

Distribuição espacial de alguns atributos dos solos e caracterização da paisagem em uma porção do município de Lobato – PR

Roney Berti de Oliveira¹
Marcos Rafael Nanni¹
Marcelo Luiz Chicati¹

⁽¹⁾ Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá, PR, Brasil
roneyberti@yahoo.com.br
mrnanni@uem.br
mlchicati@yahoo.com.br

Abstract - The objective of this study was to instating in a base of geospatial data, regarding information to the distribution of the soils in the landscape, as well as of its attributes inside of a Reservation Peculiar of the Natural Patrimony (RPNP) placed in the Lobato city. All of the characteristics of physical and morphologic aspect were incorporate in a Geographical Information Sistem (GIS). Before the analyses data and distribution study, the fisiographyc units started to constitute units resulting in the maps production.

Palavras-chave: soil atributes, GIS, RPPN, Lobato, atributos dos solos, SIG, RPPN, Lobato.

1-Introdução:

Frente às perspectivas do terceiro milênio de melhor preservação e desenvolvimento do meio ambiente, a gestão territorial é um dos grandes desafios dos diferentes segmentos da sociedade, principalmente em relação à qualidade ambiental, fator inerente à preservação da biodiversidade e da qualidade de vida do planeta.

O município de Lobato - PR constitui-se num território de intensas atividades agropastoris. Como no restante do noroeste do estado, as atividades agrícolas iniciaram-se com a colonização nos anos 30, ocupando a região geográfica do Estado do Paraná denominada Norte Novo. O processo de colonização, realizada pela Companhia de Melhoramentos do Norte do Paraná, que sucedera a então Paraná *Plantations* (Companhia Inglesa de Terras), fundada em Londrina em 1927, foi significativamente rápido, com implantação, pelos colonizadores de culturas como algodão, café, feijão, arroz e pastagens.

A falta de planejamento na ocupação do território reduziu drasticamente a cobertura florestal de 87% para menos de 10%.

Em busca de lucros imediatos devido à grande frustração cafeeira decorrida da geadas de 1975, agricultores passaram para o binômio soja-trigo, sem a devida preocupação de conservação e manutenção da qualidade dos recursos naturais (solos, matas, rios etc).

Aliado a este fato, a falta de assessoria técnica adequada resultou em erosão de amplas áreas cultivadas, principalmente sobre os solos originados da formação do Arenito Caiuá.

Convém salientar que o processo erosivo é o maior problema atual na agricultura mundial. Sua atuação silenciosa e a maioria do tempo imperceptível tem causado o empobrecimento e a perda de cerca de um terço da terra arável do mundo a uma taxa de perda de cerca de 10 milhões de hectares/ano.

Com isso, a implantação de pastagens apresentou incrementos de áreas significativos. Atualmente, a cana-de-açúcar tem se expandido, ocupando áreas anteriormente ocupada por pastagens. Dentre os remanescentes da vegetação nativa contidos no Noroeste do Estado, o Município de Lobato destaca-se por apresentar em seus domínios, uma área contínua de aproximadamente 820 ha, configurando-se numa importante área para estudos de diferentes disciplinas, tanto que a mesma, para propósitos de preservação, foi transformada no ano de 1997 em Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

Desta forma, várias hipóteses podem ser formuladas tentando esclarecer variáveis dúvidas. Dentre elas, formulamos as seguintes: *“Existem variações nos atributos físicos e químicos entre as áreas, considerando-se a mesma unidade pedológica? O mapeamento destas alterações poderia auxiliar no processo de condução, tanto da área agricultável como a remanescente?”*.

O conhecimento da variação e do padrão da distribuição de certos atributos dos solos torna-se importante para muitos trabalhos técnico-científicos a serem realizados com detalhes, tanto dentro da própria área de trabalho como daquelas vizinhas, com padrões fisiográficos semelhantes.

Dentre as formas de conhecimento, estudo e compartimentalização do espaço geográfico, destacam-se os SIG's, cuja principal finalidade é a integração de dados geográficos devidamente registrados em um banco, onde possam ser recuperados e manejados pelo operador.

Desta forma, o objetivo do projeto foi o de integrar em uma base de dados geoespacial, informações a respeito da distribuição dos solos na paisagem, bem como de seus atributos.

2-Material e métodos:

O Município de Lobato, localizado no Noroeste do estado do Paraná, estando delimitado pelas coordenadas UTM, com base no meridiano 51° W.G. 384 - 410 km e 7445 - 7472 km do Equador e coordenadas geográficas 23°5'47.28'' - 22°51'3.37latitude sul e 52° 8' 14'' - 51° 52' 20'' longitude oeste, com superfície de 234,1180 Km² perfazendo 234.118 ha. Apresenta altitude média de 400 metros, em região de entroncamento entre os rios Pirapó e Bandeirantes do Norte.

Os trabalhos foram iniciados pela revisão bibliográfica referente ao material cartográfico existente na área de estudo. Isto permitiu estabelecer quais materiais deveriam ser utilizados e, na sua inexistência, necessariamente adquiridos para complementação do arquivo utilizado para preparação da base cartográfica.

Para a execução dos trabalhos cartográficos, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas SPRING, INPE (1999). Segundo Câmara et al. (1996), o SPRING é um sistema de geoprocessamento orientada-a-objeto, com múltiplas funções e algoritmos para processamento de banco de dados georreferenciados.

Demarcada a área de trabalho através das cartas planialtimétricas, foi estabelecido um roteiro para produção da base cartográfica onde foram agregadas as informações oriundas dos trabalhos de campo para a composição dos mapas de distribuição dos atributos dos solos.

Uma vez configurado o banco de dados, estabeleceu-se a base cartográfica em escala 1:50.000, por meio da digitalização das cartas planialtimétricas existentes e a atualização cadastral realizada no campo com o sistema GPS.

Os principais temas das cartas como rede de drenagem, estradas e rodovias e principais carregadores, foram digitalizados para comporem a base, juntamente com os dados obtidos no campo.

Conjuntamente, os mapas geológico, geomorfológico, climatológico e pedológico serão introduzidos, via digitalização para complementar o banco de dados.

As imagens orbitais foram incorporadas ao sistema por meio de processos de registro, INPE (1999). Com a digitalização das curvas de nível e pontos cotados existentes nestas cartas, criou-se modelos numéricos de terreno com a finalidade de se estabelecer as condições clinográficas da área de estudo.

A caracterização da paisagem se fez necessária para situar a ocorrência das diferentes formas de relevo e disposição das pendentes, possibilitando, como processo auxiliar, delimitar-se as unidades de paisagem, Nanni e Rocha (1997).

Uma vez definida a base cartográfica no Spring, e a ele inserido as imagens orbitais, foi realizada a análise fisiográfica, segundo os critérios estabelecidos e preconizados por Buring (1960) e posteriormente desenvolvidos por Butler, Goosen e Vink, Goosen (1968), como aqueles adaptados por Donzeli et al. (1983), para imagens MSS/RBV - *Landsat* e mosaicos de radar, onde se relacionou os processos dinâmicos da paisagem com os solos ali existentes, como bem caracterizado por Nanni (1995).

Paralelamente, realizou-se a análise fisiográfica de fotografias aéreas, cujos limites das unidades de paisagem foram decalcados e transpostos para um mapa base, impresso em escala média igual à das fotografias, sendo posteriormente anexado ao banco de dados, como descrito por Nanni e Rocha (1997).

Por meio do sistema Spring, listou-se os pontos escolhidos para tradagem com suas respectivas coordenadas geográficas. Estes pontos foram então localizados em campo através do sistema de navegação contido no GPS. Em cada ponto foram realizadas duas tradagens (superfície e subsuperfície) para coleta de amostras de solo.

Todos os métodos de preparo, tratamento e análise das amostras enviadas à laboratório foram realizadas conforme metodologia usual preconizada pela Embrapa (1997), para levantamentos de solos.

Na fração maior que 2 mm, foi realizada a separação de cascalhos e calhaus. Na fração menor que 2mm (T.F.S.A.), foram efetuadas as determinações físicas (Granulométrica, Densidade do solo (Ds), Densidade de partículas (Dp), Porosidade total do solo, Capacidade de água disponível no solo) e químicas (pH em água e em KCl 1 N, Delta pH, $Ca^{++} + Mg^{++}$ trocáveis, K^{+} e Na^{+} trocáveis, Soma de Bases, Alumínio trocável Al^{+++} , Hidrogênio + Alumínio trocáveis ($H^{+} + Al^{+++}$), Capacidade de troca catiônica (CTC), Percentagem de Saturação de Bases (V %), Porcentagem de Saturação por Alumínio, Fósforo Assimilável, Carbono Orgânico (C), Matéria Orgânica, Atividade de argila (T), Fe_2O_3).

De posse dos dados das análises e estudo de sua distribuição espacial, as unidades fisiográficas passaram a constituir unidades de mapeamento, Embrapa (1996). Em cada unidade foi estabelecida a classe de solo conforme critérios de classificação estabelecidos pela Embrapa (1999).

3-Resultados e Discussão:

Como relatado por Demattê e Nanni (2003), os pontos de onde extraíram-se as amostras no campo foram importadas ao sistema SPRING, e a cada um foi atribuído um valor z constituído pelo valor de algum dos atributos determinado para cada classe de solo.

Com as coordenadas X,Y dos pontos foi possível, por meio do SPRING gerar um modelo numérico de terreno para cada atributo de interesse. Este modelo pôde ser fatiado em até cinco classes, INPE (1999), atribuindo-se para cada intervalo, um valor correspondente à quinta parte da diferença entre o maior e o menor valor encontrado para cada atributo, Nanni e Demattê (2001). Desta forma, cada atributo do solo pôde ser representado cartograficamente por valores numéricos em intervalos menores que aqueles estabelecidos pela Embrapa (1997).

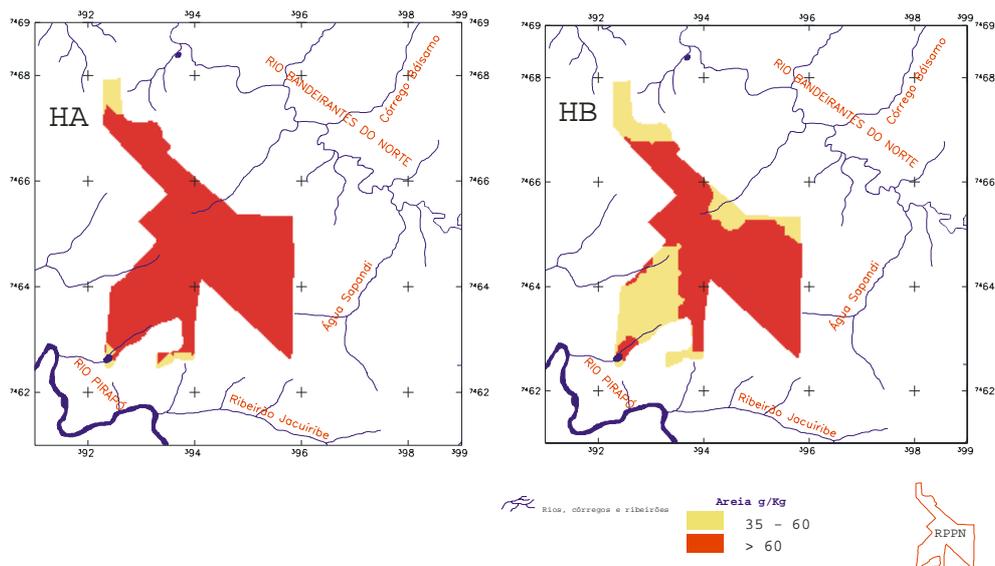


Figura 1 – Atributo Areia representado nos horizontes A e B de acordo com a classificação gerada pela análise do modelo numérico do terreno.

Com os valores atribuídos, foram realizadas análises estatísticas paramétricas (média, desvio padrão, intervalo de confiança, coeficiente de variação, valores mínimos e máximos), para cada unidade de solo, comparando-se por meio e teste *t*, SAS (1999) possíveis indicadores de alterações antrópicas, como mudança nos teores de matéria orgânica presente, fósforo, bases trocáveis, pH dentre outros.

Uma vez estabelecido o mapa de solos por meio do sistema tradicional (análise fisiográfica associada com as observações de campo), foram produzidos, por meio de expressões booleanas no sistema Spring, mapas contendo polígonos resultantes do processo de cruzamento entre as informações contidas no banco de dados por meio de linguagem LEGAL, Câmara et. al, (1996).

A partir daí, escolheu-se transeptos aleatórios no mapa de solos produzido pela metodologia proposta e, dentro da escala trabalhada, foram elencadas certas porções com dimensões duas vezes maiores que a área mínima mapeável. Dentro de cada área, analisou-se a classe de solo corrente e os valores dos atributos e, estes comparados com o mapa de solos obtido pelo método convencional.

Utilizou-se o Teste de *Tukey* para as médias de atributos de cada solo, por área selecionada, nos níveis de 1 e 5%. Para isso, foi utilizado o procedimento GLM do programa SAS. Nesse método, em cada área, a seguinte hipótese é testada: $H_0: \text{sol1} = \text{sol2} = \text{sol3} = \text{sol4} = \text{sol5}$; a rejeição da hipótese de nulidade enunciada acima implica na aceitação da hipótese alternativa onde: H_1 : pelo menos 2 solos diferem estatisticamente.

Em síntese, verifica-se que a região noroeste do Paraná possui, na realidade, relevo suavizado com poucas ondulações, predominando em toda área vertentes com formas convexas. Entretanto, o processo do desflorestamento ocorrido nesta região do estado nas últimas décadas, contribuiu para a exposição da cobertura inconsolidada (arenitos friáveis), a qual vem modificando a fisiografia da área de estudo, ocorrendo fases agressivas de erosões generalizadas, tanto laminares como em sulcos, proporcionando, com isto, total desorganização da rede de drenagem que, incapazes de remobilizar o excedente, passa a ser rapidamente colmatada, com previsões futuras do desaparecimento destes pequenos e médios cursos d'água.

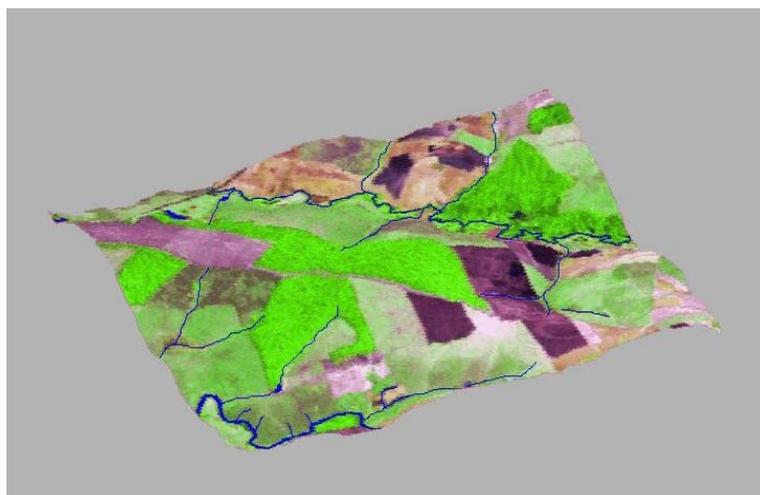


Figura 2 – Visualização da área de estudo, em perspectiva, pela sobreposição de uma imagem sintética RGB e o modelo numérico de terreno.

A manipulação das curvas de nível das cartas planialtimétricas, digitalizadas no sistema SPRING, possibilitaram a construção do modelo numérico de terreno que, sobreposto a um plano de textura representado por uma imagem sintética obtida pela conjunção das bandas 5(R), 4(G) e 7(B) do *TM-Landsat*, possibilitou a visualização do terreno onde se encontra a área em perspectiva.

A carta clinográfica produzida com intervalos de declividades de acordo com aqueles preconizados pela Embrapa (1979), demonstrou que grande parte da área está compreendida nas classes de relevo plano e suave ondulado, com área de 354,11 ha para a primeira classe e 410,06 ha para segunda, perfazendo 43,11% e 49,92% respectivamente (**Tabela 1**).

Tabela 1. Área ocupada por cada classe de declividade encontrada na área de estudo.

Classe de declividade	Área ocupada	
%	ha	%
Plano (0 – 3)	354,11	43,11
Suave ondulado (3 – 8)	410,06	49,92
Ondulado (8 – 20)	54,41	6,62
Forte ondulado (20 – 45)	2,92	0,35

A variabilidade do material de origem presente na área promoveu variação dos atributos, como também observado por Oliveira (1988) e Menk e Camargo (1996). Como exemplo, a distribuição dos teores de argila para o horizonte A e B para a área de estudo é apresentada na **Figura 3**.

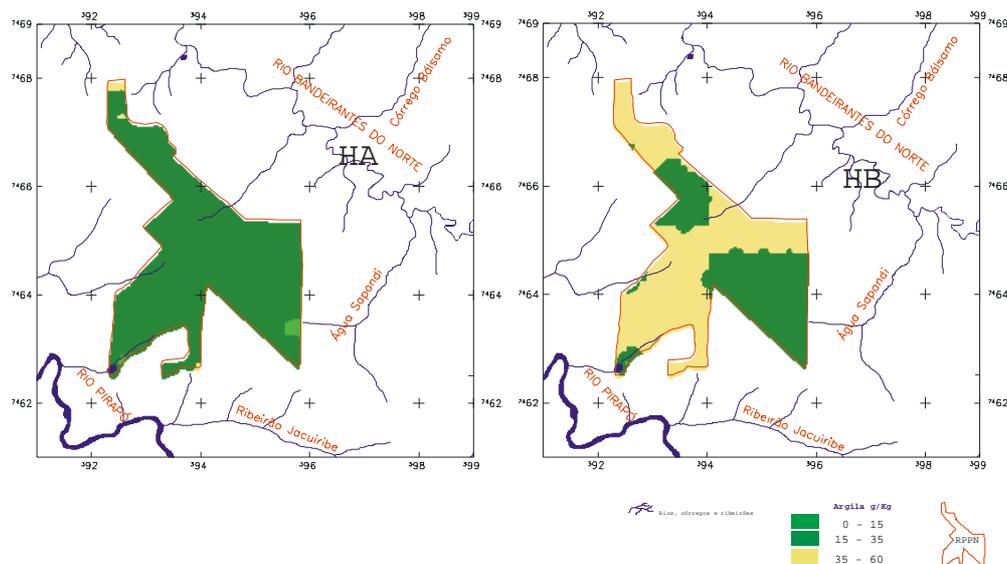


Figura 3 – Atributo Argila representado nos horizontes A e B de acordo com a classificação gerada pela análise do modelo numérico do terreno.

As porções mais argilosas estendem-se pelas regiões cujo substrato é composto por basalto. Neste, os valores são mais elevados podendo chegar a 756 g kg^{-1} de argila no horizonte B, reforçando os dados encontrados por Menk e Camargo (1996).

Na maior parte da área encontra-se solos com textura argilosa em subsuperfície, quando utilizado o grupamento textural para levantamento de solos preconizados pela Embrapa (1999), com 65,5% da área sendo que, os solos de textura média ocupam, na mesma classificação, 25,5% da área, ficando, o restante, ocupado pelas classes muito argilosa (7,6%) e arenosa (1,4%).

A área apresenta, portanto, miscelânea de materiais parentais, compostos tanto por material retrabalhado de arenito, arenito-basalto ou mesmo uma combinação dos dois.

Após a obtenção dos limites, seguiu-se ao exame das análises laboratoriais das áreas delimitadas e, por meio dos critérios de classificação dos solos adotada pela Embrapa (1999), pôde-se estabelecer a presença de nove unidades ou classes de solos, divididas em quatro grandes grupos.

Apresenta-se, a seguir, a descrição das unidades de solos que foram identificadas na área de estudos pela utilização de análise booleana no sistema Spring. As classes foram estabelecidas ao plano de grande grupo categórico no sistema brasileiro de classificação.

Tabela 2. Área de cada unidade de solo presente na área de estudo.

Unidade de Mapeamento	Área (ha)
Latossolo Vermelho distrófico (LVD)	288,11
Latossolo Vermelho eutrófico (LVE)	1927,55
Latossolo Vermelho eutrófico argissólico	407,04
Latossolo Vermelho distrófico alumínico	48,36
Nitossolo Vermelho eutrófico	292,56
Argissolo Vermelho distrófico	123,41
Argissolo Vermelho eutrófico	1566,80
Neossolo Quartzarênico órtico	98,69
Gleissolos	308,72

O mapa de solos produzido por meio da análise foteointerpretativa e das imagens orbitais devidamente manipuladas, possibilitou a produção de 6 unidades fisiográficas ou de paisagem, que configuraram, após avaliação dos resultados das análises físicas e químicas e conjuntamente com as descrições realizadas no campo num mapa de solos.

A análise visual permitiu perceber diferenças não apenas na forma das classes de solo representadas cartograficamente, mas também no número de classes.

Por meio da tabulação cruzada entre os planos de informação que continham os solos obtidos pelos dois métodos obteve-se a **Tabela 3**.

Tabela 3. Valores de área em ha para o cruzamento de cada classe de solo utilizando-se o método convencional (linha) e por meio do sistema Spring (coluna).

Classe de Solo	LVd	AVd	NQo	NVe	Go
LVe	129.15	1579.14	24.57	71.10	133.38
LVd	261.27	10.53	0.00	17.10	0.00
AVd	36.72	83.70	0.00	0.00	2.88
AVe	313.65	1097.73	36.09	4.50	121.14
NQo	0.00	21.24	55.08	0.00	22.68
LVdal	48.06	0.00	0.00	0.00	0.00
NVe	0.00	247.68	0.00	0.00	44.28
LVe	105.57	284.49	17.01	0.00	0.00
Go	0.00	92.25	0.00	3.33	197.10

Observa-se, pela **Tabela 3** que houve grande confusão entre os limites dos solos obtidos pelos dois métodos. Algumas classes apresentaram pequenas porções de outras devido, principalmente, ao traçado apresentado na fotointerpretação comparado com aquele advindo do sistema Spring. Como exemplo podemos destacar as classes próximas aos limites dos solos desenvolvidos em presença da rede de drenagem como o NQo e o Go, ou mesmo o NVe e o Go.

Foram comparados vários atributos estabelecidos em duas condições de uso (mata nativa e culturas). A **Tabela 4** apresenta a análise estatística e os valores médios para diferentes atributos avaliados presentes na camada superficial.

Tabela 4. Comparação entre os atributos dos solos nos usos mata nativa e culturas da área de estudo.

Uso	SB ¹	CTC ²	T ³	V ⁴	m ⁵	Areia	Silte	Argila	M.O. ⁶
		mml.c.dcm ³	%	%	%	g Kg ⁻¹			
Mata	5,80a ⁷	7,93 a	11,76 a	70,12 a	2,62 a	761,1 a	42,0 a	196,9 b	21,58
Culturas	4,74b	8,75 a	15,12 a	55,36 b	3,18 a	612,7 b	51,7 a	335,6 a	15,90

¹ Soma de Bases; ² Capacidade de Troca Catiônica; ³ Atividade de Argila; ⁴ Saturação por Bases; ⁵ Saturação por alumínio; ⁶ Matéria orgânica; ⁷ letras semelhantes na mesma coluna indicam não haver diferença significativa pelo teste *t* ($p < 0,05$).

Observa-se que, para a maioria dos atributos avaliados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os usos mata nativa e culturas.

Este é um indicador de que práticas de adubação não estão efetivamente sendo aplicadas, uma vez que, os valores na cultura estão aquém dos valores encontrados em mata nativa. Outro atributo que confirma as melhores condições químicas na mata refere-se aos teores de matéria orgânica, superiores nestas condições.

Como a atividade agrícola no entorno é representado basicamente pelo plantio da cana-de-açúcar, tais condições eram esperadas, uma vez que a prática da queima da cultura, para posterior colheita é comum. Logo, os teores de matéria orgânica tendem a diminuir em comparação com a mata nativa, mesmo em solos mais argilosos, como é o caso.

4-Conclusões

A manipulação de atributos dos solos coletados em sistema de malha rígida e incorporados num banco de dados geográficos possibilitou a produção de mapa pedológico;

O número de classes obtidas pelo método não convencional (sistema Spring) foi maior que as obtidas pelo método convencional;

Existem diferenças significativas nos traçados dos limites entre as classes de solos obtidos pelos dois métodos;

A maioria dos atributos dos solos presentes em mata nativa diferem daqueles obtidos em condições de cultura.

5-Referências Bibliográficas:

Buring, P. The applications of aerial photographs in soil surveys. IN: **MANUAL of photographic interpretation**. Washington : **American Society of Photogrammetry**, 1960. Chapter 11. p. 633 - 666.

Câmara, G.; Casanova, M.A., Hemeryly A.; Medeiros, C.B.M; Magalhães, **G.C. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: SBC/Escola de Computação, 1996.

Demattê, J.A.M. and M.R. Nanni. 2003. Weathering sequence of soils developed from basalt as evaluated by laboratory (IRIS), airborne (AVIRIS) and orbital (TM) sensors. **Int. J. Remote Sens.** 24:1-25.

Donzelli, P. L.; Valério Filho, M.; Nogueira F. P.; Perez Filho, A.; Kokkler, N. F. Imagens orbitais e de radar na definição de padrões fisiográficos aplicados a solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, p. 89 - 94, 1983.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Normas e critérios para levantamentos pedológicos. Rio de Janeiro: **EMBRAPA/SNLCS**, 1996, 94p.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos Sistema brasileiro de classificação de solos: 4ª aproximação. Rio de Janeiro: **EMBRAPA**, 1997. 169 p.

Embrapa. CNPS. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: **Serviço de Produção de Wornnação**. 1999. 412 p.

Goosen, D. Interpretacion de fotos aereas y su importancia en levantamiento de suelos. Roma : **Organizaciones de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentacion**, 1968. (Boletín sobre suelos n. 6).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. Tutorial Spring: spring básico. São José dos Campos: **Inpe**. 1999. não paginado.

Menk, J. R. F.; Camargo, O. A. Variação espacial da granulometria dos solos ao longo da transeção sudeste no centro experimental de Campinas, SP, Brasil. In: **Congresso Latino Americano de Ciência do Solo**. 13, Águas de Lindóia, 1996, SBCS-ESALQ, Piracicaba, 1996. 1 CD-ROM.

Nanni, M. R. **Delimitação de unidades fisiográficas para estudo de solos utilizando análise multivariada e técnicas de sensoriamento remoto**. Curitiba, 1995. 196f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Nanni, M. R.; Rocha, H. O. Integration of GIS technology, remote sensing and multivariate analysis in the delimitation of physiographic units for pedological mapping. **Boletim do Instituto de Geociências - Série Científica**, n. 28, p.129-143, 1997.

Nanni, M. R.; Demattê, J. A. M. Is it possible estimate physical-chemical soil attributes by using laboratory and orbital sensors (compact disc). In: **Third International Conference of Geospatial Information in Agriculture and Forestry**, Denver, Colorado, 5-7 November, 2001. Proceedings, 2001b

Oliveira, J.B. Evolução dos trabalhos de levantamento de solos e dos estudos de variabilidade espacial no Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, 40(2): 138-148. 1988.

Statistical Analysis System Institute. **SAS**, software: user's guide, version 8.2, Cary, 1999. 291p.