

CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DE AGROECOSSISTEMAS CAFEIROS DA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS, USANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO, SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E FOTOGRAFIAS AÉREAS NÃO-CONVENCIONAIS

MACHADO, M.L.¹; ALVES, H.M.R.²; VIEIRA, T.G.C.³; LACERDA, M.P.C.⁴; ANDRADE, H.⁵;
FERNANDES FILHO, E.I.⁶; SCHAEFER, C.E.R.⁷ e CEREDA, G.J.⁸

- Trabalho financiado pelo CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ-
CBP&D/Café.-

¹ Pesquisador EPAMIG/CTSM, Bolsista da FAPEMIG, Laboratório de Geoprocessamento - Cx.P. 176, 37.200-000, Lavras, MG, <geosolos@ufla.br>; ² Pesquisadora EPAMIG/CTSM, Laboratório de Geoprocessamento; ³ Pesquisadora EPAMIG/CTSM, Laboratório de Geoprocessamento; ⁴ Pesquisadora recém-doutor FAPEMIG; ⁵ Professor titular DCS/UFLA, Laboratório de Geoprocessamento; ⁶ Professor UFV/Viçosa; ⁷ Professor UFV/Viçosa; ⁸ Técnico Agrícola EPAMIG/CTSM.

RESUMO: O trabalho apresenta resultados preliminares do projeto de pesquisa “Levantamento e caracterização de áreas cafeeiras da região da Zona da Mata”, em desenvolvimento pela EPAMIG, com recursos do CBP&D/Café. O objetivo é estabelecer uma metodologia para identificar áreas cafeeiras da Zona da Mata e caracterizar o meio físico ocupado por elas, usando como ferramentas o geoprocessamento e o sensoriamento remoto. O mapeamento digital está sendo feito por meio de imagens de satélites ETM+/LANDSAT 7, com o apoio de fotografias aéreas não-convencionais de uma área-piloto. As fotografias foram mosaicadas digitalmente e georreferenciadas em campanhas de campo. Paralelamente, foram digitalizadas informações de cartas topográficas do IBGE para a mesma área. Propôs-se um modelo de distribuição dos solos na paisagem relacionando-os à geomorfologia. Para validação deste modelo, foi feito um levantamento de campo, em uma microbacia selecionada como representativa da área de estudo, onde foram selecionados perfis representativos das principais classes de solo identificadas. Estes perfis foram descritos, caracterizados e classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. O modelo representou bem a realidade da região, sendo observada uma relação dos Latossolos, Cambissolos e Argissolos com as formas do relevo convexa, côncava e terraços, respectivamente. O uso de fotografias aéreas digitais facilitou e agilizou o processo de caracterização da região, aumentando o nível de detalhamento e reduzindo o trabalho de campo. A caracterização feita até o momento foi satisfatória para a avaliação das relações das lavouras de café com as condições de manejo, tipo de solo, erosão e geologia.

Palavras-chave: geoprocessamento, fotointerpretação, imagens de satélite, Landsat, Manhuaçu.

CHARACTERIZATION OF COFFEE AGROECOSYSTEM OF ZONA DA MATA USING GIS AND REMOTE SENSING METHODS

ABSTRACT: The work presents preliminary results of a research project developed by EPAMIG/CTSM with resources from CBP&D/Café. The objective was the establishment of a methodology to identify coffee areas within Zona da Mata region, in the state of Minas Gerais, and characterise their physical environment, using as tools geographic information systems and remote sensing. Digital mapping was done through ETM+/LANDSAT 7 satellite images and unconventional air photographs of a pilot area. The photographs were composed as a digital mosaic which was field georeferenced. Information from topographic maps from IBGE for the same area were also digitised. A model for soil distribution over the landscape related to the geomorphology was proposed. In order to validate this model a field survey was carried out in a selected watershed, considered representative of the study area. Soil profiles of the main classes of soils were selected, described and classified according to the Brazilian System of Soil Classification (EMBRAPA, 1999). The model represented very well the reality of the region and a relation was observed between Oxisols, Inceptisols and Ultisols and the convex, concave surfaces and the terraces, respectively. The use of digital air photographs made the characterisation of the region faster and easier, increasing the level of detail and reducing field work. The characterisation carried out has been satisfactory in the evaluation of the relations between coffee plantations and aspects of crop management, soil type, erosion and geology.

Key words: geoprocessing, photointerpretation, satellite images, Landsat, Brazilian coffee.

INTRODUÇÃO

Este trabalho está sendo desenvolvido no Laboratório de Geoprocessamento da EPAMIG/CTSM, como parte integrante do projeto de pesquisa “*Diagnóstico edafo-ambiental da cafeicultura de Minas Gerais*”, mais especificamente do subprojeto “*Levantamento e caracterização de áreas cafeeiras da região da Zona da Mata*”, financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/Café. O projeto visa o levantamento das áreas ocupadas pela cafeicultura, assim como sua

associação com os condicionantes dos principais agroecossistemas cafeeiros de Minas Gerais, por intermédio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

A caracterização fisiográfica de uma região é a base para qualquer estudo ambiental. O planejamento do uso sustentado dos recursos naturais requer, inicialmente, o levantamento e a organização/disponibilização de informações sobre o ambiente. O conhecimento do meio físico de uma região possibilita a análise dos resultados de produção obtidos, o entendimento das variações encontradas e sua extrapolação para outros locais. A existência de dados descritivos, como estatísticas censitárias, não é suficiente para a descrição de um ambiente. É necessária uma documentação cartográfica, com a elaboração de mapas que registrem a real distribuição dos aspectos do meio físico associados às diferentes formas de uso da terra. Quinteiro (1997) sugere como essenciais para a caracterização de ambientes o mapeamento do uso do solo, a caracterização das unidades de mapeamento de solos e os estudos de parâmetros morfológicos de bacias hidrográficas. Por outro lado, informações atualizadas são essenciais para o planejamento e manejo eficiente dos recursos naturais, visando o uso sustentado da terra.

A função primordial do processamento digital de imagens de sensoriamento remoto é a de fornecer subsídios para facilitar a identificação e a extração das informações contidas nas imagens, para posterior interpretação. Nesse sentido, sistemas computacionais são utilizados para atividades interativas de análise e manipulação das imagens brutas. A informação de interesse é caracterizada em função das propriedades dos objetos ou padrões que compõem a imagem. A extração de informações de imagens envolve o reconhecimento de objetos ou padrões, e a maior parte dessa atividade requer grande capacidade de cognição por parte do intérprete, devido à complexidade dos processos envolvidos e à falta de algoritmos computacionais precisos. O ser humano possui notável capacidade de reconhecer padrões, mas tem dificuldade em processar o enorme volume de informação contido em uma imagem. A capacidade do sistema visual humano em discernir tonalidades de cinza não vai além de 30 diferentes níveis. Vários tipos de degradação e distorção inerentes aos processos de aquisição, transmissão e visualização de imagens contribuem para limitar ainda mais essa capacidade. O objetivo do processamento de imagens é o de remover essas barreiras inerentes ao sistema visual humano (Crósta, 1999).

Estudos de plantios agrícolas e outros tipos de cobertura da terra por sensoriamento remoto, assim como a separação de culturas na imagem de satélite, têm sido realizados por diversos pesquisadores, citando-se entre eles Ji (1996) e Brites (1996), que mostram a viabilidade técnico-científica desta metodologia para estes estudos. O sensoriamento remoto possibilita ao planejador a visualização do uso atual da terra, bem como um meio para planejar o seu melhor uso, baseando-se em informações

disponibilizadas por Sistemas de Informação Geográfica. Estas informações originam-se de estratificação e/ou cruzamentos de temas de informação do meio físico, como classes de declive, geoformas de relevo e classes de solos. O uso de imagens de satélite e fotografias aéreas, apoiadas por observações da realidade, pode reduzir os trabalhos de campo e aumentar a precisão da representação da superfície do solo (Basher, 1997).

A região da Zona da Mata mineira é um expoente na cafeicultura do Estado. Contudo, segundo Franco (2000), a cultura do café na região tem diminuído, em razão de quedas no preço do produto. O café da Zona da Mata é cultivado em áreas bastante acidentadas, contíguas a remanescente de matas nativas, sendo também observado, como estratégia para contrapor às referidas quedas de preço, o estabelecimento, por alguns produtores, de consórcios de café que se aproximam do conceito de sistemas agroflorestais. Esses dois aspectos dificultam o mapeamento digital por imagens de satélites, devido à semelhança da resposta espectral destas coberturas vegetais, ou seja, matas nativas e café, que imprime maiores dificuldades no uso de imagens de satélite para identificação e mapeamento dessas áreas. O uso da fotografia aérea torna-se, portanto, de suma importância, visto que esse produto serve de apoio na classificação por meio de imagens de satélite. O uso de imagens justifica-se em função da sua grande abrangência em termos de área e do seu baixo custo de aquisição. Assim, o objetivo deste trabalho foi estabelecer uma metodologia para individualizar e quantificar áreas cafeeiras por meio do sensoriamento remoto, usando-se imagens de satélite e fotografias aéreas digitais não-convencionais. Espera-se também caracterizar o meio físico ocupado pela cafeicultura na região, estabelecendo relações entre condicionantes do meio físico e sistemas de produção de café.

CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA REGIÃO DA ZONA DA MATA – MICRORREGIÃO DE MANHUAÇU

Conforme dados apresentados pelo FUNDER (2000) e UFV (2000), a região de estudo situa-se na Região Sudeste, Estado de Minas Gerais, na Mesorregião da Zona da Mata e Microrregião de Manhuaçu. Posiciona-se geograficamente à latitude de 20°S e longitude de 42°W, com altitude média em torno de 635 metros. A área total da microrregião é de 4.443 km², com altitude máxima de 2.897 m (Pico da Bandeira - Caparaó) e mínima de 350 m. O clima é o Cwb, segundo a classificação de Köppen, predominando na serra do Caparaó. Apresenta verões brandos, com estações chuvosas no verão. A temperatura média máxima anual é de 27,50 C° (Caputira) e a média mínima é de 14,40 C° (Caparaó). O

índice pluviométrico caracteriza-se pela grande concentração de precipitação em poucos meses do ano. A encosta da serra do Caparaó, em geral, não possui sequer um mês seco. Há oscilação neste índice: entre 1.000a 1.500mm. A umidade do ar apresenta média anual de 80% e cresce, ligeiramente, do interior para o litoral. A vegetação é caracterizada por um tipo de vegetação subarbórea, arbustiva ou herbácea, sendo os representantes mais típicos os campos da serra do Caparaó, que ocupam o planalto em altitudes superiores a 1.800 m. Nesta região, a vegetação é um misto de campos e bosques baixos e abertos, originados pelas sucessivas queimadas. Atualmente, está havendo modificação no panorama da vegetação por dois motivos: primeiro, pela preservação da reserva florestal do Parque do Caparaó – implantada pelo IBAMA; e, segundo, pelo incremento do plantio de café, onde se observa devastamento dos relictos de matas existentes. Atualmente, apenas uma cobertura florestal secundária predomina na região, representada por formações densas de gramíneas (pastagens) e cafezais nas encostas das serras. Conforme levantamento de DNPM/CPRM (1993), escala 1:250.000, a região está geologicamente inserida no Complexo Paraíba do Sul, constituído por gnaisses do domínio vulcano-sedimentar e metassedimentar, e Suíte Caparaó, representada por rochas granulíticas. Em levantamento geológico mais recente e de maior detalhe, Moreira (1997) correlacionou a região às unidades precambrianas denominadas Unidade Inferior Simonésia, Unidade Superior Santana do Manhuaçu e Suíte Barra do Jaguará, constituídas essencialmente por granitóides, gnaisses e granulitos de composição variada, além da ocorrência de intrusões básicas. A rede de drenagem é densa, diversificada e altamente influenciada pela natureza geológica e topográfica do terreno. Nas áreas de rochas cristalinas e cristalofilianas, a rede de drenagem encontra-se perfeitamente adaptada às direções estruturais mais fortes. A bacia hidrográfica que abrange a região é a do Rio Itabapoana.

MATERIAL E MÉTODOS

A primeira etapa do trabalho constituiu-se de levantamento de informações disponíveis na literatura sobre os recursos naturais e a cultura cafeeira da região da Zona da Mata, mais especificamente da microrregião de Manhuaçu. Com base nesses dados, realizaram-se campanhas de campo preliminares para definição de área representativa, tanto dos condicionantes do meio físico quanto da ocupação pela cafeicultura, para delimitação de área-piloto para a realização do trabalho. Selecionou-se uma área de cerca de 100 km² para levantamento aerofotográfico não-convencional, escala 1:10.000, delimitada pelas coordenadas UTM, fuso 24, de 191.000 até 205.000 m e 7.756.000 até 7.763.000 m. Tal levantamento foi

realizado pelo NEPUT - Núcleo de Estudos e Planejamento do Uso da Terra, da Universidade Federal de Viçosa - UFV. As fotografias aéreas foram montadas em um mosaico digital, que foi posteriormente georreferenciado em campanhas de campo, usando GPS, para corrigir eventuais falhas de montagem, bem como dar à imagem digital valores de coordenadas reais.

Para definição do modelo de distribuição de solos na paisagem, foi selecionada a microbacia do Córrego Água Quente, considerada uma unidade ambiental representativa da área-piloto. Estabeleceu-se um modelo geomorfopedológico para a microbacia, e as unidades de mapeamento de solos foram levantadas em campanhas de campo. Os perfis representativos de cada unidade foram descritos e amostrados segundo critérios de Lemos e Santos (1996), para a perfeita classificação dos solos de acordo com EMBRAPA (1999).

Foram adquiridas imagens de satélites ETM(+)/Landsat 7, de 2000, da região, com um bom nível de correção. O Sistema de Informações Geográficas (SIG) eleito para a realização do trabalho foi o SPRING. Por intermédio deste SIG, as imagens de satélite estão sendo tratadas através de técnicas de filtragem, seguidas de classificação automatizada do uso atual das terras. Paralelamente, as áreas cafeeiras estão sendo digitalizadas por análise visual, a partir do mosaico aerofotográfico digital. Áreas digitalizadas sobre o mosaico servirão como padrão de amostragem para classificação de café na imagem de satélite e de comparação dos resultados dentro da área fotografada. Os métodos buscam uma melhor separação das áreas cafeeiras e definição da eficácia destas metodologias no levantamento de áreas cafeeiras nesta região.

A base planialtimétrica foi constituída pelas cartas topográficas do IBGE, folhas SF-24-V-A-I-1 de Santana do Manhuaçu e SF-24-V-A-I-3 de Manhumirim, escala 1:50.000, com curvas de equidistância de 20 m, datum horizontal de Córrego Alegre. As cartas topográficas, bem como os mapas temáticos disponíveis, foram digitalizados por intermédio do SIG, transformando as informações analógicas em digitais e gerando diversos planos de informações temáticas (PIs), como: limites de municípios, vias de acesso, redes de drenagem e geologia. As curvas de nível também foram digitalizadas e usadas para gerar o modelo digital de terreno, ou seja, modelar e mostrar o terreno numa forma tridimensional e permitir a extração de outros planos de informação, como classes de declive, áreas de exposição das vertentes ao sol, forma das vertentes (concavidade, convexidade), hipsometria, entre outros.

RESULTADOS PRELIMINARES

Caracterização geomorfopedológica

A avaliação dos dados secundários, particularmente solos, geologia e compartimentação geomorfológica da região, associada às informações levantadas em campanhas de campo, permitiram estabelecer um modelo geomorfopedológico e geopedológico para a microbacia do Córrego Água Quente. A distribuição das classes de solos está correlacionada com a estruturação geomórfica da região e a variação destes está relacionada à composição química - mineralógica do material de origem. Apesar de a área apresentar relevo predominantemente montanhoso, podem-se correlacionar classes de solos desenvolvidos em distintas classes de declividade (relevo) em função da posição geomorfológica. A base da correlação geomorfopedológica estabelecida e que deverá ser validada no campo é apresentada na Tabela 1.

O desenvolvimento de Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos apresenta-se condicionados às variações de composição do material de origem, sendo o primeiro evoluído a partir de rochas gnáissicas de composição mais ácida da Suíte Barra do Jaguarai (Moreira, 1997), e o segundo, de rochas gnáissicas miloníticas, enriquecidas em biotita, desta mesma unidade geológica, que ocorrem ao longo das zonas de cisalhamento, relativas à estruturação tectônica da região. As Figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam as fotografias dos perfis representativos das unidades de mapeamento de solos. Esse modelo será extrapolado para a área-piloto, com a geração e manipulação dos mapas de classes de declividade, classes hipsométricas, individualização de encostas convexas e côncavas e geologia.

A ocorrência dos Latossolos nas encostas convexas, com declividades de até 75%, está relacionada ao rejuvenescimento geomorfológico da região, relativo à tectônica Terciária-Quaternária, que mantém nas encostas convexas remanescentes dos Latossolos desenvolvidos em uma paleounidade geomórfica aplainada. Os Latossolos, além de profundos, são fisicamente bem estruturados, favorecendo a sua permanência nas formas convexas das encostas, evoluídas durante o dissecamento do relevo. Já nas encostas côncavas verifica-se a ocorrência de Cambissolos, devido à maior exposição aos agentes erosivos, favorecendo o maior carreamento de material, dando origem a solos bastante rasos com horizontes subsuperficiais delgados. O material erodido é depositado nas altitudes menores, contribuindo para o desenvolvimento dos solos nos terraços. Ocorre, também, exposição de afloramentos rochosos nos segmentos geomorfológicos mais soerguidos tectonicamente, originando nestes locais morfologia tipo pão-de-açúcar.

Tabela 1 - Correlação geomorfopedológica da microbacia do Córrego Água Quente

| Unidade geomorfológica | Classes de declividade | Classes de relevo | Classes de solos |
|------------------------|------------------------|-----------------------------|---|
| Planícies de Inundação | 0 - 3 % | Plano de várzea | Neossolos Flúvicos e Gleissolos Hápicos |
| Terraços | 0 - 15 % | Plano a Suave Ondulado | Argissolos Vermelho-Amarelos |
| Encostas convexas | 0 - 3 % | Plano de topo | Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos |
| | 3 - 75 % | Suave ondulado a Montanhoso | Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos |
| Encostas côncavas | 0 - 3 % | Plano de topo | Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos |
| | 3 - 75 % | Suave ondulado a Montanhoso | Cambissolos Hápicos |

Caracterização das áreas cafeeiras

A distribuição das áreas cafeeiras na microbacia do Córrego Água Quente, assim como da área-piloto, está sendo avaliada por intermédio de análise visual no mosaico aerofotográfico e nas imagens de satélite, estas últimas em composições coloridas (RGB) das bandas 3, 4 e 5. Nas imagens de satélite, o levantamento das áreas ocupadas pela cafeicultura é bastante dificultado, em função das características do relevo acidentado da região e da associação da cultura cafeeira com remanescentes de mata nativa, visto que estas duas coberturas vegetais apresentam comportamento espectral semelhante. O mosaico digital, em escala 1:10.000, permitiu a correta individualização do uso atual das terras, com enfoque para a cafeicultura, e está sendo usado como suporte para a classificação da imagem.

Com base nas informações obtidas até o momento, pode-se fazer uma avaliação preliminar da distribuição desta cultura na área de estudo:

- A cultura cafeeira distribui-se em todos os compartimentos geomorfopedológicos, com exceção das áreas de terraços. Observa-se, entretanto, predomínio da ocupação do café nas encostas convexas em relação às côncavas.
- Os solos mais utilizados para a cafeicultura são os Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos.
- Verificam-se plantios de café em áreas de Cambissolos, ou seja, nas encostas côncavas do relevo. Nestas áreas, observa-se perda de solo por erosão laminar e em sulcos, exigindo técnicas mais especializadas de conservação do solo. Muitas vezes, estas áreas encontram-se preservadas com mata nativa ou plantada, como forma de conservar o solo.

- Em função do relevo, a cafeicultura adota técnicas de manejo adaptadas à região, como por exemplo o plantio adensado, para evitar erosão. Estas técnicas favorecem a visualização e levantamento dos talhões por produtos de sensoriamento remoto. Quando esse manejo não é utilizado, verifica-se a intensificação dos processos erosivos, em decorrência do solo exposto e instalado sobre rampas de alto declive.

CONCLUSÕES

☑ O uso de fotografias aéreas coloridas na forma de mosaico digital facilitou e agilizou o processo de caracterização da região, bem como aumentou o nível de detalhamento, propiciando maior acúmulo de informações e reduzindo a necessidade de campanhas de campo para coleta de dados.

☑ O modelo de distribuição dos solos na paisagem correspondeu ao observado no campo, evidenciando a correlação das classes Latossolos, Cambissolos e Argissolos com as formas convexa, côncava e terraços, respectivamente.

☑ A caracterização feita até o momento permitiu boa avaliação, ainda que preliminar, das relações entre a lavoura de café e o meio físico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASHER, L.R. **Is pedology dead and buried?** Journal of Soil Research. New Zealand, 1997. p. 979-974.
- BRITES, R.S. **Verificação de exatidão em classificação de imagens digitais orbitais: efeitos de diferentes estratégias de amostragem e avaliação de índices de exatidão.** Viçosa:UFV, 1996. 101p. (Tese de Doutorado em Ciência Florestal).
- CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.** Ed. ver. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1999. 170p.
- DNPM/CPRM. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.** Cachoeiro do Itapemirim. 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: EMBRAPA-Produção de Informação, 1999. 412p.
- FRANCO, F.S. **Sistemas agroflorestais: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na Zona da Mata de Minas Gerais.** Viçosa:UFV, 2000. 147p. (Tese de doutorado em Ciências Florestais).

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL – FUNDER. [on line]. Disponível: <http://www.artnet.com.br/funder>. [capturado em 01/08/2000]

Ji, C.Y. Delineating agricultural field boundaries from TM imagery using dyadic wavelet transforms. **SPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, China: 268-283, 1996.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3.ed. Campinas: SBSCS/CNPS, 1996. 84p.

MOREIRA, L.M. **Evolução crustal do leste de Minas gerais: uma contribuição a partir do estudo geotermobarométrico de metamorfitos da região Simonésia-Manhuaçu(MG)**. Viçosa:IGC/UFMG, 1997. 116p. (Dissertação de mestrado em Geologia).

QUINTEIRO, F.Q.L. **Levantamento do uso da terra e caracterização de ambientes da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, com a utilização de aerofotos não-convencionais**. Viçosa: UFV, 1997. 91p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV [on line]. Disponível: <http://www.ufv.br/def/cpgem> [capturado em 01/08/2000].

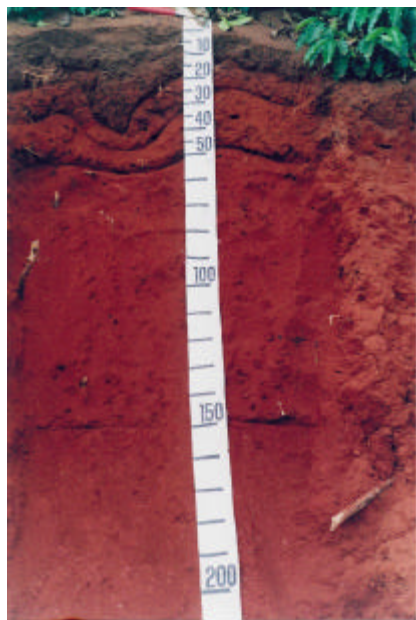


Figura 1 - LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico (LVd) coletado em geoforma convexa.

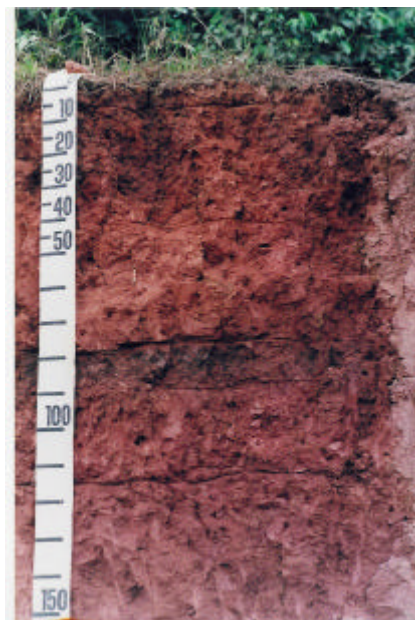


Figura 2 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico (CXbd) aberto em geoforma côncava.



Figura 3 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico (LVAd) coletado em geoforma convexa.



Figura 4 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico (PVAd) coletado em terraço.