.

A susceptibilidade erosiva baixa e média, estão presentes as lavouras de cana-de-açúcar que abrange a maior parte da micro bacia do córrego da Formiga, cerca de 62,43%. As práticas conservacionistas do solo contribuem para a preservação do solo e conseqüentemente, minimizam o potencial a susceptibilidade erosiva.

## 4. Considerações finais

O diagnóstico ambiental é importante para o planejamento e gestão ambiental de micro bacias hidrográficas. O uso sustentável por meio de práticas agrícolas e agropecuárias adequadas podem promover a preservação dos ambientes naturais. Neste contexto, é fundamental as análises de susceptibilidade a erosão, pois é considerada como base para a verificação ambiental, identificando informações relevantes para identificar vulnerabilidades e conseqüentemente promover a busca por formas de mitigação.

O uso da análise de multicritério é importante, pois, através destas ferramentas é possível combinar variáveis e elaborar mapas síntese, o qual é possível avaliar de forma qualitativa e quantitativa a susceptibilidade erosiva, bem como as variáveis de maior peso no resultado final.

A aplicação das ferramentas de SIG colaboram para a geração de informações, capazes de demonstrar a vulnerabilidade de áreas suscetíveis a erosão, sendo primordial para a realização deste estudo.

Esta pesquisa demonstra que o fator antrópico tem um maior peso, uma vez que o processo de antropização é capaz de transformar o meio ambiente natural e conseqüentemente desencadear efeitos negativos para o ambiente e para o ser humano. A micro bacia do córrego da Formiga apresenta áreas mais suscetíveis a erosão quando se refere ao uso e ocupação do solo e a declividade.

A micro bacia do córrego da Formiga, apesar de apresentar susceptibilidade erosiva natural alta na maior parte da micro bacia, a susceptibilidade erosiva antrópica também remete a fatores de degradação, porém, com menor intensidade. Em áreas agrícolas como de cana-de-açúcar, mostrou-se níveis menos acentuados, com susceptibilidade entre baixa a média, demonstrando conservação do solo e aspectos positivos às práticas de uso e ocupação do solo.

# Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Goiás pelas bolsas concedidas aos pesquisadores Pedro Rogério Giongo e José Henrique da Silva Taveira através do Programa de Bolsa de Incentivo à Pesquisa e Produção Científica (PROBIP).

---

## Referências bibliográficas

ALMEIDA, J. W. L.; SANTOS, I. S.; VELOSO G. A.; LEITE, M. E. Geotecnologias aplicadas ao uso do solo: estudo de caso bacia do Vieira no município de Montes Claros. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS. CRISE, PRÁXIS: ESPAÇOS DE RESISTÊNCIA E DE ESPERANÇAS. ESPAÇO DE DIÁLOGOS E PRÁTICAS. *Anais...* Porto Alegre - RS, 2010. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/xvieng/anais/edp.php>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

ALVES, R. E.; SOUZA, L. F.; SOUZA, V. M.; QUEIROZ, T. A. F. LIMA, J. V. A degradação e fragilidade dos solos no Sudoeste de Goiás: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão da Picada. *Revista Geográfica de América Central* N° 56. ISSN 1011-484X, enero-junio, pp. 235-258, 2016.

BENAVIDES SILVA, V. C.; MACHADO, P. S. "SIG na análise ambiental: susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais". *Revista de Geografia*. Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, v. 31, n. 2, mar. 2014.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em micro bacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELLO, R. G. M. (Org.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 340 p.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2005). *Resolução nº 357 - 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei 12651*, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em 21 jul. 2015.

CALDERANO FILHO, B.; CARVALHO JÚNIOR, W.; CALDERANO, S.B.; GUERRA, A.J.T.. Suscetibilidade dos solos à erosão na área de entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Tombos (MG). *Revista Geonorte*, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.670-675, 2014.

COSTA, C. D. O., ALVES, M. C., SOUSA, A. P., SILVA, H. R., GONZÁLES, A. P., AVALOS, J. M. M., BESKOW, S., MARQUES, A. P. Estimativas das perdas de solo e deposição de sedimentos em uma sub-bacia hidrográfica sob processo de degradação ambiental. *Revista de Ciências Ambientais – RCA*, Canoas, v. 9, n. 1, fev. 2015b.

COSTA, M. P. F.; BEZERRA, P. E. S.; OLIVEIRA, R. S. Vulnerabilidade erosiva da bacia hidrográfica do Rio Peixe e mudanças no uso da terra no município de Uruará, Pará. *Boletim Amazônico de Geografia*, Belém, v. 02, n. 04, p. 121-131. jul./dez. 2015a.

CREPANI, E. MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C.. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. INPE-8454-RPQ/722. São Bernardo do Campos, 2011.

INPE – [INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS](http://www.inpe.br/). *Imagem de satélite LANDSAT 8 e SRTM*. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 18 ago. 2015.

MOURA, A. C. M. Reflexões Metodológicas como Subsídio para Estudos Ambientais Baseados em Análise de Multicritérios. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil. Abril de 2007. p. 2899-2906.

PINHEIRO, A.; SCHOEN, C.; SCHULTZ, J.; HEINZ, K. G. H.; PINHEIRO, I. G.; DESCHAMPS, F. C. "Relação entre o uso do solo e a qualidade da Água em bacia hidrográfica rural no bioma mata atlântica". *RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v. 19 n.3, Jul/Set 2014, p. 127-139.

QGIS versão 2.14. A Free and Open Source Geographic Information System. Disponível em: <<http://www.qgis.org/en/site/>>

SALOMÃO, F. X. T. *Controle e prevenção dos processos erosivos*. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELLO, R. G. M. (Org.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 340 p.

SANTOS, R. F. *Planejamento Ambiental: Teoria e Prática*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SIEG - SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS. *Arquivo Shapefile Bacia Hidrográfica*. Disponível em: <<http://www.simego.sectec.go.gov.br/>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. "Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva". *Engenharia Agrícola*. Jaboticabal, SP. v.25, n.2, 2005, p.409-419.

SPERLING, M. V. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. ed. 3, Belo Horizonte – MG, Editora UFMG. 2005, 452p.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. "Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, PB. v.14, n.1, 2010. p.55-64.

---

1. Engenheira Ambiental, Mestra em ambiente e sociedade pela Universidade Estadual de Goiás, campus de Morrinhos, GO, Brasil. E-mail: [anapaula.assis@hotmail.com](mailto:anapaula.assis@hotmail.com)

2. Engenheiro Agrônomo. Doutor em ciências – Irrigação e drenagem, docente da Universidade Estadual de Goiás, campus Santa Helena de Goiás, GO, Brasil. Bolsista PROBIP da UEG. E-mail: [pedro.giongo@ueg.br](mailto:pedro.giongo@ueg.br)

3. Engenheiro Agrícola. Doutor em Engenharia Agrícola – Processamento de produtos agrícolas, docente da Universidade Estadual de Goiás, campus Santa Helena de Goiás, GO, Brasil. Bolsista PROBIP da UEG. E-mail: [jose.taveira@ueg.br](mailto:jose.taveira@ueg.br)

4. Biólogo. Doutor e docente da Universidade Estadual de Goiás, campus de Morrinhos, GO, Brasil. E-mail: [marcos.pesquero@ueg.br](mailto:marcos.pesquero@ueg.br)

5. Engenheiro Agrícola, Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade (PPGEAS) do Instituto Federal de Educação e Tecnologia Goiano – IF Goiano – Campus Rio Verde. E-mail: [luizfernandoz4@hotmail.com](mailto:luizfernandoz4@hotmail.com)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 42) Año 2017  
Indexada en Scopus, Google Schollar

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados