



ANÁLISE E DIAGNÓSTICO FÍSICO-FUNCIONAL DA VULNERABILIDADE DA PAISAGEM A PERDA DE SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA RIO URU – GO

Italo Fernandes de Lima^(a), Klinsmman Silva Ribeiro^(b)

^(a)Instituto de Estudos Socio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, italofernandeslima@gmail.com

^(b)Instituto de Estudos Socio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, klinsmman@live.com

EIXO: BACIAS HIDROGRÁFICAS E RECURSOS HÍDRICOS: ANÁLISE, PLANEJAMENTO E GESTÃO

Resumo

A partir da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, foram incorporados princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão. Definiu-se como área de estudo a bacia hidrográfica do Rio Uru, rio este que faz parte a bacia do rio Tocantins. A bacia está localizada no noroeste do estado de Goiás, possui o cerrado como bioma principal. Objetivou-se com este estudo analisar e diagnosticar através dos parâmetros físico-funcionais, da bacia hidrográfica do Rio Uru, a sua vulnerabilidade da paisagem a perda de solo, apresentando MODERADO/ESTÁVEL vulnerabilidade à perda de solos. Isso se dá como consequência dos fatores ambientais que integram a área, como elevada declividade em alguns pontos da bacia.

Palavras chave: Recursos hídricos, Bacia hidrográfica, Analise de Bacias, Vulnerabilidade da paisagem, Parâmetros físico-funcionais.

1. Introdução

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2016), o cerrado possui as nascentes das três maiores bacias hidrográficas do Brasil. Porém o cerrado vem sofrendo diversos tipos de degradação ambiental, como: desmatamentos, assoreamentos, contaminação por agrotóxicos, despejo inadequado de lixo, e diversos de outros tipos de usos indevidos.

Um dos desafios básicos da análise hidrológica é o delineamento e a caracterização morfométrica das bacias hidrográficas e da rede de drenagem. Tal informação é de utilidade em numerosas aplicações, tais como na modelagem dos fluxos hidráulicos, no transporte e deposição de poluentes e na predição de inundações (WANG & YIN, 1998; THIERFELDER, 1998; CEBALLOS & SCHNABEL, 1998).

Para o estudo das interações entre os processos, do ponto de vista quantitativo, utiliza-se o método de análise morfométrica através dos seguintes parâmetros: densidade de drenagem, coeficiente de compacidade, índice de circularidade e forma da bacia, dentre outros (ALVES e CASTRO, 2003; GUERRA e GUERRA, 2003; POLITANO e PISSARRA, 2003; POLITANO et al., 2004).



A vulnerabilidade da paisagem à perda de solo foi a metodologia executada em conformidade com a metodologia desenvolvida por Crepani et al. (1996), utilizando-se os temas geologia, geomorfologia, solos, cobertura e uso da terra e clima, assim, essa proposta caracteriza-se por estabelecer uma interrelação entre os elementos da paisagem, baseando-se em informações de Geologia, Geomorfologia (Declividade do Terreno), Solos, Uso da terra e Clima. A deflagração de processos erosivos, em função dos usos do solo, é geralmente relacionada às condições naturais do terreno, principalmente ao uso da terra, declividade, tipos de solos, geologia e pluviometria.

Guerra & Mendonça (2005), afirma que a intervenção humana sobre o relevo terrestre demanda a ocupação e a transformação da paisagem. Dependendo do tipo desta intervenção, das práticas conservacionistas utilizadas e dos riscos geomorfológicos envolvidos, os impactos ambientais poderão causar grandes prejuízos ao meio físico e à sociedade.

As degradações ambientais têm colocado em risco a diversidade biológica do cerrado e para constar se a bacia hidrográfica do Rio Uru sofre degradação ambiental como o restante do cerrado, objetivou-se fazer uma análise e diagnóstico físico-funcional de sua área para verificar sua vulnerabilidade.

2. Metodologia do trabalho

O rio Uru faz parte da bacia do rio Tocantins, tendo suas nascentes na região noroeste do estado de Goiás, compreende os municípios de Americano do Brasil, Carmo do Rio Verde, Cidade de Goiás, Guarataí, Heitorai, Itaberaí, Itaguari, Itaguaru, Itaguaçu, Itapuranga, Mossâmedes, Taquaral de Goiás e Uruana, como apresentado na Figura 1. Possui área de 3.868,91 km². (Figura 1).

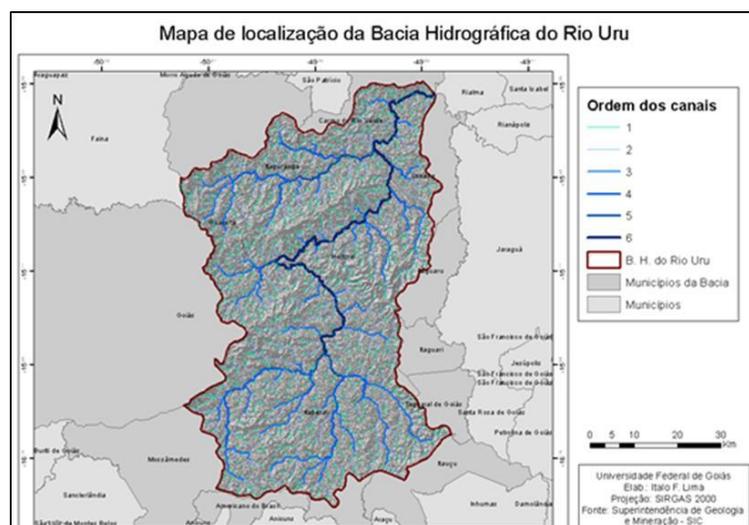


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Uru - GO

O rio Uru apresenta o seu aproveitamento em três aspectos com o uso dos seus cursos fluviais onde é bastante expressivo em vários setores nas atividades humanas, como no abastecimento urbano, na pesca e no lazer. Quanto à estrutura demográfica que se faz a partir da estrutura territorial da bacia hidrográfica do uru, o rio está radicado numa estrutura territorial próximo a diversos pequenos centros urbanos, que apresenta os aspectos de uso dos recursos hídricos do rio (CHAVEIRO & CASTILHO, 2013).

Quanto à dimensão territorial do rio Uru, podemos dividi-lo em três pontos numa perspectiva metodológica para melhor analisar a bacia como uma unidade natural: Alto da bacia, médio da bacia e Baixo. Com isso analisar o alto é pensar nas nascentes os primeiros afluentes de um rio principal, médio a parte de desnivelamento do relevo influenciando os canais fluviais, e o baixo são as proximidades onde o rio tem a sua foz.

2.2 Metodologia

De acordo com Crepani (2001), para a atribuição de valores na escala de vulnerabilidade procurou-se destacar, em cada um dos temas, os parâmetros que se apresentam como indicadores de categoria morfodinâmica, ou aqueles capazes de influir decisivamente no desenvolvimento dos processos morfodinâmicos.

O estudo aplica parâmetros morfométricos em toda a extensão da Bacia Hidrográfica do Rio Uru e a metodologia baseia-se no uso do SIG para a análise ambiental. Os dados morfométricos, o processamento e manipulação dos dados foram feitos no software ArcGis 10.2 com base dados encontrados no SIEG (Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográficas de Goiás).

Para a elaboração do mapa de vulnerabilidade natural à perda de solo, foi necessária a produção do mapa geomorfológico (Declividade) e foram utilizados também mapas temáticos (Geologia, Solos, Uso e Ocupação da terra e Pluviometria) na escala de 1:250.000 no formato de shapefile, que foram obtidos da base de dados do SIEG. Com a análise dos materiais obtidos, dos quais resultaram na caracterização dos aspectos do meio físico e na caracterização geotécnica, é possível com a associação entre os mapas diagnosticar a vulnerabilidade.

Na metodologia de Crepani (2001) adotada para geração do mapa de Vulnerabilidade da Paisagem à Perda de Solo, cada tema da paisagem (Geologia, Geomorfologia, Solo, Uso da Terra e Clima) recebe um valor final de vulnerabilidade, resultante da média aritmética dos seus valores individuais, como vemos na equação 1.



$$V = \frac{G+R+S+Vg+C}{5}$$

Em que:

V = vulnerabilidade da unidade de paisagem;

G = vulnerabilidade para o tema Geologia;

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia;

S = vulnerabilidade para o tema Solos;

Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação/Usos da terra;

C = vulnerabilidade para o tema Clima.

Fonte: Crepani et al. (2001)

Equação 1. A equação representa a posição da unidade da paisagem dentro da escala de vulnerabilidade à perda de solo.

“A escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas, a partir de sua caracterização morfodinâmica, é feita segundo critérios desenvolvidos a partir dos princípios da Ecodinâmica de Tricart que estabelece as seguintes categorias morfodinâmicas: Procurou-se contemplar maior variedade de categorias morfodinâmicas, de forma a se construir uma escala de vulnerabilidade para situações que ocorram naturalmente. Desenvolveu-se então o modelo que estabelece 21 classes de vulnerabilidade à perda de solo, como vimos na tabela 1, distribuídas entre as situações onde há o predomínio dos processos de pedogênese (às quais se atribuem valores próximos de 1,0), passando por situações intermediárias (às quais se atribuem valores ao redor de 2,0) e situações de predomínio dos processos de morfogênese (às quais se atribuem valores próximos de 3,0)” (Tricart, 1997).

Tabela 1. Escala de vulnerabilidade à perda de solo das unidades de paisagem.

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA	GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			CORES
			VERM.	VERDE	AZUL	
U1	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0	
U2	2,9		255	51	0	
U3	2,8		255	102	0	
U4	2,7		255	153	0	
U5	2,6		255	204	0	
U6	2,5	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	255	0	
U7	2,4	204	255	0		
U8	2,3	153	255	0		
U9	2,2	102	255	0		
U10	2,1	MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	51	255	0	
U11	2,0	0	255	0		
U12	1,9	0	255	51		
U13	1,8	0	255	102		
U14	1,7	0	255	153		
U15	1,6	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255		204
U16	1,5	0	255	255		
U17	1,4	0	204	255		
U18	1,3	0	153	255		
U19	1,2	0	102	255		
U20	1,1	ESTÁVEL	0	51		255
U21	1,0	0	0	255		

Fonte: Crepani et al. (2001)



A partir das análises e interpretações realizadas anteriormente, é feito assim uma compilação dos mapas dos atributos, gerando um mapa grau de vulnerabilidade final de todas variáveis em um só arquivo.

Para a rede de drenagem foram utilizados mecanismos para extração automática da bacia estudada. Para essa extração foi necessária uma imagem coletada pelo *AdvancedSpaceborneThermalEmissionandReflectionRadiometer (ASTER)*, que foi obtida no site da *USGS (U.S. GeologicalSurvey)*. Foi aplicado as ferramentas *SpatialAnalyst>Hidrology*. Em primeiro lugar, foi estabelecido sob o Raster o *FlowDirection* (direção do fluxo), em seguida foi aplicado o *Sink* (Buraco/Depressão), *Fill*(filtro), *FlowAccumulation* (fluxo acumulado), *MapAlgebra* (Extração da rede de drenagem), *StreamtoFeature* (conversão raster-shapefile). Após a coleta desses dados e extração, foi-se aplicado os cálculos para parâmetros morfométricos como: área, perímetro, fator de forma, coeficiente de capacidade, índice de circularidade, densidade hidrográfica, densidade da drenagem, sinuosidade, declividade, altitude, ordem de canal, amplitude altimétrica.

3. Resultados e discussões

A partir do mapeamento dos atributos: Geologia, Geomorfologia, Solo, Uso da Terra e Clima da Bacia hidrográfica do Rio Uru – GO foram atribuídos os valores indicativos do grau de vulnerabilidade a perda de solo, para se obter o mapa de vulnerabilidade da área.

Na elaboração dos mapas (Figura 2) foram geradas as variáveis utilizadas para se calcular a vulnerabilidade aplicando a respectiva metodologia. No próprio programa ArcGis foi quantificado cada polígono destes mapas com seu respectivo grau de vulnerabilidade de acordo com a metodologia proposta por Crepani et al. (2001).

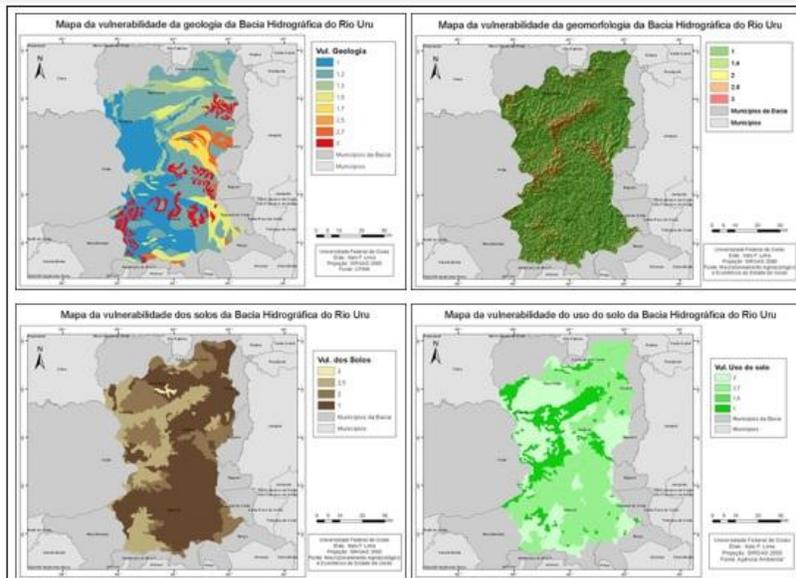


Figura 2: (Da esquerda para a direita) 1. Mapa da Vulnerabilidade da Geologia, 2. Mapa da Vulnerabilidade da Geomorfologia, 3. Mapa da Vulnerabilidade dos solos, 4. Mapa da Vulnerabilidade do Uso do Solo.

Geologia - A geologia da área é constituída por formações de Granitoide, Quartizito, Xisto, Depósitos de Areia/Argila/Silte e outros. Tendo como predominância Granitoides Depósitos de Areia/Argila/Silte. A vulnerabilidade da geologia, de acordo com Crepani (2001) quanto maiores forem os interflúvios (ou menor for a intensidade de dissecação) menores são os valores atribuídos às unidades de paisagem natural na escala de vulnerabilidade, ou seja, valores mais próximos à estabilidade (valores próximos a 1,0), da mesma forma as unidades de paisagem natural que apresentem os menores interflúvios (ou maiores intensidades de dissecação) recebem valores da escala de vulnerabilidade mais próximos de 3,0 (próximos da vulnerabilidade).

Geomorfologia (Declividade) - A geomorfologia da área é caracterizada por região de superfícies aplanadas e planalto central goiano. A vulnerabilidade da geomorfologia, de acordo com Crepani (2001) considera que valores menores que 3% possui grau muito baixo de vulnerabilidade, entre 12% e 25% possuem grau médio e acima de 47% grau muito alto de vulnerabilidade.

Solos - A tipologia de solos da bacia é constituída por latossolos, argissolos, cambissolos, chernossolos, gleissolos e nessleros. Tendo como predominância o latossolo. Os latossolos são solos bem desenvolvidos, profundos e porosos e que apresenta alto grau de maturidade. De acordo com Crepani (2001) nas unidades de paisagem natural (Figura 7), solo, consideradas *estáveis* o valor atribuído aos solos na escala de vulnerabilidade é 1 e são representados pela classe de solos do tipo Latossolos, nas unidades consideradas intermediárias o valor atribuído aos solos na escala de vulnerabilidade é 2, e são representados pela classe de solos do tipo Podzólicos, nas unidades consideradas vulneráveis ocorrem



solos aos quais é atribuído o valor 3, estes solos são jovens e pouco desenvolvidos, isto é, sua característica principal é a pequena evolução dos perfis de solo.

Uso do solo - Segundo Feltran-Filho et al. (1989), o uso do solo nada mais é que a forma de como o solo está sendo utilizada pelo homem. Esse uso pode provocar alguns danos ao meio ambiente, como erosão intensa, inundações, assoreamento dos reservatórios e cursos d'água. De acordo com Crepani (2001) para os parâmetros da vulnerabilidade do tema Uso e Ocupação do Solo é considerado o tipo de cobertura vegetal, sendo dado valor mínimo de 1 para o Cerrado, 1,5 para a Água, 2,7 para a Agricultura e 3 para a Pastagem. A área urbana foi desconsiderada por ser ocupada por uma pequena porção do território, porém ela apresenta valor 3 de vulnerabilidade.

Clima - De acordo com Crepani (2001) os valores de vulnerabilidade utilizados para a erosividade da chuva são baseados na quantidade de chuva do mês de maior precipitação, registrado pela estação pluviométrica mais próxima ao município e a partir da intensidade pluviométrica (mm/mês) vemos qual a sua vulnerabilidade, como vemos na tabela 2. O mês que obteve maior precipitação foi janeiro com 322mm.

Tabela 2. A tabela mostra qual a vulnerabilidade para distintas intensidade pluviométricas.

Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
< 50	1,0	200 - 225	1,7	375 - 400	2,4
50 - 75	1,1	225 - 250	1,8	400 - 425	2,5
75 - 100	1,2	250 - 275	1,9	425 - 450	2,6
100 - 125	1,3	275 - 300	2,0	450 - 475	2,7
125 - 150	1,4	300 - 325	2,1	475 - 500	2,8
150 - 175	1,5	325 - 350	2,2	500 - 525	2,9
175 - 200	1,6	350 - 375	2,3	> 525	3,0

Fonte: Modificado de Crepani et al. 2001

Drenagem - Foi utilizado o método de Strahler (1952) para a hierarquização da rede de drenagem, onde os canais sem tributários são considerados de primeira ordem; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de canais de terceira ordem, podendo receber tributários de ordens inferiores.

Fazendo uma análise dos parâmetros morfométricos da bacia observou um valor de 0,75 km² de densidade de drenagem o que significa que a bacia tem drenagem pobre, porque segundo a metodologia, valores maiores que 3,5 que são considerados de boa drenagem. Obtém-se o valor de 1,58 para o coeficiente de compacidade (Kc), e quanto mais se aproximar de 1, maior é a possibilidade de ocorrer



cheias. Fator de Forma é um parâmetro que quanto maior o valor maior as chances de enchentes, e na Bacia estudada o valor foi de 40,63 com possibilidade alta de acontecer cheia. Quanto mais próximo de 1 for o índice de circularidade (I_c) mais circular será a bacia. No caso dessa bacia o valor desse índice foi de 0,39.

Após a definição da vulnerabilidade de cada um dos elementos citados anteriormente, foi correlacionado cada mapa de todos esses elementos. O mapa final que corresponde a vulnerabilidade da paisagem à perda de solo da Bacia hidrográfica do Rio Uru - GO, que quando considerado o elemento de uso e cobertura da terra obtém-se a vulnerabilidade morfodinâmica natural à perda de solos de acordo com o grau de proteção da terra. Estas correlações podem ser observadas na Figura 3.

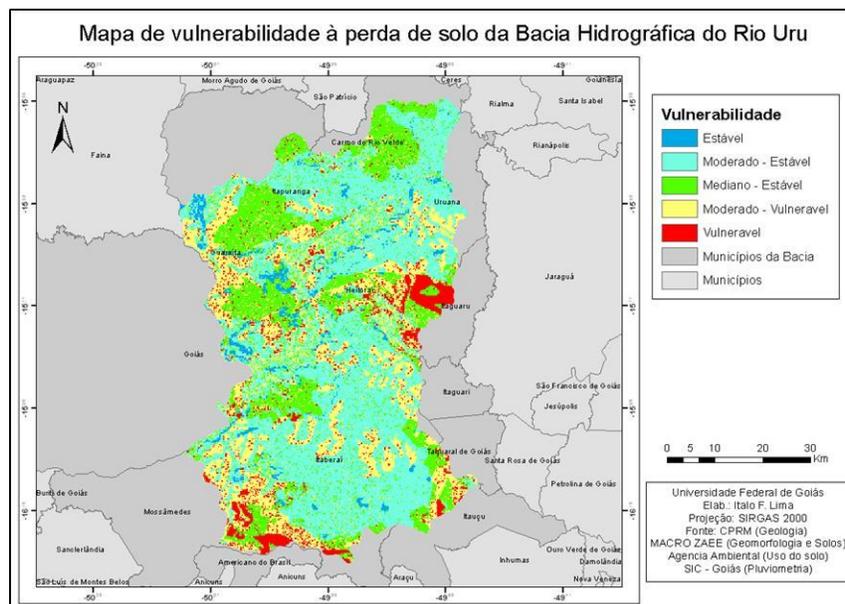


Figura 3: Mapa de vulnerabilidade da paisagem a perda de solo

4. Conclusão

A Bacia Hidrográfica do Rio Uru, no noroeste de Goiás apresenta MODERADO/ESTÁVEL vulnerabilidade à perda de solos. Isso se dá como consequência dos fatores ambientais que integram a área, como elevada declividade em alguns pontos da bacia. O substrato geológico, constituído por rochas



de baixa a média vulnerabilidade. O mesmo ocorre com o solo, que apresenta medio grau de vulnerabilidade. Porém o uso e cobertura vegetal da terra apresenta baixo grau de vulnerabilidade. De maneira geral, a metodologia adotada mostrou-se satisfatória, tendo resultados coerentes com a realidade da área de estudo.

5. Referências Bibliográficas

- ALVES, J.M.P.; CASTRO, P.T.A. **Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos.** Revista Brasileira de Geociências, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.
- CREPANI E. et al. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao Zoneamento-Econômico.** São José dos Campos, INPE, 1996. (INPE-6145-PUD/028).
- CREPANI, E. et al.; **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001.
- MMA - Ministerio do Meio Ambiente: **O Bioma Cerrado, 2016.** Acessado em julho de 2016. FELTRAN-FILHO AF, LIMA SC, ROSA R. **Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia – MG, através de imagens TM/LANDSAT.** Sociedade & Natureza 1989; 1(2):127-145.
- GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 652p.
- GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a Questão Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 225-256, 2005.
- POLITANO, W.; PISSARRA, T.C.T. **Relações entre características morfométricas quantitativas e estimativa da vazão em função da área em microbacias hidrográficas de 2ª ordem de magnitude.** Engenharia Agrícola, v. 23, n. 1, p. 179-186, 2003.
- POLITANO, W.; PISSARRA, T.C.T.; FERRAUDO, A. S. **Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego rico, Jaboticabal (SP).** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, p. 297-305, 2004.
- STRAHLER, A.N. **Hypsometric (area-altitude) analysis and erosion topography.** Geological Society of America Bulletin, v. 63, p.1117-1142, 1952.
- TAGLIANI, Carlos Roney Armanini. **Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um Sistema Geográfico de Informações;** In: Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Belo Horizonte, Brasil, INPE, p. 1657 – 1664, 2003.
- TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, 1977.
- TUCCI, C.E.M., 1997 Estimativa do Volume para Controle da Drenagem no Lote. Anais III Seminário Nacional de Drenagem Urbana. ABRH. Curitiba
- WANG, X.; YIN, Z.Y. **A comparison of drainage networks derived from digital elevation models at two scales.** Journal of Hydrology, v. 210, p. 221-241, 1998.