

# Morfopedologia e fragilidade ambiental nos setores de fundos de vale da área periurbana da cidade de Marechal Cândido Rondon - Paraná

## Morphopedology and environmental fragility in the valley bottom in the periurban area of Marechal Candido Rondon city - Parana

Anderson Sandro da Rocha<sup>1(\*)</sup>

Maicol Rafael Bade<sup>2</sup>

José Edézio da Cunha<sup>3</sup>

### Resumo

A presente pesquisa, desenvolvida na área periurbana da cidade de Marechal Cândido Rondon, região oeste do estado do Paraná, busca compreender e analisar a condição morfopedológica e a fragilidade ambiental dos fundos de vale do terço superior da bacia hidrográfica do córrego Guavirá. Com base nos preceitos teóricos e metodológicos da análise estrutural da cobertura pedológica e da análise das fragilidades potencial e emergente, foram desenvolvidos trabalhos de gabinete (elaboração de cartas de uso do solo, declividade, solo e fragilidade); campo (levantamento topográfico e pedológico) e laboratório (análises físicas e químicas). Os resultados de tais procedimentos permitiram compreender a interação dos elementos naturais e antrópicos que compõem a estrutura geoecológica da bacia hidrográfica do córrego Guavirá, a partir dos quais foi possível identificar as fragilidades potenciais e emergentes dos setores de fundos de vale, particularmente subsidiadas pelo conhecimento da organização e distribuição dos solos.

**Palavras-chave:** análise morfopedológica; fragilidade ambiental; bacia hidrográfica; fundos de vale.

---

1 MSc.; Geografia; Assessor do Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Guaíra; Endereço: Rua Thomaz Luiz Zeballos, CEP: 85980-000, Guaíra, Paraná, Brasil; E-mail: andersonsdr@gmail.com (\*) Autor para correspondência.

2 Mestrando em Geografia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Centro, CEP: 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil; E-mail: maicolbade@yahoo.com.br

3 Dr.; Geografia; Diretor do Centro de Ciências Humanas, Educação e Letras, do *campus* de Marechal Cândido Rondon, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Centro, CEP: 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil; E-mail: edeziocunha@hotmail.com

## Abstract

The current research, developed in the periurban area of Marechal Candido Rondon city, West Parana State region, has for objective to understand and analyze the morphological condition and environmental fragility in the valley bottom sectors of Guavira brook watershed's superior section. Based on the theoretical and methodological precepts of the pedological cover structural analysis and potential and emerging fragilities analysis, desk work was developed (elaboration of maps about soil usage, declivity, soil and environmental fragility); field work (topographic and pedological survey) and lab work (physical and chemical analysis). Such procedures' results permitted to comprehend the interaction of natural and atrophic elements which compose the geological structure of Guavira brook's watershed from which was possible to identify the potential and emerging fragilities of the valley bottom sectors, particularly supported by the knowledge of organization and distribution of soils.

**Key words:** morphopedological analysis; environmental fragility; watershed; valley bottoms.

## Introdução

A degradação dos solos e os problemas socioambientais oriundos da ação antrópica têm sido identificados por meio da ocupação inadequada das áreas de maior fragilidade ambiental. Nesse sentido, grande parte das alterações ambientais tem ocorrido em áreas de solos rasos, declividades acentuadas, cabeceiras de drenagens e fundos de vale.

Na região Oeste do Paraná, esses processos relativos à ocupação inadequada das terras podem ser evidenciados por três períodos históricos. O primeiro, quando os colonizadores ocuparam áreas próximas aos córregos, para a instalação de atividades agropecuárias, sem os devidos cuidados com o ambiente. O segundo, marcado pela introdução da modernização agrícola, com práticas expansivas desenvolvidas sem o manejo adequado do solo e com a devastação da mata ciliar. O terceiro, e mais recente, caracterizado pelo processo de urbanização que ocupou áreas de cabeceiras de drenagens,

modificando as suas condições naturais e degradando os ambientes dos fundos de vale.

Preocupados com essa temática, trabalhos desenvolvidos pelo grupo GEA (Grupo Multidisciplinar de Estudos Ambientais), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, têm indicado a necessidade de estudos nesses setores topográficos de baixa vertente. Para Moresco (2007), Magalhães (2008) e Tiz (2009), as áreas de fundos de vale necessitam de estudos mais detalhados, devido a sua maior suscetibilidade à instalação de processos erosivos, tanto aqueles naturais como os antrópicos.

Conforme destacam Ruellan e Dosso (1993), Nóbrega e Cunha (2007), as maiores contribuições têm ocorrido nos estudos que se utilizam da metodologia da análise bidimensional da cobertura pedológica, preconizada por Boulet et al. (1982). Segundo esses autores, esses procedimentos teóricos e metodológicos proporcionam a análise integrada da paisagem, possibilitando correlações entre as características

morfopedológicas e as condições naturais e antrópicas das bacias hidrográficas.

De acordo com Ross (1994), esses estudos podem ser subsidiados por meio da análise dos parâmetros da fragilidade potencial e da fragilidade emergente. No primeiro parâmetro, são consideradas as fragilidades correlacionadas às condições naturais (fragilidade potencial), com especial atenção para as formas de relevo e para os diferentes tipos de solos. No segundo parâmetro, são avaliados os tipos de usos dos solos (fragilidade emergente), oriundos da ação antrópica e dos graus de proteção, dados pela vegetação natural e seus remanescentes.

A partir dessas abordagens, a presente pesquisa objetiva compreender a distribuição dos solos encontrados nos setores de fundos de vale, bem como o monitoramento das fragilidades potenciais e emergentes da bacia hidrográfica do córrego Guavirá. Nesse sentido, o presente trabalho busca apresentar as contribuições da relação solo-relevo na identificação das fragilidades ambientais, visando subsidiar a melhor utilização dos ambientes periurbanos.

Para tanto, foram privilegiados para o desenvolvimento teórico e metodológico da pesquisa os preceitos da análise estrutural da cobertura pedológica, e da análise da fragilidade potencial e emergente. Por meio das quais se desenvolveram trabalhos de gabinete (elaboração de cartas bases de uso do solo, declividade, solos e de fragilidade ambiental), campo (levantamentos topográficos e pedológicos) e laboratório (análises físicas e químicas de solos).

A partir da caracterização da estrutura geocológica do terço superior do córrego Guavirá, são apresentadas as dinâmicas morfopedológicas e as fragilidades potenciais e emergentes presentes nos setores de fundos

de vale da área periurbana do município de Marechal Cândido Rondon.

## Material e Métodos

Seguindo os preceitos teóricos e metodológicos da análise estrutural da cobertura pedológica, proposta por Boulet et al. (1982), e da análise da fragilidade potencial e emergente, sistematizada por Ross (1994), foram desenvolvidos trabalhos de gabinete, de campo e de laboratório:

### Trabalhos de Gabinete

A carta de uso do solo desenvolvida com o *software Global Mapper*® 10, utilizando-se de imagens áreas do *software Google Ozi* (2006). As análises das imagens permitiram identificar as classes de uso urbano consolidado, urbano em expansão, industrial, uso agrícola e de pastagem, além do uso das matas ciliares e de reserva legal.

Para a carta de declividade, foram utilizadas imagens SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), NASA-2003, projeção UTM, Zona 22S, Datum HGS84. As imagens foram processadas pelos *softwares Inpe*® Spring 3.4 e *Global Mapper*® 10.

A carta de solo foi elaborada por meio do *software Safer* 9, utilizando-se de informações das topossequências de solos desenvolvidas pelo grupo GEA, bem como de levantamentos pedológicos obtidos nos trabalhos de campo na bacia hidrográfica do córrego Guavirá.

Com base nas informações de uso do solo, de declividade e de solo da área de estudo, foram elaboradas cartas de fragilidade potencial e emergente dos setores de fundo de vale, seguindo os preceitos teóricos e metodológicos de Ross (1994).

## **Trabalhos de Campo**

A partir da confecção prévia dos documentos cartográficos desenvolvidos em gabinete, foram realizados levantamentos topográficos no campo com o uso de clinômetro e de trena para delimitação da declividade e das formas de vertente.

Os levantamentos pedológicos foram desenvolvidos conforme preceitos metodológicos da análise estrutural sistematizada por Boulet et al. (1982). Nessa etapa, foram realizadas sondagens de forma sistêmica em seis topossequências, sendo descrita uma trincheira em cada topossequência.

Nas descrições macromorfológicas foram coletadas setenta e oito amostras de solos. As amostras deformadas e indeformadas foram coletadas em todos os horizontes de solos das seis trincheiras descritas no campo, tendo como objetivo a análises e interpretação das propriedades físicas e químicas dos solos.

As descrições macromorfológicas e a coleta de amostras deformadas e indeformadas, basearam-se no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS et al., 2005).

## **Trabalhos de Laboratório**

As análises de solos foram realizadas nos laboratórios de física e química do solo da UNIOESTE. As análises físicas foram desenvolvidas com base nos procedimentos do Manual de Métodos e Análise de Solo desenvolvido pela EMBRAPA (1997), e as análises químicas com base nos procedimentos do Manual de Métodos e Técnicas de Análises propostos por Pavan et al. (1992).

Os resultados das análises físicas e químicas subsidiaram a classificação dos perfis de solos, obtidas com base nos preceitos do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2006).

## **Caracterização da Área de Estudo**

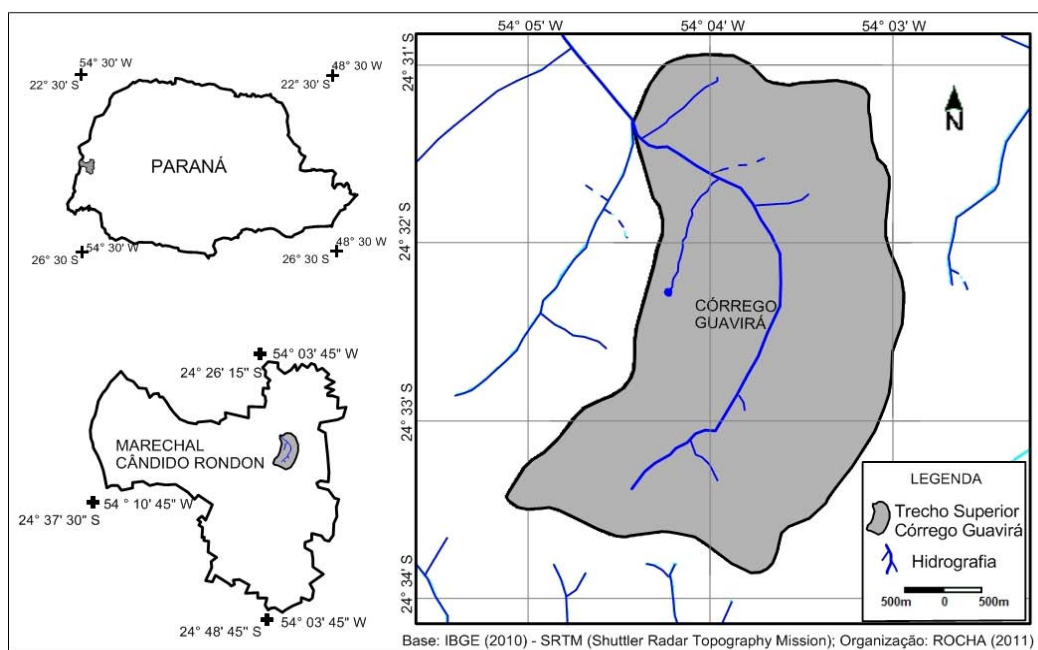
O terço superior da bacia hidrográfica do córrego Guavirá, base espacial do presente estudo, encontra-se situado na área periurbana do município de Marechal Cândido Rondon, região Oeste do Estado do Paraná. Localiza-se entre os paralelos de 24° 26" e 24° 46" latitude Sul e 53° 57" e 54° 22" longitude Oeste (Figura 1).

O município abrange uma área de 748 km<sup>2</sup> e uma população de 46.799 habitantes (IBGE, 2010).

O município de Marechal Cândido Rondon apresenta estruturas geológicas compostas por rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral do Grupo São Bento.

Do ponto de vista geomorfológico, o município está localizado na subunidade morfoescultural do Planalto de Foz do Iguaçu e São Francisco, onde ocorrem patamares e colinas subangulares, denominados, regionalmente, de morros, cerros ou pequenas colinas. Apresenta cotas médias de 400 m a 424 m de altitude, e vertentes com formas topográficas suaves onduladas predominantes (SANTOS et al., 2006).

O clima é do tipo Cfa, subtropical, úmido, mesotérmico, com verões quentes, geadas pouco frequentes no inverno e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão (IAPAR, 1994). As precipitações médias anuais variam entre 1.600 a 1.700 mm, enquanto as temperaturas médias dos meses mais quentes são superiores a 22 °C e a dos meses mais frios inferiores a 18 °C.



**Figura 1.** Localização da área de estudo: Trecho Superior do Córrego Guavirá, localizado no município de Marechal Cândido Rondon, região Oeste do Estado do Paraná

O município está localizado sobre o divisor de águas das bacias do rio Guaçu, ao norte, abrangendo parte do córrego Arroio Fundo, ao centro, e o rio Marreco, ao sul, ambos pertencentes à bacia hidrográfica Paraná III. Próximo da sede municipal encontra-se a bacia hidrográfica do córrego Guavirá, onde foi desenvolvido o presente trabalho, com o recorte espacial para o terço superior.

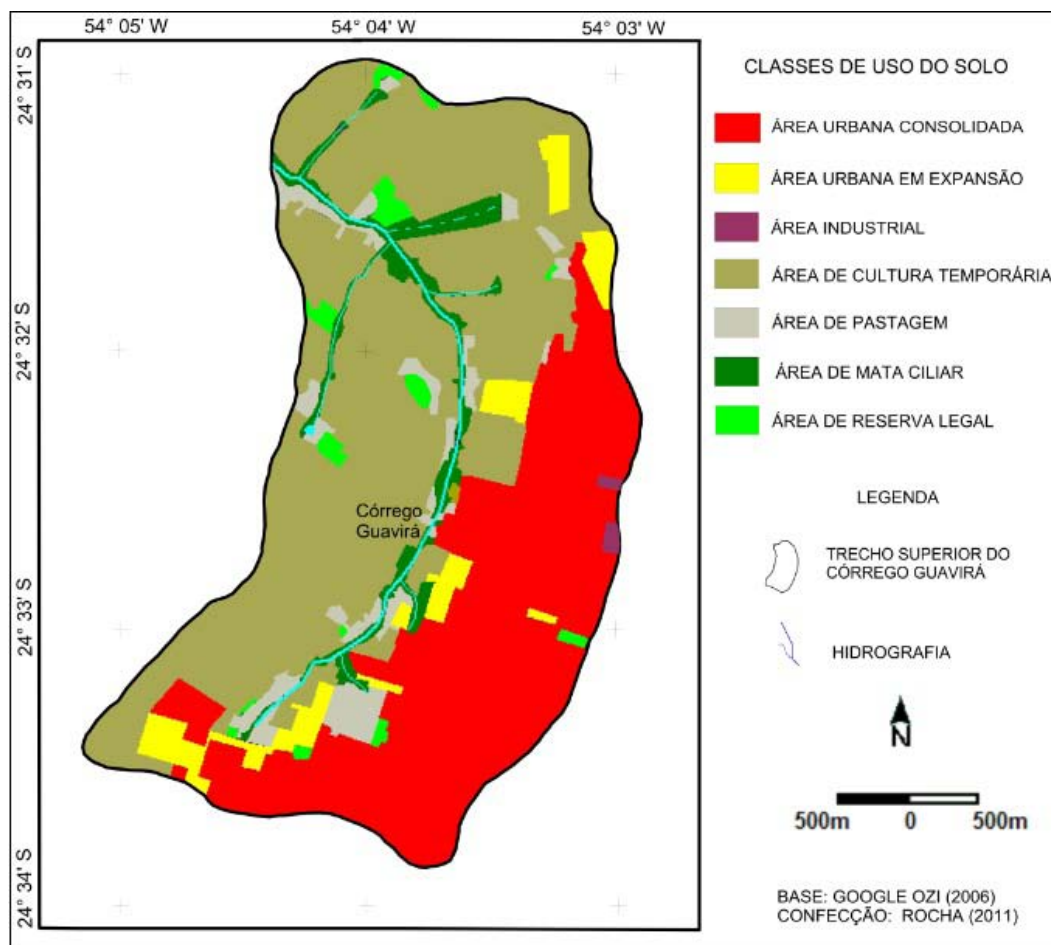
## Resultados e Discussão

A bacia hidrográfica conta com uma área de aproximadamente 11 km<sup>2</sup> e é ocupada da seguinte maneira: a) área urbana consolidada; b) área urbana em expansão; c) área industrial; d) área de pastagem; e) área de cultura temporária; f) área de mata ciliar; g) área de reserva legal (Figura 2).

A margem esquerda da bacia hidrográfica encontra-se ocupada, prioritariamente, por culturas temporárias (soja e milho), enquanto que a margem direita é ocupada em quase toda a sua extensão por atividades urbanas.

As pastagens são encontradas nos fundos de vale limítrofes às matas ciliares, que apresentam dimensões entre 10 e 15 metros. As matas ciliares são consideradas inadequadas, conforme a atual legislação ambiental, que estipula 30 metros de mata ciliar nas margens dos córregos menores que 10 metros, e 50 metros de mata ciliar nas áreas de nascentes. Já as áreas de reserva legal, além de aparecerem distribuídas de forma aleatória, apresentam pouca expressão na área de estudo.

A área industrial compreende uma parcela muito pequena da bacia, situada na região leste no divisor de águas. Devido à sua localização topográfica e à sua baixa



**Figura 2.** Carta de uso do solo do trecho superior do córrego Guavirá

expressividade na bacia, a mesma não apresenta risco ou danos ao ambiente.

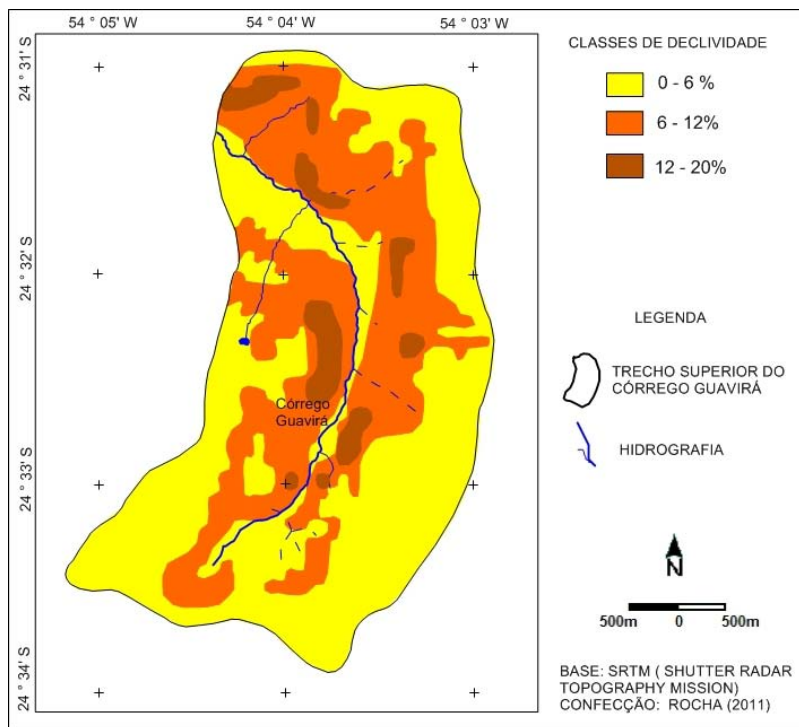
No que diz respeito à urbanização, observa-se um relativo avanço das áreas de expansão urbana em direção aos fundos de vale. Essa realidade tem trazido vários problemas de ordem ambiental e social, tendo em vista que boa parte dos loteamentos em fase de implantação ocupa os setores das cabeceiras de drenagem, inclusive as áreas de nascente, em setores de maior fragilidade ambiental.

Nesses setores, observam-se declividades relativamente acentuadas e solos

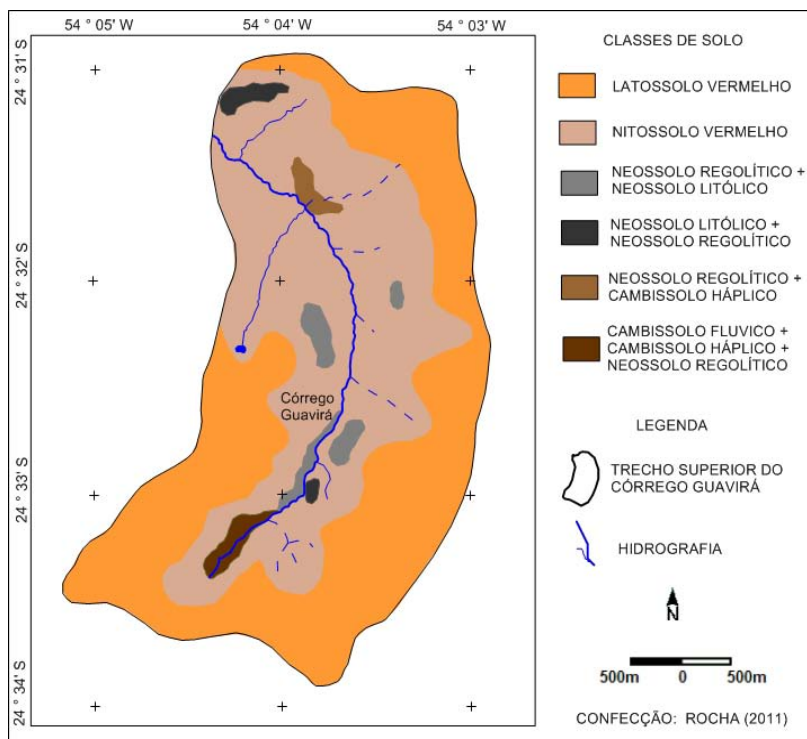
rasos, naturalmente pouco desenvolvidos, conforme é verificado na carta de declividade (Figura 3) e na carta de solo (Figura 4).

Verificam-se, do ponto de vista topográfico, declividades, variando entre 0 a 12% em maior proporção, e 12 a 20% em pontos isolados da bacia. As altitudes variam entre 320 a 440 metros e as vertentes apresentam, frequentemente, formas convexas e convexo-côncavas, com algumas rupturas de declives suaves, ocasionalmente mais acentuadas.

No que se refere à distribuição da cobertura pedológica do trecho superior



**Figura 3.** Carta de declividade do trecho superior do córrego Guavirá



**Figura 4.** Carta de solos do trecho superior do córrego Guavirá

da bacia, destacam-se os LATOSSOLOS VERMELHOS nas áreas de topo, onde, geralmente, aparecem as declividades entre 0 e 6%, e os NITOSSOLOS VERMELHOS, nos setores de média e baixa vertente, preferencialmente nos locais com declividades entre 6 e 12%.

Em menor proporção aparecem os NEOSSOLOS LITÓLICOS, NEOSSOLOS REGOLÍTICOS, CAMBISSOLOS HÁPLICOS e os CAMBISSOLOS FLÚVICOS nas áreas com rupturas de declive, próximas aos fundos de vale, ou mesmo na média vertente, quando aparecem declividades mais acentuadas entre 12 e 20% (Figuras 3 e 4).

As condições pedológicas, geomorfológicas e topográficas, quando associadas aos diferentes tipos de uso agrícola e urbano, permitem verificar que as áreas de maior suscetibilidade à instalação de processos erosivos (naturais e antrópicos) geralmente ocorrem na baixa vertente, mais especificamente nos setores de fundo de vale, entre a última ruptura de declive e o leito do córrego.

Nesse sentido, a análise geoecológica do trecho superior do córrego Guavirá, juntamente com outros dados obtidos em pesquisas desenvolvidas pelo grupo GEA, possibilitam observar diversos problemas ambientais, tais como erosão, compactação e enchentes, particularmente situados próximos às cabeceiras de drenagens.

Esses problemas, geralmente, concentram-se nos setores de baixa vertente, realidade que evidencia a necessidade de estudos detalhados, voltados para a relação solo-relevo, bem como para análise da fragilidade com maior atenção para os ambientes de fundo de vale.

## **Morfopedologia dos Setores de Fundos de Vale do Córrego Guavirá**

A correlação dos dados e as informações obtidas possibilitaram o mapeamento e o entendimento das relações morfopedológicas nos ambientes de fundo de vale, identificadas a partir de três classes gerais de solos: a dos CAMBISSOLOS (topossequências 1 e 2), dos NITOSSOLOS (topossequências 3, 5 e 6) e a dos NEOSSOLOS (topossequência 4) - (Figura 5).

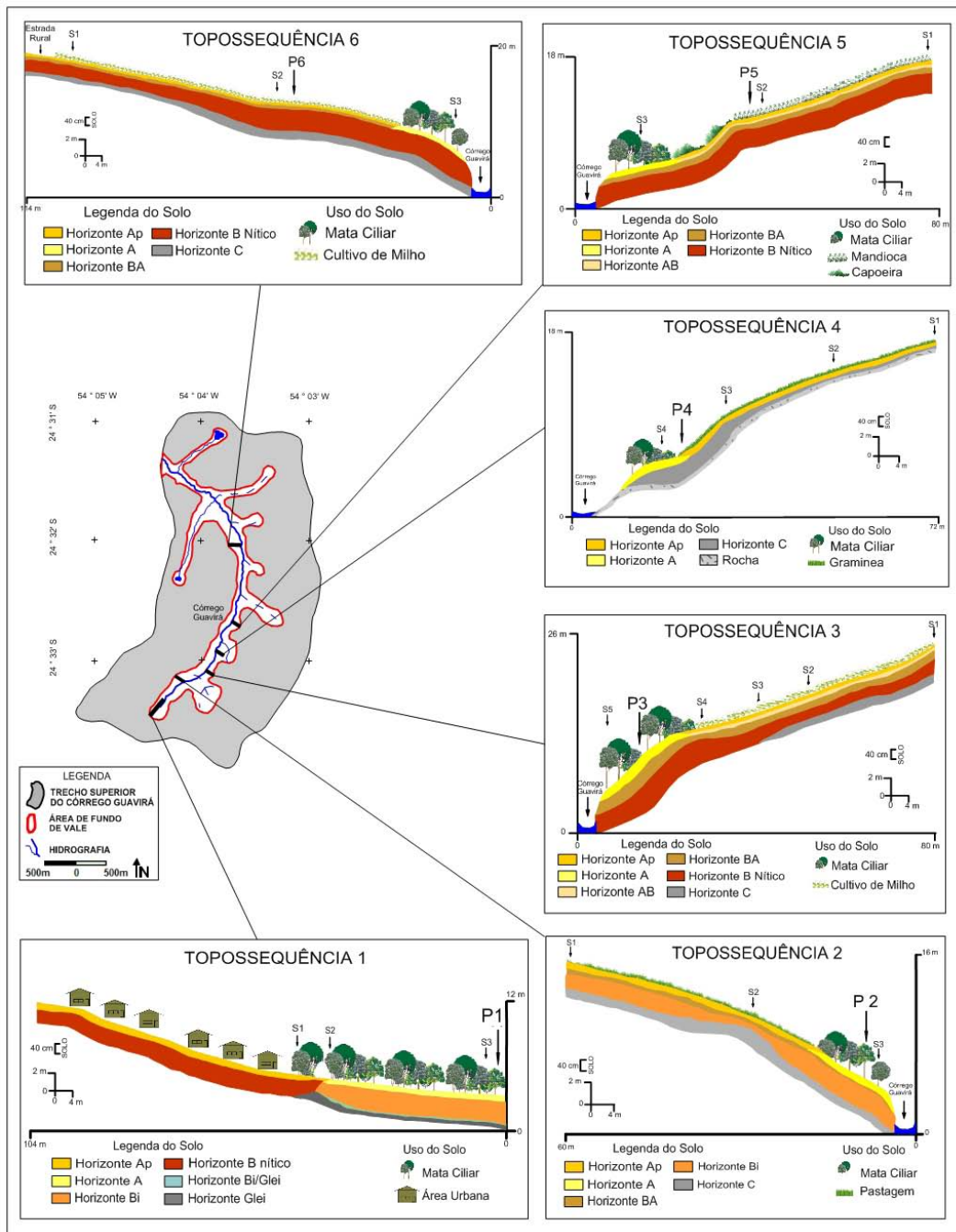
### **Classe dos Cambissolos**

Os Cambissolos foram identificados nos setores próximos à cabeceira de drenagem da bacia hidrográfica do córrego Guavirá. Na topossequência 1, o CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico gleissólico (EMBRAPA, 2006) é o mais representativo, enquanto que na topossequência 2 prevalecem os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Perféricos típicos.

A topossequência de solos 1 foi descrita na cabeceira de drenagem, sob vegetação secundária, onde a vertente apresenta forma côncava no segmento próximo ao canal do rio. Nesse setor, a concavidade se manifesta na vertente, após uma ruptura de declive convexa, cujos solos se encontram sob uso urbano.

No segmento de fundo de vale foram identificadas as classes de solos com a presença do horizonte B incipiente (Bi), desenvolvido a partir de um material de origem com vestígios de material transportado. A sequência de horizontes A, Bi e Glei, e as análises químicas permitiram identificar os solos como CAMBISSOLOS FLÚVICOS Tb Eutrófico gleissólicos às margens do canal do rio (Figura 5).





**Figura 5.** Localização da área de estudo e das topossequências de solos nos setores de fundos de vale do trecho superior da bacia hidrográfica do córrego Guavirá

A topossequência 2 foi detalhadamente descrita na margem esquerda do córrego Guavirá, sobre uma vertente de ruptura convexa moderada, contando com áreas de mata ciliar secundária no segmento de jusante e de pastagem no setor de montante. Ao longo do segmento topográfico analisado, foram encontrados, predominantemente, solos com o horizonte Bi, caracterizados por meio da descrição do perfil 2 (P2) e classificado como CAMBISSOLO HÁPLICO Perférico típico.

Com base nas descrições realizadas no campo e nas observações de gabinete e laboratório referentes aos CAMBISSOLOS, observa-se que a dinâmica pedológica nas topossequências de solos 1 e 2 estão particularmente relacionadas às condições topográficas das vertentes, bem como às condições de uso.

No setor do perfil 1, a sequência topográfica representa uma área da cabeceira de drenagem com alterações oriundas da ocupação urbana, a qual recebeu grande aporte de material transportado de origem antropogênica. Sendo assim, a declividade suave e a forma côncava da vertente no setor de fundo de vale, além do caráter flúvico do solo (CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico gleissólico), denotam a natureza e as condições do seu ambiente de formação.

No setor do perfil 2 (CAMBISSOLO HÁPLICO Perférico típico), ocorrem, também, solos rasos, devido à topografia e à forma convexa no setor inferior da vertente. No limite da mata ciliar com a pastagem, a vertente apresenta ruptura de declive acentuada e convexa, o que explica a presença de NEOSSOLOS (LITÓLICOS E REGOLÍTICOS). Do curto setor, a jusante da ruptura de declive até o canal, os solos são mais desenvolvidos, com ocorrência

do horizonte Bi, confirmando a presença da ordem dos Cambissolos.

Em alguns segmentos das áreas próximas às topossequências 1 e 2, observam-se Nitossolos em associação com os CAMBISSOLOS e NEOSSOLOS, caracterizando, assim, as principais ordens de solos nos setores de fundo de vales, a montante da bacia.

### **Classe dos Neossolos**

Os Neossolos foram encontrados nos setores onde a vertente apresenta formas convexas abruptas e declividades moderadas a fortes. Nesses setores, verifica-se o horizonte Ap sobreposto imediatamente ao horizonte C, com afloramento de rocha sã entre 20 e 100 cm de profundidade. Tais características foram melhores representadas na descrição da topossequência de solos 4.

A topossequência de solos 4 foi descrita na margem esquerda do córrego Guavirá, em uma vertente marcada por rupturas convexas fortes. A vegetação de gramíneas e os pequenos arbustos ocupam o setor de montante da topossequência, e a mata ciliar secundária, o setor de jusante.

Ao longo dessa topossequência foram identificados solos com espessura entre 15 e 30 cm no intervalo das sondagens 1 e 4. Entre as sondagens 1 e 2, a rocha aparece entre 15 e 40 cm de profundidade, enquanto que nas sondagens 3 e 4 ocorre aumento da espessura do horizonte C, e a rocha surge entre 80 e 100 cm. Nesse setor, foi realizada a descrição morfológica do perfil 4, classificado como NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário.

Na topossequência 4, pode-se verificar uma realidade bastante representativa da ordem dos Neossolos, tendo em vista que, na

maior parte das sondagens, foram observadas ocorrências de solos rasos com horizonte Ap, diretamente sobre o horizonte C fragmentário.

Dessa forma, as observações realizadas no campo e no laboratório permitiram compreender que nos setores com vertentes convexas e declividades moderadas a fortes geralmente se encontram os solos pouco desenvolvidos (NEOSSOLOS LITÓLICOS e REGOLÍTICOS), confirmando, assim, as estreitas relações entre os elementos da paisagem, sobretudo entre as formas das vertentes e a distribuição dos solos.

### **Classe dos Nitossolos**

Os Nitossolos foram encontrados nos setores topográficos baixos das vertentes, onde dominam as rupturas com formas côncavas ou convexas-retilíneas. É comum a presença dessa classe de solos até as margens do córrego, sobretudo quando as rupturas de declive, independentemente das formas, são mais longas e apresentam baixa declividade.

Os sistemas pedológicos, nos quais predomina essa classe de solo, foram identificados nas toposequências de solo 3, 5 e 6. Em cada um dos segmentos foram realizadas descrições morfológicas dos perfis de solos, (P3, P5, P6), os quais foram classificados como NITOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos típicos.

A toposequência 3 que está localizada na margem direita do córrego Guavirá (Figura 5), representa uma vertente com ruptura de declive longa, com forma côncava-retilínea no setor alto-médio, sob cultivo de milho. No segmento baixo da vertente, com ruptura convexa e declividade mais acentuada, a mata ciliar é a forma de uso dominante.

No segmento de montante da toposequência de solos 3, entre as sondagens

1 e 3, foi identificada a sequência de horizontes Ap, AB, BA, B nítico e C. No segmento de jusante, entre as sondagens 4 e 5, os horizontes A, BA e B nítico representam o NITOSSOLO VERMELHO descrito no perfil 3. Nesse, o horizonte B nítico ocupa a maior parte da seção de controle (2 m), permitindo classificá-lo como: NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico.

A toposequência de solos 5, localizada na margem direita do córrego, foi descrita em uma área agrícola, situada próximo ao perímetro urbano.

No segmento de média vertente, verificaram-se formas convexas retilíneas, com rupturas convexas à montante. No segmento inferior, após a ruptura de declive, a vertente apresenta forma ligeiramente côncava, coberta por capoeira e mata ciliar, que se prolonga por 40 metros até o canal do rio. Ao longo da toposequência, observaram-se, por meio de sondagens, solos espessos, vermelhos e bem drenados.

Nessa toposequência 5, a descrição morfológica do perfil de solo (P5) foi realizada em área de cultivo de mandioca, onde apareceram os horizontes Ap, AB, BA e B nítico, cujo solo foi classificado como NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico.

A toposequência de solos 6 foi descrita na margem esquerda do córrego Guavirá, em um segmento sob cultivo agrícola. No segmento inferior, a vertente apresenta forma convexa suavemente inclinada, sob o cultivo de milho, e mata ciliar próxima ao canal do rio.

Seguindo basicamente as mesmas características morfopedológicas descritas no perfil de solos 5, o perfil 6 foi classificado como NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico (figura 5), com sequência de horizontes: Ap, BA, B nítico 1, B nítico 2, B nítico 3 e C.

De modo geral, a partir das descrições pedológicas realizadas nas classes dos NITOSSOLOS, NEOSSOLOS E CAMBISSOLOS, constataram-se importantes correlações entre a morfologia das vertentes e a distribuição dos solos. Cabe destacar que os perfis 3, 5 e 6 foram descritos em setores de fundo de vale com características geomorfológicas distintas dos setores onde foram descritos os perfis 1, 2 e 4.

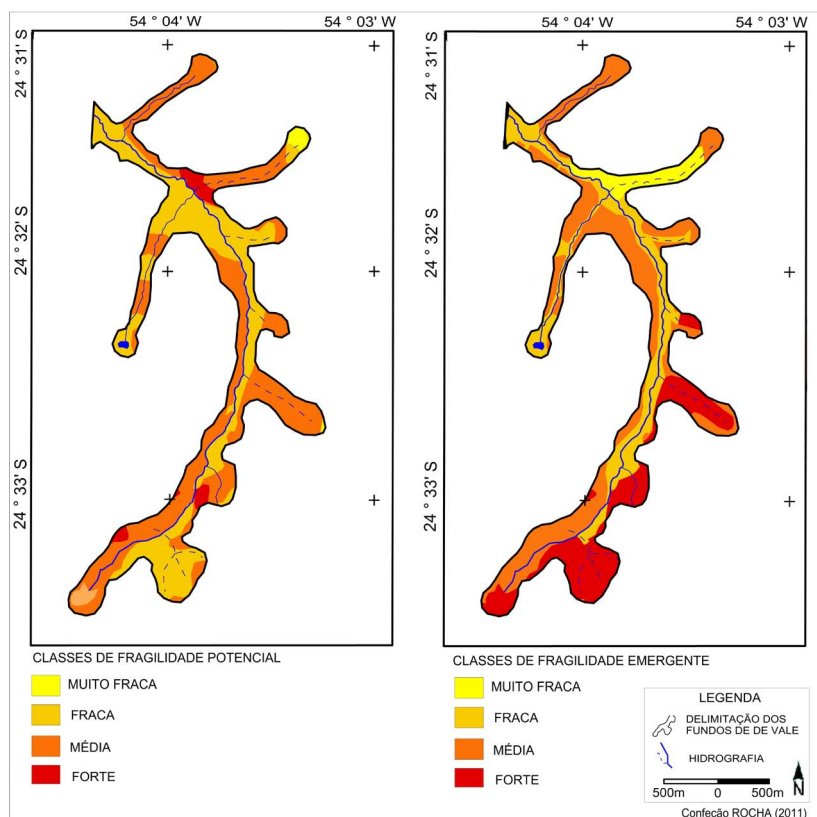
Assim, as análises morfopedológicas possibilitaram compreender que:

- nos setores com rupturas convexas curtas e acentuadas (P4) predominam os solos rasos (NEOSSOLOS LITÓLICOS);
- nos setores com rupturas convexas moderadas a fortes (P2) predominam os solos CAMBISSOLOS E NEOSSOLOS REGOLÍTICOS;

- nos setores com rupturas convexas e convexo-côncavas suaves prevalecem os NITOSSOLOS (P3, P5 e P6) - (Figura 5).

### Fragilidade Potencial e Emergente dos Setores de Fundos de Vale do Córrego Guavirá

No que se refere às fragilidades ambientais dos setores de fundos de vale, particularmente sobre a sua dinâmica morfopedológica e suas práticas de uso do solo, são verificadas diferentes realidades que evidenciam as áreas de muito fraca, fraca, média e forte fragilidade potencial e emergente (Figura 6), por meio das quais é possível compreender e discutir a dinâmica socioambiental dos setores de fundos de vale.



**Figura 6.** Fragilidade potencial e emergente dos setores de fundos de vale

As áreas de maior estabilidade ambiental dos setores de fundos de vale foram essencialmente visualizadas nos locais, onde ocorrem declividades muito baixas (0 - 6%), com vertentes predominantemente aplainadas e cobertura pedológica composta por NITOSSOLOS.

Nesses setores, observam-se dois tipos de uso. O primeiro, composto especificamente por vegetação, e o segundo por vegetação e pastagem. Nas áreas onde a vegetação se estende da última ruptura de declive, até o leito do córrego, as fragilidades emergentes foram consideradas muito fracas. Já nas áreas compostas por vegetação e pastagem, foram atribuídos índices de fraca fragilidade emergente.

Cabe lembrar, que as áreas ocupadas por pastagens, fornecem menor proteção ao solo do que as áreas totalmente compostas por matas. No entanto, é preciso considerar que as pastagens, quando ocupadas com baixo pisoteio de gado, desempenham um importante papel na contenção de sedimentos transportados superficialmente dos setores de montante, contribuindo, assim, na redução dos riscos de erosão linear dos ambientes de fundos de vale.

As áreas de pastagens, quando encontradas sobre vertentes predominantemente planas, com matas ciliares situadas a jusante, conforme se verifica no referido ambiente de estudo (Figura 7), contribuem para a preservação da dinâmica hidrológica do córrego. Essa contribuição, atribuída às pastagens, pode ocorrer no sentido de conter o impacto das águas concentradas no perímetro urbano, impedindo que ocorra a erosão e/ou a deposição de material no leito do córrego.

Com base nesse entendimento, as áreas ocupadas por pastagens e matas ciliares, em conformidade com a legislação ambiental (cerca de 30 metros), associadas à baixa fragilidade potencial (declividades baixas e solos do tipo NITOSSOLO), apresentam-se como áreas de maior estabilidade ambiental e baixa fragilidade emergente nos setores de fundos de vale.

Em segundo plano, são visualizadas as áreas de média fragilidade, ocupadas por culturas temporárias e matas ciliares, de extensões inferiores a 30 metros. Nesses setores, observam-se condições de fragilidades potenciais compostas por declividades baixas e médias, especialmente associadas aos solos dos



**Figura 7.** Fundo de vale ocupado por mata ciliar e pastagem



tipos NITOSSOLO e, ainda, NEOSSOLO e CAMBISSOLO, em menor proporção.

Os ambientes de fundos de vale, ocupados por culturas temporárias, são preferencialmente compostos por cultivos de milho e de soja. Nesses ambientes, observam-se duas condições diferenciadas de solo e de declividade.

Em maior proporção, sobretudo na parte de montante da bacia, visualizam-se áreas constituídas por declividades baixas que variam entre 0 e 12%, com vertentes côncavas e convexo-côncavas retilíneas, preferencialmente compostas por NITOSSOLOS.

Nesses locais, mesmo ocorrendo declividades menos acentuadas e solos de média estabilidade, a fragilidade emergente é considerada média, devido à proximidade das culturas temporárias aos córregos, onde naturalmente se evidenciam matas ciliares de 10 a 15 metros (Figura 8).

Em menor proporção, são encontradas, nos setores próximos à nascente, culturas temporárias, sob declividades médias (12-20%) e vertentes de maior declividade com formas convexas. Nesses setores topográficos, a mata ciliar se encontra sobre solos pouco desenvolvidos, inferiores

a 1 metro de profundidade, a exemplo dos CAMBISSOLOS HÁPLICOS, CAMBISSOLOS FLÚVICOS e NEOSSOLOS REGOLÍTICOS.

Sob essa perspectiva, as áreas de fundos de vale, ocupadas por culturas temporárias, são classificadas de média fragilidade emergente. A condição de estabilidade média desses setores pode ser justificada tanto pelas suscetibilidades aos processos erosivos (Figura 9), oriundos dos usos intensivos e inadequados dos solos, quanto pela proximidade dessas culturas às áreas de matas ciliares.

Os setores mais problemáticos dos ambientes de fundos de vale, considerados de forte fragilidade emergente, encontram-se especialmente nas áreas urbanas consolidadas e urbanas em expansão, atingindo pontos isolados de pastagens e culturas temporárias, visualizados particularmente próximos às nascentes e cabeceiras de drenagens.

Nesses setores, observam-se características de fragilidade potencial, variando entre fraca e média, compondo, basicamente, declividades baixas e médias, com a presença de solos do tipo NITOSSOLO, verificando-se, ainda, solos rasos em alguns pequenos pontos.



**Figura 8.** Fundo de vale ocupado por mata ciliar e cultivo de milho



**Figura 9.** Processo erosivo linear em área de cultura temporária no setor de fundo de vale

A forte fragilidade ambiental encontrada nos setores de baixa vertente pode ser justificada por diversos motivos. A questão mais problemática ocorre em função do uso urbano consolidado, ou mesmo das práticas de expansão urbana que ocupam áreas de maior fragilidade, do ponto de vista da suscetibilidade à instalação de processos erosivos naturais e antrópicos.

No que se refere às áreas urbanas consolidadas, observam-se irregularidades na ocupação da nascente do córrego Guavirá. Nesse segmento da vertente, os principais pontos de vertedouros de água foram drenados, e várias residências foram construídas sobre o sistema de drenagem. Além das irregularidades referentes à urbanização, verifica-se, ainda, que as matas ciliares encontram-se com larguras inferiores a 5 metros, o que deixa o córrego desprotegido e sujeito à degradação.

Outra realidade que evidencia a forte instabilidade desses segmentos das vertentes diz respeito aos processos de consolidação e expansão urbana ocorridas nas cabeceiras de drenagens (Figura 10). Conforme visualizado

nos trabalhos de campo e na carta de uso do solo, os loteamentos em fase de implantação e/ou construção têm ocupado, constantemente, as áreas de cabeceiras de drenagens e fundos de vale.

De acordo com pesquisas realizadas por Rocha et al. (2009), essas ocupações têm promovido problemas ambientais, tais como a concentração de água pluvial, a poluição do solo e da água, além do assoreamento do córrego. Para o autor, a falta de preocupação com o planejamento urbano tem trazido, desde a instalação até a evolução de processos erosivos lineares do tipo ravinhas e voçorocas (Figura 11).

Para além dos processos de degradação ocorridos nos solos e no ciclo hidrológico, evidenciam-se, ainda, problemas ambientais e sociais relacionados ao desmoronamento e à inundação de casas. Esses problemas têm ocorrido particularmente nas proximidades das cabeceiras de drenagem e fundos de vale.

Nessa perspectiva, é importante destacar que, embora essas áreas apresentem baixa e média fragilidade potencial, devido às condições topográficas e pedológicas, a





**Figura 10.** Detalhe das ocupações urbanas sobre as áreas de cabeceiras de drenagem



**Figura 11.** Processo erosivo linear situado nos setores de fundo de vale

fragilidade emergente é considerada forte, devido aos impactos gerados pela ação antrópica nos ambientes periurbanos, em especial porque essas áreas de nascentes e cabeceiras de drenagem deveriam ser preservadas.

### **Considerações Finais**

A análise da estrutura morfopedológica, associada à análise da fragilidade ambiental dos setores de fundo de vale do terço superior da bacia hidrográfica do córrego Guavirá,



possibilitaram importantes compreensões sobre a relação solo-relevo-ambiente.

No que se refere à dinâmica morfopedológica, verificou-se que, nos setores de fundos de vale da bacia, as vertentes apresentam formas bastante diversificadas. As análises sobre a relação solo-relevo possibilitaram compreender que as principais diferenças espaciais entre as classes de solos estão relacionadas ao comprimento, às rupturas e, sobretudo, às formas de vertentes diferenciadas pelas concavidades e convexidades.

A identificação dessas características permitiu o entendimento de que as pequenas alterações nas formas de vertente imprimem, em um pequeno espaço, diferentes níveis de pedogênese que, por sua vez, influenciam na organização e distribuição dos solos.

No que diz respeito às fragilidades ambientais, verificaram-se índices baixos e médios de fragilidades naturais, explicados pelas favoráveis condições geomorfológicas e pedológicas. Além disso, verificam-se índices médios e altos de fragilidades emergentes, resultantes do uso e da ocupação inadequada da área de estudo.

De modo geral, o conhecimento da estrutura geoecológica e da dinâmica morfopedológica poderão subsidiar os diferentes processos de uso e manejo do solo, tendo em vista os conhecimentos das fragilidades ambientais presentes nos setores de fundos de vale. Nesse sentido, esses conhecimentos poderão inferir no melhor planejamento e na contenção dos problemas socioambientais, ocorridos na área periurbana do município de Marechal Cândido Rondon.

## Referências

BOULET, R.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y Analyse structurale et pédologie I. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cahier - ORSTOM: Serie Hydrobiologie**, Bondy, v. 19, n.4, p.309-322, 1982.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília, DF: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Serviço de Produção e Informação, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, 1997. EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1.

GOGLE OZI. **Imagens 2006**. Disponível em: <<http://www.globalmapperforum.com/myblog/google-oz.html>>. Acesso em: 12/05/2012.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994. 45 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades:** contagem da população. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 3 nov. 2010.

MAGALHÃES, V. L. **Os sistemas pedológicos e paisagem na bacia da Sanga Clara Marechal Cândido Rondon-PR.** 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, 2008.

MORESCO, M. D. **Estudos de paisagem no município de Marechal Cândido Rondon-PR.** 2007. 137 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, 2007.

NÓBREGA, M. T.; CUNHA, J. E. O Solo: caminho, abrigo e pão. In: VILLALOBOS, J. U. G. (Org.). **Ambiente, Geografia e Natureza.** Maringá: EDUEM, 2001. v. 01, p. 35-62.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. D. M.; ZEMPULSK, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química do solo e controle de qualidade.** Londrina: IAPAR, 1992.

ROCHA, A. S. **Morfopedológica e fragilidade ambiental nos fundos de vale do trecho superior do córrego Guavirá Marechal Cândido Rondon-PR.** 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Francisco Beltrão, 2011.

ROCHA, A. S.; TIZ, G. J.; CUNHA, J. E. **Caracterização dos processos erosivos em cabeceiras de drenagens da área periurbana da cidade de Marechal Cândido Rondon - PR,** In: 8º SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO. São Paulo. 2009

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia,** São Paulo, n. 8, p.63-74, 1994.

RUELLAN, A.; DOSSO, M. **Regards sur le sol.** Paris: Les Éditions Foucher, 1993.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F. da; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia,** v.7, n.2, p.3-12, 2006.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 5. ed. Viçosa: SBCS, 2005.

TIZ, G. J. **Caracterização a fragilidade a processos erosivos das unidades de paisagem do município de Marechal Cândido Rondon – Paraná.** 2009. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Francisco Beltrão, 2009.