

ÁREAS CRÍTICAS DE EROSÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA - RJ

José Eduardo Dias
Doutorando em Fitotecnia - UFRuRJ
mscdias@yahoo.com.br

Olga Venimar de Oliveira Gomes
Mestre em Geologia - UFRJ

Aline de Souza Rezende
Discente em Geologia - UFRuRJ

Rodrigo do Reis Salles
Discente em Geologia - UFRuRJ

Maria Hilde de Barros Góes
Professora da UFRuRJ

Resumo

O presente trabalho delimita as áreas críticas de erosão do solo no município de Volta Redonda, RJ. Foi aplicada a ferramenta de geoprocessamento, através do "software" SAGA/UFRJ (Sistema de Análise Geoambiental), finalizando com a elaboração do Mapa Digital Classificatório de Áreas Críticas de Erosão do Solo para a análise ambiental por geoprocessamento.

Palavras-chaves: Geoprocessamento, áreas críticas, erosão do solo.

CRITICAL AREAS FOR SOIL EROSION AT MUNICIPALITY OF VOLTA REDONDA, RIO DE JANEIRO STATE

Abstract

This paper indicates the critical areas for soil erosion at municipality of Volta Redonda, Rio de Janeiro State was explained. It was applied the use of computational technology, the geoprocessing as a tool, and the Geoenvironmental Analysis System (SAGA/UFRJ-Sistema de Análise Geoambiental) as a software. This paper was concluded with the elaboration on the Digital Map of critical areas of soil erosion to environmental analysis by geoprocessing.

Key words: Geoprocessing, critical areas, soil erosion

Introdução

O município de Volta Redonda (RJ) está situado às margens do rio Paraíba do Sul, na Região do Médio Vale do Rio Paraíba entre as coordenadas geográficas 22° 23' a 22° 40' de latitude Sul e 44° a 44° 12' de longitude Oeste. Limita-se ao norte, noroeste e oeste com o Município de Barra Mansa; a sudeste, com Barra Mansa e Rio Claro; ao sul, sudeste e leste, com Piraí e Pinheiral; e a nordeste com Barra do Piraí e Piraí, abrangendo uma superfície de 181 km².

O uso pregresso do solo através da monocultura cafeeira e posteriormente pelo pastoreio extensivo, bem como o uso atual, tendo como base a expansão urbana desordenada e pastoreio extensivo nas baixas e médias encostas têm contribuído para o desenvolvimento dos processos

erosivos no município. A cobertura vegetal original foi retirada e o solo encontra-se desprotegido. Áreas com intenso pisoteio pelo gado, vegetação rala sujeita a constantes queimadas durante o ano, escoamento superficial alto carreando grande quantidade de sedimentos para os cursos d'água, erosão do tipo laminar, ravinas e voçorocas são uma constante (DIAS 1999; DIAS; GOMES & GOES, 2001; DIAS, GOES, XAVIER-DA-SILVA & GOMES, 2004).

O uso pregresso do solo induziu a proliferação intensa dos processos erosivos. Atualmente a ocupação humana desordenada tem propiciado extensas áreas críticas de erosão do solo, que são aproveitadas por diversos tipos de uso. O uso da ferramenta de geoprocessamento permite mostrar a magnitude das áreas propícias à erosão do solo mapeada.

O uso do geoprocessamento torna-se uma ferramenta excelente no estudo de problemas ambientais e na busca de um planejamento territorial ordenado, tendo seu valor sido freqüentemente mencionado na literatura (ARONOFF, 1991; BONHAM-CARTER, 1993; XAVIER-DA-SILVA & CARVALHO-FILHO, 1993; GOES, 1994; XAVIER -DA-SILVA, 2001; FARIA; XAVIER-DA-SILVA & GOES, 2003).

XAVIER -DA-SILVA (2001) salienta que o confronto entre mapas de uso e estimativas de riscos ambientais permite a definição de áreas com diferentes níveis de ocorrência simultânea de riscos e de usos da terra específicos. Tem-se como exemplo os efeitos definidos entre os mapas de uso da terra e o mapa de riscos de erosão do solo, gerando-se como produto o mapa digital "áreas críticas de erosão do solo" para análise ambiental.

O presente estudo geoambiental visando subsidiar o Planejamento Territorial foi baseado em produtos gerados por Análise Ambiental alicerçada em um Inventário Ambiental, a partir da criação de uma Base de Dados Georreferenciada e consolidada por Avaliações Ambientais básicas, com a definição das áreas críticas de erosão do solo. A ferramenta de geoprocessamento foi utilizada através do "software" SAGA/UFRJ (Sistema de Análise Geoambiental).

Material e métodos

Foi construído um modelo digital do ambiente: a Base de Dados, com mapas temáticos, em escala nominal e de intervalo e aplicados Assinaturas Ambientais e Avaliações Ambientais em escala ordinal. A técnica de geoprocessamento permitiu o tratamento dos dados, desde a sua entrada, passando pela edição, armazenamento e, finalmente, as análises ambientais, com a extração das informações registradas nos cartogramas digitais.

Foi utilizada a estrutura matricial "Raster" para a montagem da Base de Dados. A entrada de dados de caráter espacial foi realizada através de leitura óptica por "scanner", que consistiu na captura dos registros espaciais. A fase operacional seguinte à edição dos dados foi procedida pelo reconhecimento das feições geométricas realizada pelo processo de vetorização interativa sobre os dados escanizados.

Criou-se a Base de Dados Digital, que representa o Inventário Ambiental, consistindo do levantamento das condições ambientais vigentes, compostas por 11 cartogramas digitais básicos para a área do município de Volta Redonda:

1) Dados Básicos (1973): compilado das cartas topográficas do IBGE, na escala básica de 1:50.000 (Folha SF-23-Z-A-11-4, Nossa Senhora do Amparo, RJ-MG e Folha SF-23-Z-A-V-2, Volta Redonda, RJ-SP, 1973). Este cartograma foi considerado, desde o início dos procedimentos metodológicos, o alicerce para a definição e elaboração dos demais planos de informação, pois nele são registrados linhas, pontos e áreas, representando entidades básicas para os demais mapeamentos temáticos;

2) Dados Básicos: elaborado a partir da atualização para o ano de 1999 do mapa temático dados básicos (IBGE, 1973);

3) Proximidades (1973): utilizando-se recursos do SAGA a partir do mapa temático dados básicos (IBGE, 1973). Trata-se de um mapa temático bastante útil ao poder público. Apresenta os

principais níveis de acessibilidade a qualquer empreendimento ou investimento previamente georreferenciado (áreas urbanas, rodovias, ferrovias, etc.);

4) Proximidades (1999): idem aplicado ao mapa temático dados básicos.

5) Cobertura Vegetal/Uso do Solo (1973): gerado a partir da carta topográfica do IBGE (1973), na escala básica 1:50. 000 (Folha SF-23-Z-A-11-4, Nossa Senhora do Amparo, RJ-MG e Folha SF-23-Z-A-V-2, Volta Redonda, RJ-SP), obedecendo às unidades territoriais correspondentes àquela época;

6) Cobertura Vegetal/Uso do Solo: o mapeamento foi elaborado a partir de dados de campo, conjugados à interpretação de imagens Landsat, na escala de 1:100. 000 e fotos convencionais, relativos ao ano de 1999;

7) Altitude ou Hipsometria: gerado a partir da carta topográfica do IBGE, escala básica 1:50. 000 (Folha SF-23-Z-A-11-4, Nossa Senhora do Amparo, RJ-MG e Folha SF-23-Z-A-V-2, Volta Redonda, RJ-SP). As curvas de nível apresentam equidistância de 40 metros, com cotas variando entre 380 e 720 m;

8) Declividade: gerado a partir da carta topográfica do IBGE, escala básica 1:50. 000 (Folha SF-23-Z-A-11-4, Nossa Senhora do Amparo, RJ-MG e Folha SF-23-Z-A-V-2, Volta Redonda, RJ-SP), utilizando-se da metodologia proposta por DE BIASE (1970);

9) Geomorfologia: mapeamento gerado obedecendo aos seguintes critérios: morfologia e morfometria, constituição dos terrenos (solo e subsolo), cobertura vegetal e processos dominantes (intempéricos, pedogenéticos e morfogenéticos);

10) Solos: elaborado com base nos mapeamentos geomorfológico e litológico, com saídas de campo para a identificação de classes de solos, procedendo-se à abertura de trincheiras. Elaborou-se um mapa expedito de solos para fins de planejamento ambiental;

11) Geologia: compilado da fonte DRM-RJ (1983) na escala básica 1:50. 000 (Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Folhas Nossa Senhora do Amparo SF-23-Z-A-11-4 e Volta Redonda SF-23-Z-A-V-2).

As Assinaturas Ambientais foram realizadas em trabalhos de campo, empiricamente, dando suporte às Avaliações Ambientais. Foram registrados em polígonos e delimitados na carta topográfica através da constatação de sua ocorrência no local selecionado, o que constituiu em importante ferramenta de investigação empírica, fornecendo segurança para o desenvolvimento dos processos avaliativos a fim de definir as principais Situações Ambientais. Foram levantadas inferências quanto às associações causais e características relevantes das variáveis ou parâmetros que envolvem cada fenômeno natural ou antrópico, servindo de bases para Avaliações Ambientais. As Assinaturas Ambientais foram essenciais para efetivação das Avaliações Ambientais; suas informações foram fundamentais para as análises da área estudada, pois foram referenciados geograficamente os atributos de localização correspondentes a fenômenos ambientais (áreas de Riscos de Erosão do solo).

Para as Áreas de Riscos de Erosão do solo foram registradas 10 planimetrias.

As Avaliações Ambientais com o uso da ferramenta do geoprocessamento mostraram a realidade ambiental do município de Volta de Redonda em relação ao parâmetro erosão do solo, traduzida pela magnitude das áreas de instabilidades ambientais mapeadas. Algoritmo do tipo média ponderada foi aplicado para a definição de posições territoriais ao longo de um eixo integrador das unidades territoriais, classificadas segundo um conjunto de atributos (XAVIER-DA-SILVA & CARVALHO FILHO, 1993).

Um algoritmo sugerido, aplicável a estruturas de matrizes ou matriciais, é apresentado a seguir:

$$A_{ij} = \sum_{K=1}^n (P_k \cdot N_k) \text{ onde:}$$

A_{ij} = qualquer célula da matriz;
n = número de parâmetros envolvidos;
P = peso atribuído ao parâmetro, transposto o percentual para a escala de 0 a 1;
N = nota na escala de 0 a 10, atribuída à categoria encontrada na cédula.

Para a realização das avaliações foi empregado o algoritmo classificador, aplicável a uma estrutura de matrizes, na qual cada célula corresponde a uma unidade territorial. A importância de cada evento analisado foi considerada em função do somatório dos produtos dos pesos relativos das variáveis escolhidas, multiplicado pelas notas das classes em cada unidade da célula.

Foram analisadas as situações ambientais mais relevantes, com as classes registradas em escala nominal nas categorias Altíssimo-Alto, Alto-Médio, Médio e Baixo.

Para a geração das Avaliações Ambientais, propiciando as áreas de instabilidades, foram utilizados os seguintes parâmetros e respectivos pesos: Áreas de Riscos de Erosão do solo GEOMORFOLOGIA - peso 30%; SOLOS - Peso 25%; DECLIVIDADE-Peso - 25%; USO E OCUPAÇÃO DO SOLO/COBERTURA VEGETAL 1998 - Peso 15% e PROXIMIDADES - Peso 10%.

Dentro de uma abordagem metodológica, fez-se um tipo de avaliação complexa, visando identificar as áreas Críticas de Erosão do Solo sobre Cobertura Vegetal/Usos e Ocupação do Solo.

Para a geração do Mapa Digital Classificatório de Áreas Críticas (figura1) foram conjugados o mapa digital de Áreas de Riscos de Erosão e o Mapa Digital Básico Cobertura Vegetal/Usos e Ocupação do Solo. Foi realizada uma análise booleana múltipla utilizando-se do algoritmo de avaliação ambiental, sendo atribuído 50% de peso para cada mapa, e atribuída nota a cada classe registrada em escala nominal nas categorias Altíssimo, Alto, Alto-Médio, Médio, Médio-Baixo, Baixo-Baixíssimo. As notas para classes do Mapa Digital de Áreas de Riscos de Erosão do Solo foram as seguintes: Altíssimo 80, Alto 64, Alto-Médio 48, Médio 32, Médio-Baixo 16, Baixo-Baixíssimo 0.

Resultados e discussão

As situações ambientais aqui representadas pelas áreas críticas de erosão do solo mostram que as médias encostas são as áreas que se apresentam mais vulneráveis à erosão. Para a definição das áreas críticas de erosão do solo processou-se a conjugação do mapa digital de riscos de erosão do solo com o mapa básico cobertura vegetal/uso e ocupação do solo, gerando-se o mapa digital classificatório de "Áreas Críticas de Erosão do Solo" (Figura 1). Foram consideradas as classes de altíssimo risco como as áreas mais susceptíveis a erosão.

Altíssimo/alto risco de erosão do solo

Altíssimo/alto com pastagem - Predomínio da criação de bovino de corte e leite nas áreas que apresentam médio e alto gradiente topográfico associado às unidades geomorfológicas Encostas Estruturais Dissecadas Interflúvios Aplainados e Patamares Colinosos Aplainados. A contribuição pedológica se dá classe de solo Argissolos Vermelho-Amarelo, em virtude de sua alta susceptibilidade à erosão, sendo influenciado antropicamente pela malha viária e caminhos. Estes solos encontram-se pisoteados pelo gado, com vegetação rala sujeita a constantes queimadas durante o ano, escoamento superficial alto carreando grande quantidade de sedimentos para os cursos d'água, com processo erosivo intenso predominando erosão do tipo laminar, ravinas e voçorocas.

Altíssimo/alto com gramínea rasteira - Nestas áreas ocorrem o predomínio das classes Argissolos Vermelho-Amarelo, associado às unidades geomorfológicas Encostas Estruturais Dissecadas, Interflúvios Aplainados, Patamares Colinosos Aplainados e Colinas Estruturais Isoladas, apresentando médio gradiente. A influência antrópica, com a implantação da malha viária tem contribuído para a aceleração dos processos erosivos.

Altíssimo/alto com área em urbanização - A expansão urbana vem ocorrendo nas áreas que apresentam médio gradiente topográfico. A classe pedológica predominante é Argissolos

Vermelho-Amarelo associada às unidades geomorfológicas Patamares Colinosos Aplainados, Interflúvios Aplainados e Patamares Tabuliformes Dissecados. A influência antrópica com a implantação da malha viária e da expansão urbana desordenada tem contribuído para o avanço dos processos erosivos.

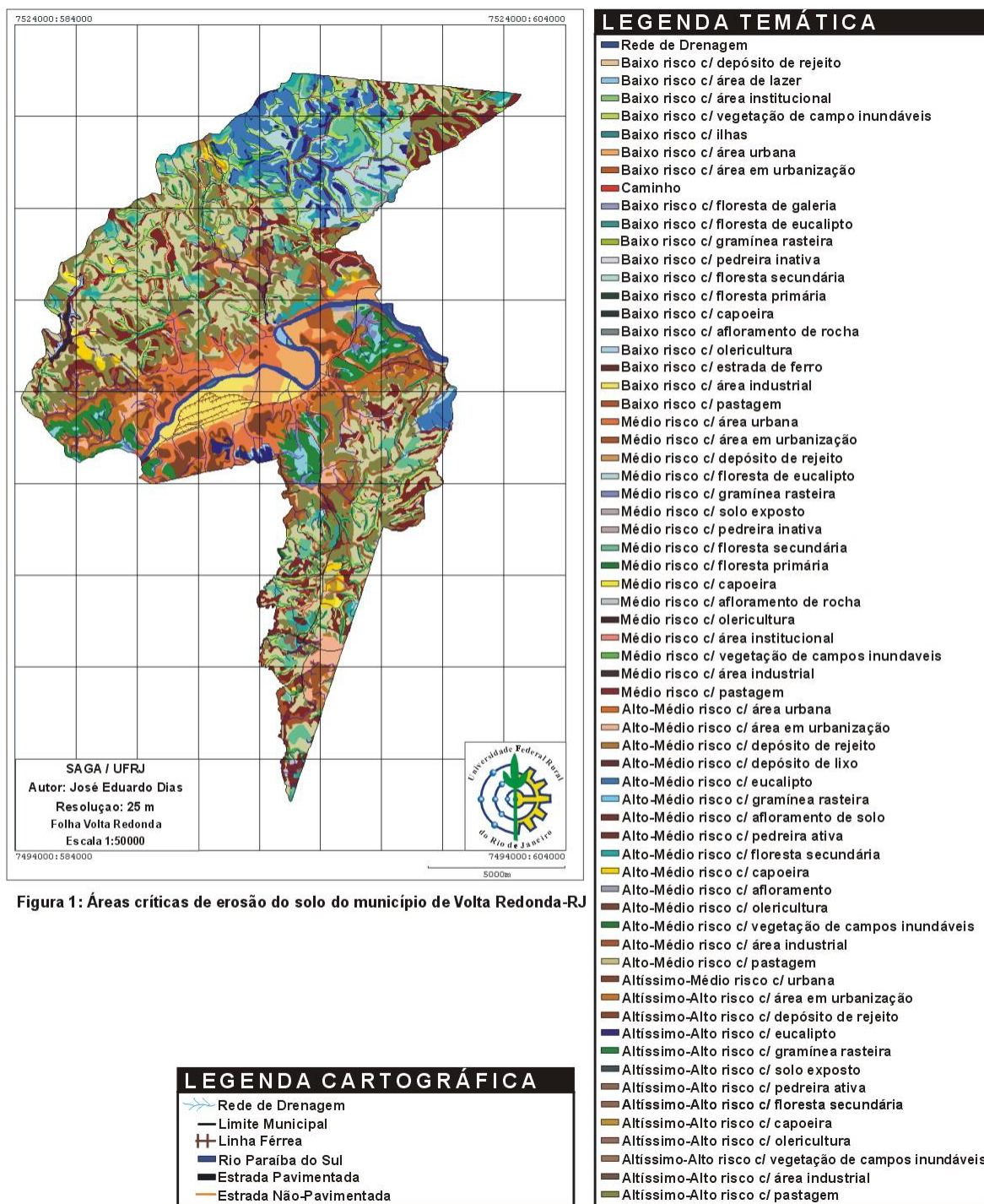


Figura 1: Áreas críticas de erosão do solo do município de Volta Redonda-RJ

Altíssimo/alto com área urbana - As áreas urbanas inseridas em terrenos que apresentam médio gradiente topográfico, apresentando classe de solo Argissolos Vermelho Amarelo, apresentam maior suscetibilidade à erosão. Associam-se às com as unidades geomorfológicas, Patamares Tabuliformes Dissecados, Colinas Estruturais Isoladas e Patamares Colinosos Aplainados. A influência antrópica, com a implantação da malha viária e da expansão urbana desordenada têm contribuído para o avanço dos processos erosivos.

Altíssimo/alto com Eucalipto - Nas áreas ocupadas por eucalipto em terrenos que apresentam médio e alto gradiente topográfico, ocorrem o predomínio da classe pedológica Argissolos Vermelho-Amarelo. Estes solos encontram-se sob cobertura de vegetação rala, escoamento superficial alto carreando grande quantidade de sedimentos para as calhas dos rios, com processo erosivo intenso predominando erosão do tipo laminar e ravinas. As unidades geomorfológicas predominantes são Patamares Tabuliformes Dissecados, Colinas Estruturais Isoladas, Interflúvios Estruturais e Encostas Estruturais Dissecadas. A influência antrópica pela implantação de caminhos, trilhas e abertura de estradas, bem como as formas de manejo na área através dos cortes do eucalipto e as queimadas freqüentes têm contribuído para a intensificação dos processos erosivos.

Altíssimo/alto com capoeira - Abrange áreas em estágio sucessional de capoeira rala, onde há a redução do pastoreio pelo gado, apresentando médio e alto gradiente topográfico, associado às unidades geomorfológicas Interflúvios Estruturais, Encostas Estruturais Dissecadas, Colinas Isoladas e Patamares Tabuliformes, com o predomínio da classe pedológica Argissolos Vermelho-Amarelo. A influência antrópica é bastante significativa nas áreas de proximidades da malha viária, caminhos e trilhas, contribuindo para consolidação dos processos erosivos.

Altíssimo/alto com Floresta Secundária - Áreas em estágio sucessional de vegetação inicial e tardio, constituindo-se em pequenos fragmentos florestais. Estão inseridas em áreas que apresentam médio e alto gradiente topográfico, associado às unidades geomorfológicas Interflúvios Estruturais, Encostas Estruturais Dissecadas, Colinas Isoladas e Patamares Tabuliformes. Há o predomínio da classe pedológica Argissolos Vermelho-Amarelo, com influência antrópica é bastante significativa nas áreas de proximidades da malha viária, caminhos e trilhas, contribuindo para a consolidação dos processos erosivos.

Altíssimo/alto com Solo Exposto - São áreas que encontram-se em estágio avançado de erosão, constituindo-se em áreas de empréstimo e apresentando erosão do tipo voçoroca. Há o predomínio da classe de solo Argissolos Vermelho-Amarelo, associado às unidades geomorfológicas Encostas Estruturais Dissecadas, Interflúvios Estruturais e Colinas Estruturais Isoladas. O uso pregresso do solo e a proximidade da malha viária são os principais contribuintes antrópicos para a intensificação dos processos erosivos.

Altíssimo/alto com Olericultura - Áreas com predomínio de cultivos de olerícolas folhosas. Há o predomínio da classe de solo Argissolos Vermelho-Amarelo, apresentando médio gradiente topográfico, associado às unidades geomorfológicas Patamares Colinosos Aplainados, Alvéolos Estruturais e Vales Estruturais. A influência antrópica é bastante significativa para a aceleração dos processos erosivos representada pela movimentação de máquinas e abertura de estradas, caminhos e trilhas.

Conclusão

Conclui-se que as avaliações ambientais, apoiadas pela ferramenta de geoprocessamento possibilitaram realçar parte da realidade ambiental do município, traduzida pela freqüência e magnitude das áreas críticas de erosão do solo mapeadas. Com base nos resultados aqui apresentados são feitas recomendações visando mitigar os impactos da erosão do solo: levar em consideração resultados em longo prazo; induzir o processo de sucessão vegetal, controlando incêndios; deixar que a vegetação espontaneamente chegue a pasto, pasto sujo, capoeira, floresta secundária (área de domínio ecológico da Mata Atlântica). Neste caso a adoção medidas biológicas não vale a pena por serem muito dispendiosas.

Referências

- ARONOFF, S. Geographic information systems: a management perspective. 2. ed Ottwa Canadá: WDL Publications, 1991. 294 p.
- BONHAM-CARTER, G. F. Geographic information system for geoscientists: modelling with GIS. Ottawa: Pergamon (Computer Methods in the Geosciences, 13), 1993. 98 p.
- DE BIASE, M. Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. *Geomorfologia*, v. 21, p. 8-13. 1970.
- DIAS, J.E. Análise Ambiental por Geoprocessamento do Município de Volta Redonda. 180 f. Dissertação (Mestrado Ciências Ambientais e Florestais) Universidade Federal Rural Rio de Janeiro, Seropédica. 1999.
- DIAS, J.E., GOMES, O.V. O. GOES, M. H. B. Áreas de Riscos de Erosão do Solo: Uma Aplicação por Geoprocessamento. *Revista Floresta e Ambiente*, v.8 n.1, p. 1-10. 2001.
- DIAS, J.E., GOES, M. H. B. XAVIER-DA-SILVA GOMES, O.V. O. (2004) Geoprocessamento Aplicado a Análise Ambiental: O caso do Município de Volta Redonda-RJ. In: XAVIER-DA-SILVA, J & ZAIDAN, R.T. (Orgs.). Geoprocessamento & Análise Ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 143-176.
- DRM-RJ. Folhas Nossa Senhora do Amparo (SF-23-Z-A-11-4) e Volta Redonda (SF-23-Z-A-V-2). Escala 1:50. 000. 1983. Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro.
- FARIA, A L.; XAVIER-DA-SILVA, J.; GOES. M.H.B. Análise ambiental por geoprocessamento em áreas com susceptibilidade a erosão do solo na bacia hidrográfica do ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG). *Revista Caminhos de Geografia*, v. 9, p. 50-65. 2003.
- GOES, M.H.B. Diagnóstico Ambiental por Geoprocessamento do Município de Itaguaí. 529 f. Tese (Doutorado em Geografia)- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, São Paulo. 1994
- IBGE. Folhas Nossa Senhora do Amparo (SF-23-Z-A-11-4) e Volta Redonda (SF-23-Z-A-V-2). Escala 1:50. 000. 1973.
- XAVIER-DA-SILVA, J. & CARVALHO FILHO, L.M. Sistemas de Informação Geográfica: uma proposta metodológica. In: IV Conferência Latino - americana sobre Sistemas de Informação Geográfica e II Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. Anais... São Paulo: USP, 1993 p. 609-628.
- XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento para Análise Ambiental. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Xavier da Silva, 2001. 228p.