



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## RELAÇÕES GEOMORFOPEDOLÓGICAS E IMPORTÂNCIA PARA O MAPEAMENTO DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAPI-MACACU (RJ) <sup>(1)</sup>

**Helena Saraiva Koenow Pinheiro <sup>(2)</sup>, Lúcia Helena Cunha dos Anjos <sup>(3)</sup>, César da Silva Chagas <sup>(4)</sup>, Waldir de Carvalho Júnior <sup>(4)</sup> & Nilson Rendeiro Pereira <sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup>Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora a ser apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agronomia- Ciência do Solo (CPGA-CS) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Depto Solos. CEP 23890-000 Seropédica (RJ). <sup>(2)</sup>Mestranda CPGA-CS. UFRRJ, Bolsista Nota 10 FAPERJ. E-mail: lenask@gmail.com. <sup>(3)</sup>Professor Associado III, Departamento de Solos, UFRRJ. Bolsista CNPq e FAPERJ. <sup>(4)</sup>Pesquisador Embrapa Solos. CEP 22460-000 Rio de Janeiro (RJ). Apoio: CPGA-CS, EMBRAPA Solos

**Resumo** – O mapeamento de solos envolve a descrição das propriedades e características dos solos e sua representação em unidades de mapeamento. A delimitação dessas unidades é intrínseca à variação dos parâmetros geomorfológicos na paisagem. A análise do padrão de variação dos atributos geomorfológicos, como altimetria, declividade e superfície de curvatura, é importante para o estudo da gênese dos solos e para a sua representação cartográfica, já que baseado nestes atributos é possível inferir e prever o padrão de ocorrência de solos em uma área. O objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre a ocorrência das classes de solos e os domínios geomorfológicos na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (RJ). A coleta de amostras e a descrição de perfis foram feitas buscando representatividade e casualização da amostragem, em função dos atributos de altimetria, declividade e curvatura. Para tanto, foram gerados mapas temáticos desses atributos no programa ArcGIS (v.9.3.1). Tais temas foram usados em programa específico para sorteio de amostras (“*Latin Hipercube Sampling-LHCS*”), onde foram definidos os pontos de coleta. O conjunto amostral obtido, conforme observado no campo, contemplou as diversas formas de relevo da bacia hidrográfica. Os resultados, nos 82 pontos amostrais, após a determinação das ordens de solos, apresentaram distribuição coerente com a representatividade dos domínios geomorfológicos da bacia do rio Guapi-Macacu. A interpretação de imagens, modelos digitais e mapas temáticos, aliada às observações de campo e a revisão bibliográfica evidenciaram a relação estreita entre formas do relevo e a ocorrência de classes de solos.

**Palavras-Chave:** classificação de solos, geomorfologia, atributos da paisagem.

### INTRODUÇÃO

O mapeamento de solos tem como objetivo geral, descrever a variação espacial de propriedades morfológicas, físicas e químicas dos solos de uma determinada área. As descrições morfológicas comumente são feitas em perfis de solo, que representam os solos de áreas relativamente

homogêneas, e podem ser coletadas amostras extras para outras análises. Os limites, entre os tipos de paisagem e as unidades de mapeamento ou classes de solo, são definidos por divisores topográficos, litologia, gradiente de declividade etc.

A análise de sistemas ambientais consiste no entendimento da forma em que se expressam os padrões de paisagem, tentando conceber a estrutura e funcionamento dos fenômenos da natureza. Para tanto, pode-se utilizar na predição de sistemas pedológicos uma abordagem holística ou a análise reducionista, baseada em parte da paisagem ou dos componentes nela inseridos (Christofolletti, 1999; Carvalho Junior, 2005). Os principais conceitos do modelo solo-paisagem, segundo Hudson (1990), envolvem: unidades naturais com forma dimensionável na superfície, resultante dos fatores de formação do solo, com relacionamento espacial previsível com outras unidades.

A ocorrência de determinada classe de solos em uma área está ligada aos processos geomórficos, que condicionam a formação de distintas unidades de paisagem (IBGE, 2003). O conceito de paisagem é subjacente a ação dos fatores do clima, geologia, geomorfologia, hidrologia, pedologia e biologia, sendo considerada como produto destas interações no espaço-tempo, podendo ser decomposta em elementos que interagem em maior ou menor grau. A interpretação geomorfológica consiste na decomposição da paisagem e observação de características da superfície do terreno, forma e associação com outras feições (Hole & Campbell, 1985).

A geomorfologia tem grande importância no exame dos processos de origem, ocorrência e evolução dos solos e paisagens, representando as formas da superfície da terra no tempo. A parametrização de atributos geomorfométricos é necessária, uma vez que a interação destes atributos condiciona a gênese de solos e consequentemente, a distribuição das diferentes classes na paisagem. Alguns solos podem ser diferenciados quanto à origem como formados *in situ* (autóctones), ou a partir de depósitos de sedimentos, aluviais, eólicos, colúviais ou fluviais (alóctones), e esta distinção é estritamente ligada à localização destes na paisagem (Oliveira & Muniz, 1975; Varajão et al., 2009, Figueiredo et al., 2004).

O objetivo deste trabalho consistiu do estudo da relação entre domínios geomorfológicos e a ocorrência de classes de solos na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (RJ).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Geomorfologia da área

A bacia hidrográfica situa-se em região de transição entre relevos de degradação e agradação. Os relevos de agradação são representados pelas Planícies Aluviais, Fluvio-Marinhas e Colúvio-Alúvio-Marinhas, onde os terrenos com declives mais suaves são compostos por leques alúvio-colúviais, terraços fluviais e/ou planícies de inundação. Terrenos muito mal drenados ocorrem na transição dessas planícies com Sistema Depositional Costeiro Marinho, condicionando os canais meandantes e influenciados pelas marés.

Os relevos de degradação incluem Colinas Isoladas, Morrotes e Morros Baixos Isolados, Alinhamento Serrano, Maciços Intrusivos Alcalinos, Escarpas Serranas e Tabuleiros. A porção mediana das sub-bacias dos rios Macacu, Aldeia, Caceribu e Iguá, possui pouca amplitude topográfica e baixa densidade de drenagem condicionando nesse relevo, declives suaves e solos com sedimentação de colúvio e alúvio, provenientes dos Tabuleiros da Formação Macacu dissecados pelos rios (Dantas, 2000). À montante dos tabuleiros, tem-se domínio Suave Colinoso, com densidade de drenagem média a baixa, pouca amplitude topográfica, declive suave e solos originados de colúvios e alúvios. Entremendo a baixada no relevo de degradação, situa-se o domínio de Colinas Isoladas, com solos de sedimentação de colúvio e eventuais vales de drenagem imperfeita (Ecologus-Agrar, 2003). Os Morrotes e Morros Baixos ocorrem associados ao alto curso dos rios dos Duques e Tanguá, com densidade de drenagem de média a alta e amplitudes topográficas de 100 e 200 metros, condicionando declives suaves a moderados e solos sobre sedimentos colúviais e aluviais (Projeto Macacu, 2010).

O relevo montanhoso e extremamente acidentado relativo ao Maciço Costeiro e Escarpas e Alinhamento Serranos, encontra-se nos divisores de água da bacia hidrográfica. Esta região apresenta densidade alta de drenagem, amplitude topográfica superior a 300 metros e declive acentuado. Os solos são rasos e associados aos afloramentos de rochas e depósitos de talús e colúvios. O mesmo para os Maciços Intrusivos Alcalinos, com alta amplitude topográfica, superior a 500m, relevo montanhoso e extremamente acidentados, declives elevados, densidade de drenagem alta a muito alta (Projeto Macacu, 2010).

A classificação dos grandes domínios baseou-se no mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro (escala 1:250.000), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

### Amostragem de solos e análises

A seleção de pontos para coleta de amostras e posterior classificação dos solos, baseou-se na representatividade das condições de paisagem, no que tange à altimetria, declividade e superfície de

curvatura, e na casualização, buscando um conjunto de amostras não tendencioso e representativo. Neste processo, foram gerados mapas temáticos para tais atributos, a partir de modelo digital de elevação hidrologicamente consistente, obtido por interpolação de curvas de nível equidistantes em 20m e pontos cotados da base do IBGE (IBGE, 1971, 1974, 1979a, 1979b, 1983 e BRASIL, 1997), complementados por dados de sensor remoto SRTM (<http://edc.usgs.gov/products/elevation/srtm>) nas áreas com cotas inferiores à 20m. Os temas foram gerados no programa ArcGIS (v.9.3) e projetados em sistema *Universal Transversa de Mercator* (UTM) e *datum* horizontal Córrego Alegre, Zona 23.

O modelo digital de elevação de elevação (MDE) foi gerado pela ferramenta “*TopotoRaster*” e os temas para declividade e superfície de curvatura derivados deste pela ferramenta *Surface* do módulo “*Spatial Analyst Tools*” do programa ArcGIS (v.9.3). Após a derivação dos atributos, foram definidos locais para a coleta de amostras para classificação dos solos. Através do programa *Latin Hipercube Sampling* – LHCS, buscou-se atingir efeito aleatório e simultaneamente a melhor distribuição da variação das propriedades dos solos, considerando a viabilidade de execução (IMAN et al., 1980). Para tanto, foram efetuadas restrições para a casualização quanto ao acesso, definindo assim 100 pontos de amostragem para a bacia do rio Guapi-Macacu, incluindo perfis e amostras extras. O presente estudo mostra resultados dos perfis já caracterizados e classificados.

A Figura 1 apresenta a localização dos pontos amostrais selecionados pelo programa LHCS.

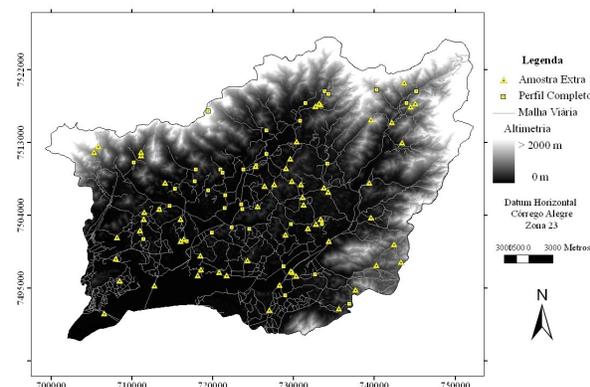


Figura 1. Localização dos pontos de coleta de amostras e descrição de perfis na bacia do rio Guapi-Macacu.

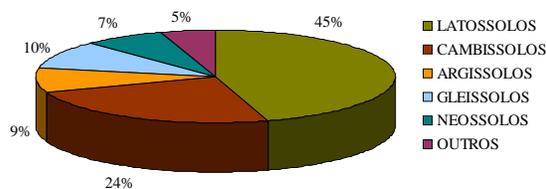
O conjunto amostral consistiu de 82 pontos de coleta de amostras, entre amostras extras e perfis completos. A metodologia utilizada seguiu normas descritas em Santos et al. (2005) e a classificação dos solos foi realizada conforme Embrapa (2006), a partir dos resultados de caracterização química e física segundo Embrapa (1979).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição dos pontos amostrais, obtida pelo cálculo probabilístico no programa *Latin Hipercube Sampling* (LHCS), mostrou-se compatível com as observações feitas em campo, no que tange a representatividade das variações geomorfológicas para a área. Algumas dificuldades foram

constatadas quanto à localização precisa dos pontos previamente definidos. Em sua maioria, as falhas eram devidas à malha viária utilizada como condicionante de acesso. Em situações onde a coleta de amostras nas proximidades dos pontos previamente definidos foi inviável, o mesmo foi realocado e a amostragem e a descrição foram feitas em local de condições semelhantes quanto aos atributos da paisagem.

A Figura 2 apresenta a distribuição relativa das ordens de solos identificadas na bacia.



**Figura 2.** Distribuição relativa dos perfis descritos, por ordem de solos na bacia do rio Guapi-Macacu.

Os LATOSSOLOS constituem a ordem de maior expressão na área da bacia do rio Guapi-Macacu (RJ), conforme constatado no campo, ocorrendo em diversas condições de paisagem. Geralmente, os LATOSSOLOS AMARELOS ocorrem em locais de declives suaves, sob pastagem ou vegetação de mata, podendo apresentar textura franco-arenosa a muito argilosa. Os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS ocorrem em geral no terço médio a superior de encostas, em cotas altimétricas de 50 a 200 metros, em condições variadas de paisagem e tipos de uso, mas principalmente sob pastagem, em associação com CAMBISSOLOS e ARGISSOLOS. Os LATOSSOLOS VERMELHOS têm ocorrência pouco expressiva na área.

Os CAMBISSOLOS foram bastante expressivos na área de estudo, e ocorrem em diversas condições de paisagem, desde declives suaves a relevos movimentados, com cotas baixas ou elevadas. Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS diferenciam dos ARGISSOLOS principalmente por condições de curvatura e declividade, proporcionando a formação do horizonte B textural no segundo. Já quanto aos LATOSSOLOS, diferenciam-se por quantidade notória de minerais primários intemperizáveis e fragmentos de rocha ao longo do perfil.

Nos domínios de Alinhamento Serrano, Escarpas Serranas e Maciços Intrusivos, os CAMBISSOLOS HÁPLICOS foram expressivos principalmente em relevo movimentado, em elevadas cotas e com declives acentuados, comumente associados aos NEOSSOLOS LITÓLICOS e afloramentos de rochas, alguns com argilas de atividade alta e elevada saturação em bases.

Nos relevos de degradação de Colinas Isoladas, Morrotes e Morros Baixos Isolados foram encontrados, nas encostas com declive suave a forte ondulado, ARGISSOLOS e LATOSSOLOS. Os vales formados

entre os morros possuem baixa densidade de drenagem, de padrão dendrítico e classe imperfeita, onde ocorrem PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS, geralmente distróficos, aluminicos, com alto teor de argila e silte em profundidade.

Os GLEISSOLOS HÁPLICOS ocorrem em grande extensão na bacia do rio Guapi-Macacu. As condições de relevo de agradação propiciam o acúmulo de sedimentos e a drenagem lenta, contribuindo para a formação desses solos, principalmente nos vales entre colinas com pouca amplitude topográfica. Alguns GLEISSOLOS MELÂNICOS foram descritos em condições de relevo suave em pastagens alagadas e em terrenos muito mal drenados da Planície Fluvio-Marinha, juntamente com ORGANOSSOLOS. Esses últimos de reduzida expressão geográfica na área da bacia.

Os PLANOSSOLOS ocorrem em condições de transição entre paisagens, no limiar dos morrotes, em relevo plano ou suave ondulado. Geralmente em cotas altimétricas inferiores a 20 metros, caracterizando relevo de agradação. Eles ocorrem associados com GLEISSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS.

Os CAMBISSOLOS FLÚVICOS, de forma geral, estão associados aos NEOSSOLOS FLÚVICOS e PLANOSSOLOS. Esses solos localizam-se em cotas baixas, na maioria inferior a 40 m e com declives suaves. Os materiais de origem são compostos por leques alúvio-coluviais, terraços fluviais e/ou planícies de inundaçã, nos domínios de Planícies Aluviais e Colúvio-Alúvio-Marinhas. Os NEOSSOLOS FLÚVICOS possuem grande importância para a região, pois ocupam as áreas de planícies, onde a utilização agrícola é muito valorizada devido à facilidade de mecanização. Ocorrem nos limiares dos maiores drenos, inclusive nos cursos principais da bacia, como o rio Guapi-Açu, onde a mudança de fluxo, densidade de drenagem e vazão do rio ao longo dos tempos, favoreceu a deposição de materiais de granulometrias distintas, originando as/os camadas/horizontes.

As técnicas de geoprocessamento ligadas à análise da paisagem podem auxiliar a execução do levantamento de solo, diminuindo o tempo de execução e facilitando a definição dos limites das unidades de mapeamento. Portanto, o avanço tecnológico em computação e análise de imagens das últimas décadas, pode propiciar maior eficiência na aquisição de dados primários para o levantamento de solos, auxiliando a delimitação das unidades com maior precisão de acordo com o nível de detalhamento (Zink, 1990).

## CONCLUSÕES

1. A interpretação de imagens, geração de modelos digitais e mapas temáticos para atributos da paisagem (principalmente altimetria e declividade), aliada às observações de campo e a revisão bibliográfica permitiram mostrar relação entre formas do relevo e a ocorrência de classes de solos.

2. As ordens de solos de maior expressão na bacia do rio Guapi-Macacu foram os LATOSSOLOS, CAMBISSOLOS e GLEISSOLOS, em ordem decrescente.

3. O conjunto amostral indicado pelo programa LHCS, conforme constatado em campo, contemplou as diversas formas de paisagens da bacia hidrográfica.

#### AGRADECIMENTOS

Apoio do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo (CPGA-CS, UFRRJ), Embrapa Solos (RJ), CAPES e FAPERJ.

#### REFERÊNCIAS

BRASIL. Diretoria de Serviço Geográfico. Rio Bonito: Folha SF-23-Z-B-V-2 MI-2746/2. 5. ed. Rio de Janeiro, 1997. Carta topográfica na escala 1:50.000.

CARVALHO JÚNIOR, W. de. Classificação supervisionada de pedopaisagens no domínio dos mares de morros utilizando redes neurais artificiais. Tese de doutorado. UFV, 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas Ambientais. IGCE. UNESP. Ed. Edgard Blucher Ltda. 236 p. 1999.

CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Carta Geomorfológica do estado do Rio de Janeiro (escala 1:250.000). Disponível em: [ftp://ftp.cprm.gov.br/pub/pdf/tj/geomorfologico/geomorfo\\_mprj.pdf](ftp://ftp.cprm.gov.br/pub/pdf/tj/geomorfologico/geomorfo_mprj.pdf)

DANTAS, M. E. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e metalurgia, CPRM - Serviço Geológico de Brasil. BRASÍLIA, Dezembro 2000. 1 CD-ROM.

ECOLOGUS- AGRAR. Plano Diretor dos Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Rio de Janeiro, RJ. 2003. 3087 p. CD-ROOM

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2006. 306p.

FIGUEIREDO, M. A. et al. Alteração superficial e pedogeomorfologia no sul do Complexo Bação - Quadrilátero Ferrífero (MG). Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2004, vol.28, n.4, pp. 713-729.

HOLE, F. D. & CAMPBELL, J. B. Soil landscape analysis. Rowman & Allenheld, Totowa, NJ. 1985.

HUDSON, B. D. The soil survey as a paradigm-based science. Soil Science Society of American Journal, v. 56, p.836-841. 1992.

IBGE. Itaboraí: folha SF-23-Z-B-V-1. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979a. Escala 1:50.000. Carta topográfica. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/#sub\\_download](http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download).

IBGE. Itaipava: dados digitais da carta topográfica na escala 1:50.000. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/#sub\\_download](http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download).

IBGE. Nova Friburgo: folha SF-23-Z-B-II-4. Rio de Janeiro, 1974. Escala 1:50.000. Carta topográfica. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/#sub\\_download](http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download).

IBGE. Petrópolis: folha SF-23-Z-B-IV-2. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979b. Escala 1:50.000. Carta topográfica. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/#sub\\_download](http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download).

IBGE. Teresópolis: folha SF-23-Z-B-II-3 MI-2716-3. 2. ed. Rio de Janeiro, 1983. Escala 1:50.000. Carta topográfica. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/#sub\\_download](http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download).

IBGE. Levantamento e Mapeamento de Solos Parte do Manual de pedologia do IBGE (2003) 36 p.

IMAN, R. L.; DAVENPORT, J. M.; ZIEGLER, D. K. Latin Hypercube Sampling (Program user's guide). Sandia National Laboratory, Albuquerque, New Mexico, 1980.

OLIVEIRA, J. B., MUNIZ, A. C. de Levantamento pedológico detalhado da estação experimental de Ribeirão Preto, SP. Bragantia. Rev. Cient. do Inst. Agro. do Estado de São Paulo. Campinas, 1975. v 34. n 2. p. 1-55.

PROJETO MACACU Planejamento Estratégico da Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu. Niterói, RJ: UFF/FEC, 2010. 544 p.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5ªed. Revista e ampliada. SBCE. Viçosa, 2005. 100p.

USGS- United States Geological Survey. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). 2005. Disponível em: <http://edc.usgs.gov/products/elevation/srtm>.

VARAJÃO, C. A. C. et al. Estudo da evolução da paisagem do quadrilátero ferrífero (minas gerais, brasil) por meio da mensuração das taxas de erosão (10be) e da pedogênese. R. Bras. Ci. Solo, 33:1409-1425. 2009.

ZINK, J. A. Soil survey: Epistemology of a vital discipline. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede, The Netherlands. 1990. 40 p.

**Tabela 2.** Distribuição das classes de solos por domínios geomorfológicos na bacia do rio Guapi-Macacu

Sistemas de Relevo	Domínio Geomorfológico (CPRM)	Número de Perfis Descritos	Relação com Total de Perfis (%)	Ordens de Solos (SiBCS)
Agradação	Planície Aluvial <sup>(1)</sup>	10	12	NEOSSOLO, GLEISSOLO, CAMBISSOLO, PLANOSSOLO
	Planície Fluvio-Marinha, Planície Colúvio-Aluvio-Marinha <sup>(2)</sup>	5	6	GLEISSOLO, CAMBISSOLO, ESPODOSSOLO, ORGANOSSOLO
Degradação	Colinas Isoladas, Morrotes e Morros Baixos, Alinhamento Serrano <sup>(3)</sup>	36	44	CAMBISSOLO, ARGISSOLO, LATOSSOLO, PLANOSSOLO
	Maçios Intrusivos Alcalinos <sup>(4)</sup>	4	5	ARGISSOLO, CAMBISSOLO
	Escarpas Serranas <sup>(5)</sup>	21	26	CAMBISSOLO, NEOSSOLO, LATOSSOLO
Total	Tabuleiros <sup>(6)</sup>	6	7	ARGISSOLO, LATOSSOLO
		82	100	-

<sup>(1)</sup> Relevo de agradaciao continental. <sup>(2)</sup> Relevo de agradaciao litoranea. <sup>(3)</sup> Relevo de degradaciao entremeado na baixada. <sup>(4)</sup> Relevo de degradaciao sustentado por litologia especifica. <sup>(5)</sup> Relevo de degradaciao em areas montanhosas. <sup>(6)</sup> Relevo de degradaciao sobre depositos sedimentares.