

Mudança no uso e cobertura da terra em área rural - análise multitemporal da suscetibilidade aos processos erosivos

Patrícia Salvador Sanchez Klein¹

¹ Universidade Federal de São Carlos - UFSCar/Deciv
Rod. Washington Luis, km 235
CEP: 13565-905 - São Carlos - SP, Brasil
patricia.ssk@gmail.com

ABSTRACT. The changes in land use, especially the removal of vegetation cover for agricultural practice can result in soil degradation processes, mainly caused by accelerated erosion. However, it is noteworthy that there is a difficulty in analyzing the erosive susceptibility in areas where the topography is flat and weakly undulating and where soil characteristics are favorable, as is the case in this study. Thus, the present study aims to analyze the susceptibility to erosion in a rural area (Miroros Irrigated Perimeter) comparing the scenarios of 1980 and 2008, i.e. before and after the implementation of the perimeter. The study area is located in the semi-arid region of Bahia, Ibipeba (BA). The following factors were analyzed: texture, soil depth, slope, infiltration rate of water and land use following an established scale of degrees of susceptibility to erosion and with different weights. In addition, GIS techniques have been applied. The results showed that susceptibility to erosion increased significantly between 1980 and 2008, due to the spatial transformations of the landscape. The factors infiltration rate of water and land use were sensitive to these changes, becoming important indicators for the characterization of soil erosion. The proposed methods can be considered essential tools for soil conservation in the study area and contribute to achieve sustainability in an agricultural environment.

Palavras-chave: erosive processes, dynamics of land use, geoprocessing, processos erosivos, dinâmica do uso da terra, geoprocessamento.

1. Introdução

É notório o aumento dos conflitos pelo uso do solo e da água, como também os impactos ambientais causados pela prática da agricultura. Quanto aos impactos, pode-se destacar a erosão do solo acelerada pela ação antrópica, que resulta na degradação dos solos agricultáveis, decorrente do uso das terras e manejo inadequado dos solos. Na realidade, existe uma forte relação entre a dinâmica do uso das terras e processos erosivos dos solos.

Desse modo, compreender os fatores que integram esses processos é de grande importância para elaborar medidas de conservação dos solos. Na caracterização da erosão é necessário analisar os elementos do meio físico que participam dos processos, como o relevo, os solos e o uso da terra.

A área de estudo é o Perímetro Irrigado de Mirorós (Figura 1), localizado no semi-árido baiano, município de Ibipeba (microrregião de Irecê). Esse perímetro foi implantado em 1997, tendo a agricultura irrigada como principal atividade.

A agricultura, nessa área, está ocasionando degradação dos solos, mesmo tendo sido considerado pela CODEVASF, em sua maior parte, com tipos de solos e relevo adequados para tal prática.

Convém salientar que houve uma intensiva transformação no uso e cobertura da terra ao longo dos anos, antes e após a implantação desse perímetro. No entanto, existe uma dificuldade em avaliar a suscetibilidade à erosão em áreas onde a declividade não possui um peso significativo e as características dos solos são favoráveis. Normalmente, são considerados, além da declividade, a maturidade dos solos e a erodibilidade baseada em equações.

Diante disso, o objetivo desse trabalho é realizar uma análise multitemporal da suscetibilidade aos processos erosivos em área rural (Perímetro Irrigado de Mirorós) para os períodos de 1980 (antes da implantação) e de 2008 (onze anos após a implantação), levando em consideração características dos solos, da topografia e a dinâmica da paisagem.

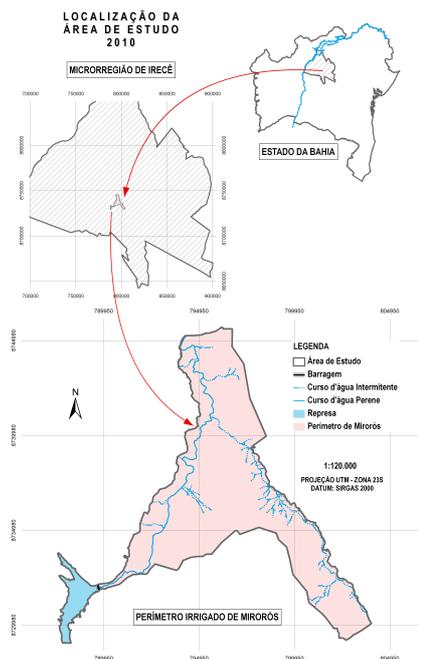


Figura 1: Localização da Área de Estudo

Para tanto, será utilizada a associação de fatores textura do solo e profundidade do perfil, declividade, velocidade de infiltração de água e uso da terra, estabelecidos numa escala de graus de suscetibilidade à erosão e com diferentes pesos. Além disso, serão aplicadas técnicas de geoprocessamento, como classificação do uso da terra, geração de MDT, reclassificação e álgebra de mapas.

2. Metodologia do Trabalho

2.1. Materiais

- Mapa de Classificação Pedológica - escala 1:20.000 - meio analógico;
- Imagem Landsat 5 TM, com resolução de 30 m, de 11/05/1986;
- Imagem Spot 5 com resolução de 10 m, de 11 /03/2008, formato GEOTIFF;
- Softwares e equipamentos: Spring 5.2.2; ArcGIS 10; GPS; duplo anel de cilindro.

2.2. Procedimentos Metodológicos

Textura e Profundidade do Solo

Para o cenário de 1980, foram utilizados os dados de textura e profundidade referente ao levantamento pedológico realizado pela CODEVASF.

Já para o ano de 2008, os dados textura e profundidade foram obtidos através de trabalhos de campo no Perímetro de Mirorós, totalizando a abertura de 64 trincheiras. A descrição geral e morfológica dos perfis dos solos, como também as coletas das amostras, foram realizadas em todos os horizontes de cada perfil, baseadas em SANTOS et al. (2005). A análise granulométrica foi realizada conforme Embrapa (1997).

Velocidade de Infiltração de Água

No cenário de 1980, foram utilizados os dados das velocidades de infiltrações de água realizadas durante o levantamento pedológico da CODEVASF,

Quanto ao ano de 2008, a análise de velocidade de infiltração de água foi obtida em campo pelo método do duplo anel de cilindro, conforme Bernardo, Soares e Mantovani (2006). Foram feitos 34 testes de velocidade de infiltração, visando abranger todos os tipos de solos. A velocidade de infiltração baseia-se em Estados Unidos (1953).

Declividade

Com relação ao mapa de declividade, primeiramente, foram digitalizadas as curvas de nível (eqüidistantes de 5 m) em ArcGIS 10. Utilizando o mesmo programa, esse mapa foi obtido através do Modelo Digital do Terreno (MDT) e, posteriormente, pela ferramenta de análise espacial surface-slope. A forma mais prática de representá-la é em porcentagem (%). O plano de declividade foi reclassificado, considerando os seguintes intervalos de classes: 0-3%, 3-8%, 8-13%, 13-20% e maior que 20%.

Convém lembrar que este mapa é usado para ambos cenários (1980 e 2008).

Uso da Terra

O mapa de uso das terras do Perímetro de Mirorós, relativo ao ano de 1986, foi obtido pela imagem Landsat-5 TM com resolução de 30 m. A escolha dessa imagem deveu-se à necessidade de mapear o uso das terras num ano próximo aos estudos da CODEVASF.

O registro e o processamento, bem como a classificação da imagem Landsat-5 ocorreram no programa Spring 5.2.2. Para o tratamento da imagem foi usado o filtro linear Realce de Imagem TM. Posteriormente, a composição colorida 3R4G5B e, na seqüência, a transformação RGB-IHS e a transformação inversa IHS-RGB.

A classificação da imagem Landsat-5 foi feita através da classificação híbrida (supervisionada e não supervisionada), sendo criados os seguintes temas: caatinga, mata ciliar, mata ciliar degradada, cultivos de sequeiro, culturas irrigadas, solo exposto, áreas desmatadas e povoado. O classificador utilizado foi o Bhattacharya, com limiar de aceitação de 99%. Além disso, foi realizada a pós classificação da imagem.

Contudo, o mapeamento final do uso da terra foi realizado no programa ArcGIS 10, o qual sofreu alguns ajustes, a fim de melhorar os limites das classes de uso da terra.

Quanto ao mapeamento de uso das terras e cobertura vegetal de 2008, este foi obtido pela imagem Spot 5, resolução de 10 m. O georreferenciamento e o processamento foram realizados nos softwares PDI Leica e Erdas Imagine, efetuado diretamente na fusão RGB em modo 4,1,2.

A partir de conhecimentos dos padrões sobre a resposta espectral de alvos terrestres, complementados por trabalhos de campo e informações sobre o uso das terras, criou-se a legenda de classes de uso das terras: caatinga, mata ciliar, mata ciliar degradada, cultivos de sequeiro, cultivos de sequeiro associados à pastagem, pastagem natural, culturas irrigadas, solo exposto, áreas desmatadas, outros usos e povoado. Em seguida, procedeu-se a interpretação visual da imagem, sendo digitalizada no ArcGIS 10.

Suscetibilidade aos Processos Erosivos

Todos os procedimentos para a avaliação da suscetibilidade aos processos erosivos ocorreram no programa ArcGIS 10. Uma vez em formato raster, os arquivos foram reclassificados numa escala de graus de suscetibilidade à erosão que varia de 1 (Nulo/Ligeiro) a 4 (Muito Forte), cujas Tabelas de 1 a 5 são demonstradas abaixo.

Tabela1. Graus de suscetibilidade à erosão por textura do solo

Graus	Textura
1:Nulo/Ligeiro	argilosa ou muito argilosa argilosa/muito argilosa
2:Moderado	média/média média/média e argilosa
3:Forte	média/argilosa média/argilosa e muito argilosa
4:Muito Forte	arenosa/arenosa arenosa/média arenosa/argilosa ou muito argilosa mudança textural abrupta/caráter vértico/ argilas expansivas

Fonte: Adaptado de Schneider, Giasson e Klant (2007).

Tabela 2: Grau de Suscetibilidade à Erosão por Profundidade do Solo

Grau	Profundidade
1:Nulo/Ligeiro	muito profundo
2:Moderado	profundo
3:Forte	pouco profundo
4:Muito Forte	raso

Fonte: Baseado em Embrapa (2006).

Tabela 3: Grau de à Erosão à Erosão Suscetibilidade por Declividade

Grau	Profundidade
1:Nulo/Ligeiro	0-8%
2:Moderado	8-13%
3:Forte	13-20%
4:Muito Forte	> 20%

Fonte: Baseado em Ramalho Filho e Beek (1995).

Tabela 4: Grau de Suscetibilidade à Erosão por Infiltração de Água no Solo

Grau	Velocidade de Infiltração (cm/h)
1:Nulo/Ligeiro	> 6
2:Moderado	> 2 e ≤ 6
3:Forte	> 0,5 e ≤ 2
4:Muito Forte	≤ 0,5

Fonte: Baseado em Lal (2001), Bucene e Zimback (2005) e Estados Unidos (1953).

Tabela 5: Grau de Suscetibilidade à Erosão por Uso da Terra

Grau	Profundidade
1:Nulo/Ligeiro	caatinga/mata ciliar
2:Moderado	pastagem natural
3:Forte	culturas irrigadas/mata ciliar degradada
4:Muito Forte	cultivos de sequeiro/cultivos de sequeiro associados à pastagem/solo exposto/áreas desmatadas/outros usos/povoado

Notas: Limitações baseadas em trabalho de campo.

Com a reclassificação foi possível iniciar a álgebra de mapas. As características dos solos textura e profundidade foram englobadas pela Expressão 1:

$$(("Textura_Reclass") * (0.50) + ("Profundidade_Reclass") *(0.50)) \quad (1)$$

Nessa álgebra foi dado o mesmo peso para textura e profundidade e, posteriormente, houve a reclassificação. Destaca-se que essa junção facilita distribuição dos pesos dos fatores na álgebra da suscetibilidade à erosão, a qual é mostrada pela Expressão 2:

$$(("Algebra_Text_Prof_Reclass") * (0.20) + ("Declividade_Reclass") * (0.20) + ("Infiltração_Reclass") * (0.30) + ("UsoTerras_Reclass") * (0.30)) \quad (2)$$

Cabe mencionar que é necessário definir pesos para os fatores que variem de 0-100% (0-1), com a finalidade de diferenciar o grau de importância e correlação com o fenômeno em questão, ou seja, a suscetibilidade erosiva. Desse modo, foram definidos pesos menores para as características dos solos e do relevo e pesos maiores para a infiltração de água e para o uso da terra.

A velocidade de infiltração e o tipo de uso das terras são fatores sensíveis às mudanças

espaciais e temporais da paisagem; por isso, foi dado um peso maior. Já a textura, pode ser sensível às mudanças, mas seu processo é lento. A profundidade e a declividade não representam fatores sensíveis às mudanças, são intrínsecos às características do tipo solo e da topografia local.

3. Resultados e Discussão

O fator textura variou pouco entre os dados da CODEVASF, de 1980, e os dados de 2008, isso porque não houve mudanças na textura ao longo dos anos. Em geral, os solos se destacam pela textura média na camada superficial e argilosa na subsuperficial, ou seja, o Grau 3 Forte.

O fator profundidade não variou entre os dados da CODEVASF e os dados de 2008, como era esperado. No geral, a maioria dos solos da área de estudo é representada por solos muito profundos, portanto, predominando o Grau 1 Nulo/Ligeiro.

Com relação à declividade, caracterizou-se com até 8% na maior parte da área (plano e suave ondulado). Dessa maneira, a suscetibilidade à erosão pela declividade não se mostrou como um fator significativo, sendo o Grau 1 Nulo/Ligeiro predominante.

Nos testes realizados pela CODEVASF, o fator velocidade de infiltração de água com o Grau 1 Nulo/Ligeiro ocorreu em grande parte do Perímetro de Mirorós, exceto em unidades de solos com maiores problemas de drenagem, onde foi atribuído o Grau 2 Moderado, como também na área de várzea e algumas manchas de solos rasos, com Grau 4 Muito Forte.

Nessa época (1980), em grande parcela das terras existia cobertura vegetal de caatinga e atividades de pastagem natural, que favorecem a infiltração de água no solo. Normalmente, a velocidade de infiltração foi moderadamente rápida ou rápida na maioria dos solos e, portanto, proporcionaram menos restrições pelo fator infiltração de água.

Já no ano de 2008, a prática da agricultura irrigada era a principal atividade no setor irrigado de Mirorós, o que significa que considerável parcela das terras sofreu desmatamento. Assim, a velocidade de infiltração teve mais restrições, aumentando os Graus 2, 3 e 4, sobretudo nas áreas irrigadas.

Nos solos irrigados, usualmente, a velocidade foi mais lenta do que os outros usos sem irrigação, como pastagem, cultivos de sequeiro, por exemplo. Isso pode ser explicado pelos processos de compactação e de selamento, que tornam-se mais comuns com a irrigação.

No que concerne à suscetibilidade aos processos erosivos, ao analisar a Figura 2 e a Figura 3, verifica-se que as porcentagens do Grau 1 Nulo/Ligeiro e do Grau 2 Moderado diminuíram, ao passo que o Grau 3 Forte e o Grau 4 Muito Forte cresceram. Em 1980, o Grau 2 Moderado predominou, enquanto que no ano de 2008 prevaleceu o Grau 3 Forte.

Quando comparadas as Figuras 4 e 5, observa-se que a suscetibilidade aos processos erosivos dos solos aumentou entre os anos de 1980 e 2008. Os motivos se devem, em especial, pelas mudanças nos fatores velocidade de infiltração de água e uso da terra.

A retirada de cobertura vegetal para intensificação da prática da agricultura e o manejo inadequado do solo deixaram os solos mais expostos à erosão. A maior parte do perímetro era composta por caatinga hipoxerófila na década de 1980. Além disso, a mata ciliar dos rios encontrava-se bem preservada. Nesse ínterim, predominou o Grau 1 Nulo/Ligeiro.

Anteriormente à instalação do projeto de irrigação do Perímetro de Mirorós, as principais atividades se constituíam pelos cultivos de sequeiro e pastagem natural. Convém salientar que pela classificação da imagem Landsat 5 não foi possível distinguir a pastagem natural da caatinga. Dessa forma, foi considerado apenas o Grau 1 Nulo/Ligeiro.

Para os cultivos de sequeiro, solos exposto e áreas desmatadas o Grau foi 4 Muito Forte em decorrência da baixa cobertura do solo e facilidade de escoamento superficial. No que tange às culturas irrigadas existia somente uma área constituída pela irrigação de pivô central. Para as culturas irrigadas o Grau é 3 Forte.

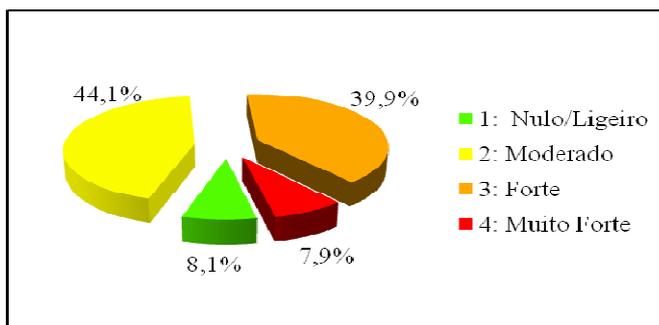


Figura 2: Distribuição dos graus de suscetibilidade aos processos erosivos - CODEVASF.

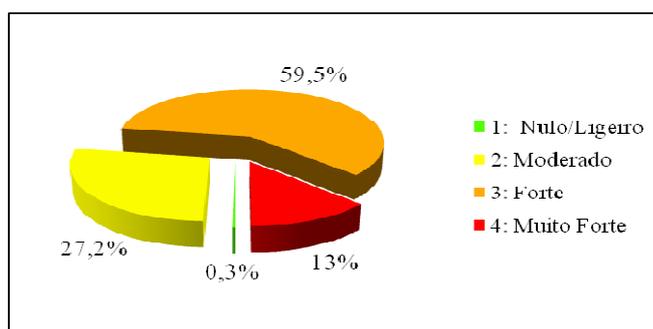


Figura 3: Distribuição dos graus de suscetibilidade aos processos erosivos – ano de 2008.

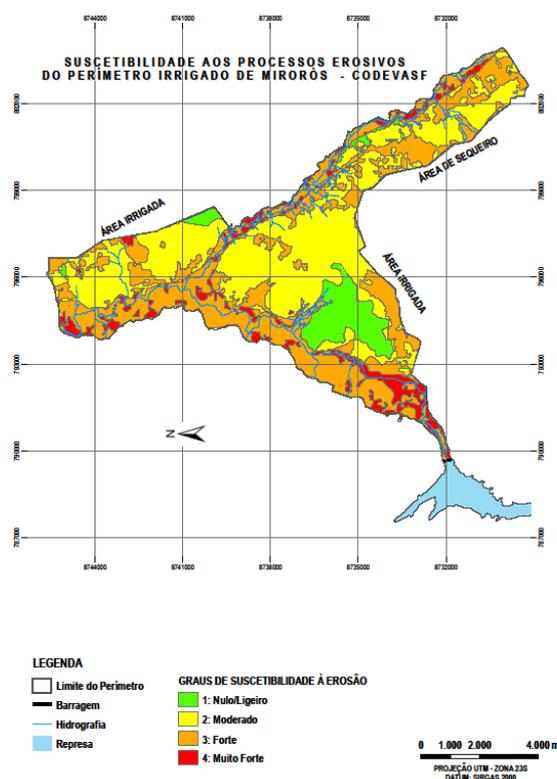


Figura 4: Suscetibilidade aos Processos Erosivos - CODEVASF.

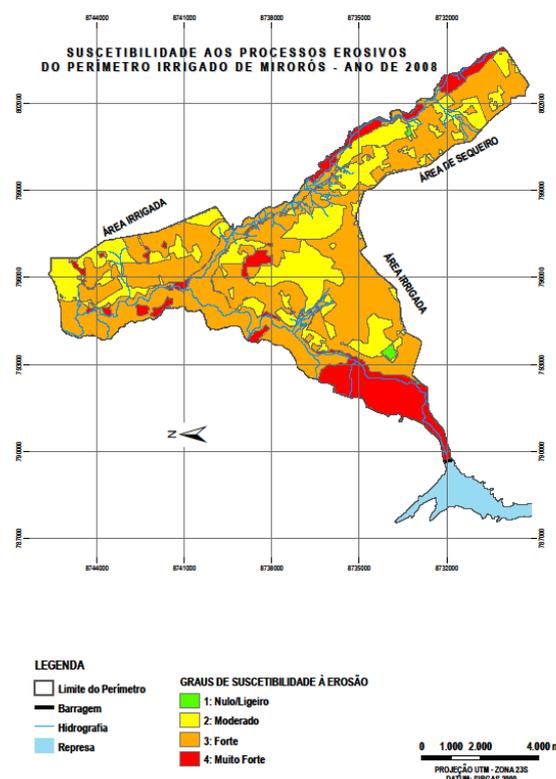


Figura 5: Suscetibilidade aos Processos Erosivos - Ano de 2008.

Já para o ano de 2008, a principal atividade econômica do Perímetro de Mirorós diz respeito à agricultura irrigada, tendo a banana como a principal cultura. Por isso, prevaleceu o Grau Forte 3, com destaque para o setor irrigado. Deve-se atentar que a agricultura irrigada da banana proporciona uma maior cobertura do solo, o que acarreta na proteção contra os processos erosivos, uma vez que favorece a infiltração de água no solo e diminui o escoamento superficial.

Em contrapartida, nos cultivos de sequeiro, o solo permanece mais exposto ao arraste das partículas. Desse modo, o Grau atribuído foi 4 Muito Forte. O mesmo se dá para nos outros usos, os quais se referem aos lotes abandonados ou solos expostos. Nessas áreas, além da erosão laminar ligeira, muitas vezes, se observa ravinas e sulcos.

Com relação às áreas de vegetação nativa, estas continuam sendo desmatadas para a prática agrícola. Apesar da pastagem natural também ser composta por vegetação nativa, o pisoteio de animais causa compactação do solo; assim foi atribuído o Grau 2 Moderado.

A mata ciliar inerente aos rios da área de estudo foi distinguida da mata ciliar degradada, onde não há preservação, sendo retirada para outros usos, como cultivos irrigados, pastagem. Nesse caso, foi designado o Grau 3 Forte. A maior parte das áreas de várzea ainda mantém a mata ciliar preservada; porém a preservação aparece menor do que no mapeamento de uso da terra de 1986.

4. Conclusões

Os fatores associados textura e profundidade dos solos, declividade do terreno, velocidade de infiltração e uso da terra, estabelecidos numa escala de graus e com pesos diferenciados, se mostraram eficientes para avaliar a suscetibilidade aos processos erosivos na área de estudo. A partir disso, é possível elaborar medidas de conservação dos recursos naturais mais pertinentes.

Os fatores textura e a profundidade podem ser mais determinantes na avaliação da suscetibilidade do que equações de erodibilidade ou maturidade dos solos. Nas limitações do fator textura, em especial, estão incluídas características importantes como mudança textural abrupta, presença de argilas expansivas e caráter vértico. Quanto ao fator profundidade do perfil, este se destacou da questão da maturidade dos solos, visto que não determinou uma mesma classe de solos jovens, por exemplo, com o mesmo grau de suscetibilidade.

A declividade é um fator essencial em análises de erosão do solo. Porém, em áreas de relevo plano ou suave ondulado pode mascarar a suscetibilidade à erosão, como é o caso dos solos irrigados que sofrem processo de selamento e compactação. Por isso, é essencial que o fator declividade esteja relacionado com outros fatores.

O fator infiltração de água no solo se mostrou como um relevante indicador dos processos erosivos na medida em que caracteriza a velocidade mais lenta como diminuição da infiltração e aumento do escoamento superficial e vice-versa. A infiltração não está atrelada somente às características dos solos, da topografia, mas também às mudanças no uso da terra.

No fator uso da terra foram definidas as áreas desmatadas, de solo exposto, de agricultura irrigada ou de sequeiro e mata ciliar degradada como mais suscetíveis aos processos erosivos, em contraposição às áreas de vegetação nativa e mata ciliar preservada. Nesse caso, a intensiva retirada de cobertura vegetal nativa para a prática agrícola, ocorrida entre os anos de 1980 a 2008, influenciou consideravelmente na suscetibilidade à erosão.

Diante disso, a velocidade de infiltração de água e o uso da terra representaram fatores significativos para a avaliação da suscetibilidade erosiva em meio rural, sobretudo porque são sensíveis à dinâmica da paisagem.

Agradecimentos

CAPES, DNOCS (BA), DIPIM (CODEVASF), Dr. Wilfried Klein (USP) e Dr. Sérgio Röhm (UFSCar).

Referências Bibliográficas

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8a ed. atual. ampl. Viçosa (MG): Editora UFV, 2006. 625p.

BUCENE, L.C; ZIMBACK, C.R.L. Sistema de informação geográfica na classificação de terras para irrigação em Pardinho-SP. **Irriga**, Botucatu, v.10, no4, p.357-371, nov/dez. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2a ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

_____. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2a ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Interior. Bureau of Reclamation. **Reclamation manual: irrigated land use, land classification**. Denver, 1953, v. 5. 54p.

LAL, R. Soil degradation by erosion. **Land Degradation & Development**, Chichester (UK), v. 12, no 6, p. 519-539. nov./dec. 2001.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. 65p.

SANTOS, R.D. dos. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5a ed. rev. atual. Viçosa (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; KLAMT, E. **Classificação da aptidão agrícola das terras: um sistema alternativo**. Guaíba: Agrolivros, 2007. 72p.