
APLICAÇÃO DE MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO PARA O LEVANTAMENTO DE SOLOS DA MICROBACIA DO RIO BENGALA, CACHOEIRAS DE MACACU, RJ, BRASIL

ARCÂNGELO LOSS, DANIELA AUGUSTO CHAVES, THIAGO ANDRADE BERNINI, WANDERSON HENRIQUE DO COUTO, DIVINO LEVI MIGUEL, MARCIO ROCHA FRANCELINO e LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS

RESUMO

Este trabalho refere-se ao levantamento semi-detalhado de solos da microbacia do rio Bengala, Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil, tendo como objetivo caracterizar, classificar e mapear os solos em uma área de 1991,89ha, em função da declividade e altitudes correspondentes, com base em modelo digital de elevação (MDE). O delineamento das unidades de mapeamento foi feito através da utilização de mapa planialtimétrico, MDE e de declividade, associados à interpretação visual da imagem ALOS. No trabalho de campo utilizou-se GPS para o posicionamento global e coleta de dados. Foram amostrados 13 pontos, sendo 10 perfis completos e 3 amostras extras. As amostras de solo foram analisadas quanto a suas características morfológicas, físicas e químicas. Foram identificadas as classes de solos Latossolos Vermelhos (Ferralsols; LV), Argissolos Vermelhos (Lixisols; PV), Latossolos Vermelho-Amarelos

(Ferralsols; LVA), Latossolos Amarelos (Ferralsols; LA), Argissolos Amarelos (Lixisols; PA), Cambissolos Hápticos (Cambisols; CX) e Neossolos Flúvicos (Fluvisols; RY), distribuídas em 5 unidades de mapeamento. As unidades mais representativas são os CX (779,21ha) e LVA (587,47ha), sendo relativamente homogêneas em termos de propriedades dos solos. Essas unidades foram seguidas por associações de LV+PV e LA+PA, com um total de 425,94a. A unidade RY ocorreu nas várzeas e nas margens do rio Bengala, com área de 201,31ha. A aplicação do MDE associado à interpretação visual da imagem ALOS permitiu alcançar uma área mínima mapeável maior que sem essas ferramentas, e, assim, maior detalhamento do levantamento. O levantamento semi-detalhado mostrou-se uma etapa importante no inventário do recurso solos, bem como a recomendação de uso em nível de microbacia hidrográfica.



Os levantamentos de solos constituem um inventário das características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas dos solos, bem como apresentam a classificação taxonômica e interpretativa e a distribuição geo-

gráfica dos solos em uma dada área. A distribuição geográfica dos solos é representada em mapas, enquanto as demais informações são descritas nos relatórios dos levantamentos de solos (Dent e Young, 1981; Miller e Donahue, 1990; USDA, 1993; Bui, 2004;

Dalmolim *et al.*, 2004; Wysocki *et al.*, 2005; Mendonça e Santos, 2006).

As relações entre solos e as formas da paisagem têm sido por longo tempo a base do mapeamento de solos. Tradicionalmente, utiliza-se a análise estereoscópica de fotografias

PALAVRAS-CHAVE / Imagem ALOS / Mapeamento / Recursos Hídricos / Topossequências / Vegetação e Paisagem /

Recebido: 18/07/2009. Modificado: 06/01/2011. Aceito: 10/01/2011.

Arcângelo Loss. Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia-Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Brasil. Bolsista FAPERJ, Brasil. Endereço: Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, UFRRJ. CEP 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil. e-mail: arcangeloloss@yahoo.com.br

Daniela Augusto Chaves. Engenheira Agrônoma e Mestre em Agronomia-Ciência do Solo, UFRRJ, Brasil. Professora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFECTRJ), Brasil.

Thiago Andrade Bernini. Engenheiro Agrônomo e Mestre em Agronomia-Ciência do Solo, UFRRJ, Brasil. Engenheiro Agrônomo, IFECTRJ, Brasil

Wanderson Henrique do Couto. Engenheiro Agrônomo e Mestre em Agronomia-Ciência do Solo, UFRRJ, Brasil. Engenheiro Agrônomo, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasil

Divino Levi Miguel. Engenheiro Agrônomo, e Mestre em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Brasil. Doutorando em Agronomia-Ciência do Solo, UFRRJ, Brasil.

Lúcia Helena Cunha dos Anjos. Engenheira Agrônoma e Mestre em Agronomia-Ciência do Solo, UFRRJ, Brasil. Doutora em Agronomia-Ciência do Solo, Purdue University, EEUU. Professora, UFRRJ, Brasil.

Marcio Rocha Francelino. Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural do Semi-Arido, Brasil. Mestre. Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa Brasil. Professor, UFRRJ, Brasil.

aéreas para delineamento manual das unidades de solo-paisagem que posteriormente são constatadas no campo. O método de análise digital do terreno introduz algumas vantagens em relação ao método tradicional para separação das unidades de mapeamento: é uma alternativa rápida e econômica que pode ser aplicada para quantificar e classificar o relevo, permitindo a definição automática ou semi-automática das unidades morfológicas da paisagem (McBratney *et al.*, 2003; Reis *et al.*, 2004; Smith *et al.*, 2006; Souza Junior e Demattê, 2008).

Embora a caracterização da relação solo/paisagem seja importante como base conceitual no mapeamento de solos, a maioria dos trabalhos não contempla estudos pormenorizados sobre relevo, altitude e solos, limitando-se a características gerais das terras (Souza Junior e Demattê, 2008). Dessa forma, são importantes de trabalhos como o de Ippoliti *et al.* (2005), usando a análise digital do terreno como ferramenta na identificação de pedoformas, como na microbacia Córrego Ipiúna, na região de Mar de Morros em Minas Gerais, Brasil. Segundo os autores a análise digital do terreno foi uma alternativa rápida e econômica comparada ao delineamento manual, com a avaliação por estereoscopia em fotografias aéreas, e auxiliou o mapeamento de solos.

Em outro estudo desenvolvido no sudoeste do Kenya com mapeamento digital de solos, Mora-Vallejo *et al.* (2008) relataram que a técnica de mapeamento digital de solos foi uma alternativa interessante em pesquisas tradicionais de solo. Os autores utilizaram o mapeamento digital de solos em uma área de 13500km² no Kenya com o objetivo principal de criar um mapa de solos em nível de reconhecimento para avaliar os teores de argila e de carbono orgânico do solo em cultivos de milho em terraços.

A disponibilidade hoje de novas técnicas: GPS (*Global Positioning System*), PDA (*Personal Digital Assistants*) e SIG (*Sistemas de Informação Geográfica*), abre novas possibilidades para o aperfeiçoamento dos mapeamentos de solos (Wu e Cheng, 2005; Cartaya *et al.*, 2006; Hempel *et*

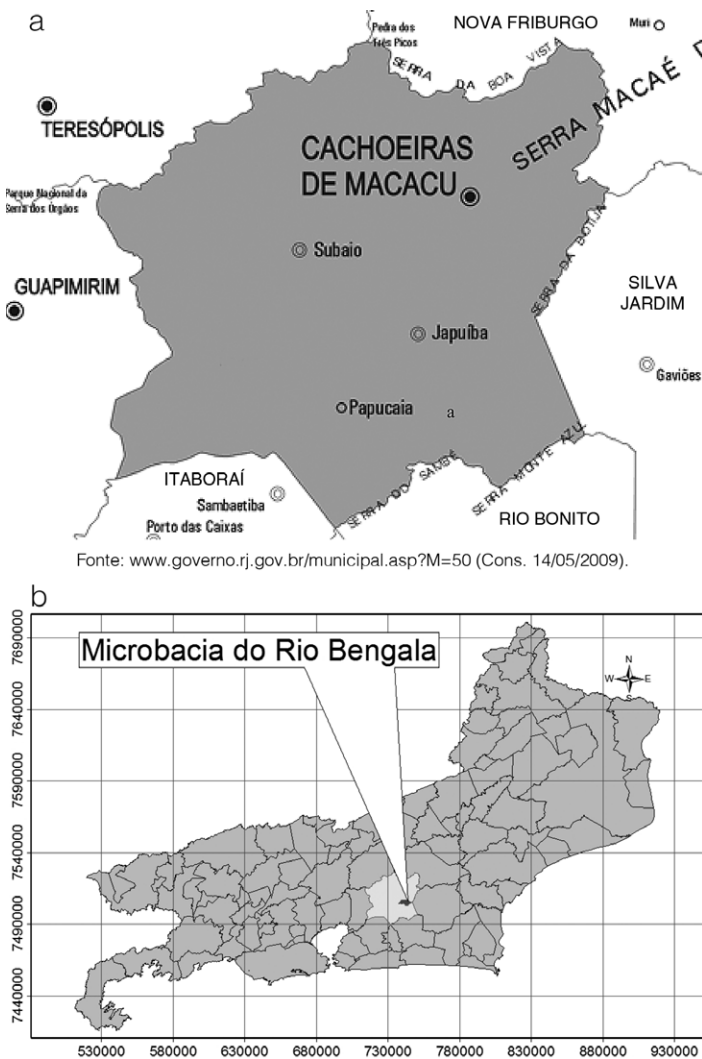


Figura 1. Mapa de localização de Cachoeiras de Macacu, RJ (a) e a localização da microbacia do rio Bengala (b).

al., 2006; Sarmiento *et al.*, 2008; Rodriguez *et al.*, 2009). Assim, elas podem ser utilizadas no apoio às diferentes fases do levantamento, contribuindo para acelerar e objetivar a coleta de dados em campo, melhorar a exatidão na delimitação das unidades de mapeamento, facilitar a disponibilização do produto final e potencializar os usos e aplicações dos resultados (Sarmiento *et al.*, 2008; Souza Junior e Demattê, 2008).

Os levantamentos de solos têm custos elevados, por isso devem maximizar suas aplicações e benefícios. Mapas detalhados têm primordial importância para o planejamento racional e sustentado de atividades no setor primário da economia. Em outras palavras, o trabalho de levantamento do recurso solo torna-se um componente essencial da paisagem, tanto para fins teóricos (novos conhecimentos), quanto práticos (desenvolvimento rural, aptidão

agrícola). E, no tocante de uma microbacia, o levantamento de solos é fundamental para o controle da erosão, a manutenção da cobertura vegetal e preservação dos mananciais.

Partindo-se dessa premissa, realizou-se o levantamento semi-detalhado dos solos da microbacia do rio Bengala, município de Cachoeiras de Macacu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. O município é atravessado pelo Rio Macacu e a economia regional baseia-se na agricultura (coco, goiaba, inhame, aipim, milho) e pecuária bovina (IBGE, 2008). O município ainda possui 43% da área total coberta por Mata Atlântica (Fundação SOS Mata Atlântica, 2008).

Pela relevância da cobertura vegetal para a oferta de água e outros serviços ambientais na região das Baixadas Litorâneas do Estado do Rio de Janeiro, foi realizado o levantamento semi-detalhado de solos, em função da declividade e altitudes correspondentes, com base em modelo digital de elevação (MDE), visando caracterizar, classificar e mapear os diferentes solos na microbacia do rio Bengala, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil.

Material e Métodos

Localização e características da área de estudo

A microbacia do rio Bengala abrange uma superfície de ~1991,89ha e localiza-se na região das Baixadas Litorâneas, no município de Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil, entre os municípios limítrofes de Nova Friburgo, Rio Bonito, Itaboraí, Guapimirim, Silva Jardim e Teresópolis (Figura 1), à 22°27'45"S e 42°39'11"O, estando a sede do município em altitude de 50-57m (IBGE, 2008).

O clima foi identificado de acordo com Köppen (1948) como (Af), tropical, megatérmico, chuvoso, sem período seco. A precipitação média anual é de 2558mm e a temperatura mé-

dia está entre 19,7 e 23°C (Ambientebrasil, 2009). O Macacu é o principal rio que deságua na Baía de Guanabara, em extensão e volume d'água. Nasce na Serra do Mar, a cerca de 1700msnm, em Cachoeiras de Macacu, próximo ao Pico da Caledônia e percorre cerca de 74km até a sua junção com o rio Guapimirim. Os principais afluentes são os rios São Joaquim, Bela Vista, Bengala (Figura 2), Soarinho, das Pedras, Pontilhão e Alto Jacu, pela margem esquerda, e os rios Duas Barras, Cassiano e Guapiaçu, pela margem direita (Negreiros *et al.*, 2002).

A região de Cachoeiras de Macacu apresenta geologia de rochas pré-cambrianas, gnaisses e migmatitos da unidade região dos Lagos (Nummer *et al.*, 2008). O relevo varia desde o plano ao escarpado, este com escarpas íngremes (relevo montanhoso e escarpado; Figura 3), especialmente nos contrafortes que seguem em direção da Serra do Mar. O arcabouço geológico é formado por relevos compostos por rochas cristalinas. As colinas, morrotes e escarpas serranas são intensamente ocupadas por sistemas agro-pastoris e possuem geralmente baixa produtividade. O substrato do compartimento de colinas e morrotes é geralmente gnáissico e eventualmente granítico.

A vegetação apresenta um estrato arbóreo, cuja altura alcança 25m, além de estrato de arvoretas e arbustos e outro herbáceo. Correspondendo às condições favoráveis de umidade e sombra, ocorre grande riqueza de formas vegetais, com profusão de epífitas (bromeliáceas, orquídeas), briófitas e fanerogâmicas. São em grande parte formações secundárias em avançado estágio de desenvolvimento, misturadas com contingentes naturais da outrora magnífica Mata Atlântica (Ambientebrasil, 2009).

Métodos

A etapa preliminar foi de revisão bibliográfica, sobre geologia, cobertura vegetal e, solos da área, seguida dos trabalhos de campo.

Com a definição dos padrões dos diferentes solos, por meio da interpretação visual da imagem ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*), sensor PRISM, pancromático, resolução espacial de 2,5m (Embrapa 2009), e após a caracterização dos perfis, interpretação dos dados analíticos e classificação dos solos, iniciou-se o delineamento das

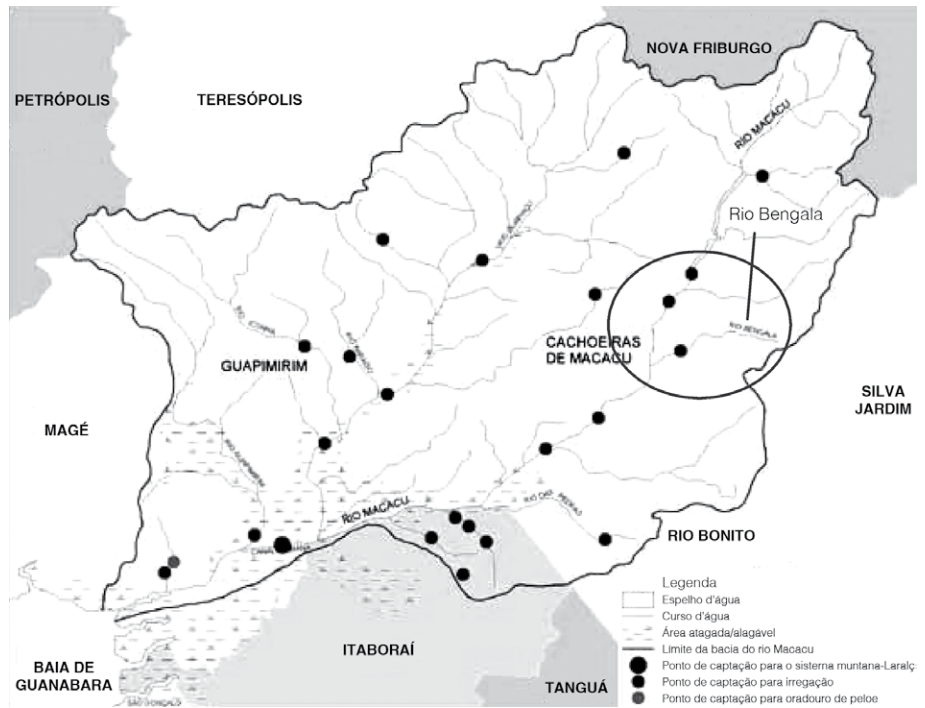


Figura 2. Rio Macacu e seus principais afluentes, com destaque para o rio Bengala. Fonte: Negreiros *et al.* (2002).

unidades de mapeamento. A Figura 4 indica as Topossequências estudadas e a localização dos perfis de solo coletados.

Com base na Carta Topográfica Vetorial do Mapeamento Sistemático de Rio Bonito (Nº 27462) na escala de 1:50.000 (IBGE, 2007) foi gerado, por meio do programa computacional *Arc Info*, a base cartográfica (mapa planialtimétrico) para posterior demarcação do perímetro da microbacia do rio Bengala, usando o programa *ArcGIS 9.2*. Ainda com este programa produziu-se os mapas de modelo digital de elevação (MDE) utilizando-se a ferramenta *Topo To Raster* e o mapa de declividade do terreno, por meio da ferramenta *Slope*. Para este último mapa foram seguidas as orientações em Embrapa (1995).

Após estas etapas, foram definidos os limites das unidades de mapeamento associando-se os atributos (declividade e altitude) de todas as classes de solos e confeccionado o mapa de solos da microbacia do Rio Bengala, em escala 1:50.000.

A área mínima mapeável (AMM) foi calculada por meio da fórmula

$$AMM(\text{ha}) = (E^2 \times 0,4) / 108$$

onde E: a escala. Para a escala usada, AMM= 10ha. Apesar da AMM calculada ser de 10ha, na elaboração do mapa foi utilizado como AMM o valor de 5ha, uma vez as ferramentas de geoprocessamento e a imagem ALOS utilizada permitiram aumentar a escala e, assim, al-



Figura 3. Paisagem típica da região da microbacia do Rio Bengala, Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil, destacando o relevo plano, passando de ondulado a forte ondulado até as áreas montanhosas e escarpadas, com afloramentos de rocha.

cançar maior detalhamento do levantamento de solos da microbacia.

Os percursos foram realizados a pé, utilizando-se receptor do GPS modelo *Garmin III Plus*, para registrar as coordenadas dos perfis dos transectos percorridos, com posterior caracterização de solos e delimitamento das unidades de mapeamento.

Os solos foram observados em cortes de estradas e, em sua maioria, em trincheiras, sendo complementada a observação com amostras extras. Ao todo foram amostrados 10 perfis e 3 amostras extras, num total de 13 pontos de observação.

As descrições foram realizadas conforme Santos *et al.* (2005). As análises químicas e físicas foram determinadas segundo Embrapa (1997), no Laboratório de Gênese e Classificação do Solo, da UFRRJ, e os solos classificados segundo o Sistema Brasileira de Classificação de Solos (SiBCS) (Embrapa, 2006) e a FAO (WRB, 2006).

Resultados e Discussão

Os mapas para demarcação e delimitação da microbacia do rio Bengala, mapa planialtimétrico, assim como os mapas de altitude e declividade, são apresentados nas Figuras 5, 6 e 7, respectivamente. Com esses mapas, definiram-se os limites das unidades de mapeamento associando-se os atributos declividade e altitude. Na Tabela I encontram-se a extensão (ha) e distribuição percentual das unidades de mapeamento. Ao final, foi gerado o mapa de solos da microbacia do rio Bengala (Figura 8).

As unidades de mapeamento identificadas foram as seguintes:

LVd. Associação de Latossolo Vermelho (Ferralsols) Distrófico típico A moderado, textura argilosa fase floresta tropical subperenifolia relevo forte ondulado + Argissolo Vermelho (Lixisols) Distrófico latossólico A moderado textura argilosa fase floresta tropical subperenifolia relevo suave ondulado.

De maneira geral, esses solos possuem baixo conteúdo de bases e altos teores de alumínio, apresentando baixa fertilidade natural (Distrófico). A representação geográfica foi feita junta-

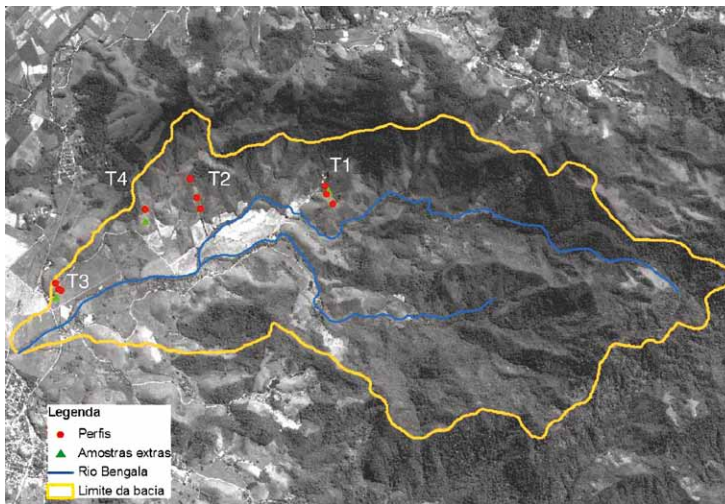


Figura 4. Imagem ALOS utilizada para a interpretação visual das áreas, Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil. T1-T4: topossequência 1-4.

mente com os solos da subordem Argissolos Vermelhos (Associação LV+PV), ocupando 16,6% da área avaliada, com 331,44ha (Tabela I).

Em termos de solos, a unidade apresenta-se com o mesmo matiz em todo horizonte B (2,5 YR), podendo ocorrer pequenas variações quanto à espessura dos horizontes e, ainda, da fertilidade superficial. Trata-se de unidade de média expressão geográfica em situação de relevo forte ondulado. A topossequência 1 apresenta maior espessura do horizonte superficial, sendo coberta por uma pastagem de braquiária mais vigorosa quando comparada com a pastagem que se encontra recobrando a topossequência

2. Isto acarreta numa maior erosão superficial na topossequência 2, que apresenta horizonte superficial erodido.

LVAd. Latossolo Vermelho-Amarelo (Ferralsols) Distrófico típico e cambissólico A moderado e A fraco textura argilo arenosa e argilosa fase floresta tropical subperenifolia relevo plano, ondulado e forte ondulado.

Esses solos representam 29,7% (585,47ha) da área (Tabela I), sendo depois dos Cambissolos, os de maior expressão geográfica na área. São encontrados nos topos e encostas das colinas da microbacia. Apresentam fertilidade natural baixa, com baixos teores de bases e altos de Al, sendo classificados como Distróficos em todos os perfis. É uma unidade praticamente homogênea, com variações quanto à textura, variando de argila a argilosa.

LAd. Associação de Latossolo Amarelo (Ferralsols) Distrófico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical subperenifolia relevo forte ondulado + Argissolo Amarelo (Lixisols) Distrófico abrupto A moderado textura muito argilosa fase floresta tropical subperenifolia relevo forte ondulado.

Estas classes de solos foram encontradas no terço inferior dos transectos. Apresentam fertilidade natural baixa, com baixos teores de bases e altos

teores de bases e altos

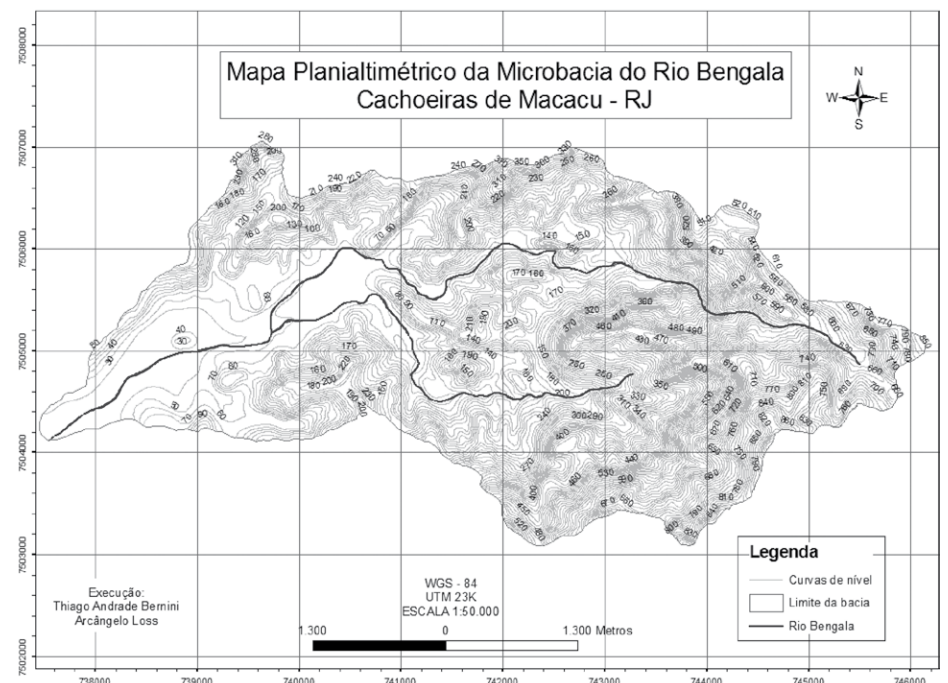


Figura 5. Mapa planialtimétrico da microbacia do Rio Bengala, Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil.

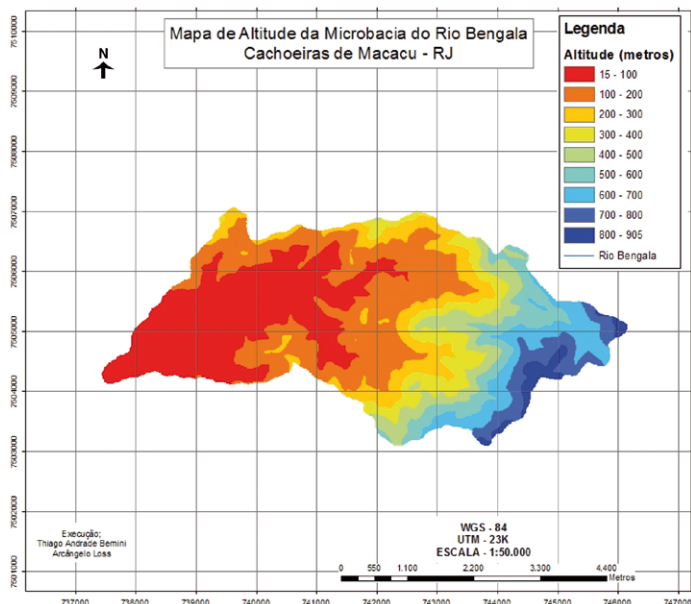


Figura 6. Mapa de altitude da microbacia do Rio Bengala, na região de Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil, destacando as áreas com altitudes que variam de 22 a 864m.

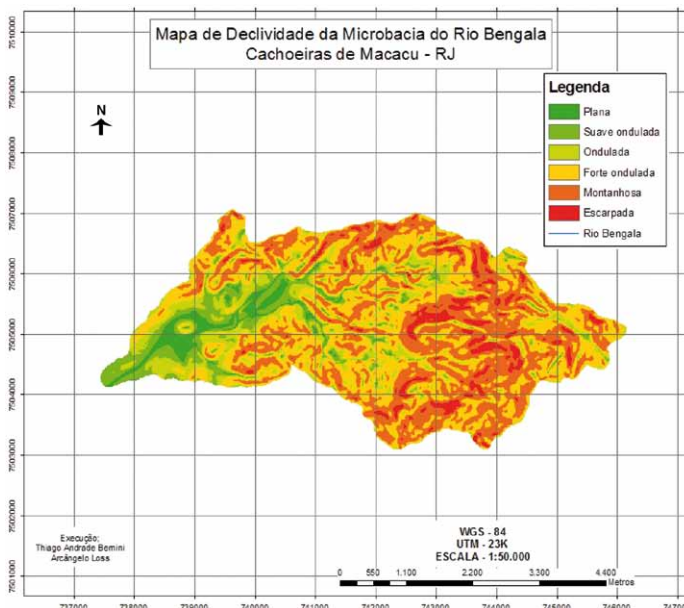


Figura 7. Mapa de declividade da microbacia do Rio Bengala na região de Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil, destacando as áreas com relevo plano até escarpado.

Levantamento Semi-detalhado de Solos da Microbacia do Rio Bengala - Cachoeiras de Macacu - RJ

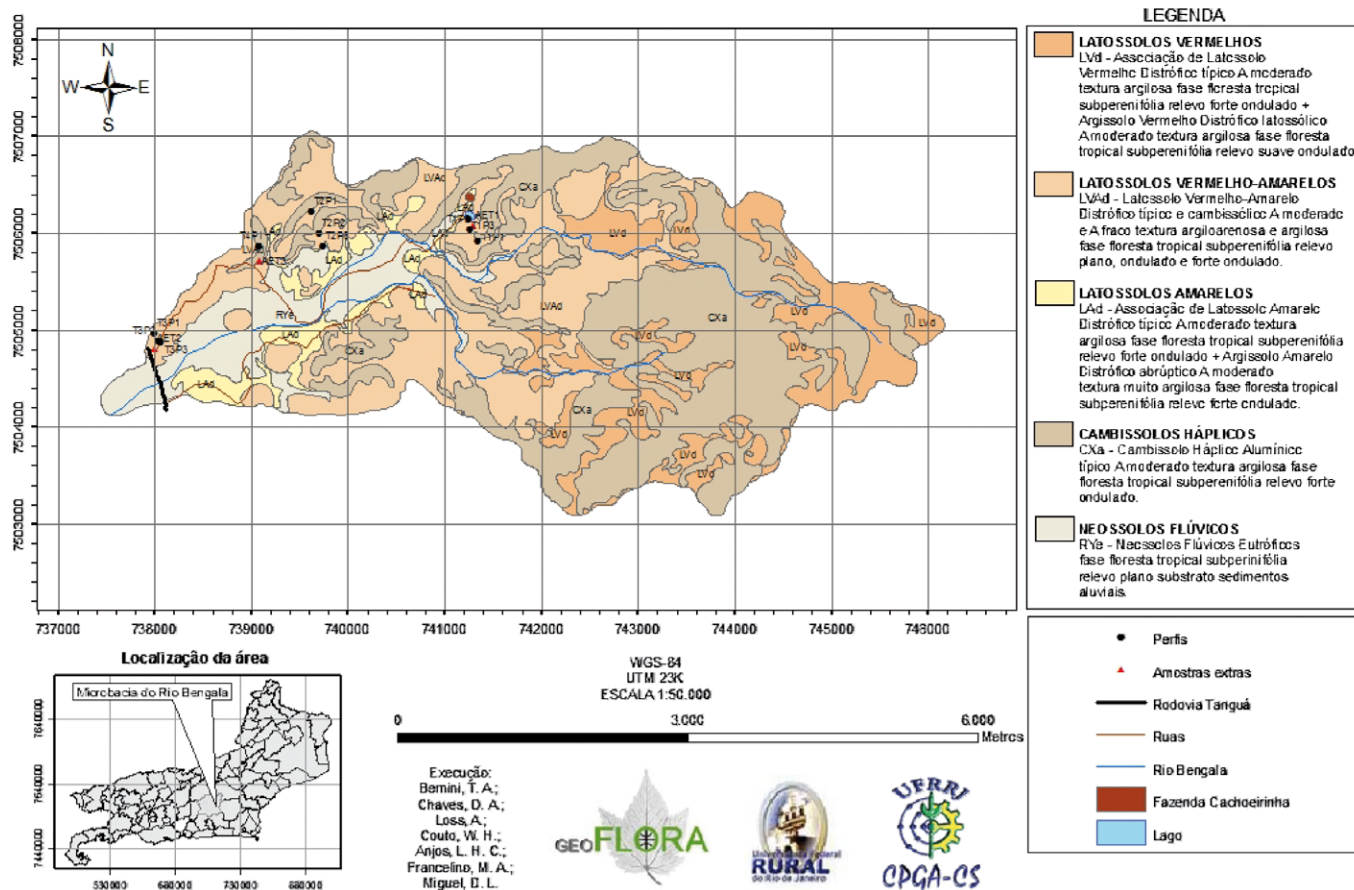


Figura 8. Mapa do levantamento semi-detalhado de solos da microbacia do rio Bengala, Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil.

de alumínio. Devido a sua posição na paisagem (parte inferior da topossequência) e a influência de sedimentos coluviais da alteração do gnaisse, com maior influência

do fator umidade, houve predomínio da formação da goethita, inferida pelas cores mais amareladas dos perfis. É uma unidade heterogênea, em termos de solos e tex-

tura, podendo ocorrer pequenas variações quanto à textura, sendo muito argilosa na topossequência 1 (PA) e argilosa na topossequência 2 (LA).

Apresenta menor expressão geográfica, 94,5ha da área total (4,7%; Tabela I), sendo encontrada em áreas de terço inferior das toposequências 1 e 2, onde há maior proximidade do lençol freático, sendo favorecido a formação da goethita, que confere as cores amarelas e brunadas a esses solos. A posição da paisagem propicia erosão mais acentuada no PA, com sulcos de erosão mais frequentes devido à mudança textural abrupta que ocorre no PA em detrimento do LA.

CXa. Cambissolo Háplico (Cambisols) Aluminico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo forte ondulado.

Na área de estudo esses solos ocorreram em relevo forte ondulado, apresentando caráter aluminico em todo o perfil, tornando-os extremamente ácidos, com baixos valores de pH e pobre em bases. Em relação a sua expressão geográfica, foi a classe de solos dominante, recobrimdo 39,1% da área total, com 779,21ha (Tabela I). Parte dessa área está relacionada com os afloramentos rochosos, ocorrendo na parte alta da bacia sob relevo montanhoso/escarpado, sendo ocupados principalmente por remanescentes de Floresta Atlântica.

RYe. Neossolos Flúvicos (Fluvisols) Eutróficos fase floresta tropical subperenifólia relevo plano substrato sedimentos aluviais.

Essa unidade foi encontrada na maior parte das pequenas planícies aluviais do rio Bengala, recobrimdo 10,1% da área (201,31ha), sendo mais expressiva apenas que a unidade LV+PA (Tabela I). Os Neossolos foram identificados nas várzeas do rio, e o principal uso foi o cultivo de grama para jardinagem e projetos de urbanismo. Esses solos formaram-se por influência de sedimentos holocênicos provenientes do intemperismo das rochas na parte alta da paisagem e trazidos pelas drenagens na microbacia e o próprio Rio Bengala. Apresentam saturação por bases elevada, sendo considerados Eutróficos.

Apresentam condições favoráveis à exploração agrícola pelo relevo plano, a fertilidade natural elevada e a proximidade da fonte de água, o que facilitaria a instalação e operacionalização de pequenos projetos de irrigação em usos agrícolas mais intensivos. Além do cultivo de grama, seriam recomendados para oleráceas. Nesta unidade de mapeamento ocorrem como inclusão os Gleissolos (Gleisols), nas áreas de lençol freático elevado.

De maneira geral, as classes de solos encontradas neste estudo (LV, PV, LVA, LA, PA, CX) apresentaram como fatores limitantes ao cultivo o

TABELA I
DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE SOLO NA ÁREA AVALIADA DA MICROBACIA DO RIO BENGALA, CACHOEIRAS DE MACACU, RJ

Classes de solo	Área (ha)	(%)
LV+PV	331,44	16,6
LVA	585,47	29,7
LA+PA	94,5	4,7
CX	779,21	39,1
RY	201,31	10,1
Total	1991,89	100

LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo (Ferralsol), LV: Latossolo Vermelho (Ferralsol), LA: Latossolo Amarelo (Ferralsol), PV: Argissolo Vermelho (Lixisol), PA: Argissolo Amarelo (Lixisol), CX: Cambissolo Háplico (Cambisol), RY: Neossolo Flúvico (Fluvisol).

relevo, em sua maioria forte ondulado, impedindo o uso da mecanização, e a baixa fertilidade natural. Sendo, dessa forma, mais indicados, quando possível, para pastagens e silvicultura, tal como foi observado na toposequência 1, com pastagem de braquiária. Podem ser utilizados ainda sistemas mistos silvipastoris ou agrossilvipastoris com lavouras perenes. Nas áreas de área de preservação permanente (APP) é essencial a recomposição da cobertura florestal para preservar a capacidade de produção de água da microbacia, além de outros serviços ambientais.

Conclusões

As classes de solos encontradas foram Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, Cambissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos.

A aplicação do MDE associado à interpretação visual da imagem ALOS permitiu obter área mínima mapeável maior que sem essa ferramenta, e, assim, maior detalhamento do levantamento.

O levantamento semi-detalhado mostrou-se uma etapa importante no inventário do recurso solos, bem como a recomendação de uso em nível de microbacia hidrográfica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do solo (CPGA-CS), da CAPES, FAPERJ, e o CNPq.

REFERENCIAS

Ambientebrasil (2009) www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=/snuc/index.html&conteudo=/snuc/sudeste/ee/paraiso.html (Cons. 14/03/2009).

Bui EN (2004) Soil survey as a knowledge system. *Geoderma* 120: 17-26.

Cartaya S, Mendez W, Pacheco H (2006) Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un sistema de información geográfica. *Interciencia* 31: 638-646.

Dalmolin RS, Diniz KE, Pedron FA, Azevedo AC (2004) Relação entre as características e o uso das informações de levantamentos de solos de diferentes escalas. *Ciênc. Rural* 34: 1479-1486.

Dent D, Young A (1981) *Soil Survey and Land Evaluation*. Allen & Unwin. Londres, RU. 278 pp.

Embrapa (1995) *Procedimentos Normativos para Levantamentos Pedológicos*. Santos HG et al. (Eds). Embrapa, SPI. Brasília, Brasil. 101 pp.

Embrapa (1997) *Manual de Métodos de Análise de Solo*. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, Brasil. 212 pp.

Embrapa (2006) *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2ª ed. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, Brasil. 306 pp.

Embrapa (2009) *Centro Nacional de Pesquisa em Monitoramento por Satélite*. www.sat.cnpq.embrapa.br/satelite/alos.html (Cons. 30/03/2009).

Fundação SOS Mata Atlântica (2008) *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 2000-2005*. Fundação SOS Mata Atlântica. São Paulo, Brasil. 47 pp.

Hempel JW, Hammer RD, Moore AC, Bell JC, Thompson JA, Golden ML (2006) Challenges to digital soil mapping. Em *Proc. Global Workshop on Digital Soil Mapping*. Rio de Janeiro, Brasil. CD-ROM.

IBGE (2007) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#TOPO (Cons. 30/03/2009).

IBGE (2008) *Estimativas da População para 1º de Julho de 2008*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. http://pt.wikipedia.org/wiki/Cachoeiras_de_Macacu (Cons. 16/03/2009).

Ippoliti RGA, Costa LM, Shaefer CEGR, Fernandes Filho EI, Gaggero MR (2005) Análise digital do terreno: Ferramenta na identificação de pedofomas em microbacia na região de "Mar de Morros" (MG). *Rev. Brás. Ciênc. Solo* 29: 269-276.

Kerry R, Oliver MA (2010) Soil geomorphology: Identifying relations between the scale of spatial variation and soil processes using the variogram. *Geomorphology*. In press.

Köppen W (1948) *Climatologia: Con un Estudio de los Climas de la Tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 479 pp.

McBratney AB, Mendonca Santos ML, Minasny, B (2003) On digital soil mapping. *Geoderma* 11: 3-52

Miller RW, Donahue RL (1990) *Soils: An Introduction to Soils and Plant Growth*. 6ª ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ, EEUU. 768 pp.

Mora-Vallejo A, Claessen L, Stoorvogel J, Heuvelink GBM (2008) Small scale digital

- soil mapping in Southeastern Kenya. *Catena* 76: 44-53.
- Negreiro DH, Araújo FP, Coreixas MA (2002) *Nossos Rios*. Instituto Baía de Guanabara. Niterói, Brasil. 31 pp.
- Nummer AR, Anjos LHC, Pereira MG, Sanchez SB, Loss A, Fontana A (2008) *Mostruário, Lições de Solos e Ambiente no Estado do Rio de Janeiro*. UFRRJ. Seropédica, Brasil. CD-ROOM
- Rodríguez I, Montoya I, Sánchez MJ, Carreño F (2009). Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management. *Geomorphology* 107: 100-105.
- Santos RD, Lemos RC, Santos HG, Ker JC, Anjos LHC (2005). *Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo*. Vol. 1. 5ª ed. SBCS. Viçosa, Brasil. 100 pp.
- Sarmento EC, Flores CA, Weber E, Hasenack H, Potter RO (2008) Sistema de informação geográfica como apoio ao levantamento detalhado de solos do vale dos vinhedos. *Rev. Brás. Ciênc. Solo* 32: 2795-2803.
- Smith MP, Xing Zhu A, Burt JE, Stiles C (2006) The effects of DEM resolution and neighborhood size on digital soil survey. *Geoderma* 137: 58-69.
- Sousa Junior JGA, Demattê JAM (2008) Modelo digital de elevação na caracterização de solos desenvolvidos de basalto e material arenítico. *Rev. Brás. Ciênc. Solo* 31: 449-456.
- USDA (1993) *Soil Survey Manual*. Handbook N° 18. United States Department of Agriculture. Washington, DC, EEUU. 437 pp.
- WRB (2006) *World Reference Base for Soil Resources*. World Soil Resources Reports N° 103. FAO. Roma, Italia. 128 pp.
- Wu Y, Cheng W (2005) Monitoring of gully erosion on the Loess Plateau of China using a global positioning system. *Catena* 63:154-166.
- Wysocki DA, Schoeneberger PJ, LaGarry HE. (2005) Soil surveys: A window to the subsurface. *Geoderma* 126: 167-180.

APPLICATION OF DIGITAL ELEVATION MODEL FOR THE SOIL SURVEY OF THE WATERSHED BENGALA RIVER, CACHOEIRAS DE MACACU, RJ, BRAZIL

Arcângelo Loss, Daniela Augusto Chaves, Thiago Andrade Bernini, Wanderson Henrique do Couto, Divino Levi Miguel, Marcio Rocha Francelino and Lúcia Helena Cunha dos Anjos

SUMMARY

This study refers to a semi-detailed soil survey in the watershed of the Bengala River, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro state, Brazil. The objective was to characterize, classify and map soils in an area of 1991.89ha, according to slope and altitude, based on digital elevation model (DEM). The definition of the map units was done by using a planialtimetric map, DEM, and slope, associated with visual interpretation of ALOS images. For the fieldwork, a GSP was used for global positioning and data collection. Thirteen sites were sampled, with 10 complete profiles and 3 extra samples. The soils were evaluated for their morphological, physical and chemical properties. The soil classes identified in the area were: Red Latosol (Ferralsols; RL), Red Argisol (Lixisols; RA), Red-Yellow Latosol (Ferralsols; RYL), Yellow-Oxisol (Ferralsols; YL), Yellow Argisol (Lixisols;

YA), Haplic Cambisol (Cambisols; HC), and Fluvic Neosol (Fluvisols; FN). They were distributed into 5 map units. The most representative units were HC (779.21ha) and RYL (587.47ha), which were relatively homogeneous in terms of soil properties. These two units were followed by associations of RL+RA and YL+YA, with a total of 425.94ha. The unit NF occurred in the floodplains and along the Bengala river bank with 201.31ha. The application of DEM associated with visual interpretation of the ALOS image enabled to reach a higher minimum mapping area without this tools and, thus, a more detailed survey. The semi-detailed survey proved to be an important step for inventories of land use, as well as for usage recommendation at the watershed level.

APLICACIÓN DE UN MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL PARA EL LEVANTAMIENTO DE SUELOS DE LA CUENCA DEL RÍO BENGALA, CACHOEIRAS DE MACACU, RJ, BRASIL

Arcângelo Loss, Daniela Augusto Chaves, Thiago Andrade Bernini, Wanderson Henrique do Couto, Divino Levi Miguel, Marcio Rocha Francelino y Lúcia Helena Cunha dos Anjos

RESUMEN

Este trabajo se refiere al estudio semi-detallado de suelos en la cuenca del río Bengala, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil, a fin de caracterizar, clasificar y cartografiar los suelos en un área de 1991,89ha, en función de pendientes y altitudes, basado en el modelo de elevación digital (MDE). Las unidades de mapeo fueron diseñadas utilizando mapa planialtimétrico, MDE, y la pendiente asociado a la interpretación visual de la imagen ALOS. En campo se utilizó GPS para posicionamiento global y recopilación de datos. Se tomaron 13 puntos, con 10 perfiles completos de las muestras y 3 extras. Las características morfológicas, físicas y químicas de las muestras de suelo permitieron identificar la presencia de suelos Lactosuelo Rojo (Ferralsols; LR), Argisuelo Rojo (Lixisols; AR), Rojo-Latosuelo Amarillo (Ferralsols; LRA), Latosuelo Amarillo

(Ferralsols; LA), Argisuelo Amarillo (Lixisols; ARA), Cambisuelo Háptico (Cambisols; CH), y Neosuelo Flúvico (Fluvisols; NF), estando dividida en 5 unidades de la cartografía. Las unidades más representativas son HC (779,21ha) y LRA (587,47ha), siendo casi homogéneas en términos de propiedades del suelo. Estas dos unidades fueron seguidas por las asociaciones LR+AR y LRA+LA, con un total de 425,94ha. La unidad NF se produjo en las llanuras inundables y la orilla del río, abarcando 201,31ha. La aplicación del MDE asociado a la interpretación visual de la imagen ALOS permitió mapas con mayor superficie mínima que sin esa herramienta, y, por lo tanto, el estudio más detallado. El estudio semi-detallado demostró ser un paso importante en el inventario del uso del suelo y se recomienda para su uso a nivel de cuenca.