

Revista Brasileira de Cartografia (2012) N° 64/1: 15-24
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOÃO-MS UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO

Analysis of Environmental Fragility of the São João Stream Basin Using Geoprocessing

Raffael Gonçalves de Oliveira, Vitor Matheus Bacani, Vicente Rocha da Silva, Elias Rodrigues da Cunha & Ednilson Mendes Ferreira

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

Campus de Aquidauana/Departamento de Geociências

Rua Oscar Trindade de Barros, nº 740, bairro Serraria, Aquidauana-MS. CEP:79200-000

raffaelgeografia@hotmail.com

vitor@cpaq.ufms.br, eliasrodriguesdacunha@hotmail.com, ednilson@cpaq.ufms.br

Recebido em 18 Maio, 2009/ Aceito em 19 Fevereiro, 2010

Received on May 18, 2009/ accepted on February 19, 2010

RESUMO

A análise da fragilidade ambiental vem se constituindo num dos principais documentos para a realização de ordenamento ambiental territorial. Este trabalho teve como objetivo analisar a fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego São João, para subsidiar ações de planejamento ambiental e ordenamento territorial. Para a confecção das cartas utilizou-se um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Os procedimentos metodológicos empregados fundamentam-se na proposta de Tricart (1977) e Ross (1994). Os resultados indicaram uma dominância de médias fragilidades na bacia (69,6%), enquanto que as fortes (15,4%) e muito fortes fragilidades (0,8%) foram encontradas próximas à foz. Conclui-se que as áreas de fragilidade média ocorrem em solos bem desenvolvidos e relevo plano tendo então que se atentar para a variável uso da terra e cobertura vegetal, principalmente o uso desenfreado de técnicas antiquadas na agricultura e pecuária.

Palavras Chaves: Fragilidade Ambiental, Geoprocessamento, Córrego São João

ABSTRACT

The analysis of the environmental fragility plays a key role in land use planning. The present study aimed to evaluate the environmental fragility of the São João stream basin to subsidize planning actions that restrict and direct land use. The maps were generated in a geographic information system (GIS), according to Tricart (1977) and Ross (1994). The results showed a dominance of medium fragility in the basin (69.6%) while strong (15.4%) and very strong fragilities (0.8%) were found near the mouth. We observed that the areas of medium fragility occurring in well developed soils and flat terrain. Thus, are necessary actions linked at land use planning to minimize use of antiquated techniques in agriculture and cattle raising.

Key words: Environmental Fragility, Geoprocessing, São João stream.

1. INTRODUÇÃO

A fragilidade ambiental é definida como a vulnerabilidade do ambiente em sofrer qualquer tipo de dano e está relacionada com fatores de desequilíbrio de ordem tanto natural, expresso pela própria dinâmica do ambiente, como em situações de elevadas declividades e alta susceptibilidades erosiva dos solos, quanto antropogênica, a exemplo do mau uso do solo e de intervenções em regimes fluviais (TAMANINI, 2008).

Estudos da fragilidade ambiental, sob a perspectiva metodológica desenvolvida por Ross (1994), têm sido amplamente desenvolvidos em bacias hidrográficas como instrumento de planejamento e gestão ambiental (SPÖRL e ROSS, 2004; KAWAKUBO et al., 2005; SILVEIRA e OKA-FIORI, 2007; BACANI, 2010).

A bacia hidrográfica do córrego São João é uma sub-bacia do rio Aquidauana, que é um dos principais tributários da Bacia do Alto Paraguai (BAP). A área da bacia do São João é de 104.700 hectares, compreendida entre as latitudes sul de 19°43'51" e 19°59'16" e as longitudes oeste de 54°51'06" e 54°18'79" (Figura 1).

O arcabouço geológico da Bacia Hidrográfica do Córrego São João é constituído pela Formação Serra Geral, das nascentes até seu médio curso e pela Formação Botucatu do médio ao baixo curso (BRASIL, 1982).

A geomorfologia caracteriza-se pela presença da unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná modelada pela unidade morfoescultural do Planalto Maracaju-Campo Grande, onde predominam colinas de topos tabulares e aplainados (BRASIL, 1982).

A cobertura pedológica é marcada pela presença de Latossolo Vermelho, da nascente até o médio curso e Neossolo Quartzarênico do médio curso à foz (BRASIL, 1982).

A fragilidade dos ambientes naturais face às intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas (ROSS, 1994).

A fragilidade dos ambientes naturais deve ser avaliada quando se pretende aplicá-la ao planejamento territorial ambiental, baseada no conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977). Dentro dessa concepção ecológica o ambiente é analisado sob dois prismas da teoria dos sistemas de que na natureza as trocas de energia e matéria acontecem em equilíbrio

dinâmico. No entanto esse equilíbrio é frequentemente alterado pelas ações do homem. Com isso Tricart (1977) definiu que quando os ambientes estão em equilíbrio dinâmico eles são estáveis, enquanto em desequilíbrio são instáveis.

Ross (1994) propôs a ampliação dos conceitos para que esses fossem utilizados como subsídio para o planejamento ambiental, estabelecendo as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente em vários graus, desde instabilidade muito fraca até muito forte. Aplicou o mesmo para as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, que apesar de estarem em equilíbrio dinâmico, são Potencialmente Instáveis. Deste modo as Unidades Ecodinâmicas Estáveis apresentam-se como sendo Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial, em diferentes graus tais como as de Instabilidade Emergente, ou seja, de muito fraco a muito forte.

Dentro do conceito de fragilidade ambiental, convém destacar dois termos distintos: a fragilidade potencial e a fragilidade emergente.

A fragilidade potencial de uma determinada área é conceituada como sendo a vulnerabilidade natural de um ambiente em função de suas características físicas como a declividade e o tipo de solo, enquanto que a fragilidade emergente além de considerar as características físicas, contempla também, os graus de proteção dos diferentes tipos de uso e cobertura vegetal sobre o ambiente (KAWAKUBO et al., 2005).

Diante dos diferentes estados de equilíbrio e desequilíbrio que o ambiente está submetido, Ross (1994) sistematizou uma hierarquia nominal de fragilidade representada pelos seguintes códigos: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5). A fragilidade do solo ou erodibilidade corresponde à vulnerabilidade do solo à erosão que está ligada as diferenças de atributos físicos e químicos do solo; fatores que explicam em muitos casos o fato de alguns solos erodirem mais que outros mesmo estando expostos a uma mesma condição de ambiente e manejo

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi analisar a fragilidade ambiental da bacia do córrego São João, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, visando dar subsídios para a realização do Planejamento Territorial Ambiental.

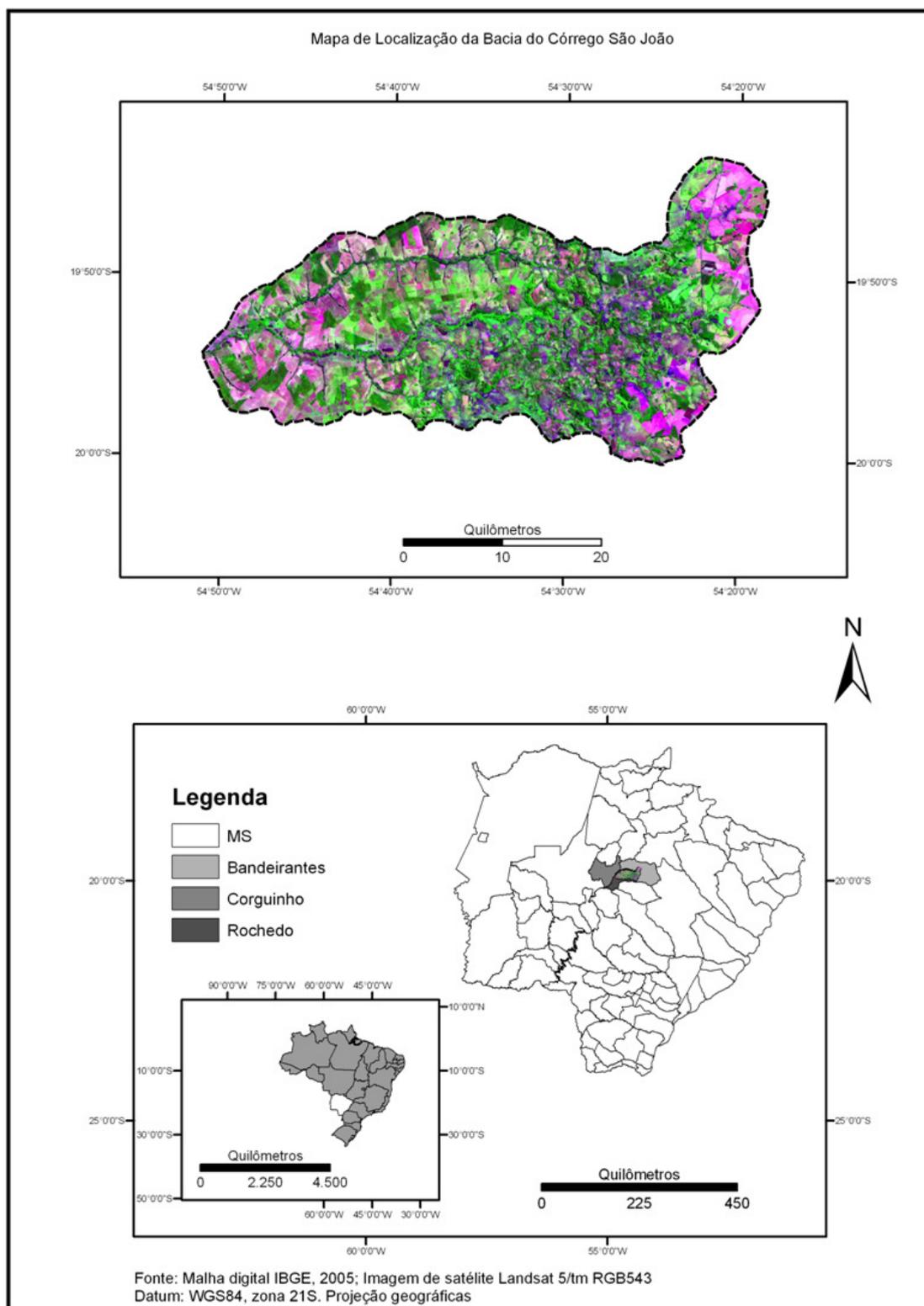


Figura 1 – Localização da área de estudo da Bacia do Córrego São João-MS.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos basearam-se na proposta de Ross (1994).

A escala adotada para a confecção das cartas foi de 1:250.000, definida segundo a extensão territorial da área de estudo, a disponibilidade de

mapeamento temático pré-existente (BRASIL, 1997) e resolução espacial das imagens de satélite e Radar.

Para a carta de Uso da terra e Cobertura Vegetal, primeiramente obteve-se uma imagem corrigida geométrica e ortorretificada do satélite LANDSAT-7, sensor ETM+, de órbita

ponto 225/74, de 14/04/2005, obtida gratuitamente no site da NASA (**National Aeronautics and Space Administration**), (<http://www.glcf.umd.edu/index.shtml>). A escolha da imagem para esse período deu-se em função de priorizar a qualidade do pré-processamento já efetuado pela NASA. A data escolhida foi a mais recente disponível para o momento da pesquisa.

A extração das informações referentes aos tipos de uso e cobertura vegetal na bacia consistiu na análise visual da imagem orbital, utilizando software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), segundo rotinas de tratamento digital de imagens, descritas por Novo (2008). A escala de visualização na tela do computador foi de aproximadamente 1:50.000. Este mapeamento foi desenvolvido conforme a concepção do manual de uso da terra e cobertura proposto pelo IBGE (2006), e publicado na escala de 1:250.000.

Em seguida obteve-se uma imagem georreferenciada, no formato TIFF/GEOTIFF, do Radar interferométrico SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) interpolada por Valeriano (2008) com resolução espacial de 30 metros na horizontal e 1 metro na vertical, obtida gratuitamente no site do INPE (<http://www.dsr.inpe.br/topodata>). Toda a aquisição dos dados SRTM foi planejada para suprir mapeamentos em escalas entre 1:100.000 e 1:250.000 (VALERIANO, 2008).

Com base nessa imagem foram elaborados os seguintes produtos: a) carta hipsométrica; b) carta clinográfica.

a) para a elaboração da carta hipsométrica foram estabelecidas dez classes altimétricas, a partir da interpretação de perfis topográficos de modo a identificar os principais compartimentos altimétricos, o que posteriormente auxiliou também na etapa de identificação de compartimentos geomorfológicos e na delimitação da área da bacia.

b) a carta clinográfica foi elaborada com base em um Modelo de Grade Regular Retangular (MGRR), a qual foi classificada em cinco categorias de acordo com os diferentes graus de inclinação, segundo proposto por Ross (1994).

A carta de solos foi compilada do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (BRASIL, 1997).

Após a criação do banco de dados geográfico procedeu-se a utilização da técnica de análise espacial denominada álgebra de mapa, cujo método

foi o da sobreposição ponderada, sobre planos de informação (PI's) reclassificados, conforme parâmetros estabelecidos por Ross (1994). Nesse momento, combinou-se a carta clinográfica com a de solos que gerou um produto intermediário que indica o potencial natural à erosão dos solos e corresponde a fragilidade potencial.

Em seguida, delimitou-se as áreas de planície fluvial com referência na imagem de satélite descrita acima.

A planície fluvial foi sobreposta ao produto intermediário resultado da relação solo/relevo, constituindo-se assim, a carta de potencial natural à erosão do solo e a inundação. Esta carta foi combinada com a de uso da terra e cobertura vegetal, o que originou na carta de fragilidade ambiental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Fig. 2 apresenta seis classes de uso da terra e cobertura vegetal de 2005, sendo elas: Pastagem, Agricultura, Mata, Silvicultura, Água e Área Urbana.

A área da bacia hidrográfica do córrego São João possui 104.700 hectares, sendo a classe pastagem o uso mais expressivo ocupando uma área de 55.935 hectares, que equivale a 53% da área da bacia. A segunda classe mais representativa é a agricultura com 21% do total.

Segundo Vitte e Guerra (2004) o processo de ocupação desenfreado produz efeitos nefastos no ambiente. Em vários estados brasileiros houve um aumento do processo erosivo.

Como pode ser observado na Tabela 1, 74% da área total da bacia está recebendo um uso intenso da agropecuária, que segundo Lepsch (2002), são os usos que mais prejudicam o solo, aumentando a suscetibilidade à erosão e consequentemente assoreamento dos canais de drenagem, marcando uma transformação do sistema, sendo sabedores de que no Brasil pouco se pensa em planejamento territorial.

A perda de solo submetido ao cultivo de pastagem foi estimada por Lepsch (2002) em torno de 700 kg/ha/ano. Nas áreas de pastagem da bacia do córrego São João este índice corresponde a aproximadamente 39.200 kg/ano.

É perceptível o desequilíbrio deste ambiente já que o desmatamento é entendido como o ponto de partida para o rompimento da estabilidade

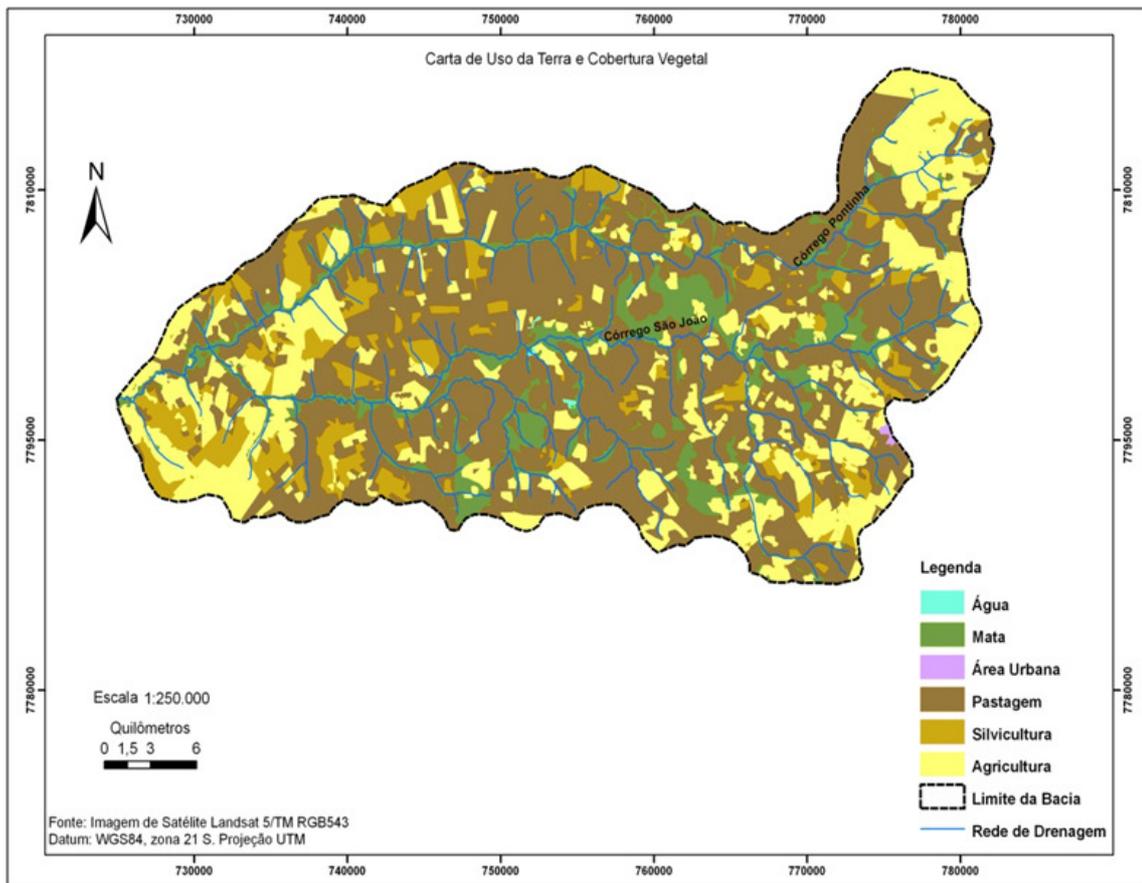


Fig. 2 - Carta de uso da terra e cobertura vegetal da Bacia do Córrego São João-MS.

ambiental, já que toda dinâmica ambiental depende da vegetação, para que continue em equilíbrio (TRICART, 1977).

A Fig. 3 mostra que a bacia tem uma elevação suave, tendo como ponto mais baixo 259 metros, na foz, e apresenta-se com 696 metros nas nascentes, sendo essa elevação dividida em 56,79 quilômetros, isso representa uma elevação de quase 8 metros por quilômetro. Apresentando uma elevação mais acentuada apenas nas nascentes.

A Figura 4 mostra um arranjo de cinco classes de declividade, a saber: de 0 a 6% (muito fraca), 6 a 12% (fraca), 12 a 20% (média), 20 a 30% (forte) e > 30% (muito forte). As declividades de 0 a 6% (muito fraca) e de 6 a 12% (fraca) ocupam uma área de 98.225 hectares que abrange 93,85% da área, quase a totalidade e, o alto grau de dissecação do relevo no seu médio curso com declividades que chegam a 30%, formando uma faixa de morrarias, que praticamente divide a bacia em alto e médio curso é uma característica marcante dessa bacia.

Analisando a tabela 02 nota-se que a bacia ocupa uma área de 104.700 ha, sendo apenas

6,16% dessa área ocupada por relevo de inclinações de forte a muito forte, então a bacia hidrográfica do córrego São João caracteriza-se por apresentar grande extensão de relevo plano, porém notou-se a presença de fortes inclinações associadas a um relevo escarpado no médio curso e que merece especial atenção quanto à ocupação, sobretudo quando desenvolvida em áreas de encostas.

Muitas vezes, por que as áreas são planas, não se tomam os devidos cuidados com o solo estando, à erosão do mesmo, ligado também a geomorfologia do terreno. Segundo Guerra e Mendonça (2004) vários são os benefícios potenciais, quando são adotadas estratégias adequadas de conservação dos solos, mas, na maioria dos casos, as práticas de conservação só são implantadas em regiões que já estejam passando por processos erosivo acelerados.

A Figura 5 mostra que o predomínio na bacia hidrográfica é de Latossolos, ocupando desde a nascente até a transição do médio curso-foz. Os Latossolos são solos bem desenvolvidos que tem por característica boa produtividade agrícola e

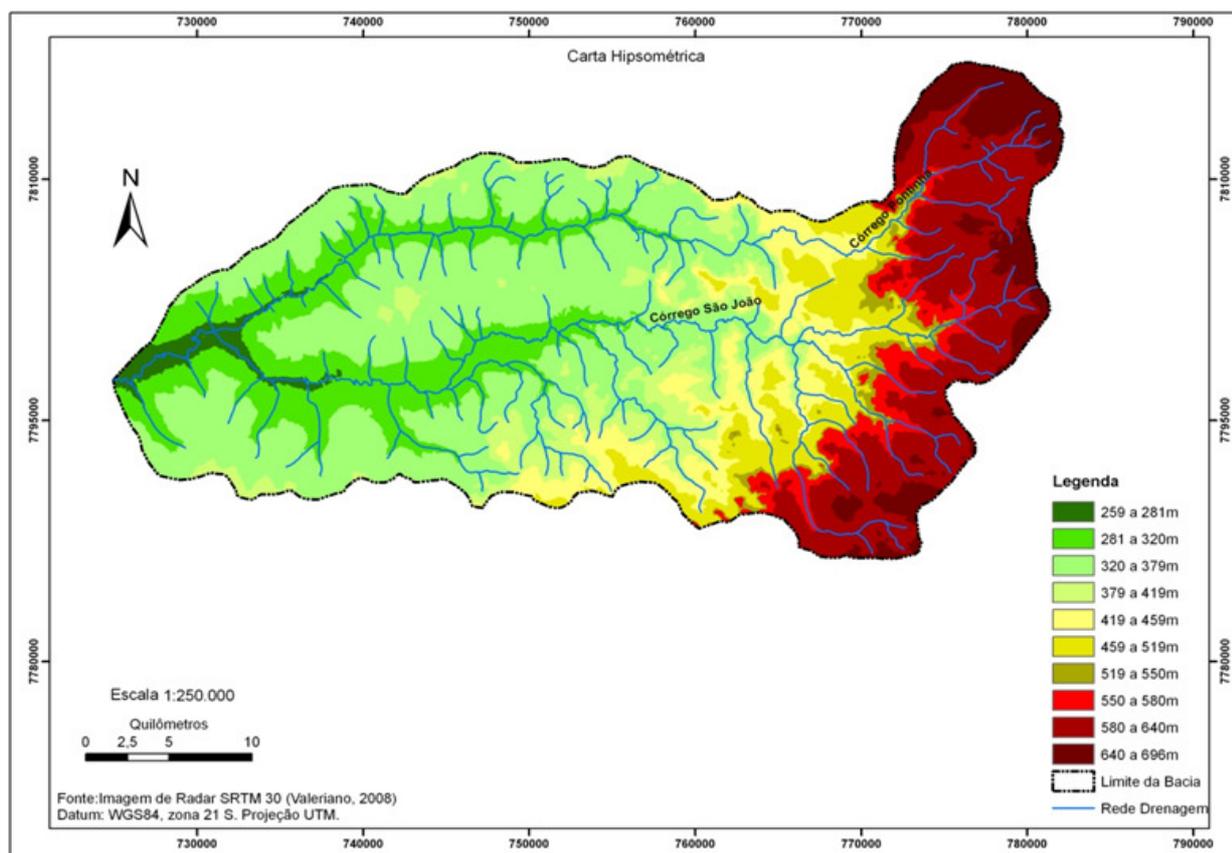


Fig. 3 - Carta Hipsométrica da Bacia do Córrego São João-MS.

pecuária, desde que sejam utilizados com o manejo adequado.

Destaca-se a presença de uma grande porção de Neossolo Quartzarênico, entre o médio curso e a foz do córrego Pontinha, cuja classificação de fragilidade é muito forte segundo Ross (1994).

A bacia apresenta-se então, em relação aos solos, como uma bacia de baixa fragilidade, em maior parte de sua extensão, apresentando fragilidade muito alta apenas a noroeste (NW) onde se encontra neossolos.

Segundo Goudie (1990 apud GUERRA e MENDONÇA, 2004), a erosão dos solos é o principal e mais sério impacto causado pela ação humana sobre o meio ambiente. Por tanto a área merece atenção no que diz respeito a baixa fragilidade dos solos, que pode deixar a entender que não precise de manejo.

A Figura 6 apresenta o potencial natural à erosão dos solos e inundação que variam de muito fraco a muito forte.

Na área das nascentes o potencial apresenta-se como muito fraco, já que nessas áreas os solos

Tabela 1. Tipos de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do córrego São João-MS.

Classes de Uso	km ²	%
Pastagem	559	53
Agricultura	229	21
Mata	141	14
Silvicultura	116	12
Água	1	0,1
Área Urbana	1	0,1
Área Total	1.047	100

são bem desenvolvidos e a declividade é baixa. No médio curso e a sul (S) da bacia apresenta um potencial fraco com algumas faixas de potencial médio, com solos bem desenvolvidos, porém o relevo é muito dessecado.

As áreas de médio potencial à erosão aparecem desde o médio curso, a NW e W, cujo relevo se apresenta muito plano, porém o solo é pouco desenvolvido.

A classe muito forte ocorre apenas onde o relevo apresenta fortes inclinações combinadas com

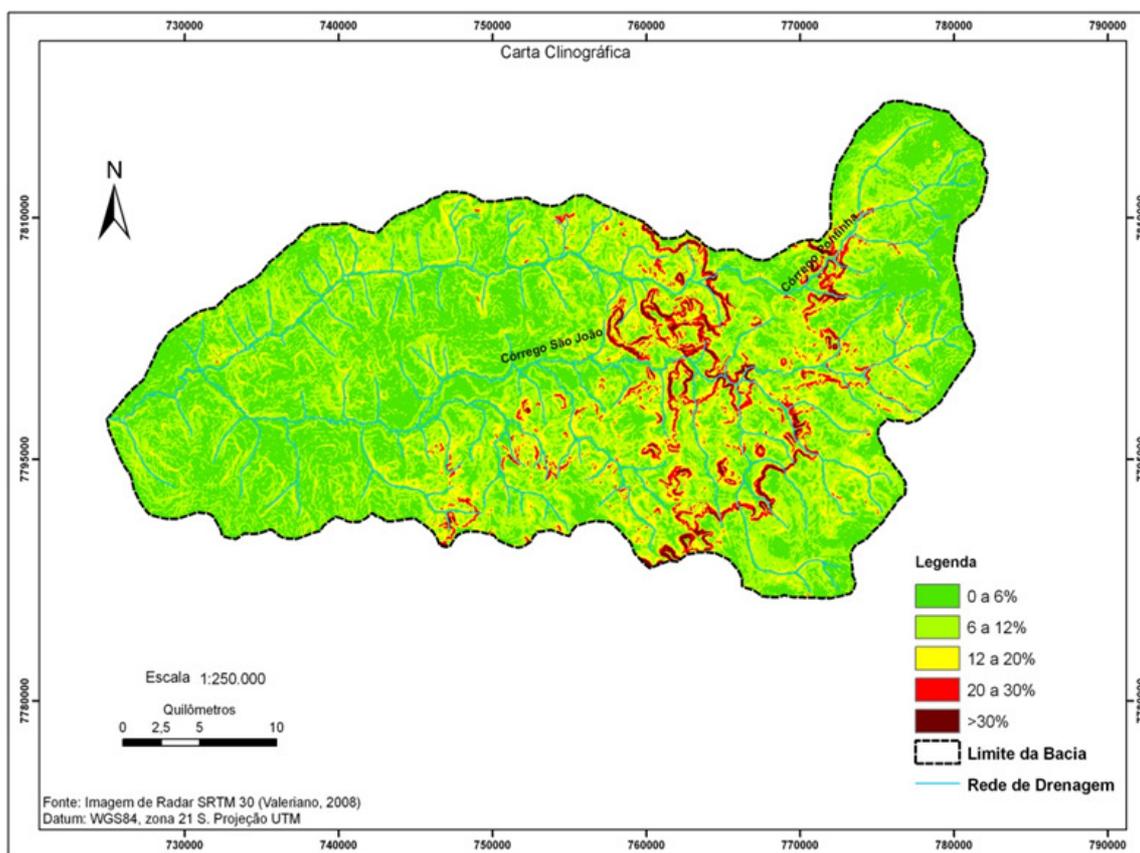


Fig. 4 - Carta Clinográfica da Bacia do Córrego São João-MS.

Neossolos Litólicos de fragilidade muito forte, no médio curso.

O potencial à inundação apresenta apenas uma classe, muito forte, que esta desde a foz até o médio curso do córrego Pontinha e do São João.

A Figura 7 apresenta um arranjo em cinco categorias de fragilidade que variam de muito fraca a muito forte. As classes de fragilidade ambiental ou emergente referem-se ao ano do mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal. A fragilidade muito fraca aparece apenas em algumas nascentes em ponto onde combina formas tabulares e solos profundos com a silvicultura ou mata.

A categoria de fragilidade fraca apresenta-se destacadamente onde a vegetação natural predomina, mesmo quando a declividade apresenta-se elevada. Com isso, evidencia-se a importância da mata natural na estabilidade ecodinâmica, especialmente da mata ciliar.

O médio grau de fragilidade ocupa a maior área da bacia, sendo essas ocupadas em sua maior parte por pastagem. Mesmo onde a pastagem está sobre solos bem desenvolvidos e declividades

baixas a fragilidade é média. Comprovando assim que a pastagem é o fator que mais influencia na determinação da fragilidade dessa bacia, por conta de sua grande extensão.

As áreas que apresentaram forte fragilidade ambiental ocorrem ao longo de toda bacia, porém destacam-se nas porções noroeste e oeste, predominantemente junto aos fundos de vale dos canais principais dos córregos Pontinha e São João, aumentando em direção à foz. Esta classe encontra-se fortemente associada ao desenvolvimento de culturas agrícolas, inclusive onde há fortes inclinações e solos bem desenvolvidos. Há que se destacar a presença da área urbana na porção leste, de parte da cidade de Bandeirantes-MS, que se encontra também sobre uma área de forte fragilidade ambiental.

A ocorrência de áreas com fragilidade classificada como muito forte limita-se apenas às áreas de planícies inundáveis, estando relacionada ao tipo de solo.

A fragilidade a inundação apresenta-se como muito forte em toda a planície de inundação que vai

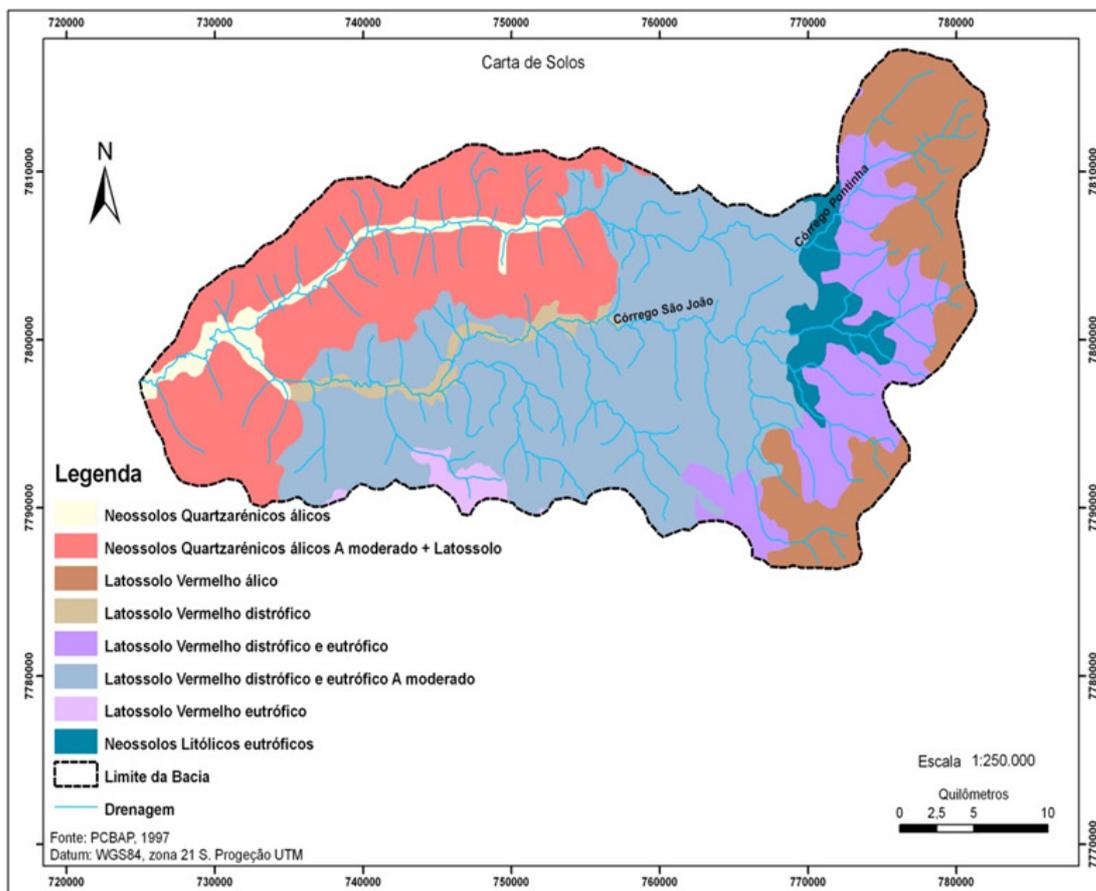


Fig. 5- Carta de solos da Bacia do Córrego São João-MS.

desde a foz subindo até o médio curso do córrego Pontinha e São João.

A grande contribuição da avaliação da fragilidade ambiental está ligada à elaboração de um modelo capaz de proporcionar maior agilidade no processo de tomada de decisões, servindo de subsídio para a gestão territorial sustentável. Por outro lado, o principal problema está relacionado à atribuição de “pesos” às variáveis, pois esta avaliação é geralmente arbitrária e subjetiva, o que torna complicado avaliar o quanto cada uma das variáveis contribui para se estabelecer o grau de fragilidade (SPÖRL e ROSS, 2004).

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a bacia do córrego São João apresenta predominantemente um médio grau de fragilidade, tendo então que se tomar os devidos cuidados quanto o seu uso para que esse grau de fragilidade não aumente. As áreas de forte fragilidade ambiental devem ser utilizadas com altíssimas limitações, sobretudo com a implementação de

Tabela 2. Classes clinográfica da bacia do córrego São João-MS.

Classes	Hectares	%
0 a 6%	75.716	72,34
6 a 12%	22.509	21,51
12 a 20%	4.740	4,53
20 a 30%	1.370	1,31
>30%	332	0,32
Total	104.700	100

práticas conservacionistas do solo, enquanto que as áreas de fragilidade ambiental muito forte recomenda-se a restrição imediata de sua utilização, devendo-se destiná-las à preservação permanente. A utilização de geoprocessamento destacou-se como uma importante ferramenta na elaboração dos produtos cartográficos que permitiram a avaliação da fragilidade ambiental, bem como favorecimento de ações voltadas ao planejamento e gestão ambiental da bacia hidrográfica do córrego São João.

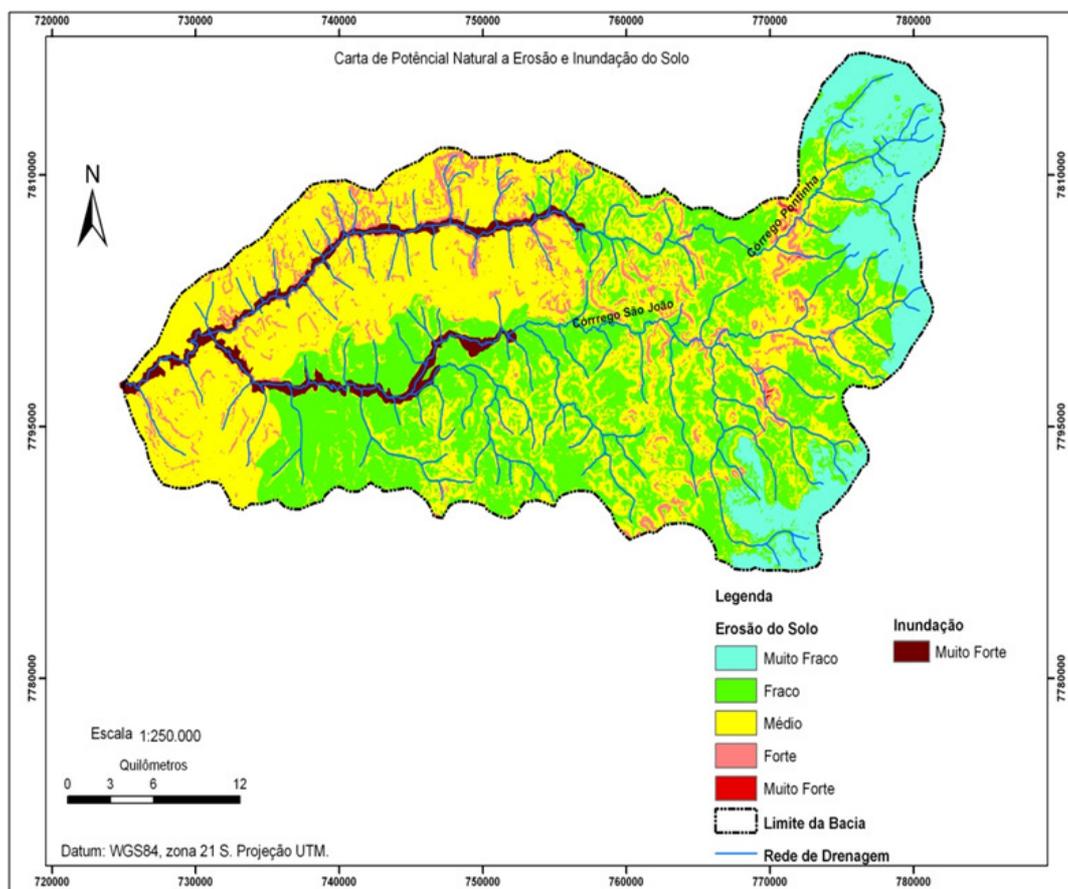


Fig. 6 - Potencial natural de erosão dos solos e inundação da Bacia do Córrego São João-MS.

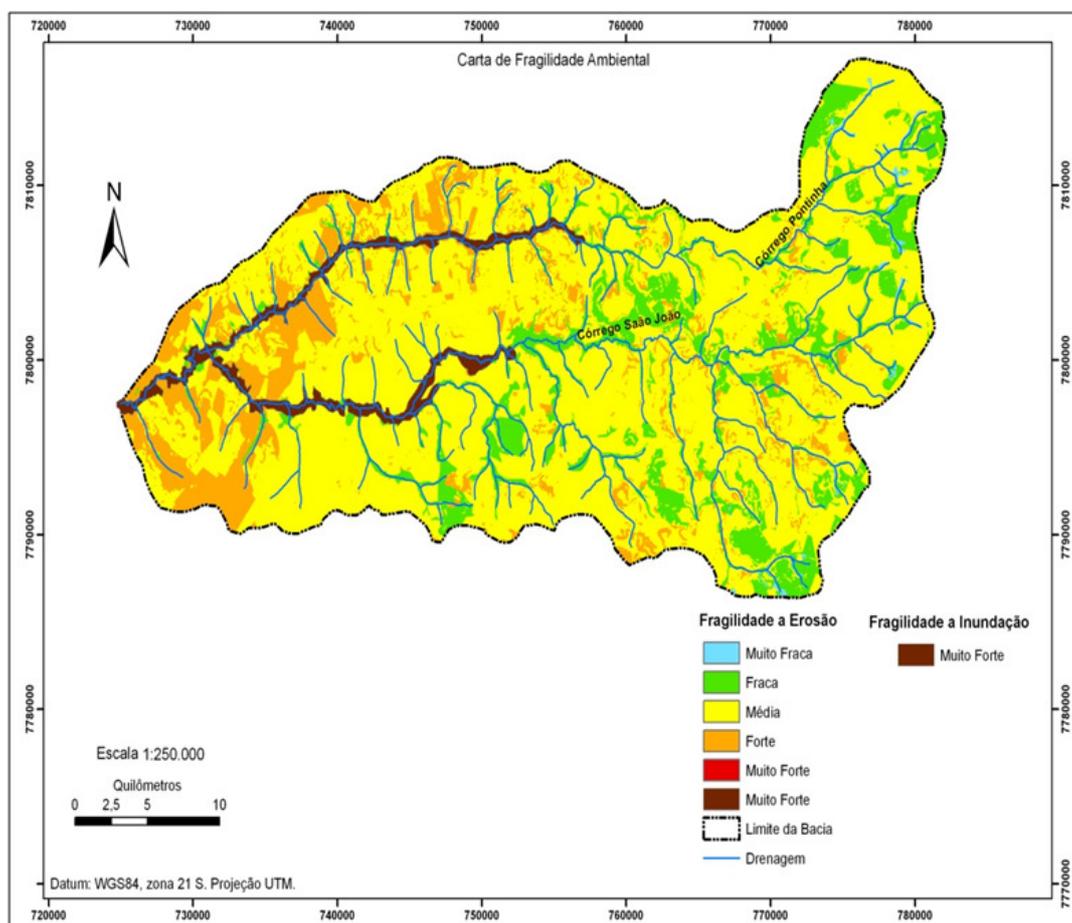


Fig. 7- Fragilidade ambiental da Bacia do Córrego São João-MS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACANI, V.M. **Geotecnologias aplicadas ao ordenamento físico-territorial da bacia do alto rio Coxim, MS**. 2010. Tese (Doutorado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- BRASIL, Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra**. Folha SE. 21 Corumbá e parte da Folha SE 20. Rio de Janeiro, 1982.
- BRASIL. **Plano de conservação da bacia do alto Paraguai: análise integrada e prognóstico da Bacia do Alto Paraguai**. Brasília: PNMA, 1997. 369p.
- GUERRA, A. J. T., MENDONÇA, J. K. S. “Erosão dos Solos e a Questão Ambiental”. In: VITTE, A. C., GUERRA, A. J. T; **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2004.
- IBGE. 2005 Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 fev. 2010.
- IBGE. 2006, “Manual Técnico de Uso da Terra”, *IBGE*, [Online] Disponível em: < <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/usodaterra/manualusodaterra.pdf>>.
- KAWAKUBO, F. S., Morato, R. G., Campos, K. C., Luchiari, A., Ross, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. **Anais... XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 de Abril 2005, INPE, p. 2203-2210.
- LEPSCH I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 3 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.
- ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: FFLCH-USP, n°8, 1994.
- SILVEIRA, C. T.; OKA-FIORI, C. Análise Empírica da Fragilidade Potencial e Emergente da bacia do Rio Cubatãozinho, estado do Paraná. **Caminhos da Geografia**. Uberlândia (MG): Instituto de Geografia da UFU, n. 22 (8), p. 1-17. set./2007.
- SPÖRL, C; ROSS, J. L. S. Análise Comparativa da Fragilidade Ambiental com Aplicação de Três Modelos. **Geosp – Espaço e Tempo**. São Paulo: Edusp, n. 15, p. 39-49. 2004.
- TAMANINI, M. S. A. **Diagnóstico Físico-Ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária – PR**. 105 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2008.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN (Recursos Naturais e Meio Ambiente), 1977, 91 p.
- VALERIANO, M. de M. **TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008.
- VITTE, A. C., GUERRA, A. J. T; Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil In BOTELHO, R. G., SILVA, A. S. (Org.) **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.