

## Uso do geoprocessamento e modelagem para detalhamento do mapa de solos da bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura no município de Paraibuna-SP

Mathilde Aparecida Bertoldo<sup>1</sup>  
Mário Valério Filho<sup>2</sup>  
Rodrigo Alves de Brito Bastos<sup>2</sup>  
Samanta Ribeiro Pedrosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Funcate – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais  
Av. João Guilhermino, 429, 18º andar. Centro. São José dos Campos-SP  
mathilde@funcate.org.br

<sup>2</sup>UNIVAP - Universidade do Vale do Paraíba  
Av. Shishima Hifumi, 2911. DP&D. Urbanova. São José dos Campos-SP.  
mvalerio@univap.br  
rodrigoabb@hotmail.com

**ABSTRACT:** The geotechnologies, through the geographic information systems, provide the storage of detailed information of the earth resources, in way that these data can be accessed, be combined and analyzed, under several points of view, for the most varied uses. In Paraibuna city the availability of informations generated in the ground surveys that enclose its area has not been efficient, in reason of the scale and complexity. Thus, with the objective to make possible the storage, manipulation and availability of the information about the soil in the area, is proposed a metodological approach with the support of the GIS software SPRING through the integration of pedological survey and environment database, available for the area of the basin. Within the norms and concepts used in the soil science and the environment database has been presented a ground map with mapping details, using an interactive model with the landscape

**Palavras Chaves:** soil, solos; remote sensing, sensoriamento remoto; geographic information systems, sistema de informa geográfica.

### 1. Introdução

Um levantamento de solos é considerado como um exame e identificação das unidades de solos, estabelecendo limites geográficos, representados em um mapa, que apresenta sua descrição e sua interpretação com a finalidade proposta. O mapa de solos tem por finalidade a ordenação de conhecimento com relação ao objeto visando a memorização consistente de suas propriedades de maneira fácil e precisa, Santana (1983), permitindo ao pesquisador identificar paisagens sistematizando suas observações e relacionando-as, e quando possível com outras regiões.

Para Larach (1983), os levantamentos de solos no campo constitui um método que consiste no estudo, identificação, compilação, análise e interpretação dos dados referentes as propriedades e interrelações que os caracterizam e os definem estabelecendo limites, distribuição e arrajamento espacial, sendo um processo lento e com alto custo, principalmente quando em regiões com relevo diversificados.

As aplicações de sensoriamento remoto em pedologia começaram na década de 1930 com a utilização de fotografias aéreas como mapas-base. Na década de 1960 um novo impulso ocorreu com o desenvolvimento de novas técnicas cartográficas que foram introduzidas para dar suporte aos mapeamentos pedológicos, permitindo o estudo fisiográfico dos solos. Atualmente, estes padrões podem ser avaliados através de imagens de satélite e cartografia digitais, Andrade et al (1998), Silva (2002), Silva (2003) e Bertoldo et al (2005), dando

subsídio para planejamentos agrícolas como é o caso do inventário e levantamento do uso da terra, visando o monitoramento de culturas considerando o agroambiente (Alves et al., 2000).

Contudo, em virtude do caráter de reconhecimento, da amplitude de variação das unidades de solos e da escala de mapeamento adotada, os levantamentos podem apresentar limitações ao uso para planejamentos mais detalhados de uso das terras.

Este trabalho teve por objetivo a elaboração preliminar do mapa de solos que abrange a bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura no município de Paraibuna-SP a partir do mapa de solos na escala 1:500.000 (Oliveira, 1999), realizando seu detalhamento com o suporte das técnicas de geoprocessamento, que terá como finalidade a obtenção de uma mapa de solos na escala de 1:20000 que será base para futuros planejamentos e monitoramentos ambientais.

## **2. Material e Métodos**

A bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura com área de 8.059,6 hectares está localizada ao sul da sede do município de Paraibuna-SP, sua altitude varia de 1.208 metros no seu ponto mais alto e 650 metros na foz do Ribeirão Fartura, apresentando aproximadamente 17 km de comprimento e largura máxima de 7,5 km. Caracterizada como uma bacia hidrográfica rural, esta área tem grande importância na produção agropecuária, pelo fato de estar ocupada por 135 propriedades rurais, segundo Crivelli (2002).

A área está situada no arcabouço estrutural da Serra do Mar, composto basicamente de migmatitos e gnaisses, (Soares, 2004). Os solos predominantes são representados pelos LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO fase rasa, e NEOSSOLOS LITÓLICOS. Nesta bacia hidrográfica, em função da rica rede de drenagem, também ocorrem em menor quantidade, nos fundos dos vales, áreas com GLEISSOLOS E NEOSSOLOS FLÚVICOS. O clima da região é do tipo “mesotérmico de inverno seco” e apresenta índice pluviométrico anual entre 1.300 e 1.700mm (Crivelli, 2002).

Os materiais utilizados nesta primeira fase constou basicamente do mapa pedológico do Estado de São Paulo na escala 1:500.000 (Oliveira, 1999), curvas de níveis digital a partir dos dados obtidos pelo SRTM equidistantes de 25 em 25 metros e material bibliográfico para caracterização da área de estudo em relação a descrição geomorfológica e geológica, Kurkdjian (1992) que serviram de apoio para definição das classes de solos predominantes definidas de acordo com as normas taxonômicas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999)

Nesta primeira etapa para confecção do mapa preliminar de solos foram levantadas, pois, as informações secundárias disponíveis sobre os recursos naturais e características ambientais que deram subsídios para as bases de informações que definiram o desenvolvimento da modelagem preliminar.

Na região, a relação entre relevo e classes de solo, é caracterizada pelo grau de intemperismo apresentado e pode ser explicada considerando os fatores climatológicos, geomorfológicos e o tipo de rocha ou material de origem. Podemos assim considerar que a declividade constitui um importante instrumento para levantamentos de classes de solos, ao consideramos a distribuição do relevo e a paisagem regional (Resende, 1995).

Os levantamentos de campo foram divididos em duas etapas: a primeira etapa constou da identificação das relações entre a paisagem e o mapeamento básico na escala de 1:500.000 (Oliveira, 1999), com o apoio dos mapas geológicos e geomorfológicos disponíveis, fotografias aéreas em escala 1:25.000 Kurkdjian (1992) e imagens TM Landsat 5 de 2005, bandas 3, 4 e 5. A segunda etapa de visita ao campo será realizada para verificação de perfis representativos para avaliar a acurácia do mapeamento preliminar de solos .

A cartografia digital foi obtida através do Projeto SRTM (Valeriano-2004), o qual, advém de cooperação entre a NASA e a NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), do DOD (Departamento de Defesa) dos Estados Unidos e das agências espaciais da Alemanha e da Itália. O arranjo foi projetado para coletar medidas tridimensionais da superfície terrestre através de interferometria. As imagens foram copiadas da rede mundial de computadores diretamente do endereço da USGS (*United States Geological Survey*), as quais permanecem disponíveis sob a resolução de aproximadamente 90m. O acesso é feito pelo endereço <http://srtm.usgs.gov/data/obtainingdata.html> informando as coordenadas para localização da área em questão, onde o interessado interage para transmitir sua solicitação. Para a simples captura dos dados SRTM-90m, deve-se especificar o dado e a área de interesse.

A base pedológica na escala 1:500.000, Oliveira (1999), juntamente com os dados secundários e a cartografia digital implementaram o banco de dados utilizando o software SPRING, INPE (2003).

A curva de nível obtida através do SRTM originou um Modelo Numérico do Terreno (MNT) e uma grade de classes de declividade, por meio de grade triangular (TIN). Pelo fatiamento da declividade gerada, elaborou-se o mapa Temático de Classes de Relevo. As classes de declividade utilizadas para o fatiamento do MNT e sua correspondência com as classes de relevo e de solo possibilitaram as correlações com base no modelo geomorfo-pedológico, segundo Andrade et al (1998), e Lacerda (1999), Resende (2000), Silva (2003) Bertoldo et al (2005).

Através do módulo Análise/LEGAL do software SPRING, foi obtido o cruzamento do mapa de solos 1:500.000, e o mapa de classes de relevo, gerados através dos dados obtidos pelo SRTM com equidistância das curvas de nível de 25 metros resultando assim o mapa preliminar de solos para a área de estudo.

### 3. Resultados e Discussão

Na área de estudo ocorrem quatro diferentes unidades pedológicas conforme Oliveira (1999) as quais são apresentadas na **Tabela 1**.

**Tabela 1** - Principais classes de solos para a bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura

Classes de declive (%)	Classes de Relevo	Classes de Solos
0 - 2	Plano de Várzea	GLEISSOLOS
2 - 4	Plano	NEOSSOLOS FLÚVICOS
4 - 20	Suave Ondulado	Solos B Latossolico
>20	Montanhoso	Solos B texturais

**Fonte : Oliveira (1999)**

As classes de declividade utilizadas para o fatiamento do MNT e sua correspondência com o tipo de relevo e classe de solo estão apresentadas na **Tabela 2**. Esta correlação baseou-se no modelo geomorfo-pedológico, Andrade et al (1998), e Lacerda (1999), Resende. (2000), Silva (2003) Bertoldo et al. (2005).

**Tabela 2** – Correlação entre classes de declividade, classes de relevo e grupamentos de solos.

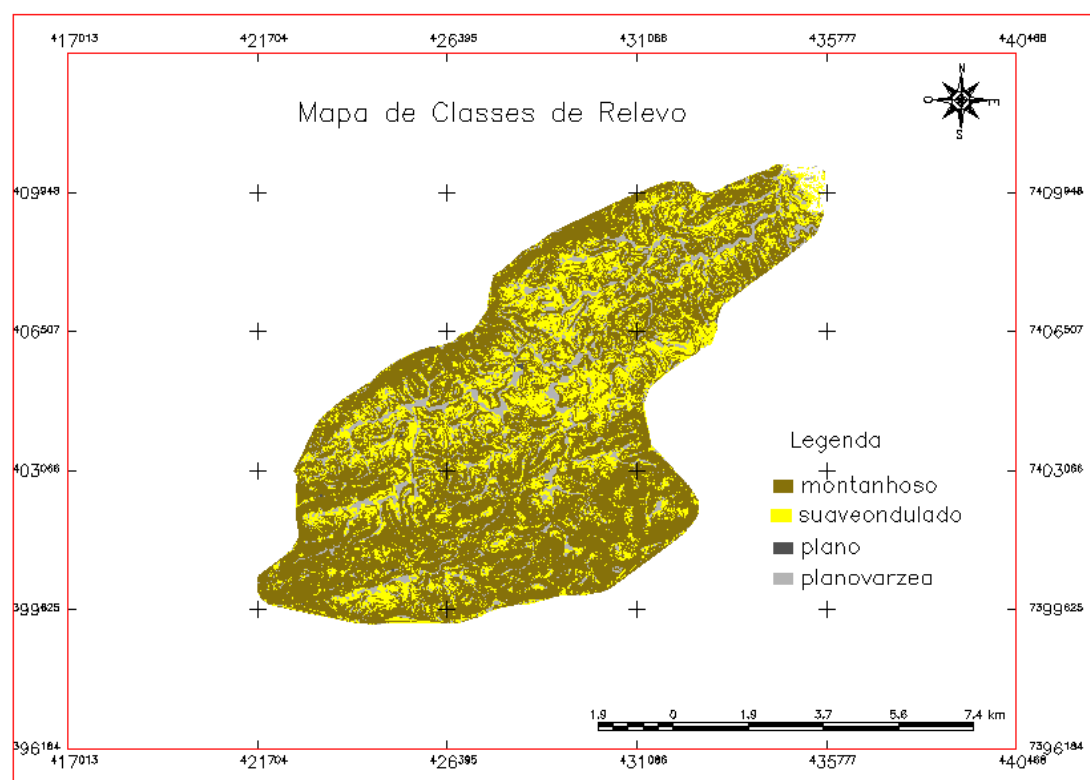
Classes de declividade (%)	Classes de Relevo	Classes de Solos
0 - 2	Plano de Várzea	GLEISSOLOS
2 - 4	Plano	NEOSSOLOS FLÚVICOS
4 - 20	Suave Ondulado	Solos B Latossolico
>20	Montanhoso	Solos B texturais

Através do módulo Análise/LEGAL do software SPRING, foi obtido os cruzamentos do mapa de solos 1:500.000, e o mapa de classes de relevo, gerados através dos dados obtidos pelo SRTM com equidistâncias das curvas de nível com 25 metros.

Pela **Tabela 3** podemos observar a área ocupada para cada classe de relevo na área de estudo e a **Figura 1** apresenta a distribuição espacial das diferentes classes de relevo na bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura.

**Tabela 3.** Quantificação das Classes de relevo na bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura.

Distribuição das Classes Relevo		
Classes	Área	
	há	%
Plano de Várzea	812,50	10,08
Plano	4,50	0,06
Suave Ondulado	2100,70	26,06
Montanhoso	5141,90	63,80
Total	8059,60	100,00



**Figura 1.** Mapa de Classes de Relevo na bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura.

Os solos da região são no geral solos ácidos e distróficos, profundos a muito profundos com predominância de argilas 1:1, baixa soma de bases e alta saturação com alumínio, e argilas de atividade baixa. No contexto regional, as terras mesmo apresentando restrições para aptidão agrícola possuem áreas que apresentam ação antrópica intensa, podendo ser pastagens plantadas, reflorestamento e lavouras. Suas avaliações discrepantes de uso e ocupação da terra apresentam situações adversas, conseqüência dos solos apresentarem características e propriedades pouco favoráveis a ocupação com custos mais baixos exigindo tecnologias e manejos diferenciados Kurkdjian et al.(1992).

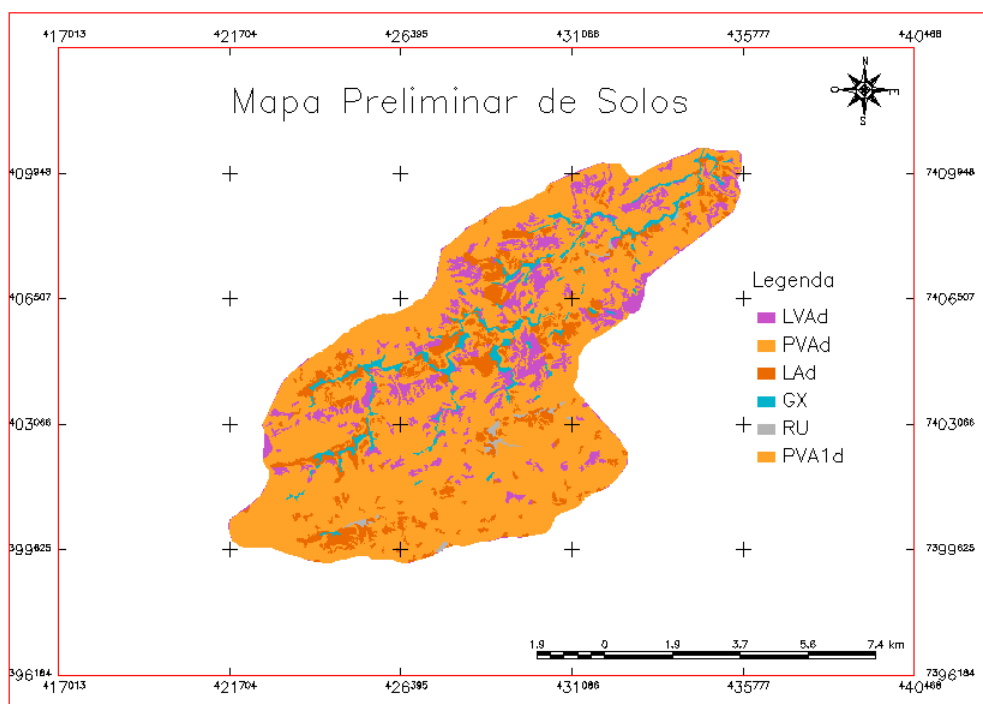
Na região a relação entre relevo e unidades de solo, pode ser caracterizada pelo grau de intemperismo, considerando os fatores climatológicos, geomorfológicos e o tipo de rocha ou material de origem. Podemos constatar que a declividade constitui um importante instrumento para levantamentos de unidades de solos, quando relacionada com a distribuição do relevo e a paisagem regional.

As unidades de solos resultantes do cruzamento obtido pelo módulo Análise/LEGAL do software SPRING foram: ARGISSOLO VERMELHO AMARELO (PVA); LATOSSOLO AMARELO (LA); LATOSSOLO VERMELHO AMARELO (LVA); NEOSSOLO FLÚVICO (RU), GLEISSOLO(G).

A **Tabela 4** e a **Figura 2** apresentam a área representativa de cada classe preliminar mapeada e sua distribuição na bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura.

**Tabela 4.** Quantificação das áreas representativas das unidades de solos obtidas no mapeamento preliminar.

Mapeamento Preliminar de Solos		
Classes	Área	
	há	%
PVA1	4153,73	51,54
RU	46,00	0,57
GX	308,76	3,83
LAd	830,31	10,30
PVAd	1806,40	22,41
LVAd	914,40	11,35
Total	8059,60	100,00



**Figura 2.** Distribuição das Classes de Solos no mapeamento preliminar na bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura.

Os ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS constituem uma classe de maior expressão na região. A fração argila se apresenta com baixa atividade, apresentando uma maior relação textural entre os horizontes A e Bt, gradiente textural normalmente maior ou igual a 1,5. Nos relevos mais movimentados podem apresentar cascalhos ou cascalhentos, podendo ser uma limitação para cultivos de culturas anuais podendo ser cultivado com determinadas culturas perenes. Os LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS e os AMARELOS representam a segunda e a terceira classe, respectivamente, predominantes no município. Os LATOSSOLOS apresentam o horizonte B latossolico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, sendo solos espessos e muito intemperizados. Estão localizados na região em relevos suaves ondulados com declives variando de 4 a 20%. Os GLEISSOLOS são solos constituídos por material mineral com horizonte glei até 50 cm de profundidade, apresentando mosqueados abundantes com cores de redução. Acompanham as redes de drenagem que na região devido ao relevo mais acidentado se encaixam entre as vertentes. O NEOSSOLOS FLÚVICO apresenta-se com uma pequena distribuição de área devido a sua localização, constituído por material mineral e ausência de horizonte glei, apresentando mosqueados de redução em grande quantidade.

Para a confecção do mapa final da área de estudo deverá ser realizadas uma verificação no campo, com a coleta de pontos amostrais, seleção e descrição de perfis representativos e coleta de material para as caracterizações químicas, físicas e morfológicas através de análise de laboratório.

#### 4. Considerações Finais

O geoprocessamento possibilitou a obtenção de uma modelagem preliminar de solos e a quantificação das áreas ocupadas por classes de mapeamento, considerando as classes de declividade que caracterizam o relevo e o mapa de solos na escala 1:500.000, mostrando ser uma ferramenta eficiente tanto em termos de economia de tempo quanto de recursos.

Os dados gerados podem ser utilizados no monitoramento ambiental da região e no fornecimento de subsídios para o ordenamento territorial com vistas ao equilíbrio ambiental na bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura.

## 5. Referências Bibliográficas

ALVES, Helena Maria Ramos; LACERDA, M. P. C. ; VIEIRA, T. G. C. . **Caracterização de agroecossistemas cafeeiros em regiões produtoras de Minas Gerais por meio do geoprocessamento.** In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000, Poços de Caldas, MG. Resumos expandidos I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Brasília, DF: CBP&D/Café - EMBRAPA CAFÉ, 2000. v. 1. p. 11-14

Andrade, H.;Alves, H. M. R.; Vieira, T. G. C.; Resende, R. J.T.P.; Esteves, D. R.; Brasil, J. P. K.;Rosa, E.R.. **Diagnóstico ambiental do município de Lavras com base em dados georreferenciados do meio físico: IV-principais grupamentos de solos.** XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Poços de Caldas. V.IV. 1998.p. 442-443.

Bertoldo, M.A.; Andrade, H.; Vieira, T. G. C.; Alves, H. M. R.; Souza, V. C. O.; Santos N. B. Uso do geoprocessamento e modelagem para detalhamento do mapa de solos na região de Três Pontas, sul de Minas Gerais. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife. 2005. (CD-digital).

Crivelli, M. Plano de Microbacia Hidrográfica – Ribeirão Fartura. Pindamonhangaba, SP:SAA-CATI. (Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas, Casa da Agricultura de Paraibuna 2001. (Relatório Técnico)).

EMBRAPA-Empresa de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa – Solos, 1999, 412 p.

INPE -Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais -- SPRING. **Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas.** - <<http://www.dpi.inpe.br/spring>> - Acesso em 13 de Novembro de 2006.

Kurkdjian, M. de L. N. de O.; Valério Filho, M.; Veneziani, P.; Pereira, M.N.; Florenzano, T. G.; Anjos, S. F. P. dos; Ohara, T.; Donzelli, P. L.; Abdon, M. de M.; Sausen, T.M.; Pinto, C. E. dos; Bertoldo, M.A.; Blanco, J.G.; Czordas, S.M. **Macrozoneamento da região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo.** CONSÓRCIO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE – CODIVAP. INPE. São José dos Campos. SP. 1992.191 p..

Lacerda, M.P.C. **Correlação Geo-Pedológica em Solos B texturais na região de Lavras,MG.** Universidade Federal de Lavras-UFLA.Lavras-MG.257p.1999.

Larach, J.O.I. Usos de Levantamento de Solo. **Levantamento e Classificação de Solos.** Informe Agropecuário.Belo Horizonte, 9105setembro 1993. p. 26-44.

Oliveira, J.B. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico.** IAC. Campinas. Boletim Científico nº 45. Junho 1999. 112p.

Resende, R.J.T.P. **Caracterização do meio físico de áreas cafeeiras do sul de Minas por meio do SPRING.**Universidade Federal de Lavras. 120p. 2000 (Tese de mestrado).

Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S.B.D.; Corrêa, G.F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes.** Viçosa: NEPUT, 1995. 304p.

Santana, D. P. A importância da Classificação dos Solos e do meio ambiente na transferência de tecnologia. **Levantamento e Classificação de Solos.** Informe Agropecuário.Belo Horizonte, 9105setembro 1993.p. 80-82

Silva, M. T. G. **Utilização de geotecnologias no levantamento e adequação do uso dos solos na Bacia do Rio João Leite-Goiânia.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2003, 125p Dissertação de Mestrado.

Soares, P.V., et al. Componentes Ambientais. In: **CURSO SOBRE RECURSOS HÍDRICOS: PRODUÇÃO, CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO. 3.** Cunha, São Paulo, 2004. Apostila. São Paulo: Instituto Florestal, SMA , 2004. p.04-06.

Valeriano. M. M. Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. São Jose dos Campos. 2004. 72p.