

Vulnerabilidade ambiental em sub-bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra

Thomaz Correa e Castro da Costa¹

Mariella Camardelli Uzeda²

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo³

José Francisco Lumbreras³

Maria José Zaroni³

Uebi Jorge Naime³

Saulo Pedrinha Guimarães⁴

¹Embrapa Milho e Sorgo

Rodovia MG 424, km 45 – 35701-970 – Sete Lagoas – MG, Brasil

thomaz@cnpms.embrapa.br

²Instituto BioAtlântica

Rua Goethe, 54 – 22281-020 – Rio de Janeiro – RJ, Brasil

mariella@bioatlantica.org.br

³Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024 - 22460-000 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil

{efidalgo,jflum,zaroni,uebi}@cnps.embrapa.br

⁴Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Ilha do Fundão - 21944-970 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil

saulopg@superig.com.br

Abstract. Watersheds are paths of environment management for hydrologic monitoring, soil conservation and land use restriction, because the product water in quality and quantity. The watersheds of the Rio Janeiro State was parameters with objective of indicate the agree vulnerability by multi-criteria evaluation (MCE). The result indicate that watersheds more vulnerability occur in northwest State. As one with more agree of the vulnerability occur at margin Paraiba do Sul, indicate of the areas for environment recuperation programs.

Palavras-chave: watershed, decision support, topographic variables, erosion

1. Introdução

Vulnerabilidade ambiental pode ser compreendida como o risco de degradação do ambiente natural, relacionada a erosão do solo, perda de biodiversidade, assoreamento, contaminação do recurso solo - água, etc. A vulnerabilidade ambiental abordada neste trabalho refere-se ao risco de degradação por erosão do solo/assoreamento do recurso hídrico/perda da cobertura vegetal agravada por fatores antropogênicos, que pode resultar na perda de biodiversidade, em terras improdutivas e comprometer a qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

Dentre os fatores que influenciam os processos erosivos estão: a erosividade, medida pela intensidade e energia cinética da chuva; a erodibilidade, determinada pelas características físicas, químicas e morfológicas do solo; a cobertura vegetal, pela sua maior ou menor proteção do solo; os declives e comprimentos das encostas, as práticas de conservação e o manejo do solo (Alvares e Pimenta, 1998). Estes fatores são componentes da equação

empírica denominada “Universal Soil Loss Equation” - USLE (Wischmeier e Smith, 1978), desenvolvida com base em experimentação de campo por pesquisadores do Serviço de Pesquisa Agrícola (ARS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), que fornece estimativas de perdas do solo por erosão laminar. Estimativas da USLE em larga escala são possíveis com técnicas de geoprocessamento.

Outros fatores, variáveis morfométricas (Teixeira e Cruz, 2005; Ribeiro e Salomão, 2003), como a densidade de drenagem, amplitude altimétrica (Milani e Canali, 2000), índice de circularidade, declividade média (Rocha, 1991), são parâmetros extraídos por bacias hidrográficas que também se relacionam com a vulnerabilidade ambiental.

A USLE, que estima perdas de solo por hectare ano, corresponde a um modelo empírico calibrado por ensaios de campo. Para as demais variáveis morfométricas, obtidas por bacias hidrográficas, embora com pertinência à vulnerabilidade ambiental, não foram estabelecidas relações estatísticas. Desta forma não é possível estimar uma função, mesmo porque o índice de vulnerabilidade não existe na natureza, não se constitui em variável dependente mensurável.

Uma alternativa para integrar variáveis com pertinência a vulnerabilidade ambiental sem recorrer a experimentação na construção de um modelo empírico, é empregar um modelo de conhecimento de suporte a decisão. Um dos modelos mais simples e usual é a análise multicriterial (AMC) com o método da combinação linear de pesos, WLC (Eastman et al., 1995), implementada em Sistema de Informação Geográfica (SIG), que processa dados espaciais por meio de agregação de critérios, para gerar variáveis objetivo, como índices de vulnerabilidade (Mendes, 2001; Fuller, et al., 2002; Costa et al. 2003).

Esta técnica permite integrar uma complexidade de fatores de diferentes naturezas e escalas, atendendo a um ou múltiplos objetivos, embora forneça resultados com menor consistência e de difícil validação, comparado a um modelo empírico. Sua estratégia é o equilíbrio entre máxima descompensação entre fatores (Eastman, 1995), e máximo risco, solução que não é de interseção (Operador booleano AND), nem de união (Operador booleano OR).

Assim este trabalho teve a finalidade de integrar o resultado da USLE a variáveis morfométricas extraídas por sub-bacias hidrográficas e ao Uso/Cobertura da Terra, com o objetivo de obter um índice de vulnerabilidade ambiental com maior controle dos fatores que contribuem nos processos erosivos.

2. Material e Métodos

A base de informação para o cálculo da USLE (fatores R, K, LS e C) para o Estado do Rio de Janeiro foi obtida conforme descrito na **Tabela 1**.

Tabela 1. Dados de entrada da equação universal de perda de solo.

| Fator | Origem | Observações |
|--------------------------|--|---|
| R – erosividade | 18 estações meteorológicas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e 59 estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), referentes ao período de 1973 a 2000 (Agência..., 2003; Alfonsi et al. 2003). | 77 Estações Pluviométricas reduzidas para 75 estações devido à duplicidade de localização em duas estações. |
| K - erodibilidade | Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro (Carvalho Filho et al. 2003a; 2003b). | Escala 1:250.000, composta por 161 unidades de mapeamento de solo. |
| L - Comprimento de rampa | DEM/SRTM (NASA, 2005) | Resolução 90x90m, compatível com a escala |

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| S - Classe de declividade | | 1:100.000 e curvas de nível espaçadas de 40 metros |
| C - uso e cobertura do solo | Mapa de Uso e Cobertura do solo (Fundação..., 2000). | Escala 1:250.000, integrada por 27 classes. |

Para estimar o fator R, foi aplicada a equação 1 recomendada por Lombardi para as condições do Estado do Rio de Janeiro, usada no município fluminense de Paty do Alferes por Carvalho Júnior (1985). Foram utilizados os dados médios de precipitação mensal e anual da série histórica de 1973 a 2000, oriundas de 18 estações pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia e 59 estações pluviométricas da Agência...(2003), organizadas em Afonsi et al. (2003).

$$R_m = EI_{30} = 89,823 \times (r^2/P)^{0,759} \quad (\text{equação 1})$$

Onde

$R_m = EI_{30}$ = média mensal do índice de erosividade, em MJ.mm/ha.h;

r = média do total mensal de precipitação, em mm;

P = média do total anual de precipitação, em mm,

A espacialização da erosividade foi gerada pela interpolação por *kriging* no software GSTAT (Pebesma, 1998) incorporado pelo software IDRISI Kilimanjaro (Eastman, 2003).

A definição do fator K para 161 unidades de mapeamento de solo do Estado do Rio de Janeiro, sendo 458 classes de solo em até quatro níveis categóricos, foi realizada por meio de levantamento bibliográfico de valores de K para classes ocorrentes ou similares às presentes no Estado do Rio de Janeiro (Bertoni e Lombardi Neto 1985; Galdino, 2003; Moreira Sá, 2004; Pimenta, 2005a). Estes valores foram sistematizados e *outliers* foram eliminados.

Os fatores L e S foram obtidos internamente pelo módulo RUSLE do Idrisi Kilimanjaro (Eastman, 2003), utilizando o DEM/SRTM corrigido para o Estado do Rio de Janeiro (Costa et. al, 2005).

O fator C para classes de uso/cobertura da terra foi definido por meio de pesquisa bibliográfica (Bertoni e Lombardi Neto, 1985; Brito, 1998; Paranhas Filho et al., 2003; Bueno, 2004; Santos et al., 2005; Galdino, 2003; Moreira Sá, 2004; Pimenta, 2005b), considerando valores médios de classes similares ou iguais às ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, segundo a legenda do mapa de uso/cobertura da terra (Fundação..., 2000).

O fator P foi definido como 1 (valor máximo do parâmetro) e desconsiderado da análise, que indica a não existência de práticas conservacionistas, ou seja, a condição mais crítica no processo de erosão.

Os parâmetros ambientais em bacias hidrográficas (morfométricos e de uso/cobertura da terra) correspondem a uma parte do universo de variáveis morfométricas para caracterização de bacias hidrográficas. Uma revisão de variáveis morfométricas pode ser encontrada em Collares (2000). Os parâmetros morfométricos foram:

Densidade de Drenagem (DD): indicador da vulnerabilidade do solo. Valores baixos de DD podem estar associados a rochas resistentes, solos muito permeáveis ou relevo suave (Rocha, 1991). A densidade de drenagem é dada pela equação 2:

$$DD(km / ha) = \frac{CD}{A} \quad (\text{equação 2})$$

Sendo: CD = comprimento de drenagem

A = área da sub-bacia, em ha.

Índice de Circularidade (IC): indica proximidade da forma da bacia ao círculo. Quanto mais próxima da forma circular (próximo de 1), maior o perigo de enchentes na bacia. O IC é dado pela equação 3:

$$IC = A/A_c \quad (\text{equação 3})$$

Sendo A= área da bacia em ha;

A_c =área do círculo de perímetro igual ao da bacia considerada ($A_c = P^2/4\pi$)

Declividade Média da Sub-bacia (DECL): relaciona-se com a aptidão agrícola, a erosão e o risco de enchente. Sumarizado por sub-bacia, por meio dos dados de declividade gerados a partir do DEM/SRTM.

Escoamento Superficial (RUNOFFBH): parâmetro que indica a contribuição de cada pixel em relação à recepção de água de áreas vizinhas e de bacias a montante, na direção do fluxo hídrico. O parâmetro indicador da magnitude do escoamento superficial para uma sub-bacia é o valor máximo de runoff.

O parâmetro de perda de solo (USLEBH) foi obtido pelo cálculo de perda de solo média por bacia hidrográfica, em ton/ha/ano. E os parâmetros de cobertura/uso da terra foram: A proporção de cobertura florestal (COBVEG) extraída por sub-bacia (área de fragmentos/área da bacia) do mapeamento de remanescentes da Mata Atlântica (Fundação SOS Mata Atlântica, 2002), na escala 1:50.000, delineando fragmentos de, no mínimo, 10 ha. E a proporção das principais classes do uso da terra por sub-bacias, agricultura (AGRIC), pastagem (PAST) e área urbana (URBAN), extraídos do mapeamento do uso/cobertura da terra (Fundação...2000).

As comparações entre as variáveis descritas anteriormente foram feitas por meio do coeficiente de correlação de postos de Spearman (Siegel, 1956) não paramétrico, devido à natureza não paramétrica de alguns dados.

O índice de vulnerabilidade ambiental de sub-bacias do Estado do Rio de Janeiro foi calculado por meio da AMC, com agregação de critérios pelo método da combinação linear de pesos (WLC), em que a variável objetivo (S) é o índice de vulnerabilidade ambiental. Neste caso não foi executada hierarquização, por não atribuímos diferença de importância entre fatores, gerando uma média aritmética entre fatores, onde foram aplicados pesos iguais (w) aos fatores (xi) dado pela equação 4:

$$S = w \sum xi \quad (\text{equação 4})$$

Por causa das diferentes escalas em que cada fator é mensurado, estes foram normalizados para uma escala contínua (1byte) que se estende do valor de menor vulnerabilidade (0) para o valor de maior vulnerabilidade (255). A transformação de valores originais foi linear, que segue a relação de pertinência de cada fator, sendo a proporção de cobertura vegetal o único fator com relação inversa à vulnerabilidade ambiental.

3. Resultados e Discussão

As contribuições conjuntas de variáveis, estimadas pelo coeficiente de correlação, estão apresentadas na **tabela 2**. As variáveis de maior correlação foram a densidade de drenagem e a declividade média, ambas mantidas independentemente no modelo pelo fato de existirem

outros fatores condicionantes da densidade de drenagem, além da declividade, como a geologia. O RUNOFFBH comportou-se como uma variável independente no modelo, com bom grau de complementaridade. A perda média de solo (ton/ha/ano) também mostrou boa relação de complementaridade, apresentando alta correlação com ocorrência de pastagem na bacia. O fato das áreas urbanas concentrarem-se em baixadas (áreas planas) resultou na sua correlação negativa com USLEBH.

Tabela 2. Correlação entre variáveis morfométricas, de perda solo e uso da terra

| | DDKMHA | IC | RUNOFFBH | DECL | USLEBH |
|----------|--------|-------|----------|-------|--------|
| DDKMHA | | | | | |
| IC | 0.34 | | | | |
| RUNOFFBH | -0.11 | -0.20 | | | |
| DECL | 0.75 | 0.31 | -0.08 | | |
| USLEBH | 0.24 | 0.22 | 0.13 | 0.38 | |
| FRAGSOS | 0.48 | 0.15 | -0.14 | 0.61 | -0.16 |
| PASTCID | -0.03 | 0.13 | 0.14 | -0.05 | 0.54 |
| AGRICID | -0.29 | -0.16 | 0.07 | -0.40 | -0.15 |
| URBACID | -0.01 | -0.15 | 0.10 | -0.20 | -0.34 |

Na **tabela 3** são apresentados os fatores envolvidos na análise multicriterial para obter o índice de vulnerabilidade ambiental. O resultado é apresentado na **figura 1**. As bacias mais vulneráveis concentram-se na região do Vale do Paraíba e no noroeste do Estado, com a ocorrência de vulnerabilidade ambiental muito severa para algumas bacias que contêm a calha do rio Paraíba do Sul.

Tabela 3. Fatores, pesos e relações de pertinência utilizados na análise multicriterial para vulnerabilidade ambiental de sub-bacias hidrográficas.

| <i>Nível</i> | <i>Fator</i> | <i>Peso Final</i> | <i>Relação de Pertinência</i> |
|--------------|---|----------------------|-------------------------------|
| 1 | <i>Vulnerabilidade Ambiental</i> | | |
| 2 | <i>USLEBH</i> | <i>0.1111</i> | <i>+</i> |
| 2 | <i>DD</i> | <i>0.1111</i> | <i>+</i> |
| 2 | <i>IC</i> | <i>0.1111</i> | <i>+</i> |
| 2 | <i>DECL</i> | <i>0.1111</i> | <i>+</i> |
| 2 | <i>RUNOFFBH</i> | <i>0.1111</i> | <i>+</i> |
| 2 | <i>COBVEG</i> | <i>0.1111</i> | <i>-</i> |
| 2 | <i>AGRIC</i> | <i>0.1111</i> | <i>+</i> |
| 2 | <i>PAST</i> | <i>0.1111</i> | <i>+</i> |
| 2 | <i>URBAN</i> | <i>0.1111</i> | <i>+</i> |

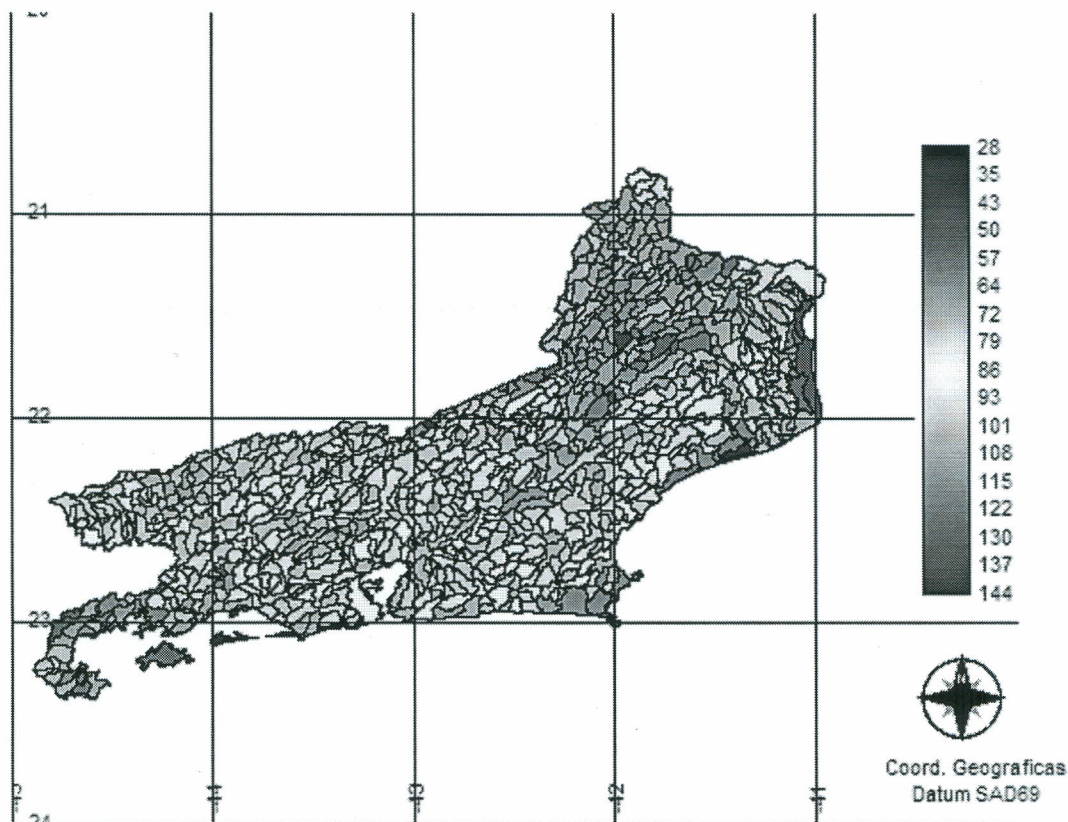


Figura 1. Índice de Vulnerabilidade Ambiental para Sub-bacias do Estado do Rio de Janeiro.

4. Considerações Finais

Este trabalho fornece uma indicação de áreas que devem merecer especial atenção por serem mais vulneráveis aos processos erosivos, e pode ser objeto de uso/validação para potenciais usuários da informação, na expectativa de subsidiar/orientar ações de conservação no Estado do Rio de Janeiro, com uma abordagem por sub-bacias hidrográficas, onde se propôs avaliar a vulnerabilidade destes compartimentos naturais. Integrada a outras análises, o propósito é a orientação para estratégias e ações para recuperação/conservação da Floresta Atlântica considerando fatores ambientais e sócio econômicos.

Agradecimentos

Este trabalho é parte das atividades da Embrapa no Projeto “Estratégias e Ações para Conservação da Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro”. Agradecemos aos parceiros e colaboradores, Fundação CIDE, Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Biomas e a SERLA, pelo fornecimento de dados, e ao Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF), Conservação Internacional (CI) e Rede para Conservação da Mata Atlântica, pelos recursos para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

Agência Nacional De Águas - ANA. Disponível em: <http://www.hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. de 2005.

Alfonsi, R. R.; Pinto, H. S.; Zullo Júnior, J.; Coral, G.; Assad, E. D.; Evangelista, B. A.; Lopes, T. S. De S.; Marra, E.; Bezerra, H. S.; Hissa, R. H.; Figueiredo, A. F. De; Silva, G. G. Da; Sucharov, E. C.; Alves, J.;

Martorano, L. G.; Bouhid André, R. G.; Bastos Andrade, W. E. de. **Zoneamento Climático da Cultura do Café (Coffea arabica) no Estado do Rio de Janeiro**. Campinas: IAC: UNICAMP; Brasília: Embrapa Cerrados; Niterói: Pesagro-Rio; Rio de Janeiro: SIMERJ: Embrapa Solos; 2003. Disponível em: http://www.cpa.unicamp.br/cafe/RJ_menu.html. Acesso em: 14 abr. de 2005.

Alvares, M. T. P.; Pimenta, M. T. Erosão Hídrica e Transporte Sólido em Pequenas Bacias Hidrográficas. In Congresso da água. 4., 1998. Disponível em: http://snirh.inag.pt/snirh/estudos_proj/portugues/docs/desertificacaofichas.html Acesso em 19/09/2005

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. **Conservação do solo**. Piracicaba, SP: Ícone, 1985. 392p.

Brito, J. L. S.; Lima, S. C.; Shiki, S.; Moreira, M. R. Uso do Geoprocessamento na estimativa da perda de solos por erosão laminar em Irai de Minas-MG. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 9., 1998, Santos. **Anais...**São José dos Campos: INPE, 1998. Artigos, p. 501-512. CD-ROM.

Bueno, C. R. P.; Stein, D. P. Potencial natural e antrópico de erosão na região de Brotas, Estado de São Paulo **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2004.

Carvalho Filho, A. De; Lumbreras, J. F.; Wittern, K. P.; Lemos, A. L.; Santos, R. D. dos; et al. Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos (Rio de Janeiro, RJ), 2003a. Contém texto e mapa color., escala 1:250.000. (Embrapa Solos. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 32). No prelo.

Carvalho Filho, A. De; Lumbreras, J. F.; Wittern, K. P.; Lemos, A. L.; Santos, R. D. Dos; Calderano Filho, B.; Calderano, S. B.; Oliveira, R. P.; Aglio, M. L. D.; Souza, J. S. De; Chaffin, C. E. **Mapa de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003b. 1 mapa, color. Escala 1:250.000. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/sigweb.html>. Acesso em: 14 abr. de 2005.

Carvalho Junior, W. de. **Modelos de planejamento agrícola conservacionista com suporte de geoprocessamento: estudo de caso, municípios de Paty de Alferes e Miguel Pereira – RJ**. 1985. 104p. Dissertação (Mestrado em geoprocessamento) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Rio de Janeiro, 1985.

Collares, E. G. Avaliação de alterações em redes de drenagem de sub-bacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: Aplicação na bacia hidrográfica do Rio Capivari-SP. 2000. 211p. (Tese de Doutorado) – Universidade de São Carlos, Campinas, 2000.

Costa, T. C. C.; Santos, P. R. A.; Guimarães, S.P. Extração de variáveis topográficas do modelo digital de elevação SRTM para o Estado do Rio de Janeiro. Embrapa Solos. **Documento** n. xxx 2005 (no prelo).

Costa, T. C. C.; Souza Neto, N. C.; Oliveira, M. A. J.; Accioly, L. J. O. Estimativa da diversidade florística da caatinga por meio da análise multicriterial. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...**São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 2689-2696. CD-ROM.

Eastman, J. R. **IDRISI Source Code** 1987-2003. Worcester: Clark University, 1987-2003. 1 v.

Eastman, J. R.; Jin, W.; Kyem, P. A. K.; Toledano, J. Raster procedures for multi-criteria, multi-objective decisions. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, Bethesda, v. 61, n. 5, p. 539-547, 1995.

Fuller, D.; Jeffe, M.; Williamson, R. A.; James, D. Satellite remote sensing and transportation lifelines: safety and risk analysis along rural Southwest roads. In: ISPRS Commission I Symposium 2002, Denver.; Mid-Term Symposium Ain Conjunction With Pecora 15 Land Satellite Information, 4., 2002. Integrated Remote Sensing at the Global, Regional and Local Scale. Denver, CO: ISPRS, 2002. Disponível em: <http://www.isprs.org/commission1/proceedings/paper/00089.pdf>. Acesso em: 06 maio 2005.

Fundação Centro De Informações E Dados Do Rio De Janeiro (CIDE). **Índice de qualidade dos municípios - verde (IQM - Verde)**. Rio de Janeiro: CIDE, 2000. CD-ROM.

Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2002) **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: período 1995-2000**. Relatório Final.

Galdino, S.; Risso, A.; Soriano, B. M. A.; Vieira, L. M.; Padovani, C. R.; Pott, A.; Melo, E. C.; Almeida Júnior, N. Perdas de Solo na Bacia do Alto Taquari – Corumbá: Embrapa Pantanal, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** n. 44, 2003. 40p.

Mendes, J. F. G.; Motizuki, W. S. Urban quality of life evaluation scenarios: the case of São Carlos in Brazil. **CTBUH Review**, University of Illinois at Urbana-Champaign, v. 1, n.2, p.13-23, 2001.

Milani, J. R.; Canali, N. E. O sistema hidrográfico do rio Matinhos: uma análise morfométrica. **R. RA'EGA**, Curitiba, UFPR, n. 4, p. 139-152. 2000.

Moreira Sá, A.; Lima, J. M.; Curi, N.; Massaroto, J. A. J. J.; Marques, G. S. M. Estimativa da erodibilidade pela desagregação por ultra-som e atributos de solos com horizonte B textural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.7, p.691-699, 2004.

NASA homepage <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl> Acesso em 01 de março de 2005.

Paranhas Filho, A. C.; Fiori, A. P.; Disperati, L.; Lucchesi, C.; Ciali A.; Lastoria G. Avaliação multitemporal das perdas de solos na bacia do rio Taquarizinho-MS. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 52, p. 49-59, 2003.

Pebesma, E. J. **Gstat, a program for geostatistical modelling, prediction and simulation**. Copyright 1992,1998 ©

Pimenta M. T. **Caracterização da Erodibilidade dos Solos a Sul do Rio Tejo**. INAG/DSRH. Julho 1998 Disponível: http://snirh.inag.pt/snirh/estudos_proj/portugues/docs/desertificacaoofichas.html Acesso em 19/09/2005a.

Pimenta M. T. **Directrizes para a Aplicação da Equação Universal de Perda dos Solos em SIG**. INAG/DSRH Disponível:http://snirh.inag.pt/snirh/estudos_proj/portugues/docs/desertificacaoofichas.html Acesso em 19/09/2005b.

Ribeiro, J. C.; Salomão, F. X. T. Abordagem morfopedológica aplicada ao diagnóstico e prevenção de processos erosivos na bacia hidrográfica do alto rio da casca, MT São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 22, n. 1, p. 83-95, 2003.

Rocha, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: UFSM, 1991. 181p.

Santos, I.; Krüger, C. M.; Levis, M.; Garcia, K. S. Avaliação De Perdas De Solo Por Erosão Hídrica Na Bacia Hidrográfica Do Rio Ivaí.; In Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 8., 2005. Disponível: http://ftp.lactec.com.br/publicacoes/1999/02_1999.pdf Acesso em 19/09/2005.

Siegel, S. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. New York: McGraw-Hill, 1956. 350 p.

Teixeira A.J.A; Cruz C.B.M. Classificação de Bacias de Drenagem com o Suporte do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento- o Caso da Baía de Guanabara. ; Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 2005. , Goiânia, Anais...São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 2779-2786. CD-ROM.

Wischmeier, W. H.; Smith, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, D.C.: USDA, 1978. 57 p. (USDA. Agricultural Handbook, 537).