

LAIANE ADY WESTPHALEN

**AVALIAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE DOS SOLOS DO
NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ –
Subsídios ao planejamento ambiental**

CURITIBA, 2008.

LAIANE ADY WESTPHALEN

**AVALIAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE DOS SOLOS DO
NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ –
Subsídios ao planejamento ambiental**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientação: Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro Santos

CURITIBA, 2008.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe e meus irmãos Rafael e Pamella pelo amor

Ao Leonardo José Cordeiro Santos pela orientação e por proporcionar as condições necessárias para o desenvolvimento da pesquisa

A professora Chisato Oka-Fiori pelo apoio fornecido durante a realização das atividades de campo e pelas contribuições na qualificação

Ao professor Naldy Emerson Canali pelas contribuições na qualificação e defesa

Ao professor José Edézio da Cunha - UNIOESTE - pelas contribuições na defesa

Ao professor Nelson Gasparetto, colegas da UEM e EMATER/MARINGÁ, pelas contribuições durante a atividade de campo

A CAPES pelo financiamento da pesquisa

Aos funcionários e estagiários do setor de geoprocessamento da EMATER/CURITIBA pelo fornecimento dos dados

A SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento - pelos dados gentilmente concedidos

Aos amigos

Aos colegas Júlio Manoel da França Silva e Claudinei Taborda pela ajuda nas atividades de campo

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Luis Carlos Zem

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	III
LISTA DE TABELAS.....	IV
LISTA DE QUADROS.....	IV
RESUMO.....	V
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
2.1 EROÇÃO.....	5
2.2 EROÇÃO HÍDRICA.....	6
2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM NO DESENVOLVIMENTO DA EROÇÃO.....	10
2.4 ESTUDOS SOBRE A ERODIBILIDADE DOS SOLOS – MÉTODOS E APLICAÇÕES.....	13
3. MÉTODOS E MATERIAIS.....	16
3.1 ETAPAS E PROCEDIMENTOS.....	20
4. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DO NOROESTE DO PARANÁ.....	37
4.1 CLIMA.....	37
4.2 GEOLOGIA.....	42
4.3 GEOMORFOLOGIA.....	43
4.4 SOLOS.....	47
5. CARACTERIZAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	56
5.1 CARACTERIZAÇÃO E ERODIBILIDADE DOS PERFIS.....	56
5.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	71
6. PADRÕES DE USO DA TERRA NO NOROESTE DO ESTADO E O PROBLEMA DA EROÇÃO.....	75
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
8. REFERÊNCIAS.....	87
ANEXO 1 - EXEMPLO DOS DADOS APRESENTADOS PELA EMBRAPA.....	91
ANEXO 2 - DADOS PLUVIOMÉTRICOS DAS ESTAÇÕES DE MARINGÁ, PARANAÍ E UMUARAMA	93
ANEXO 3 - INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS DOS PERFIS AVALIADOS.....	97

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01:	MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	4
FIGURA 02:	CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DAS PARTÍCULAS DE SOLOS.....	12
FIGURA 03:	MUNICÍPIOS ONDE FORAM COLETADAS AS AMOSTRAS DE SOLOS.....	17
FIGURA 04:	MUNICÍPIOS ONDE ESTÃO SITUADAS AS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS.....	21
FIGURA 05:	CARTA BASE DO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ.....	22
FIGURA 06:	CLASSES DE ERODIBILIDADE.....	34
FIGURA 07:	ÁREAS REPRESENTATIVAS DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL E USO DA TERRA DO NOROESTE DO PARANÁ.....	35
FIGURA 08:	FLUXOGRAMA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	36
FIGURA 09:	GRÁFICOS DOS REGIMES PLUVIOMÉTRICOS DE MARINGÁ (1996-2005).....	39
FIGURA 10:	GRÁFICOS DOS REGIMES PLUVIOMÉTRICOS DE PARANAÍ (1996-2005).....	40
FIGURA 11:	GRÁFICOS DOS REGIMES PLUVIOMÉTRICOS DE UMUARAMA (1996-2005).....	41
FIGURA 12:	MAPA GEOLÓGICO DO NOROESTE DO ESTADO.....	42
FIGURA 13:	MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO – ÊNFASE NOROESTE.....	44
FIGURA 14:	MAPA DE HIPSOMETRIA DO NOROESTE DO ESTADO.....	46
FIGURA 15:	MAPA DE DECLIVIDADE DO NOROESTE DO ESTADO.....	46
FIGURA 16:	MAPA DE SOLOS DO NOROESTE DO ESTADO.....	47
FIGURA 17:	FOTO DO PERFIL DE LATOSSOLO VERMELHO, TEXTURA ARENOSA.....	48
FIGURA 18:	FOTO DO RELEVO ONDE ESTÃO SITUADOS OS LATOSSOLOS VERMELHOS.....	49
FIGURA 19:	FOTO DO PERFIL DE NITOSSOLO.....	50
FIGURA 20:	FOTO DO PERFIL ARGISSOLO.....	51
FIGURA 21:	FOTO DO RELEVO ONDE ESTÃO SITUADOS OS ARGISSOLOS.....	52
FIGURA 22:	FOTO DO PERFIL DOS NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS.....	53
FIGURA 23:	FOTO DO PERFIL DE NEOSSOLO LITÓLICO.....	54
FIGURA 24:	FOTO DO RELEVO ONDE ESTÃO SITUADOS OS NEOSSOLOS LITÓLICOS.....	55
FIGURA 25:	PADRÃO DE OCUPAÇÃO URBANA E VIAS DE ACESSO EM PARANAÍ.....	76
FIGURA 26:	PADRÃO DE OCUPAÇÃO URBANA E VIAS DE ACESSO EM JAPURÁ.....	77
FIGURA 27:	PADRÃO DE OCUPAÇÃO URBANA E VIAS DE ACESSO EM UMUARAMA.....	77
FIGURA 28:	FOTO DA INDICANDO A FORMA DE OCUPAÇÃO NO RELEVO DE UMUARAMA.....	78
FIGURA 29:	PADRÕES DE CULTIVO VERTENTE – PERPENDICULARES A CURVA DE NÍVEL.....	79
FIGURA 30:	PADRÃO DE USO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE PARANAÍ.....	80
FIGURA 31:	PADRÃO DE USO DA TERRA DOS MUNICÍPIOS DE INDIANÓPOLIS – SÃO TOMÉ E JAPURÁ.....	80
FIGURA 32:	PADRÃO DE USO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE UMUARAMA.....	81
FIGURA 33:	PADRÃO DE USO DA TERRA DOS MUNICÍPIOS DE SANTA CRUZ DE MONTE CASTELO E SANTA IZABEL DO IVAÍ.....	81
FIGURA 34:	EXEMPLOS DE MANEJO E LIMITAÇÕES DO MEIO FÍSICO.....	82
FIGURA 35:	EXEMPLOS DE MANEJO E LIMITAÇÕES DO MEIO FÍSICO.....	83
FIGURA 36:	PADRÃO DE USO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE PITANGUEIRAS.....	84

LISTA DE TABELAS

TABELA 01:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 1.....	57
TABELA 02:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 2.....	57
TABELA 03:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 3.....	58
TABELA 04:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 4.....	59
TABELA 05:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 5.....	60
TABELA 06:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 6.....	60
TABELA 07:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 7.....	61
TABELA 08:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 8.....	62
TABELA 09:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 9.....	62
TABELA 10:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 10.....	63
TABELA 11:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 11.....	64
TABELA 12:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 12.....	65
TABELA 13:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 13.....	66
TABELA 14:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 14.....	66
TABELA 15:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 15.....	67
TABELA 16:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 16.....	68
TABELA 17:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 17.....	68
TABELA 18:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 18.....	69
TABELA 19:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 19.....	70
TABELA 20:	VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 20.....	70
TABELA 21:	HIERARQUIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE DOS SOLOS DO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ.....	74

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1:	QUANTIDADE E LOCAIS DAS COLETAS DAS AMOSTRAS.....	18
QUADRO 2:	PARÂMETROS E AS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS.....	24
QUADRO 3:	PARÂMETROS DEFINIDOS PARA AVALIAÇÃO DA ERODIBILIDADE.....	33
QUADRO 4:	FÓRMULA PARA DEFINIÇÃO DA ERODIBILIDADE.....	33
QUADRO 5:	CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DO NOROESTE PARANAENSE.....	45

RESUMO

O noroeste do estado do Paraná caracteriza-se por apresentar processos acelerados de erosão hídrica na qual comprometem estradas, áreas urbanizadas e agrícolas, trazendo prejuízos sociais, econômicos e diminuindo a capacidade produtiva dos solos. O fluxo superficial da água da chuva, de acordo com o escoamento, produz formas de erosão diferenciadas, como a erosão laminar (remoção aparentemente uniforme da camada superior do solo) e a erosão linear (remoção de sedimentos pelo fluxo concentrado da água superficial ou de sub-superfície). No entanto, de acordo com as características físicas e morfológicas, os solos apresentam capacidades distintas de resistência a ação da água e aos processos erosivos, sendo denominadas de erodibilidade. Desta forma, utilizando informações disponibilizadas no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná da EMBRAPA (1984), a pesquisa propôs classificar os solos do noroeste do Estado do Paraná, de acordo com sua erodibilidade. Para classificação foram considerados sete parâmetros: Profundidade, Horizonte A, Horizonte B, Textura, Estrutura, Flocculação e Embasamento Litológico. Para avaliação mais ampla do problema de erosão nesta porção do Estado, buscou-se juntamente com a avaliação da erodibilidade dos solos, analisar as características do meio físico e os tipos de uso da terra. Os resultados mostraram que os solos mais resistentes à ação dos processos erosivos são aqueles que possuem maior porcentagem de argila e de grau de flocculação. Na classe de baixa erodibilidade estão incluídos quatro perfis que contemplam os Latossolos Vermelhos com textura argilosa, os Nitossolos e Latossolos Vermelhos com textura média arenosa, porém com elevado grau de flocculação das argilas. Na classe de média erodibilidade estão incluídos oito perfis que correspondem aos Latossolos Vermelhos com textura arenosa, o Chernossolo e o Neossolo Litólico. Na classe de alta erodibilidade estão incluídos os perfis de Argissolos, Neossolo Quartzarênico e o Neossolo Litólico, este com porcentagem de argila inferior ao perfil incluído na classe anterior. Por fim, a presente pesquisa pretendeu demonstrar que avaliações mais criteriosas das características morfológicas permitem importantes reflexões em relação a resistência do solo à ação dos processos erosivos, pois passa a considerá-lo em sua complexidade morfológica. Com isso, é possível perceber suas peculiaridades e identificar as variabilidades que apresentam limitações e aptidões de uso, permitindo a execução de diagnósticos mais precisos e soluções mais adequadas para os problemas relacionados a erosão.

Palavras-chave: Solos, Erodibilidade, Noroeste do Paraná.

ABSTRACT

State of Paraná's Northwestern region is characterized by accelerated hydric erosion processes that affect roads, as well as farm and urban areas, bringing economic and social losses, and reducing the productive capacity of the soils. The soils show different resistance features against the action of water and erosive processes, which is called erodability. This research presents a proposal for a methodology to classify the soils in State of Paraná's Northwestern region, according to their erodability, by using the information available in the Soils Recognition Survey for the State of Paraná (Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná), by EMBRAPA (1984). Seven parameters were considered for this classification: depth, horizon, surface and sub-surface diagnoses, texture, structure, flocculation level and geology. Results showed that the soils that are more resistant to the action of erosive processes are those that have the higher percentage of clay and flocculation level. Finally, this research has the purpose of showing that more judicious evaluations of morphological characteristics allow important considerations with respect to the soils' resistance against erosive processes because it considers them in their morphological complexity. Therefore, it is possible to observe their peculiarities and identify the variations that show the use limitations and aptitudes, thus allowing more precise diagnoses and more adequate solutions for the problems related to erosion.

Keywords: Soils, Erodability, Northwest of Paraná.

1. INTRODUÇÃO

A erosão dos solos tem sido um dos principais problemas ambientais enfrentado pela humanidade, tanto que as discussões mundiais voltadas às questões ambientais, têm alertado para as conseqüências geradas pelo uso intensivo deste recurso.

Considerando o solo como recurso finito e fundamental para existência humana, as Conferências de Estocolmo (1972), a ECO 92 e RIO +10 (2001), apontaram para a necessidade da atuação efetiva de profissionais das ciências dos solos para propor medidas de controle à erosão (BRASIL-MMA, 2000, LEPSCH, 2002, CORDIANI, 2001).

No Brasil, cerca de um milhão de toneladas de solos por ano são perdidas por atividades agrícolas. Cabe ressaltar que apenas quatro por cento do território brasileiro apresenta solos favoráveis para o cultivo (BRASIL-MMA, 2000).

Igualmente, o Paraná também sofre com a perda progressiva da produtividade devido à erosão. Desde 1975 vêm-se medindo o nível de erosão no Estado, na qual neste período, computava-se uma média de 13,4 toneladas de hectares por ano (DERPSCH, 1990).

A situação mais alarmante do problema pode ser observada na porção noroeste do Estado, na qual as características limitantes dos solos associadas ao processo histórico de retirada da vegetação nativa, a exploração agrícola e a ocupação urbana contribuíram para o desequilíbrio da paisagem (PONTES, 1977).

O processo de ocupação no noroeste do Estado do Paraná, iniciou-se na década de 1930 com a retirada da vegetação nativa para inserção da agricultura cafeeira e instalação de centros urbanos. O período da produção cafeeira ocorreu de forma rápida, tendo início da produção no final dos anos quarenta e o declínio no início da década de 1960. A principal causa está no esgotamento dos limites naturais dos solos, acarretando na queda de fertilidade e problemas acentuados de erosão (PARANÁ-IPARDES, 2004).

Nos últimos anos da década de 1960, iniciou-se a inserção da cana de açúcar, soja e pastagem acentuando a retirada da vegetação remanescente e a exposição dos solos, acarretando em sérios problemas relacionados à erosão (PARANÁ-IPARDES, 2004).

Nas áreas rurais, ocorreu o parcelamento de glebas de cultivo que se iniciavam nos divisores de água em sentido ao fundo de vale, formando a configuração conhecida como “espinha de peixe”. Da mesma forma, com a exposição do solo e a ação do escoamento superficial, os problemas relacionados a erosão tornaram-se evidentes (PONTES, 1977).

Já os núcleos urbanos instalaram-se nos divisores de água, devido a configuração do relevo que apresenta pouca declividade e colina amplas. Com o crescimento, expandiram-se ao longo das vertentes promovendo a impermeabilização dos solos por meio dos arruamentos, acarretando na concentração do escoamento superficial das águas da chuva e acelerando os processos de erosão (SUCEAM, 1994).

Atualmente, devido a demanda pelo álcool combustível, o cultivo da cana de açúcar tem, novamente, substituído as plantações de soja e milho em todo noroeste paranaense. Nos últimos cinco anos, a área com soja cresceu 18% enquanto a cana de açúcar teve aumento de 23%. As regiões de Umuarama e Paranavaí somam juntas 45% de toda a área cultivada do estado (GAZETA DO POVO, 2007).

Os processos de ocupação, rural e urbano, associados às características peculiares do meio físico foram os principais motivos que geraram sérios problemas relacionados aos processos de erosão hídrica.

O noroeste do Paraná caracteriza-se por apresentar, em grande parte, solos arenosos desenvolvidos sobre a Formação Caiuá. Devido a textura arenosa, estes solos acabam apresentando pouca resistência a ação dos processos erosivos, que resultam em erosões hídricas laminares (que afeta as camadas superficiais dos solos) e lineares (nas formas de sulcos, ravinas e voçorocas) e acabam gerando conseqüências sociais e econômicas à população envolvida (SUCEAM, 1994).

A partir da década de 1970, foram tomadas medidas para controle e correção dos problemas oriundos do uso inadequado da terra. Órgãos como a antiga Superintendência de Controle à Erosão no Paraná (SUCEPAR, 1976), posteriormente a Superintendência de Controle da Erosão e Saneamento Ambiental (SUCEAM, 1988), o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), dentre outros, realizaram trabalhos detalhados com intuito de recuperar e controlar o processo em áreas afetadas. No final da década de 1980 o IAPAR elaborou o relatório intitulado “Inventário de Áreas Críticas no Noroeste do Paraná”, apresentando propostas preventivas de uso da terra por meio do mapeamento dos solos e avaliação da erodibilidade dos solos (IAPAR, 1990). Em 1995, a SUCEAM em convênio com a Universidade Estadual de Maringá (UEM), elaborou as cartas geotécnicas dos municípios de Paraíso do Norte, Altônia, Querência do Norte e Cianorte, contribuindo para o planejamento urbano e periurbano do noroeste do Estado.

Devido a problemática da erosão enfrentada no noroeste do Paraná, principalmente no que se refere às características naturais dos solos e a influencia destas características

para o desencadeamento dos processos erosivos, adotou-se esta área para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Considerando o problema de erosão no noroeste do Estado do Paraná, a análise das características morfológicas que influenciam na resistência natural de determinado solo frente à ação dos processos erosivos, torna-se fator relevante nos estudos preventivos e corretivos.

Entende-se que as limitações dos solos estão associadas às suas características morfológicas sendo possível prever sua maior ou menor resistência à erosão hídrica, ou seja, sua erodibilidade.

O presente trabalho parte do pressuposto que para obter resultados satisfatórios em estudos sobre erosão, o solo deve-se ser avaliado minuciosamente, considerando suas características morfológicas básicas como profundidade, tipos de horizontes A e B, textura, estrutura e grau de flocculação. Estas características devem, também, ser analisadas conjuntamente a outros fatores determinantes como geologia, relevo, pluviometria e uso da terra.

Os estudos que visam determinar a capacidade erosiva de uma paisagem utilizam como critério de avaliação a correlação entre as variáveis do meio físico. Trabalhos baseados nas propostas de Ross (1994), Crepani (2001), dentre outros, contribuem ao propor critérios de mensuração para as classes de solos nestes estudos, no entanto não consideram nas suas metodologias, as características morfológicas para determinar a resistência natural destes.

Ressalta-se que avaliações mais criteriosas das características morfológicas permitem importantes reflexões em relação a resistência do solo à ação dos processos erosivos, pois passa a considerá-lo em sua complexidade morfológica e em suas relações com substrato rochoso, clima e relevo. Com isso, é possível perceber suas peculiaridades e identificar as variabilidades que apresentam limitações e aptidões de uso, permitindo a execução de diagnósticos mais precisos e soluções mais adequadas para os problemas de erosão. Desta forma, considerando que as propriedades morfológicas influenciam na resistência dos solos à ação dos processos erosivos, alerta-se para a necessidade de se contemplar estas características em estudos da paisagem.

Neste sentido, o objetivo geral desta pesquisa corresponde na avaliação dos perfis de solos do noroeste do Estado (FIGURA 1) e hierarquização de acordo com o nível de erodibilidade. Para isto, estabeleceram-se como parâmetros de análise as características

morfológicas como Profundidade, Horizonte A e B, Textura, Estrutura, Flocculação dos horizontes A e B e Embasamento Litológico.

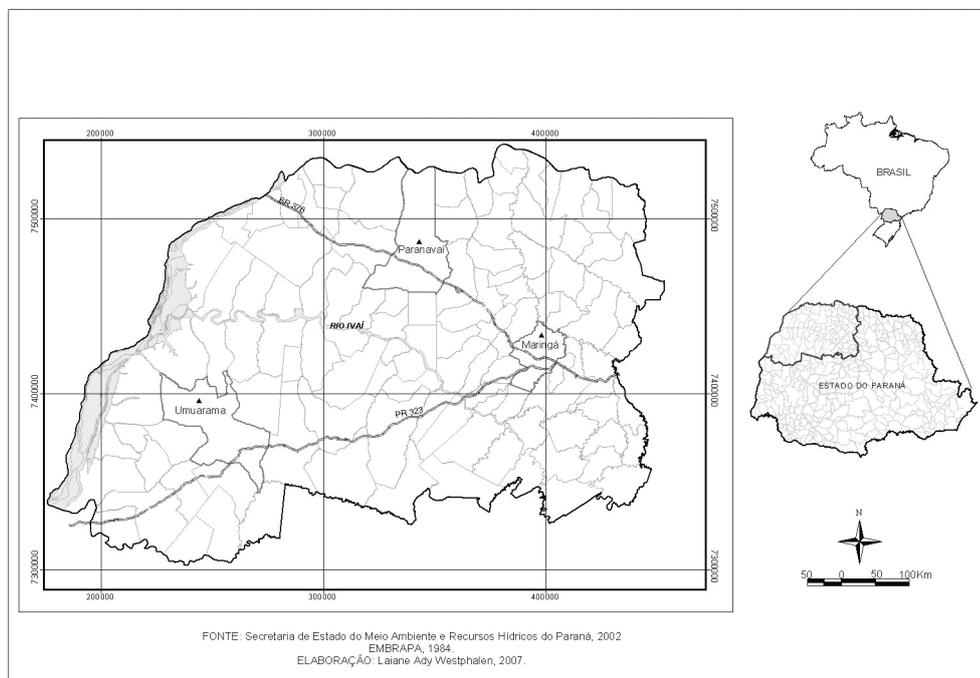
Embora as características intrínsecas aos solos sejam fatores determinantes na resistência destes à erosão, a forma de manejo e ocupação da terra influenciam na aceleração destes processos enquanto consequência da intervenção antrópica. Neste sentido, a identificação dos padrões de uso e ocupação são importantes para apontar fatores potenciais para aceleração da erosão.

Para atender os objetivos gerais, são necessários atingir alguns objetivos específicos que são:

- Caracterização do meio físico;
- Definir parâmetros para avaliação da erodibilidade dos solos a partir dos perfis;
- Elaborar mapas de uso da terra de áreas representativas do noroeste do Estado

Por fim, a pesquisa está estruturada em quatro partes principais que se referem a revisão bibliográfica, a apresentação dos materiais e métodos utilizados, a apresentação dos resultados obtidos e a discussão destes resultados.

FIGURA 1: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentadas discussões consideradas fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa.

Primeiramente será apresentada a erosão como um problema mundial. No segundo momento, será discutida a erosão hídrica, tanto laminar quanto linear, e forma de desenvolvimento destes tipos de erosão. No terceiro item, estão dispostos os principais fatores que influenciam no desenvolvimento dos processos erosivos e o conceito de erodibilidade. E por fim, serão apresentados alguns estudos e métodos relacionados ao problema de erosão.

2.1 EROSÃO

O problema da erosão dos solos tem sido uma preocupação mundial, além de gerar queda na produtividade agrícola, compromete também a qualidade dos rios acentuando processos de assoreamento e enchentes, afetando principalmente a população de baixa renda de países subdesenvolvidos.

Esta problemática não é fato recente na história da humanidade, pois diversas civilizações antigas, como a Romana, Maia e Mesopotâmia, enfrentaram problemas relacionados à utilização inadequada do solo (FAO, 1976; CORDIANI, 2001).

De acordo com Bigarella (2003), FAO (1976) a erosão pode ser geológica (ou natural) e erosão acelerada. A erosão é um processo contínuo, responsável pelas modificações ocorridas na superfície terrestre sendo ocasionada pela ação da água, dos ventos, por mudanças climáticas e atividades biológicas. Quando estes processos atuam naturalmente, sem a intervenção humana, é denominada de erosão geológica ou natural. A proteção do solo por cobertura vegetal e o emprego de atividades que não ultrapassem os limites físicos ambientais de determinado sistema são fatores imprescindíveis para que o processo erosivo ocorra de forma equilibrada.

A erosão acelerada ocorre com a retirada da cobertura vegetal para inserção de atividades agrícolas e pastoris, expondo o solo ao impacto da água e fazendo com que as camadas superficiais sejam transportadas mais rapidamente. O processo não afeta somente o local de origem, mas toda extensão envolvida pelo transporte e deposição dos sedimentos erodidos, causando assoreamento, enchentes e queda na produtividade (op cit).

No Brasil, a atividade agrícola intensiva iniciou-se no começo do século XIX afetando áreas como a Mata Atlântica, tendo parte degradada com a prática de queimadas e rotação curta e exaustiva de cultura (BRASIL-MMA, 2000).

Para Lepsch (2002) algumas áreas do país caracterizaram-se pela agricultura do café, que caminhou sempre em busca de novas terras produtivas para a cultura. Estados como Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, tiveram seus solos empobrecidos pela prática intensiva e falta de medidas de recuperação.

A partir de 1960, inseriu-se no país práticas de uso provenientes do pacote da Revolução Verde, propiciando aos agricultores o cultivo em larga escala de monoculturas. Nos primeiros anos, o novo padrão apresentou aumentos na produção em quase todas as culturas, no entanto não foi previsto métodos de conservação e práticas eficientes de manejo.

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (2000) apenas quatro por cento dos solos destinados à agricultura são considerados favoráveis por serem profundos, bem drenados, apresentarem textura argilosa e boa fertilidade natural. Estes representam aproximadamente 35 milhões de hectares que se distribuem irregularmente no território nacional. Por outro lado, estima-se que o Brasil apresenta perda anual de um milhão de toneladas de solos decorrentes do processo de erosão (BRASIL-MMA, 2000).

Um dos principais tipos de erosão é decorrente do impacto e do escoamento da água. O fluxo superficial da água da chuva, de acordo com o escoamento, produz formas de erosão diferenciadas, como a erosão laminar que consiste na remoção aparentemente uniforme da camada superior do solo e a erosão linear que se caracteriza na remoção de sedimentos pelo fluxo concentrado da água superficial ou de sub-superfície.

2.2 EROSÃO HÍDRICA

Somente a partir da metade do século XX descobriu-se que a água é um dos agentes desencadeadores do processo de erosão por meio do desprendimento das partículas dos solos pelas gotas de chuva. Sucintamente, pode-se dizer que o processo de erosão inicia-se com o impacto da água da chuva contra o solo, desprendendo as partículas e transportando-as pelo escoamento superficial (BERTONI & NETO, 1990).

Para Guerra (1999) esta fase de ruptura dos agregados é denominada de splash ou erosão por salpicamento. Para o autor, o splash contribui tanto na desagregação das

partículas como na selagem da superfície, diminuindo a porosidade e a infiltração da água e, conseqüentemente, aumentando o escoamento superficial e remoção de sedimentos.

A água pode tanto causar o splash e escoar pela vertente, quanto se infiltrar aumentando o teor de umidade do solo e saturá-lo. Com a saturação, a água também pode ficar armazenada nas pequenas irregularidades do relevo formando poças e potencializando o escoamento superficial (GUERRA, 1999).

De acordo com a forma de escoamento, a erosão pode ser laminar, que é a remoção de uma camada uniforme da superfície do solo ou erosão linear cuja remoção de sedimentos ocorre de forma concentrada.

Na erosão laminar, o fluxo da água desloca-se uniformemente vertente abaixo removendo progressivamente as camadas superficiais dos solos. Para Guerra (1999), o fluxo laminar pode ser considerado o primeiro estágio do processo erosivo, compreendendo um fluxo mais ou menos regular que desce por uma superfície com poucas irregularidades.

Para Bertoni e Neto. (1990), este tipo de erosão é uma das formas mais graves, pois não é facilmente detectada. O fluxo laminar ocorre de forma lenta e não perceptível à curto e médio prazo, gerando conseqüências alarmantes em áreas agricultáveis.

Outra forma que afeta na remoção de sedimentos dos solos é o fluxo concentrado da água, resultado da convergência do escoamento superficial. Este fluxo pode iniciar-se a partir de micro depressões no relevo ou da forma da vertente gerando, a princípio, sulcos e ravinas (CASSETTI, 2006).

De acordo com FAO (1967), não há como estabelecer o início do processo de formação de sulcos e ravinas. No entanto a intensidade e quantidade de sulcos dependem das características da superfície do terreno, assim como da velocidade do escoamento.

Com os obstáculos do terreno, surgem filetes de água que darão início ao processo de erosão em sulcos. Nestes filetes, pode ocorrer a turbulência da água aumentando a capacidade de transporte de partículas maiores que aquelas transportadas pelo escoamento laminar difuso. Normalmente o escoamento concentrado aprofunda os sulcos e passa a desagregar maior número de partículas, arrastando-as vertente abaixo. A erosão torna-se mais efetiva pela ação do fluxo da água carregado de sedimentos, possuindo maior poder erosivo no atrito com o fundo e com as paredes do sulco (BIGARELLA, 2003).

Cabe ressaltar, que o relevo apresenta um fator importante para a concentração do escoamento e aumento de sua força erosiva, tanto no caso de sulcos quanto de ravinas. O

comprimento, a forma e a declividade das vertentes são fatores geomorfológicos influentes no processo.

Para alguns autores a diferença entre sulcos e ravinas esta relacionada à dimensão e profundidade dos fluxos. Bigarella (2003) considera a erosão em forma de sulcos quando estes não ultrapassam a 30 cm de profundidade, já o valor limitado para ravina está em valores acima de 1 metro. Oliveira (1999) considera fluxos em forma de ravina quando estas não ultrapassam 50 cm de profundidade.

Para os pesquisadores do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), sulcos ou ravinas são mecanismos erosivos exclusivamente ligados ao fluxo concentrado e superficial da água, cujas formas não são esculpidas pelo afloramento do lençol freático.

As voçorocas, por sua vez, são formas de erosão ocasionadas pelo fluxo concentrado de água, no entanto a mesma apresenta dinâmica mais complexa que a erosão em sulcos ou ravinas, pois envolve tanto a concentração de água em superfície quanto em sub-superfície, caracterizando-se por desmoronamentos e pelo afloramento do lençol freático (IPT, 1989).

Para o IPT (1989), as principais causas para o desenvolvimento da erosão por ravinas e voçorocas estão associadas à textura, estrutura e profundidade do solo. São comumente observadas erosões em solos cuja textura é arenosa ou média, com estrutura prismática e com profundidade elevada.

De acordo Bigarella (2003), as voçorocas estão normalmente relacionadas à áreas sedimentares arenosas, com presença de solos desenvolvidos.

As voçorocas, enquanto fenômenos naturais apresentam uma dinâmica cíclica, constituindo basicamente de quatro fases: A primeira constitui na erosão do canal e encaixamento deste; a segunda caracteriza-se pelo retrocesso da cabeceira e rápido alargamento; a terceira fase é de recomposição; e por fim a última fase é a estabilização da mesma. No entanto, o autor ressalta que atualmente o fenômeno é originado pelo desequilíbrio hidrológico causado principalmente pela ocupação de terras e remoção generalizada da vegetação existente.

A ação do fluxo hídrico subterrâneo tem sido fator decisivo para a evolução rápida das voçorocas e pode ser evidenciado pelos fenômenos de desabamento da base, provocado pela erosão tubular. A erosão interna é causada pelo fluxo da água em subsuperfície que pode ser perene, sazonal ou instantânea, estando vinculada à saturação de um determinado horizonte do solo após período longo de chuva (BIGARELLA, 2003).

Dentre os fatores que geram fluxo de subsuperfície pode-se considerar as discontinuidades texturais entre os horizontes. Neste caso destacam-se os solos com horizonte B textural (Bt), como os Argissolos, que devido a elevada concentração da argila no horizonte iluvial, proporciona fluxo de subsuperfície paralelo às camadas menos permeáveis. Texturas diferenciadas, entre camadas arenosas e argilosas, e o confinamento da água percolada implicam na erosão interna ou '*piping*', que além de promover o desabamento da superfície, pode avançar para o interior do terreno (CASSETI, 2006).

O IPT (1989), por sua vez, aponta que as voçorocas podem ser formadas por dois fatores, seja por alterações hidrológicas das bacias de contribuição associadas a desmatamentos; ou originadas por concentração das águas superficiais. O primeiro encontra-se relacionado a desequilíbrio hidrológico, gerando alterações no regime de vazões e criando condições para o surgimento do piping com conseqüente erosão remontante. O segundo grupo encontra-se vinculado ao lançamento concentrado de águas pluviais, como em seções periurbanas, ao longo de estradas, áreas de manejo agrícola inadequado, trilhas de gado, entre outras.

Resumidamente, cabe ressaltar que a erosão laminar normalmente ocorre em solos que apresentam forte coesão entre as partículas, porém apresentam baixa permeabilidade, propiciando a ação do escoamento superficial. Por outro lado, a erosão linear, como sulcos, ravinas e voçorocas são comuns em solos que apresentam menor resistência entre os agregados. Porém o fenômeno do processo erosivo em forma de voçorocas é mais complexo exigindo conhecimento mais aprofundado do material de origem, do desenvolvimento pedológico e da dinâmica hidrológica. Para este último, sugere-se também maior atenção aos fluxos de água nas imediações da cabeceira e seu modo de recuo para controle mais efetivo do fenômeno (OLIVEIRA, 1999; BIGARELLA, 2003; GUERRA, 1999).

Reconhecendo a erosão linear, em estágio de voçorocamento, como a forma mais complexa do problema, compreende-se a necessidade de estudos detalhados de comportamento hídrico e análises envolvendo a características das transições laterais dos sistemas pedológicos ao longo da vertente (BOULET, 1988; NAKASHIMA, 1999; SALOMÃO, 1994; SANTOS, 1995).

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM NO DESENVOLVIMENTO DA EROSÃO

A erosão do solo causada pela água é um processo complexo e depende da intensidade, quantidade da chuva, características do relevo (comprimento, forma e declividade das vertentes), cobertura vegetal e natureza dos solos.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), o volume, intensidade e duração da chuva são fatores importantes quando se trata de erosão hídrica, pois determina a quantidade de água infiltrada ou escoada pela vertente.

A infiltração corresponde ao movimento da água no solo e ocorre normalmente quando as condições de relevo impedem o escoamento superficial. Além do relevo, as características morfológicas dos solos são fatores relevantes para favorecer ou não a infiltração (HILLEL, 1972).

O escoamento superficial ocorre quando parte ou o total da água precipitada deixa de infiltrar. As principais razões são decorrentes da declividade, intensidade da chuva e baixa densidade ou ausência da cobertura vegetal (CASSETI, 2006).

Conforme Bigarella (2003) o escoamento superficial das águas da chuva é um agente ativo para o desenvolvimento do processo de erosão. A partir do escoamento ocorre o transporte seletivo de partículas que apresentam menor resistência a energia hidráulica. Neste sentido, o autor ressalta que o escoamento torna-se um agente potencial somente quando seu poder de erosão excede a resistência do solo, isto é, quando a energia da água for superior a capacidade de coesão das partículas dos solos.

Considerando as características do meio físico, pode-se dizer que o relevo representa papel significativo para o início do processo erosivo. A topografia do terreno, principalmente a declividade, comprimento forma de vertente também influenciam no início e na intensidade do processo erosivo.

De acordo com Lepsch (2002) em relevos planos ou suavemente ondulados, a energia hidráulica é menor, escoando com menor intensidade e favorecendo a infiltração da água. O contrário ocorre em locais com declividade acentuada, no qual o escoamento será maior que a infiltração.

Para Bertoni e Lombardi Neto (1990) o comprimento da vertente é tão importante quanto a declividade, pois quanto maior o comprimento maior será o caminho percorrido pelas águas, aumentando a velocidade do escoamento e a quantidade de material removido e transportado. Os autores alertam para o fato que normalmente as pesquisas desenvolvidas

relacionam a erosão apenas com declividade, desconsiderando a importância do comprimento e formas das vertentes.

A cobertura vegetal, por sua vez, é igualmente fator relevante na determinação do processo erosivo, protegendo o solo contra o impacto direto da chuva, aumentando a taxa de infiltração do solo e diminuindo o escoamento superficial. Há também o aumento da taxa de matéria orgânica e da capacidade de retenção da água (TRICART, 1977, BERTONI E LOMBARDI NETO, 1990).

Baver (1972) destaca que a vegetação intercepta as gotas da chuva reduzindo a energia e a força do impacto no solo, evitando a ação erosiva. Outro fator relevante está relacionado ao papel das raízes que aumenta a estrutura e a porosidade do solo, influenciando na sua capacidade de infiltrar a água.

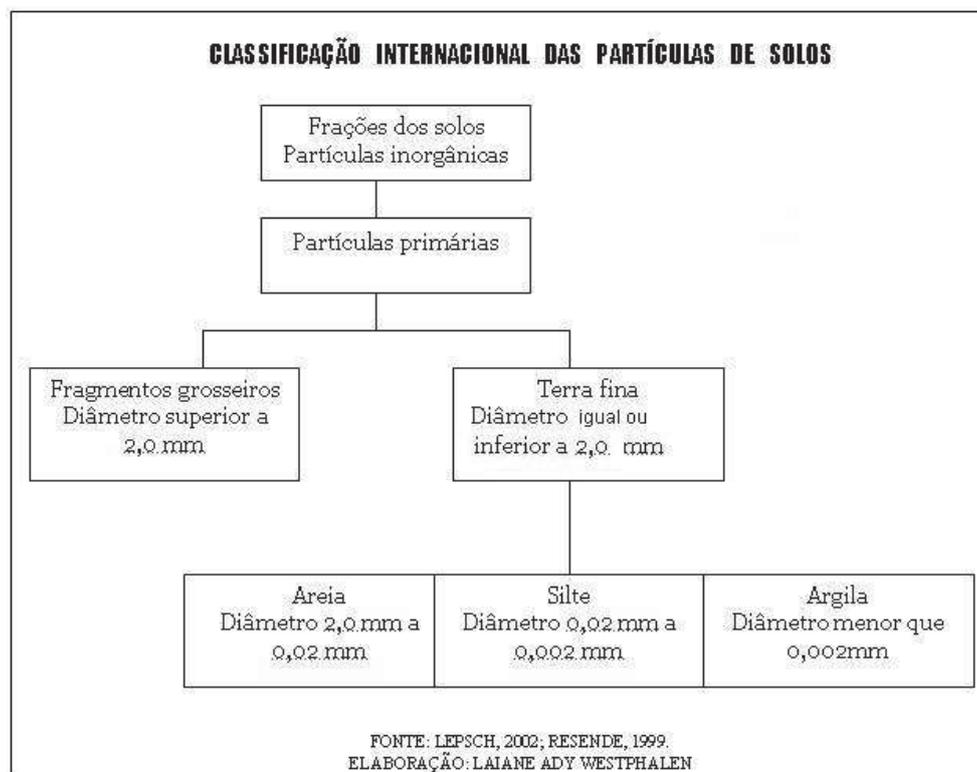
A natureza do solo também apresenta grande relevância no desencadeamento dos processos erosivos. A erosão não ocorre de forma semelhante em todos os solos, mesmo em condições ambientais semelhantes. As propriedades físicas, como a textura e a estrutura, assim como as características químicas e biológicas influenciam na resistência aos processos de desagregação e transporte de sedimentos. Desta forma, conforme as condições físicas, os solos apresentam níveis diferentes de resistências à ação das águas, mesmo em condições semelhantes de topografia, chuva e vegetação. Neste sentido, o conceito de erodibilidade está associada às propriedades inerentes ao solo e sua resistência à erosão (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1990).

Dentre as principais características físicas que irão influenciar no grau de erodibilidade dos solos estão a textura, a estrutura e a porosidade.

A textura é a proporção das frações de areia, silte e argila e compõem a parte partículas inorgânicas do solo (FIGURA 2). Quando individualizadas são denominadas de partículas primárias, sendo classificadas em dois grupos de acordo com o tamanho: Fragmentos Grosseiros e Terra Fina. Neste caso, fragmentos grosseiros, são constituídos por partículas com diâmetro médio superior a 2,0 mm. A terra fina, constituído por partículas com diâmetros iguais ou inferiores a 2,0 mm. Estas, por sua vez, são divididas em três classes de acordo com a classificação internacional, sendo a areia quando o diâmetro varia de 2,0 a 0,02 mm, o silte quando varia entre 0,02 e 0,002 mm e a argila quando o tamanho é menor que 0,002 (LEPSCH, 2002; RESENDE, 1999).

Outro fator a ser ressaltado refere-se à estabilidade da textura, tanto a quantidade quanto o tamanho das partículas distribuídas no solo são dificilmente alteráveis, sendo considerada uma propriedade básica de análise (MONIZ 1972).

FIGURA 2: CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DAS PARTÍCULAS DE SOLOS



Em condições normais, as frações de argila, silte e areia encontram-se agregadas no solo e a resistência dessa agregação influenciará na erodibilidade deste. Guerra (1999), destaca que a infiltração ocorre mais rapidamente nos solos que contém agregados maiores e mais estáveis. As diferentes maneiras como as partículas dos solos estão agregadas denomina-se de estrutura e pode apresentar diferentes formas, tamanho e grau de desenvolvimento, exercendo importante papel na porosidade e na capacidade de infiltração da água.

Para Grohmann (1972), a porosidade está relacionada a estrutura do solo. As partículas variam em tamanho e o seu arranjo produz poros com formas e dimensões distintas. Estes tamanhos e formas influenciam na capacidade de infiltração e circulação da água no solo. Quanto melhor a capacidade de infiltração e circulação, menor será a água disponível na superfície favorecendo o escoamento superficial e transporte de partículas.

O autor destaca que os macroporos facilitam a drenagem, enquanto os microporos tendem a reter a água. A presença de macroporos nos solos arenosos favorece a drenagem,

enquanto os solos argilosos saturam-se mais rapidamente devido a presença de microporos, dificultando a infiltração e favorecendo o escoamento superficial.

Por outro lado, decorrente da pouca quantidade de argila presente, os solos arenosos apresentam estruturas menos resistentes ao impacto da água da chuva que os solos argilosos, o que faz com que a probabilidade de erosão naqueles solos seja maior.

2.4 ESTUDOS SOBRE A ERODIBILIDADE DOS SOLOS – MÉTODOS E APLICAÇÕES

A temática da erosão tem sido amplamente discutida no âmbito técnico e científico, com intuito de promover métodos e técnicas capazes de apresentar resultados eficazes na prevenção e correção destes problemas.

De acordo com Silva (2003), os métodos de estudos em erosão podem variar com a natureza do fenômeno e com os objetivos do pesquisador.

Dentre os métodos que visam avaliar a erosão laminar, o mais popular é a *Universal Soil Loss Equation* - Equação Universal de Perdas dos Solos (USLE/EUPS, 1978). A USLE foi desenvolvida nos Estados Unidos como ferramenta a ser utilizada no planejamento conservacionista do uso da terra, tendo como objetivo estimar a média anual de solo perdido pela erosão hídrica. A USLE expressa a ação combinada de elementos controladores da erosão e são representados pela erosividade (capacidade erosiva da chuva), erodibilidade (resistência dos solos), declividade, cobertura, manejo e prática conservacionista. Estes são quantificados chegando-se ao resultado numérico final que indicará a quantidade de perda do solo da área estudada (RENARD, 1994 p.105).

Salomão (1999) destaca que quanto menor for a parcela da área estudada, mais preciso será o resultado do cálculo da USLE, pois estará apresentando menores variações espaciais em relação aos fatores analisados. O autor destaca que em estudos regionais de erosão (escala pequena), os valores numéricos de perdas de solo não podem ser tomados como dados reais, servindo apenas para categorizar qualitativamente as áreas mais suscetíveis à erosão laminar.

Para Nearing (1994), a crítica está na falta de resultados satisfatórios em situações que não correspondem àquelas que serviram para o desenvolvimento do método, e ressalta que a adaptação para novos ambientes requer grande investimento em pesquisas e em tempo para o desenvolvimento do banco de dados.

Outro fator limitante é destacado por Machado (2006) quando alega que, embora o método seja aplicado em bacias hidrográficas, este não foi desenvolvido para responder algumas questões inerentes a dinâmica do sistema, uma vez que não computa satisfatoriamente as taxas de deposição e descarga dos sedimentos erodidos.

A “Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso” desenvolvido por Lepsch (1983) é também amplamente aplicado no meio técnico e acadêmico. Para o autor, cada solo tem um limite máximo de possibilidade de uso, que ultrapassado, resulta no desencadeamento dos processos erosivos. Neste sentido, a identificação do grau de capacidade de uso indica a intensidade máxima de cultivo que pode ser aplicada em determinado solo. Para classificação de terras, o autor propõe a elaboração de mapas detalhados de solos, mapas de topografia, uso da terra e de identificação dos danos causados pela erosão. Com a interpretação, é possível distinguir as unidades de capacidade de uso úteis para diferentes sistemas de plantio.

Além das propostas acima citadas, pode-se apresentar resumidamente, outras formas de avaliação como: o Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola de Terras, utilizado pela Embrapa, cujos critérios apóiam-se na *Soil Survey Manual* (EUA, 1951), e na metodologia desenvolvida pela FAO (1976), para determinação da produtividade agrícola dos solos. A WEPP (*Water Erosion Prediction Project*), que corresponde à uma técnica que objetiva apontar individualmente os componentes que estão influenciando a erosão. A EPM (*Erosion Potencial Method*) e a PSIAC (*Pacific South West Inter Agency Committee Method*) também tem apresentados resultados significativos para avaliação do problema (NEARING, 1994).

Outros estudos buscam avaliar a temática da erosão de forma mais detalhada. Salomão (1999) destaca que para estudos de erosão linear, além do entendimento da relação entre os fatores naturais, é fundamental conhecer o comportamento das águas da chuva e do lençol freático. Essas características podem ser determinadas na análise dos solos considerando sua variabilidade ao longo da vertente. Para isto, a Análise Estrutural da Cobertura Pedológica é uma técnica fundamental para entender a dinâmica hídrica e pedológica ao longo da vertente e a influência nos processos erosivos.

Queiroz Neto (2000) ressalta a importância da observação de alguns aspectos ao interpretar a relação solo/relevo. O autor demonstra em seus estudos que a circulação da água é responsável por ações geoquímicas que redistribuem ou eliminam elementos das vertentes, provocando modificações nas formas e gerando novas feições. Ressalta que os processos morfogenéticos e pedogenéticos atuam contemporânea e solidariamente. Neste

sentido, conclui que a Análise Estrutural da Cobertura Pedológica aparece como instrumento de grande relevância para o estudo da gênese e evolução das formas e feições dos relevos e dos processos decorrentes.

Nakashima (1999) ao estudar os sistemas pedológicos no Noroeste do Estado do Paraná, comprovou que com essa abordagem é possível definir áreas, setores de vertentes com diferentes suscetibilidades ao ravinamento ou voçorocamento, sendo neste sentido, mais indicado para estudos detalhados.

Cabe ressaltar que estes métodos são os comumente utilizados no meio técnico e acadêmico e a aplicabilidade de cada um dependerá dos objetivos do pesquisador, escala de análise e características da área de estudo.

Para a presente pesquisa adotou-se como forma de avaliação o estudo da erodibilidade dos solos avaliando suas características morfológicas como profundidade, tipos de horizontes A e B, textura, estrutura e grau de floclulação. De acordo com Zachar (1982) apud Silva (2003) este tipo de estudo está utilizando métodos “pedológicos”, cujo intuito é investigar a resistência de determinado solo à desagregação e transporte das partículas. Esta investigação também pode ser estabelecida analisando-se outros fatores responsáveis pelo processo erosivo, como geologia e uso da terra. Portanto, o estudo está visando avaliar a resistência de um solo à ação dos processos erosivos, conjuntamente com outros fatores que permitirão melhor compreensão das características naturais dos solos analisados.

3. MÉTODOS E MATERIAIS

A concepção e o desenvolvimento da pesquisa tiveram como alicerces dois fatores principais:

Primeiro, a grande disponibilidade de dados sobre as características físicas dos solos. E segundo, a pouca atenção dada à complexidade dos solos em estudos voltados a análise integrada da paisagem.

Em relação a disponibilidade dos dados, a EMBRAPA (1984) realizou um vasto levantamento dos solos do Estado do Paraná. Embora haja a disponibilidade destes dados, poucos trabalhos utilizam para enriquecer os resultados de suas análises, principalmente trabalhos cuja preocupação está voltada à análise integrada do meio físico.

Estes dados são resultados de coletas minuciosas de amostras dos perfis de solos representativos do Estado. Estes perfis apresentam dados detalhados de porcentagem de areia, silte, argila, grau de flocculação, profundidade, características dos horizontes A e B, estrutura encontrada nos horizontes, dentre outras informações não utilizadas para a realização deste trabalho, como informações químicas e mineralógicas (ANEXO 1).

O levantamento foi promovido pela antiga Comissão de Recursos Naturais Renováveis do Estado do Paraná – CERENA, órgão posteriormente absorvido pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, em conjunto com o Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da EMBRAPA, com intuito de catalogar os diferentes solos do Estado do Paraná conforme sua distribuição geográfica e suas características físicas, químicas e mineralógicas.

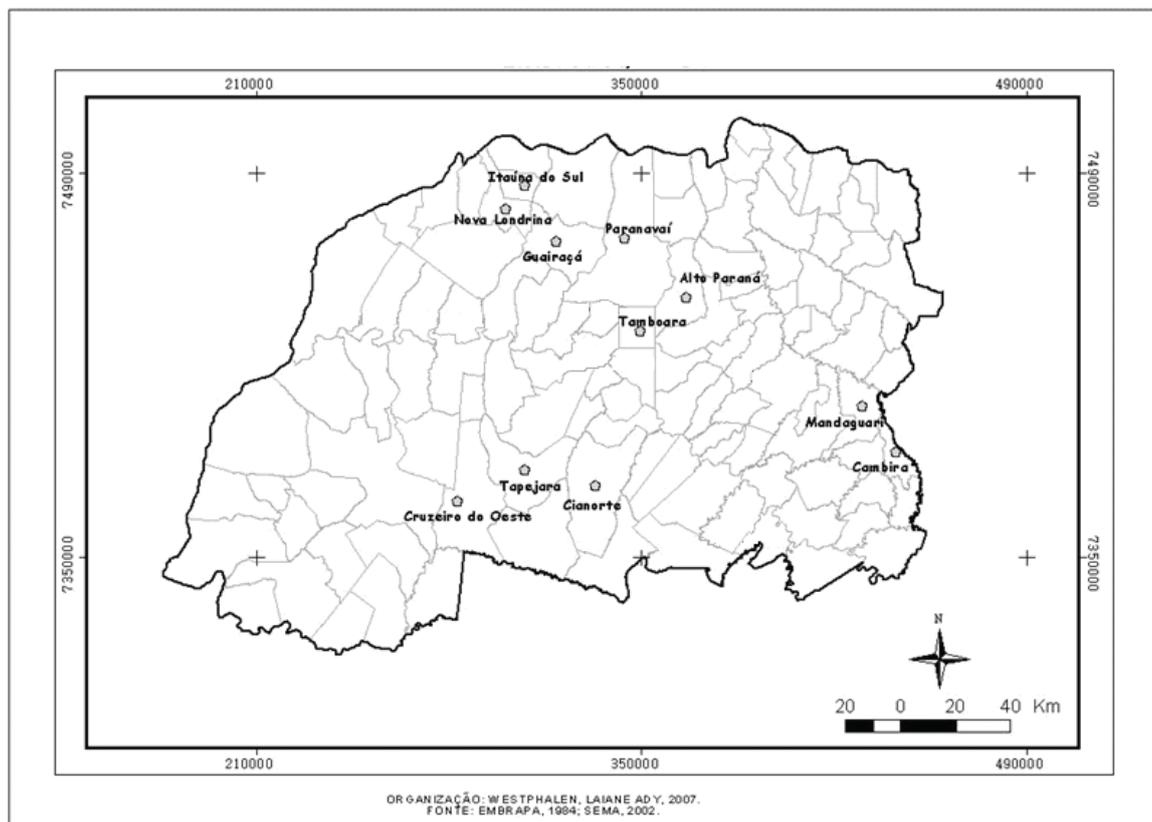
O resultado deste trabalho consistiu na edição de dois (2) relatórios (TOMO I e II) com informações do meio físico, dados quantitativos e descritivos das amostras coletadas e, por fim, o mapeamento generalizado dos solos na escala 1:300.000.

Para o levantamento dos perfis, a EMBRAPA, dividiu o estado em onze (11) áreas, sendo a área um (1) correspondente ao noroeste do Estado, na qual se totalizam vinte perfis das principais classes de solos, distribuídos em onze municípios (FIGURA 3).

Destes perfis avaliou-se os atributos diagnósticos dos solos como horizontes A e B, as propriedades morfológicas como textura, estrutura, grau de flocculação e a influencia do material de origem, que passam a ser considerados como parâmetros de análise e de quantificação para definição da erodibilidade de cada perfil.

Cabe ressaltar que estes dados foram utilizados para embasar o modelo elaborado, cujo intuito foi avaliar a erodibilidade dos solos considerando o conjunto das características morfológicas.

FIGURA 3: MUNICÍPIOS ONDE FORAM COLETADAS AS AMOSTRAS DE SOLOS



O quadro 1 apresenta a quantidade de amostras disponíveis de cada classe de solo e os municípios onde foram coletadas.

QUADRO 1: QUANTIDADE E LOCAIS DAS COLETAS DAS AMOSTRAS

MUNICÍPIO	AMOSTRAS	TIPOS DE SOLOS COLETADOS
GUAIRAÇÁ	2	2 Latossolos Vermelho
CIANORTE	1	1 Latossolos Vermelho
NOVA LONDRINA	2	2 Latossolos Vermelho
PARANAVAÍ	4	1 Latossolos Vermelho 3 Argissolos V.A.
ITAÚNA DO SUL	1	1 Latossolos Vermelho
MANDAGUARI	4	1 Latossolos Vermelho 1 Chernossolos 2 Neossolos Litólicos
CAMBIRA	1	1 Latossolos Vermelho
ARAPONGAS	1	1 Nitossolos
CRUZEIRO DO OESTE	2	2 Argissolos
ALTO PARANÁ	1	1 Neossolo Quartzarênico
TAPEJARA	1	1 Argissolos
TOTAL:	20	20

Outro fator está relacionado na falta de novas propostas para definição do nível de erodibilidade dos solos nos estudos integrados da paisagem.

Trabalhos como de Ross (1994) e Crepani (2001), visam determinar a capacidade erosiva de uma paisagem utilizando como critério de avaliação, a correlação das variáveis do meio físico. Dentre estas variáveis, o solo passa ser um dos elementos de análise, mensurados a partir de algumas de suas características básicas, como textura e profundidade.

A proposta inicial de Ross (1994) apresenta valores de erodibilidade baseando-se principalmente nas características de gênese e textura das classes, desconsiderando outros fatores que enriqueceriam e apresentariam resultados mais satisfatórios. Crepani (2001), por sua vez, propõe uma classificação de erodibilidade adotando como critério a profundidade dos solos. Desta forma, o autor incluiu na mesma classe solos com níveis de erodibilidade adversos, como os Podzólicos (Argissolos) e Terra Roxa Estruturada (Nitossolos).

Por outro lado, trabalhos baseados em Ross (1994) e Crepani (2001) estão preocupados em aprimorar o método trazendo como propostas a inserção de novas variáveis relacionadas à geomorfologia ou climatologia, porém não apresentam meios de aprimoramento para análise dos solos, mesmo sendo o principal motivador destas pesquisas.

Porém, ao analisar a instabilidade das unidades ecodinâmicas da APA de Guaratuba/PR, Silveira (2005) contribuiu ao incluir novas formas de definição da erodibilidade dos solos. Baseado nas propostas de Tricart (1977), Ross (1994) e Crepani (2001) o autor incluiu as características de textura e tipos de horizonte A.

Por fim, avaliações criteriosas das características morfológicas contribuem para os estudos da paisagem por permitirem reflexões sobre a complexidade dos solos e sua resistência a ação dos processos erosivos. Com isso, é possível apresentar diagnósticos mais precisos e soluções mais adequadas para a problemática da erosão.

Neste sentido, para avaliar e hierarquizar a erodibilidade dos solos do noroeste paranaense e apresentar reflexões acerca da problemática da erosão foi necessário seguir as etapas e procedimentos descritos no item a seguir.

3.1 ETAPAS E PROCEDIMENTOS

Os procedimentos adotados nesta pesquisa dividiram-se em etapas de campo e gabinete.

A etapa de campo está atrelada ao campo de reconhecimento da área de estudo que ocorreu nos dias 25,26 e 27 de Junho de 2007, com apoio do LABS - Laboratório de Solos e Biogeografia, do Departamento de Geografia e do Projeto de Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná.

Foram visitados locais representativos da área, passando pelos municípios de Floraí, Maringá, Paranavaí, Umuarama, Cianorte. Em Floraí realizou-se o reconhecimento dos solos existentes, anotando suas principais características morfológicas e a disposição dos mesmos na paisagem. E nos demais municípios realizaram-se o reconhecimento do uso da terra e registro da paisagem por fotos.

As etapas de gabinete consistiram na organização e avaliação dos seguintes dados obtidos:

Dados quantitativos dos perfis dos solos do noroeste do Estado do Paraná (EMBRAPA, 1984);

Dados pluviométricos mensais dos municípios de Paranavaí, Umuarama e Maringá, no período de 1996 a 2005 (SEAB, 2007);

Dados vetorizados do noroeste do Estado do Paraná, como curvas de nível, hidrografia, ponto cotado e geologia (PROJETO MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO PARANÁ, 2005);

Imagens CBERS/INPE (EMATER,2007).

A partir da organização dos dados as demais etapas de gabinete consistiram na:

- I. Caracterização e mapeamento dos elementos do meio físico;
- II. Definição dos parâmetros de análise da erodibilidade dos perfis;
- III. Avaliação das amostras e definição da erodibilidade e;
- IV. Mapeamento do uso da terra para avaliação dos fatores contribuintes à erosão.

Os itens a seguir apresentam detalhadamente as etapas acima mencionadas:

I. CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DO MEIO FÍSICO

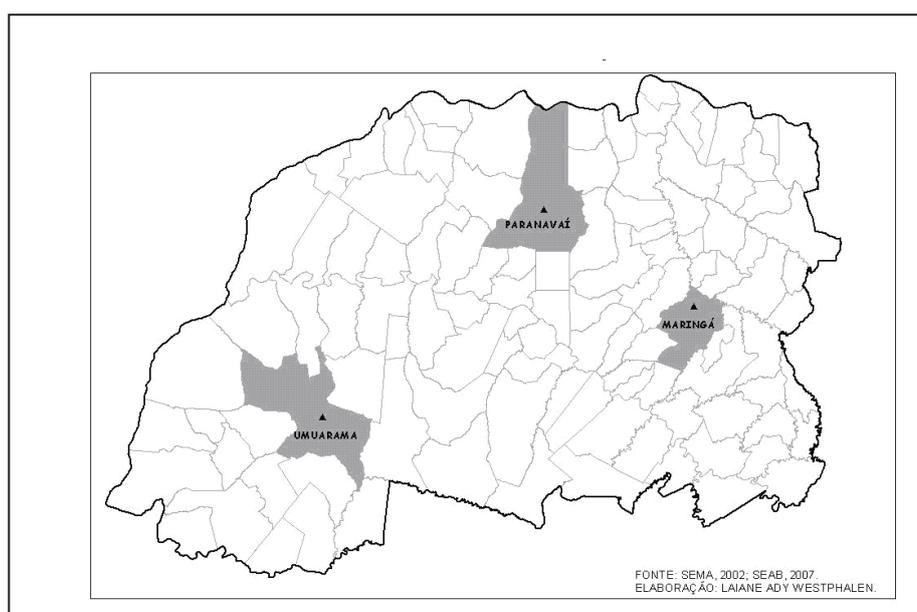
As características morfológicas dos solos são fatores importantes para definição da erodibilidade. No entanto, a caracterização e o mapeamento do meio físico contribuem para melhor compreensão do desencadeamento dos processos erosivos, pois permitem associar as influências que estas características exercem nas propriedades naturais dos solos e como podem propiciar a erosão.

Desta forma, esta etapa consistiu na avaliação dos dados pluviométricos e na confecção das cartas de geologia, hipsometria, declividade e solos.

Avaliou-se os dados pluviométricos mensais no período de 10 anos, resultando na confecção de gráficos que correspondem a pluviometria dos meses de janeiro a dezembro, entre 1996 a 2005. Os dados foram obtidos nas estações meteorológicas de Maringá, Paranavaí e Umuarama (FIGURA 4), cedidos pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado – SEAB.

Embora se compreenda a importância da avaliação da intensidade diária de chuva na avaliação de problemas relacionados à erosão, buscou-se aqui, avaliar apenas os meses mais chuvosos, pois se entende que nestes meses a intensidade diária de chuva é maior, portanto, mais propícios ao desencadeamento de processos erosivos.

FIGURA 4: MUNICÍPIOS ONDE ESTÃO SITUADAS AS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS



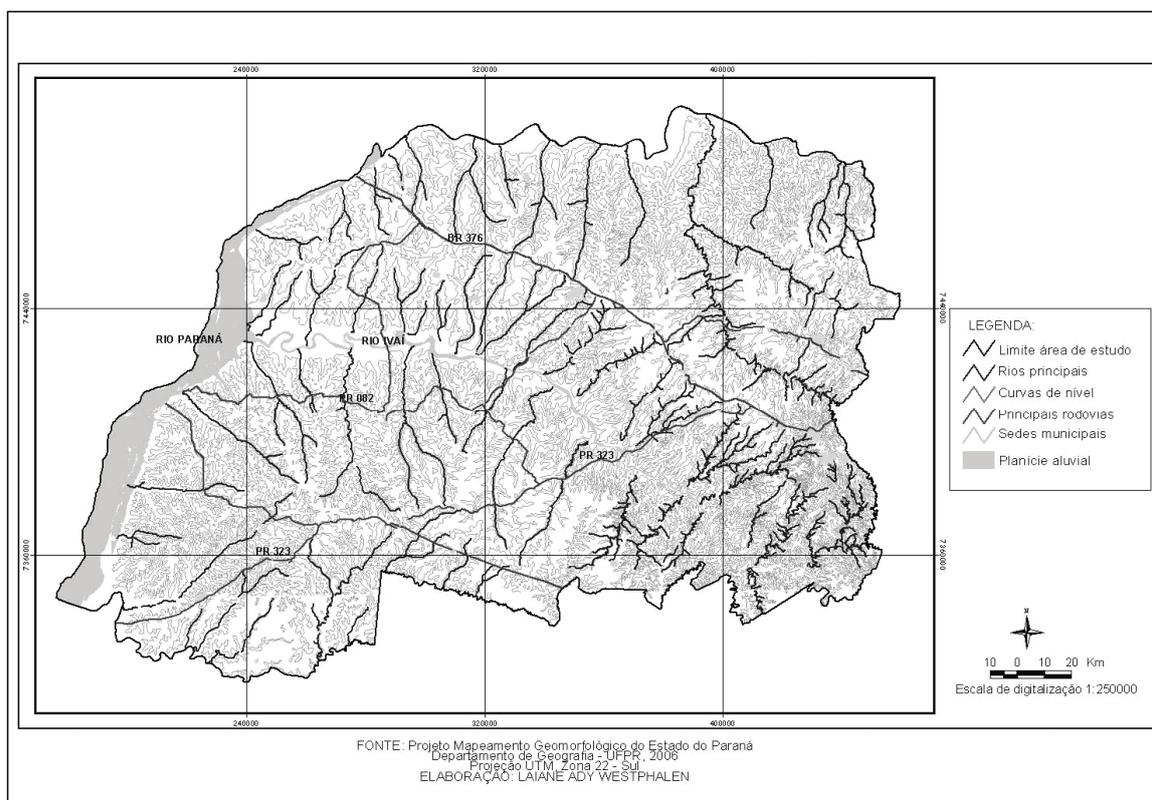
Com o mapeamento da geologia foi possível perceber a espacialização das formações geológicas e compará-la aos mapas temáticos de hipsometria, declividade e solos.

O mapa foi confeccionado a partir de dados vetoriais fornecidos pelo Projeto de Mapeamento Geomorfológico do Paraná realizado pelo Departamento de Geografia da UFPR em parceria com a MINEROPAR/S.A.

As cartas de hipsometria e declividade foram geradas a partir da carta base (FIGURA 5) contendo informações de curva de nível e pontos cotados. Estas cartas são modelos digitais de terreno e foram geradas a partir do método TIN (Triangulated Irregular Network) no software ArcView 3.2.

Para confecção da carta de solos utilizou-se dados vetoriais produzidos pela EMBRAPA, escala 1:600000, adaptada e modificada com base na carta analógica do Levantamento de Reconhecimento dos solos do Noroeste do Estado do Paraná, produzido pela EMBRAPA, escala 1:300 000.

FIGURA 5: CARTA BASE DO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ



II. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE ANÁLISE DA ERODIBILIDADE DOS PERFIS

Esta fase da pesquisa consistiu na definição de fatores relevantes na determinação do grau de erodibilidade dos solos. Estes fatores denominam-se como parâmetros e são definidos a partir de revisão bibliográfica.

Os parâmetros de avaliação considerados são:

- Profundidade dos solos;
- Horizontes superficiais;
- Horizontes sub-superficiais;
- Textura;
- Estrutura;
- Grau de flocculação das argilas;
- Embasamento litológico: Embora não seja um dado morfológico, é considerado como parâmetro fundamental, pois influenciará nas características e peculiaridades de cada amostra.

Os parâmetros apresentam características que contribuem para maior ou menor resistência dos solos à ação dos processos erosivos, isto é, seu nível de erodibilidade. Para estas características foram atribuídos valores de 0,1 a 0,3 de acordo com os níveis de erodibilidade.

Às características que proporcionam ao solo maior resistência a ação dos processos erosivos, atribuiu-se o valor 0,1 sendo desta forma considerada como BAIXA ERODIBILIDADE. Tais características estão relacionadas principalmente à capacidade dos solos e seus agregados em proporcionar a infiltração e retenção da água dificultando o escoamento superficial, além da resistência à desagregação das partículas durante o impacto da água. Dentre estas, pode-se considerar solos profundos, estruturas e texturas que facilitem a infiltração e boa agregação das partículas.

A partir de características intermediárias atribuiu-se o valor 0,2, definido como MÉDIA ERODIBILIDADE, enquanto que para as características que favorecem o desencadeamento dos processos erosivos, atribuiu-se o valor 0,3, definidos como ALTA ERODIBILIDADE. Nestes casos, consideram-se a baixa profundidade, estruturas

e texturas pouco resistentes ao impacto da água e que impeçam a infiltração e circulação hídrica.

Desta forma para cada parâmetro definiu-se características que contribuem para o nível de erodibilidade de cada solo (QUADRO 2).

As definições das características tiveram como base a classificação da EMBRAPA (1999), sendo selecionadas apenas as encontradas na área de estudo.

Embora haja outras características para os horizontes diagnósticos de superfície (A) e subsuperfície (B), considerou-se apenas quatro para o horizonte A (proeminente, chernozêmico, moderado e fraco) e cinco para o horizonte B (Latosólico, nítico, textural, incipiente e sem horizonte), pois são correspondentes à área de estudo. Da mesma forma, avaliaram-se apenas as estruturas granulares, blocos e prismas, e o embasamento litológico do basalto e do arenito.

QUADRO 2: PARÂMETROS E AS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS
PROFUNDIDADE	Acima de 1,00 metros Entre 0,51 metros a 0,99 metros Entre 0 metros a 0,50 metros
HORIZONTE DIAGNÓSTICO DE SUPERFÍCIE (A)	Proeminente Chernozêmico Moderado Fraco
HORIZONTE DIAGNÓSTICO DE SUB-SUPERFÍCIE (B)	Latosólico Nítico Textural Incipiente Sem horizonte B (contato lítico direto)
TEXTURA	Acima de 61% argila Entre 36% a 60% de argila Entre 0% a 35% de argila
ESTRUTURA	Granulares Blocos Prismas
GRAU DE FLOCULAÇÃO	Acima de 61% floculação Entre 31% a 60% de floculação Entre 0% a 30% de floculação
EMBASAMENTO LITOLÓGICO	Basalto Arenito Transição entre basalto e arenito

A definição dos parâmetros e de suas características, adotados para avaliação da erodibilidade, estão dispostos nos itens a seguir.

PROFUNDIDADE

A profundidade é indicador do grau de desenvolvimento de um solo no qual é possível estabelecer relações com o relevo, clima, e material de origem, apontando assim fatores que favorecem aos processos de intemperismo e formação dos solos.

O relevo, considerando as formas de vertente e a declividade, pode influenciar no desenvolvimento e na profundidade de determinados solos. De forma sucinta, relevos com declividades acentuadas dificultam a infiltração da água da chuva, diminuindo a ação do intemperismo da rocha e ao mesmo tempo transportam os sedimentos da superfície. Em casos de relevos suaves, a infiltração da água será maior, favorecendo o intemperismo e o desenvolvimento deste solo.

O desenvolvimento de um solo também depende de fatores relacionados ao material de origem. Neste caso, minerais mais resistentes ao intemperismo pode exercer o controle do desenvolvimento de determinado solo.

Considerando a profundidade como parâmetro de avaliação da erodibilidade dos solos, parte-se do princípio que esta influenciará principalmente na capacidade de infiltração, retenção da água e o escoamento superficial. Estes fatores podem estar relacionados tanto às características do relevo quanto a própria capacidade de armazenamento de água no solo. Neste sentido, relevos com declividades mais acentuadas apresentam solos com profundidades inferiores, havendo predominância do escoamento superficial e propiciando o transporte de sedimentos (LEPSCH 2002).

Desta forma, baseando-se na classificação da Embrapa (1999) para definir os limites de profundidades de cada solo ao considerá-lo como profundo, raso ou moderado, estabeleceu-se valores que variam de 0,1 a 0,3 a cada característica.

Solos que apresentam profundidade que variam de 0 a 50 cm, atribui-se o valor 0,3 uma vez que são considerados solos “rasos”. Nestes casos, compreende-se que fatores como relevo acidentado ou controle litológico contribuem para baixa resistência à ação dos processos erosivos.

Solos com profundidades de 51 a 99 cm são considerados “moderados”, e recebem o valor 0,2. Nestas condições considera-se o equilíbrio existente entre a ação dos processos erosivos e o desenvolvimento natural dos solos.

E por fim, atribui-se valor 0,1 aos solos com profundidade superiores a 100 cm, considerados “profundos”, onde as condições de relevo são favoráveis ao desenvolvimento dos processos pedogenéticos e de intemperismo.

HORIZONTE DIAGNÓSTICO DE SUPERFÍCIE

A ação da água não ocorre uniformemente ao longo de todo perfil, as transformações e remoções de sedimentos geradas pelo impacto da água e pela ação do escoamento superficial atingem com maior intensidade a camada superior do solo.

No entanto, fatores como profundidade e quantidade de matéria orgânica contribuem para melhor resistência do solo à ação dos processos erosivos.

Baver (1973) demonstrou em seus estudos que a matéria orgânica promove a formação de agregados mais estáveis e relativamente grandes, favorecendo a infiltração da água e impedindo a formação de crostas. Da mesma forma, Grohmann (1972), ressalta que a matéria orgânica influencia na formação de estruturas favoráveis ao movimento e permeabilidade da água.

Em relação a estabilidade dos agregados, a quantidade de matéria orgânica nos horizontes superficiais acaba tornando-se fator tão relevante quanto a quantidade de argila. De acordo com Jorge (1972) a presença de matéria orgânica faz com que as partículas presentes nos horizontes superficiais dispersem-se mais dificilmente que os agregados de argila. Outro fator relevante está na capacidade de retenção de água da fração orgânica, que corresponde a cinco vezes o valor de seu peso, favorecendo a capacidade do solo em armazenar água e diminuindo a intensidade de erosão nos períodos mais chuvosos.

Neste sentido, para atribuição dos valores na avaliação da erodibilidade considerou-se como fator principal o teor em matéria orgânica e a profundidade do horizonte superficial. Estabeleceu-se as categorias de acordo com a definição de horizontes propostos pela Embrapa (1999). Destes, destacou-se os horizontes característicos das amostras de perfis apresentados pela Embrapa (1984), sendo eles: “A chernozêmico”, “A moderado”, “A fraco” e “A proeminente”.

Para o horizonte “A raso”, atribuiu-se o valor 0,3, pois caracteriza-se como um horizonte raso e com baixa quantidade de matéria orgânica.

Já para o horizonte “A moderado” atribui-se o valor 0,2, pois não apresenta altos teores de matéria orgânica e a profundidade é considerada moderada de acordo com os critérios de avaliação da EMBRAPA (1999).

Para o horizonte “A chernozêmico” atribui-se o valor 0,1, pois caracteriza-se como horizonte profundo e altamente rico em matéria orgânica (EMBRAPA, 1999). Por fim, considerando a elevada profundidade do “A proeminente”, também atribuiu-se o valor 0,1.

HORIZONTE DIAGNÓSTICO DE SUB-SUPERFÍCIE

Os horizontes sub-superficiais diagnosticam os fatores pedogenéticos dos solos expressados pela cor, agregação de partículas e concentração de materiais provenientes dos horizontes superficiais. Os mesmos podem indicar o grau de desenvolvimento do solo, quantidade de argila, além da estrutura e textura dos materiais (LEPSCH, 2002).

Para determinação dos valores de erodibilidade, considerou-se a profundidade, a capacidade de infiltração e transição destes horizontes.

A profundidade está atrelada a capacidade de infiltração da água, uma vez que esta favorece a ação do intemperismo e do desenvolvimento do solo. O índice de infiltração é, também, inversamente proporcional ao escoamento superficial, responsável pela desagregação e transporte de sedimentos.

A transição de horizontes, por sua vez, pode influenciar na erodibilidade de um solo. Transições homogêneas entre os horizontes, em relação a quantidade de argilas e areias, fazem com que a circulação hídrica seja mais uniforme, não havendo saturação de água em determinado horizonte.

Embora, de acordo com a EMBRAPA, haja outros horizontes diagnósticos de sub-superfície estabeleceu-se para a pesquisa a avaliação dos seguintes horizontes: “B textural”, “B incipiente”, “B lítico”, “B latossólico” e “sem horizonte B (contato lítico direto)”.

Solos que apresentam “B” textural caracterizam-se pelo acúmulo de argila proveniente dos horizontes superficiais, causando uma mudança textural entre tais horizontes (EMBRAPA, 1999). Esta mudança afeta a circulação hídrica em subsuperfície, fazendo com que a água infiltre rapidamente no horizonte com maior quantidade de areia e concentre-se no horizonte inferior, que apresenta acúmulo de argila e impede a circulação vertical da água.

Com isso, a água concentrada circula horizontalmente ao longo da vertente, removendo e transportando os sedimentos de subsuperfície, causando formas mais agressivas de erosão (BERTONI e NETO, 1990). Neste sentido, considerando a

potencialidade erosiva decorrente das mudanças texturais entre os horizontes, atribui-se o valor 0,3 à esta característica.

Da mesma forma, atribui-se o valor 0,3 para a categoria “sem horizonte”. Pois são solos que apresentam um horizonte superficial raso, desenvolvido diretamente sobre o material de origem.

Estes solos apresentam como agente controlador, o relevo e/ou as condições litológicas e hídricas. No caso do relevo, estes são normalmente encontrados em locais que favorecem o escoamento superficial e com isso remoção maior de sedimentos. Em outras situações, o relevo pode ser pouco acidentado, no entanto, as características litológicas e hídricas impedem o desenvolvimento deste horizonte. Decorrente de suas condições pedogenéticas considera-se que solos sem o horizonte B apresentam baixa resistência à ação dos processos erosivos (EMBRAPA, 1999; LEPSCH, 2002).

Para solos com “B incipiente” atribui-se o valor 0,2 considerando que se caracteriza por horizonte pouco desenvolvido e pouco intemperizado, apresentando profundidades inferiores a 100 cm. Normalmente, solos com este horizonte estão situados em locais com relevo que favorecem o escoamento superficial, e conseqüentemente, a remoção de sedimentos (EMBRAPA, 1999; LEPSCH, 2002).

O “B nítico”, por sua vez, apresenta estruturas em blocos, caracterizando-se por faces planas, resultantes da expansão e contração do material rico em argila exposto a ciclos de umedecimento e secagem. Para este horizonte atribui-se o valor 0,2, pois embora sejam solos relativamente desenvolvidos com estruturas bem definidas, apresentam capacidade moderada de infiltração e armazenamento da água e estão situados em áreas com relevos ondulados, fatores que favorecem a erosão (EMBRAPA, 1999; ; RESENDE, 1999).

O “B latossólico” é horizonte desenvolvido, bastante intemperizado e não apresenta concentração desigual de argila entre os horizontes (EMBRAPA, 1999), desta forma atribui-se o valor 0,1.

TEXTURA

A textura refere-se a proporção relativa de areia, silte e argila, concentradas nos horizontes, caracterizando o comportamento físico e químico dos solos. A resistência de determinado solo à ação dos processos erosivos depende da proporção entre estas partículas minerais (COSTA, 1979).

Os principais fatores da textura para definição da erodibilidade dos solos referem-se à influência que esta proporciona para infiltração, porosidade e resistência das partículas.

Conforme Lombardi Neto (1990), a resistência à erosão de determinado solo depende do tamanho das partículas. Isto é, solos que apresentam maiores proporções de areia, serão mais porosos permitindo a absorção da água da chuva, no entanto como a proporção de argila é baixa, fator fundamental para agregação de todas as partículas do solo, a água escoada pode arrastar grande quantidade de solo. Por outro lado, em solos argilosos com espaços porosos menores, a infiltração da água é reduzida, porém a força de coesão das partículas é maior aumentando a resistência à erosão (LOMBARDI NETO, 1990).

Para a definição dos valores das categorias de textura, consideraram-se principalmente os fatores que contribuíam para a resistência das partículas à ação do impacto da água em superfície e sub-superfície.

A definição das características texturais foi baseada na classificação da EMBRAPA (1999), estabelecendo-se as classes “ARENOSA”, “MÉDIA” e “ARGILOSA”.

Desta forma, considera-se textura arenosa quando esta possuir proporções de argilas inferiores a 35%. Para esta categoria atribui-se o valor 0,3, uma vez que parte-se do princípio que a quantidade elevada de areia diminui a capacidade de agregação das partículas e favorece a remoção do solo por meio do escoamento superficial.

Proporções de 36% a 60% de argila enquadram-se na categoria de textura média, na qual se atribui valor 0,2.

Por fim, proporções acima de 61% são consideradas argilosas e atribui-se o valor 0,1, pois entende-se que a maior concentração de argila contribui para melhor resistência à ação do splash e, conseqüentemente, diminui a remoção de solos pelo escoamento superficial.

ESTRUTURA

A estrutura do solo pode ser definida como o arranjo das partículas de areia, silte e argila. A estrutura resulta na agregação destas partículas, assim como forma e resistência à desagregação.

De acordo com estes fatores definem-se em grumos, grânulos, blocos, prismas, colunas e laminares (AZEVEDO, 2004). No entanto, para a pesquisa considerou-se

apenas as estruturas em grânulos, blocos e prismáticos, pois eram as características encontradas nos perfis avaliados.

Pode-se dizer que a estrutura influencia diretamente no grau de erodibilidade dos solos, pois representa o estado de agregação das partículas. Esta agregação está relacionada à quantidade de matéria orgânica, porosidade, capacidade de infiltração e armazenamento da água (AYRES, 1960).

Para definição dos valores de erodibilidade para cada categoria de estrutura, considerou-se a resistência a desagregação das partículas e capacidade de infiltração da água (RESENDE, 1999).

Para as estruturas prismáticas, atribuiu-se o valor 0,3. São encontradas em solos com grande concentração de argila, principalmente com B textural. Estas estruturas proporcionam pouca porosidade aos solos, não permitindo a infiltração e o armazenamento da água, propiciando o escoamento superficial e a remoção de sedimentos (AZEVEDO, 2004).

Os agregados em blocos, por sua vez, apresentam faces mais planas que os granulares e são comumente encontrados onde há concentração de argila, apresentando menor porosidade que os anteriores (AZEVEDO, 2004). Desta forma, atribui-se o valor 0,2, pois embora a infiltração da água no solo seja menor que em solos mais porosos, as estruturas em blocos são estáveis e resistentes ao impacto da água.

Para as formas granulares, atribui-se o valor 0,1, pois caracterizam-se pela alta porosidade entre os agregados, favorecendo a infiltração da água (RESENDE, 1999; AZEVEDO, 2004).

Para os perfis que apresentaram mais que uma característica estrutural foi necessário somar os valores correspondentes à cada tipo de estrutura e extrair a média aritmética. Neste sentido, os perfis que apresentaram estruturas em blocos (0,2) juntamente com estruturas granulares (0,1) obtiveram o valor 0,15 ($0,2+0,1\div 2=0,15$). Já o perfil que apresentou estrutura prismática juntamente com a estrutura em blocos obteve o valor 0,25 ($0,3+0,2\div 2=0,25$)

GRAU DE FLOCULAÇÃO E DISPERSÃO DAS ARGILAS

A formação dos agregados nos solos depende basicamente dos fatores que promovam a aproximação das partículas de areia, silte e argila e dos fatores que

mantenham a união destas. Entre os fatores que promovem a aproximação das partículas e que mantêm estas partículas unidas destaca-se a floculação das argilas (AZEVEDO, 2004).

O estado das partículas que se apresentam separadas quando expostas ao meio líquido, é denominado de estado disperso. Tal estado explica-se por fenômenos de repulsão eletrostática decorrente do potencial elétrico das partículas de argila. Ao contrário, o grau de floculação refere-se a capacidade de agregação das partículas coloidais quando são expostas em meio líquido (COSTA, 1979).

A facilidade de dispersão é diretamente proporcional a baixa resistência dos agregados com a presença da água (LOMBARDI NETO, 1990) Neste sentido, as principais propriedades dos solos que favorecem a erosão estão relacionadas ao baixo grau de floculação e alta capacidade de dispersão das partículas de argila.

Estudos relatam que a dispersão das partículas está diretamente relacionada com a capacidade erosiva do solo. Baver (1973) chegou ao índice de erosão baseado nas propriedades físicas de cada solo e nas correlações entre estas propriedades e a erosão observada em campo. Para o autor, a erosão aumenta proporcionalmente com a razão de dispersão e inversamente com a floculação dos colóides. Ao estudar dois tipos de solos distintos, sob as mesmas condições, concluiu que solos mais propícios a erosão apresentavam índices menores de floculação. Para o autor, a formação de grânulos a partir da floculação diminui a dispersão de sedimentos ao impacto da água e facilitam a infiltração.

Considerando a quantidade de argila dispersa e a capacidade de floculação, atribui-se tanto para o horizonte A quanto para o horizonte B, características para avaliação da resistência de cada solo. Estas estão definidas em classes de baixa floculação que corresponde entre 0 a 30 %, atribuindo-se o valor 0,3. A classe intermediária que varia de 31% a 60% de floculação recebendo o valor 0,2. E por fim, para classe acima de 61% de floculação das argilas atribui-se o valor 0,1.

EMBASAMENTO LITOLÓGICO

O embasamento litológico é um dos fatores que irão influenciar no desenvolvimento e nas características dos solos.

De acordo com Lepsch (2002), o grau de desenvolvimento de determinado solo, depende tanto das características climáticas e topográficas quanto das características do material de origem, isto é, do embasamento litológico.

Em relação ao material de origem, a ação do intemperismo e do processo de formação dos solos dependem das composições químicas, consistência dos minerais e reação dos materiais da rocha frente a infiltração da água (SILVA, 2003). Neste sentido, a rocha pode ser denominada como um agregado de minerais cuja resistência ao intemperismo vai depender basicamente da resistência destes minerais à desagregação e à decomposição.

Para a presente pesquisa serão avaliados os basaltos e os arenitos com intuito de apresentar a influência de cada rocha na formação e nas características dos solos da área de estudo, e determinar a influência na erodibilidade destes.

Um dos fatores que influenciam na resistência da rocha à ação do intemperismo, e consequentemente na formação dos solos e na presença de algumas características herdadas do material de origem, corresponde à composição dos minerais existentes.

De acordo com Crepani (2001) quanto maior a quantidade de minerais de Sílica (SiO_2), Óxidos de Ferro (FeO), Potássio (K_2O) e Sódio (Na_2O), maior será a resistência da rocha frente a ação do intemperismo. Por outro lado, rochas com maiores quantidades de Carbonatos (CaO) e da combinação entre os Óxidos de Ferro e os Óxidos de Magnésio ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}+\text{MgO}$) são menos resistentes.

O basalto apresenta aproximadamente de 50% de SiO_2 , 1% de K_2O , 3% de Na_2O , 8% de CaO e 18 % de $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}+\text{MgO}$ e 20% de outros minerais (CREPANI, 2001).

O arenito, de modo geral, é composto por 79% de SiO_2 , 1% de K_2O , 0,5% de Na_2O , 5% de CaO e 2,5% de $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}+\text{MgO}$ (CREPANI, 2001).

Comparativamente pode-se dizer que o arenito apresenta baixa resistência à ação do intemperismo. No entanto, os minerais de SiO_2 favorecem a textura arenosa dos solos influenciando no grau de erodibilidade.

O basalto, por sua vez, apresenta resistência inferior à ação do intemperismo, fazendo com os solos desenvolvidos sobre estas rochas apresentem quantidades superiores de argila, influenciando na textura e no grau de erodibilidade.

Desta forma, atribuiu-se o valor 0,1 para o embasamento do basalto, 0,3 para o arenito e 0,2 para solos que se encontram em área de transição entre o arenito e o basalto.

O quadro 3 apresenta resumidamente os parâmetros definidos para avaliação da erodibilidade dos solos do Noroeste do Estado e os valores atribuídos à cada característica.

QUADRO 3: PARÂMETROS DEFINIDOS PARA AVALIAÇÃO DA ERODIBILIDADE

PARAMÊTROS VALORES	PROFUNDIDADE	HORIZONTE A	HORIZONTE B	TEXTURA (média)	ESTRUTURA	FLOCULAÇÃO DAS ARGILAS	EMBASAMENTO LITOLÓGICO
0,1	Acima de 1,00 metro	Proeminente Chernozêmico	Latossólico	Argilosa + 61%	Grânulos	Acima de 61%	Basalto
0,2	0,51 a 0,99 metros	Moderado	Incipiente Nítico	Média entre 36 e 60% de argila	Blocos	De 31 a 60%	Arenito e Basalto
0,3	0 a 0,50 metros	Raso	Sem horizonte Textural	Arenosa de 0 a 35% de argila	Prismático	De 0 a 30%	Arenito

III. AVALIAÇÃO DAS AMOSTRAS E DEFINIÇÃO DA ERODIBILIDADE

Para análise sistemática das amostras, avaliou-se individualmente cada perfil apontando as características de profundidade, horizonte A, horizonte B, textura, estrutura, floculação das argilas e embasamento litológico e atribuiu-se valores de 0,1 (BAIXA), 0,2 (MÉDIA) ou 0,3 (ALTA). O valor de erodibilidade de cada perfil é resultado da soma aritmética dos oito parâmetros estabelecidos (QUADRO 4).

QUADRO 4: FÓRMULA PARA DEFINIÇÃO DA ERODIBILIDADE

$$\text{SOMA} = \text{PROFUNDIDADE} + \text{HORIZONTE A} + \text{HORIZONTE B} + \text{TEXTURA} + \text{ESTRUTURA} + \text{FLOCULAÇÃO A} + \text{FLOCULAÇÃO B} + \text{EMBASAMENTO LITOLÓGICO}$$

O intuito do trabalho corresponde em demonstrar os perfis em níveis crescentes de erodibilidade. No entanto, para sistematizar a apresentação e discussão dos resultados optou-se em estabelecer três classes de erodibilidade. Sendo a CLASSE BAIXA, que corresponde aos valores entre 0,9 e 1,29, a CLASSE MÉDIA que contempla os valores entre 1,3 e 1,69 e a CLASSE ALTA com valores entre 1,7 e 1,9 (FIGURA 6).

Cabe ressaltar que os limites entre estas classes são qualitativos, estabelecidos a partir dos valores de erodibilidade obtidos a partir da soma dos parâmetros de cada perfil.

FIGURA 6: CLASSES DE ERODIBILIDADE

	0.9 a 1,29	CLASSE BAIXA DE ERODIBILIDADE
	1.3 a 1.69	CLASSE MÉDIA DE ERODIBILIDADE
	1.7 a 1.9	CLASSE ALTA DE ERODIBILIDADE

IV. MAPEAMENTO DO USO DA TERRA PARA AVALIAÇÃO DOS FATORES CONTRIBUINTE A EROSIÃO

Esta fase consiste no mapeamento dos elementos do uso da terra para avaliação integrada dos problemas relacionados à erosão dos solos.

O mapeamento do uso da terra foi realizado com base nas imagens de satélite CBERS/INPE (cena/órbita: 161/125; 160/125; 161/126; 160/126; 159/126; 161/127; 160/127; 159/127) cedidas pela EMATER. As mesmas cobrem a porção noroeste do

Estado e estão sendo utilizadas para avaliação generalizada do uso por meio de técnicas de sensoriamento remoto.

A classificação das imagens foi realizada por meio do método de classificação “NÃO-SUPERVISIONADA - ISO-DATA”.

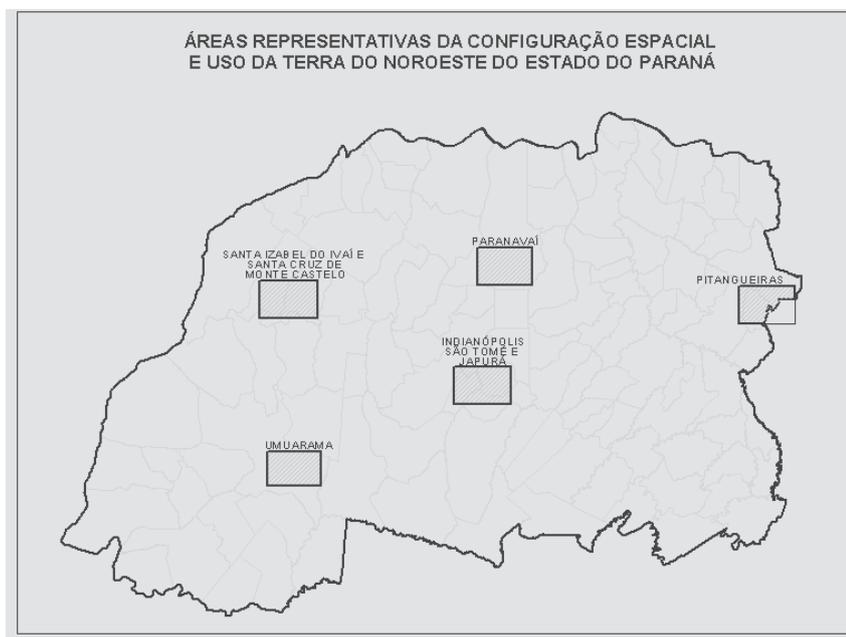
Para melhores resultados a imagem passou pelo processo de pós-classificação pelo método *Majority/Minority Analysis*, que consiste na homogeneização de pixels não classificados para a classe maior em que está inserido. Todo o processo de tratamento digital de imagens, classificação e mapeamento foram executados no software ENVI 3.4.

Posteriormente, a classificação foi vetorizada para extração de cinco áreas amostrais representativas da configuração espacial do tipo de uso e ocupação do noroeste. Estas áreas foram definidas como representativas por apresentarem adequadamente a configuração de uso comumente utilizado nesta porção do Estado. Considerou-se também ao definir tais áreas, a distribuição espacial destas ao longo da área de estudo.

As áreas selecionadas estão inseridas nos municípios de Indianópolis/São Tomé/Japurá, Umuarama, Paranavaí, Pitangueiras e Santa cruz de Monte Castelo/Santa Izabel do Ivaí (FIGURA 7).

As extrações permitiram mapear detalhadamente o uso da terra e perceber a configurações espaciais destes, uma vez que não foi possível visualizar padrões no mapeamento de toda a área de estudo.

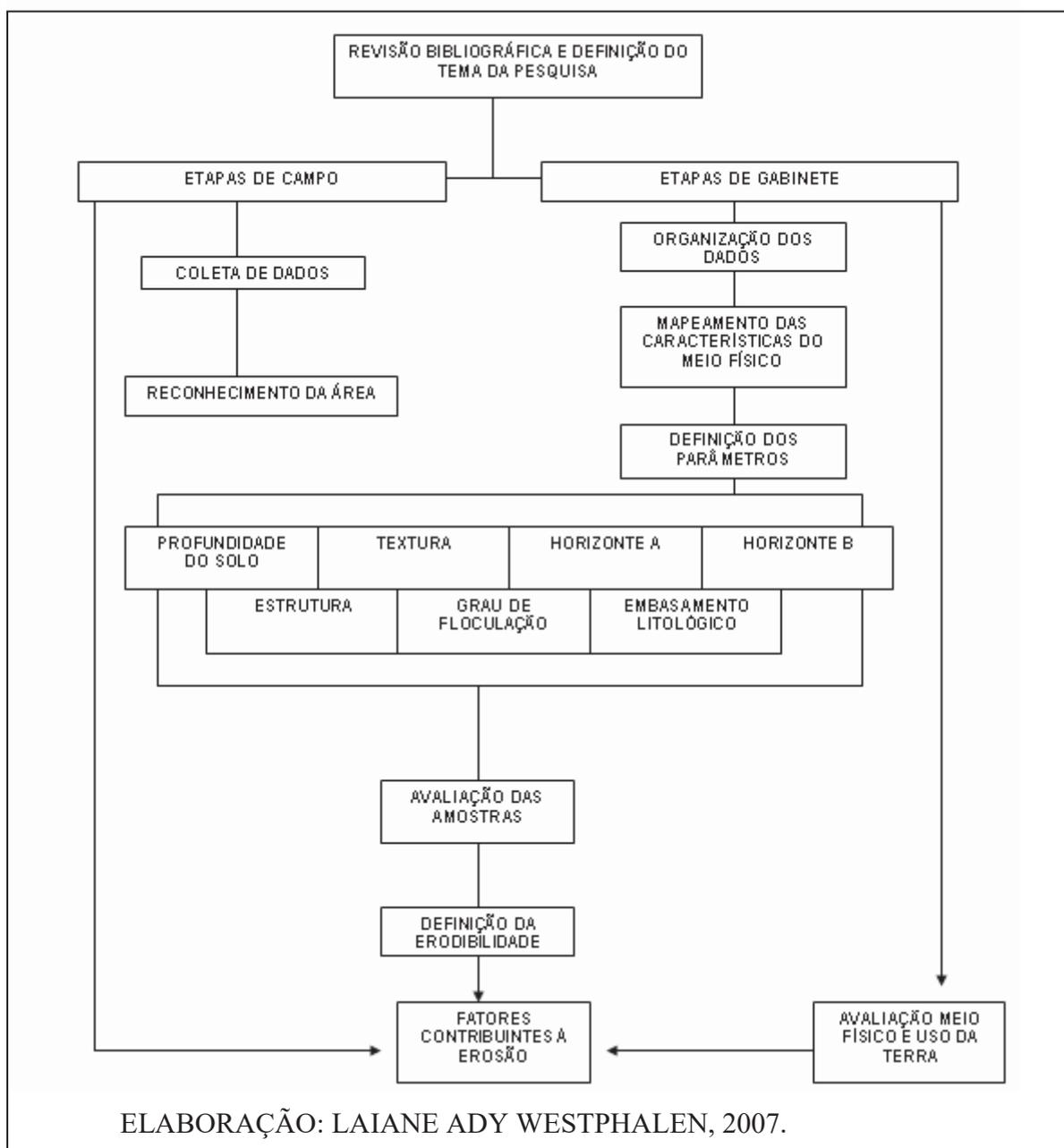
FIGURA 7: ÁREAS REPRESENTATIVAS DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL E USO DA TERRA DO NOROESTE DO PARANÁ



Assim, com a caracterização do meio físico, a hierarquização da erodibilidade dos solos e as configurações do uso da terra, buscou-se estabelecer relações e apontar possíveis causas relacionadas ao problema de erosão no noroeste do Estado do Paraná.

O fluxograma (FIGURA 8) a seguir apresenta sistematicamente o desenvolvimento da pesquisa.

FIGURA 8: FLUXOGRAMA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA



4. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DO NOROESTE DO PARANÁ

Neste capítulo será apresentada a caracterização do meio físico do Noroeste do Estado do Paraná nos seus aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos e pedológicos.

Com esta caracterização é possível a compreensão integrada da paisagem e a influência de cada elemento no desencadeamento de processos erosivos.

4.1 CLIMA

A chuva corresponde a um dos principais fatores que favorecem o desencadeamento dos processos erosivos. A partir do impacto da gota da chuva inicia-se o desprendimento das partículas dos solos, promovendo o transporte pelo escoamento superficial. O início ou evolução do processo erosivo depende, sobretudo, da intensidade e velocidade de escoamento da água da chuva.

Para a pesquisa avaliaram-se os índices pluviométricos mensais, entendendo que os meses mais chuvosos apresentam maiores probabilidades de ocorrência à erosão.

Com os dados cedidos pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado – SEAB foi possível fazer uma avaliação do regime pluviométrico da área de estudo, no período de 1996 a 2005.

Os dados foram obtidos nas estações pluviométricas de Maringá, Paranavaí e Umuarama.

Na estação de Maringá observou-se que os maiores índices pluviométricos ocorrem entre os meses de setembro e março, com índices que chegam a média de 247 mm/mês. Os meses menos chuvosos ocorrem no período de abril à agosto com índices pluviométricos que podem chegar a 2 mm/mês (ANEXO 2).

Os maiores índices pluviométricos também ocorrem entre os meses de setembro a março, nas estações de Paranavaí e Umuarama, no entanto registrou-se médias superiores em relação a estação de Maringá. Os índices chegam a 340 mm/mês em Paranavaí e 295 mm/mês em Umuarama nos meses mais chuvosos e índices que chegam a 2 mm/mês nos meses menos chuvosos (ANEXO 2).

Há contrastes no regime pluviométrico, no período de 2000 a 2003, cujo índice de chuvas foi inferior aos demais anos, principalmente entre os meses de abril e agosto.

Na estação de Maringá registrou-se índice de 5 mm/mês em abril de 2000, contraponto ao índice de 346 mm/mês no mesmo mês em 1998 (FIGURA 9).

Em Paranavaí, os menores índices foram registrados no ano de 2000, chegando a 80 mm/mês no janeiro, contrapondo a média 220 mm/mês para o mês de janeiro (FIGURA 10).

Na estação de Umuarama, o menor índice registrado foi de 1 mm/mês em junho de 2002, contraponto a uma média de 140 mm/mês nos outros anos (FIGURA 11).

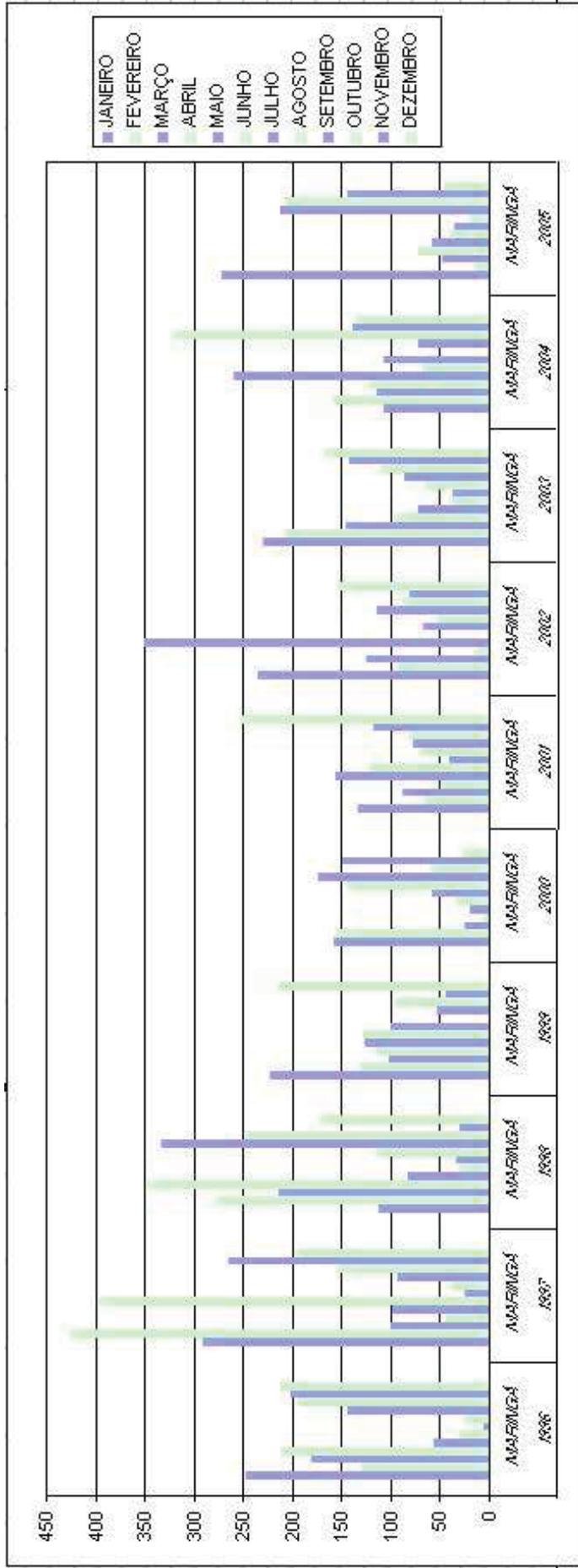
Este fato foi observado em medições anteriores realizadas por Maack (2002), destacando que em determinados anos ocorrem mudanças no padrão do regime pluviométrico do noroeste paranaense.

De acordo com Muratori (1996) estas mudanças no padrão do regime pluviométrico influenciam na origem de novos processos erosivos, principalmente nos anos que ocorrem maiores concentrações de chuva.

No entanto, mesmo com a alternância periódica do padrão de chuvas, pode-se observar que os meses mais chuvosos ocorrem entre os meses de setembro a março e com concentrações maiores ao norte área estudada.

Desta forma alerta-se para importância de adoção de práticas de manejo que considerem estas características pluviométricas, buscando-se meios adequados de proteção do solo.

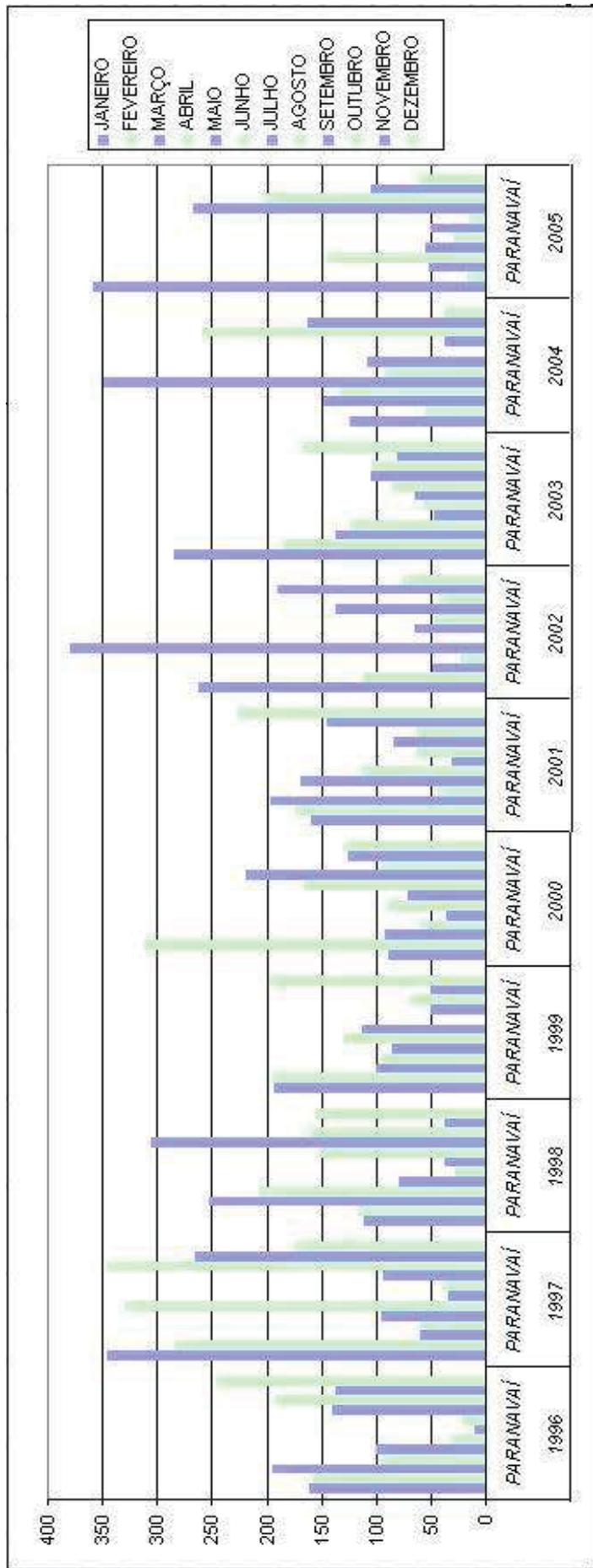
FIGURA 9: GRÁFICO DOS REGIMES PLUVIOMÉTRICOS DE MARINGÁ (1996-2005)



FONTE: SEAB, 2007

ELABORAÇÃO: WESTPHALEN, L.A, 2007

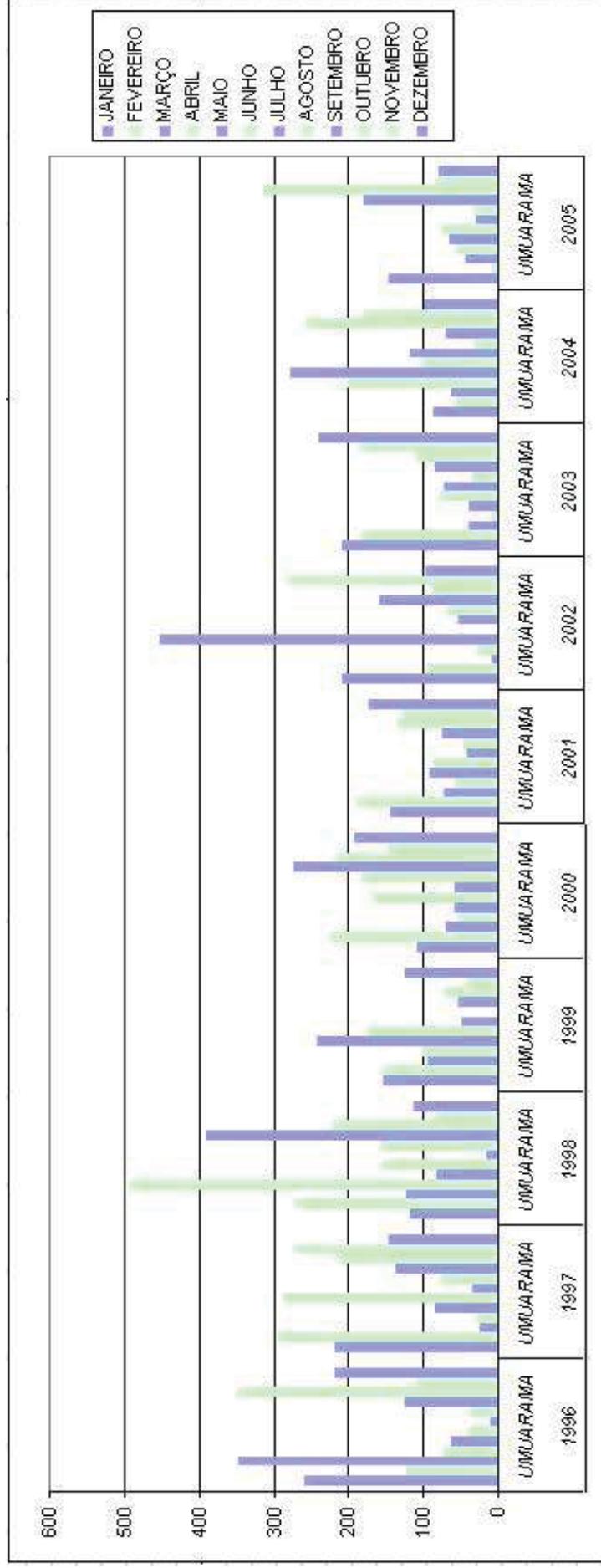
FIGURA 10: GRÁFICO DOS REGIMES PLUVIOMÉTRICOS DE PARANAÍ (1996-2005)



FONTE: SEAB, 2007

ELABORAÇÃO: WESTPHALEN, L.A, 2007

FIGURA 11: GRÁFICOS DOS REGIMES PLUVIOMÉTRICOS DE UMUARAMA (1996-2005)



FONTE: SEAB, 2007

ELABORAÇÃO: WESTPHALEN, L.A, 2007

4.2 GEOLOGIA

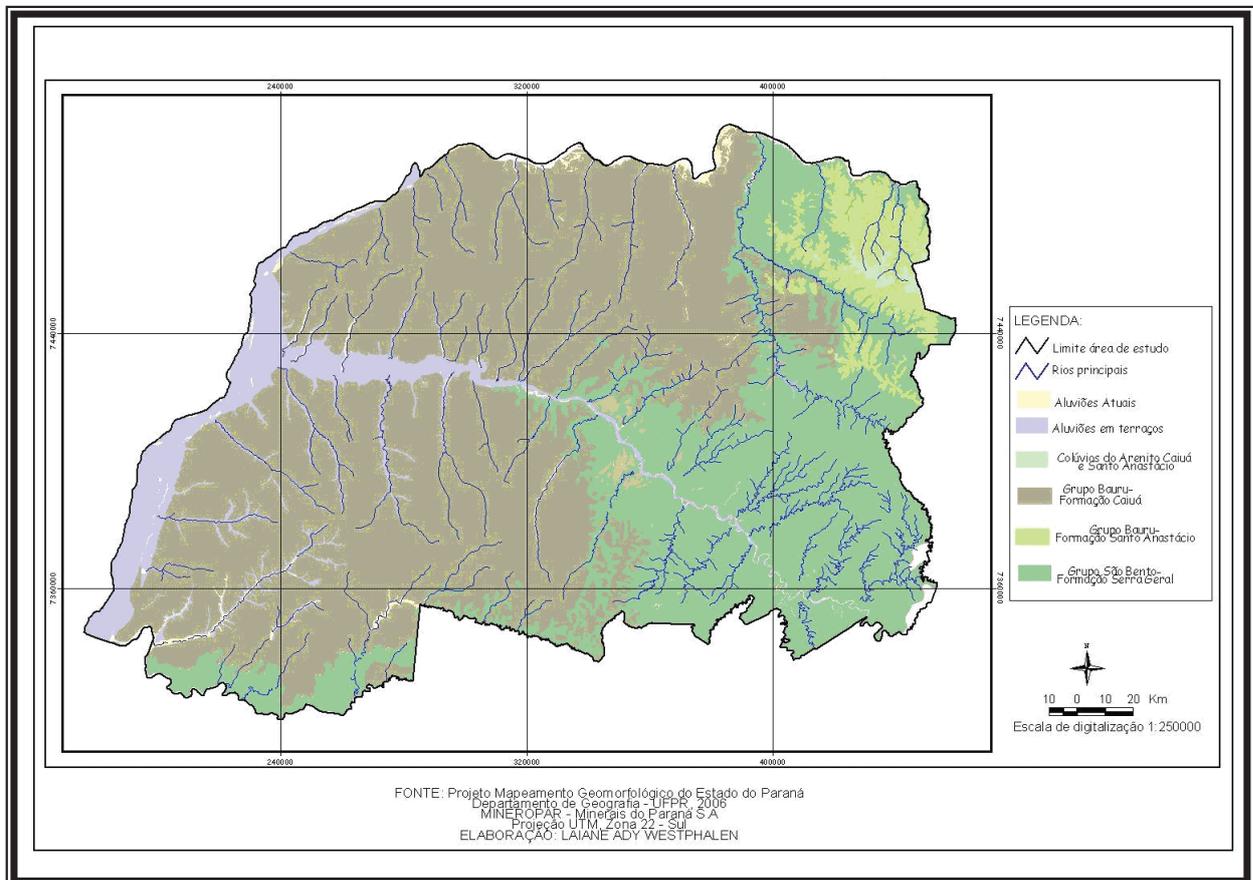
A área de estudo é caracterizada pelos arenitos da Formação Caiuá, e pelos basaltos da Formação Serra Geral.

Os arenitos da Formação Caiuá são friáveis, textura fina a média, avermelhados e com presença de argilas intercaladas. São depósitos com cerca de 250 metros formados em ambiente fluvial e desértico (MINEROPAR, 2005). Há baixa proporção de argila nestas rochas, e quando presentes são comuns a presença de argilo-minerais do tipo esmectitas e caulinitas (EMBRAPA, 1984).

Já os basaltos são rochas ígneas básicas provenientes do derrame basáltico da Formação Serra Geral. Estas rochas são recobertas por solos com textura argilosa, com valores superiores a 90% de argila em sua composição (EMBRAPA, 1984).

As principais formações geológicas estão apresentadas mapa de geologia (FIGURA 12), sendo possível identificar a disposição espacial e a abrangência predominante da Formação Caiuá.

FIGURA 12: MAPA GEOLÓGICO DO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ



4.3 GEOMORFOLOGIA

De acordo a EMBRAPA (1984), a área correspondente ao noroeste do Estado caracteriza-se por apresentar relevo pouco dissecado, com vertentes longas e divisores de água extensos.

O mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná apresenta detalhadamente as principais unidades geomorfológicas do noroeste do Estado, indicando o nível de dissecção, formas de vertentes e topos predominantes e os vales característicos.

Cabe ressaltar que este mapeamento foi fundamentado nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura definidos nos trabalhos de Ross (1997) para classificação e taxonomia do relevo (SANTOS, OKA-FIORI, et.al, 2006)

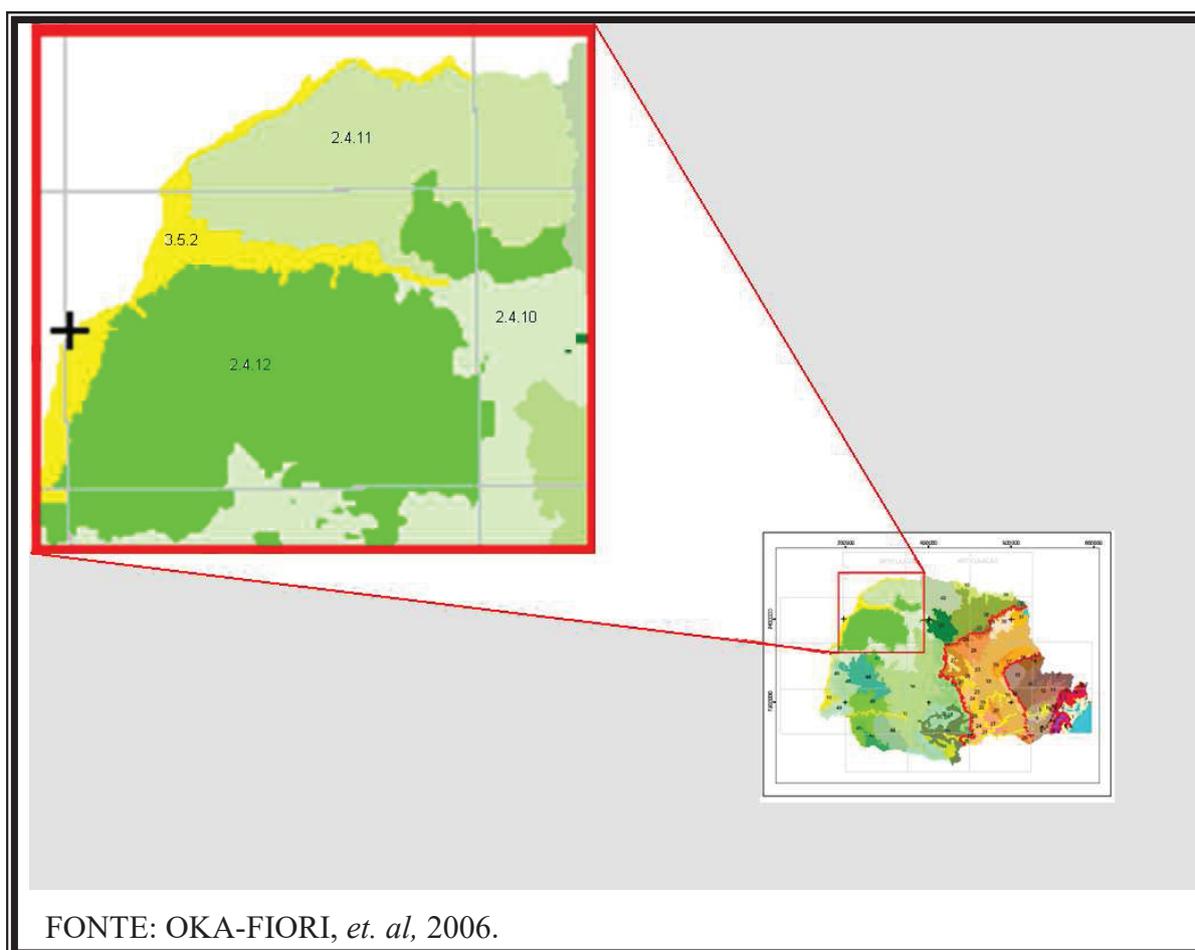
De acordo com o mapeamento, o noroeste caracteriza-se por apresentar duas unidades morfoestruturais (Bacia Sedimentar do Paraná e Bacias Sedimentares Cenozóicas). Nestas estão incluídas duas unidades morfoesculturais (Terceiro Planalto Paranaense e Planícies). Estas, por sua vez, apresentam quatro sub-unidades (Planícies fluviais, Planalto de Campo Mourão, Planalto de Paranavaí e Planalto de Umuarama).

Na unidade morfoestrutural de Bacias Sedimentares Cenozóicas está incluída a unidade “Planície” e a sub-unidade morfoescultural de Planícies fluviais (3.5.2).

Já na unidade morfoescultural composta pela Bacia Sedimentar do Paraná, está incluída a unidade morfoescultural denominada de Terceiro Planalto Paranaense que se divide em três sub-unidades: Planalto de Campo Mourão (2.4.10), Planalto de Paranavaí (2.4.11) e Planalto de Umuarama (2.4.12).

A figura 13 apresenta o mapa geomorfológico do Paraná, enfatizando o noroeste do Estado e as sub-unidades morfoesculturais.

FIGURA 13: MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO – ÊNFASE NOROESTE



A unidade 3.5.2, denominada de Planície Fluvial, apresenta depósitos de sedimentos provenientes do Quaternário e segue o percurso dos rios Paraná, Paranapanema e Ivaí.

A unidade 2.4.10, denominada de Planalto de Campo Mourão, apresenta baixa dissecação, topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base, com vale encaixado. Esta unidade apresenta amplitude altimétrica de aproximadamente 600 metros, com altitudes mínimas que chegam a 200 metros em áreas de vale à altitudes máximas que chegam a 800 metros nos topos (FIGURA 14). Apresenta baixa declividade em grande parte da unidade com valores que variam de 0 a 6% e com declividades que variam de 6 a 15° ao sudeste da unidade (FIGURA 15).

A unidade 2.4.11, denominada de Planalto de Paranaíba, apresenta baixa dissecação, topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V” aberto. Esta unidade apresenta amplitude

altimétrica de 300 metros, com altitudes que variam de 200 a 500 metros, e declividades que não ultrapassam a 6°. A unidade 2.4.12 denomina-se como Planalto de Umuarama e apresenta média dissecação, com topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vale em “V”. Apresenta amplitude altimétrica de aproximadamente 400 metros, com altitudes que variam de 200 m a 600 m.

O quadro 5 apresenta resumidamente as características das unidades que compõem o noroeste paranaense de acordo com o Mapeamento Geomorfológico do Paraná (2006).

QUADRO 5: CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DO NOROESTE PARANAENSE

UNIDADE MORFOESTRUTURAL	UNIDADE MORFOESCULTURAL	SUBUNIDADE MORFOESCULTURAL		FORMAS DE RELEVO				AMPLITUDE ALTIMÉTRICA
				DISSECAÇÃO	TOPOS	VERTENTES	VALES	
BACIA SEDIMENTAR DO PARANA	TERCEIRO PLANALTO	2.4.10	Planalto de Campo Mourão	baixa	aplainados	Retilíneas e côncavas na base	Em calha	600 metros
		2.4.11	Planalto de Paranavai	baixa	aplainados	convexas	V aberto	300 metros
		2.4.12	Planalto de Umuarama	média	Alongados e aplainados	convexas	V	400 metros
BACIAS SEDIMENTARES CENOZOICAS	PLANÍCIES	3.5.2	Planície Fluvial	baixa	-	-	-	-

FONTE: SANTOS, L.J.C, et al. 2006; OKA-FIORI, et al.2006.

Por fim, embora o relevo não propicie a ação acentuada do escoamento superficial, o desenvolvimento dos processos erosivos está associado às características morfológicas dos solos e às formas inadequadas de uso e ocupação.

Os solos desenvolvidos sobre os arenitos da Formação Caiuá apresentam textura arenosa, sendo pouco resistentes a ação do *splash* e do transporte de sedimentos causados pelo escoamento superficial.

Desta forma projetos de ocupação urbana e formas de manejo do solo agrícola que conduzam a concentração da água pluvial e a aceleração de seu escoamento vertente abaixo propiciam o desenvolvimento e a evolução da erosão.

FIGURA 14: MAPA DE HIPSOMETRIA DO NOROESTE DO ESTADO

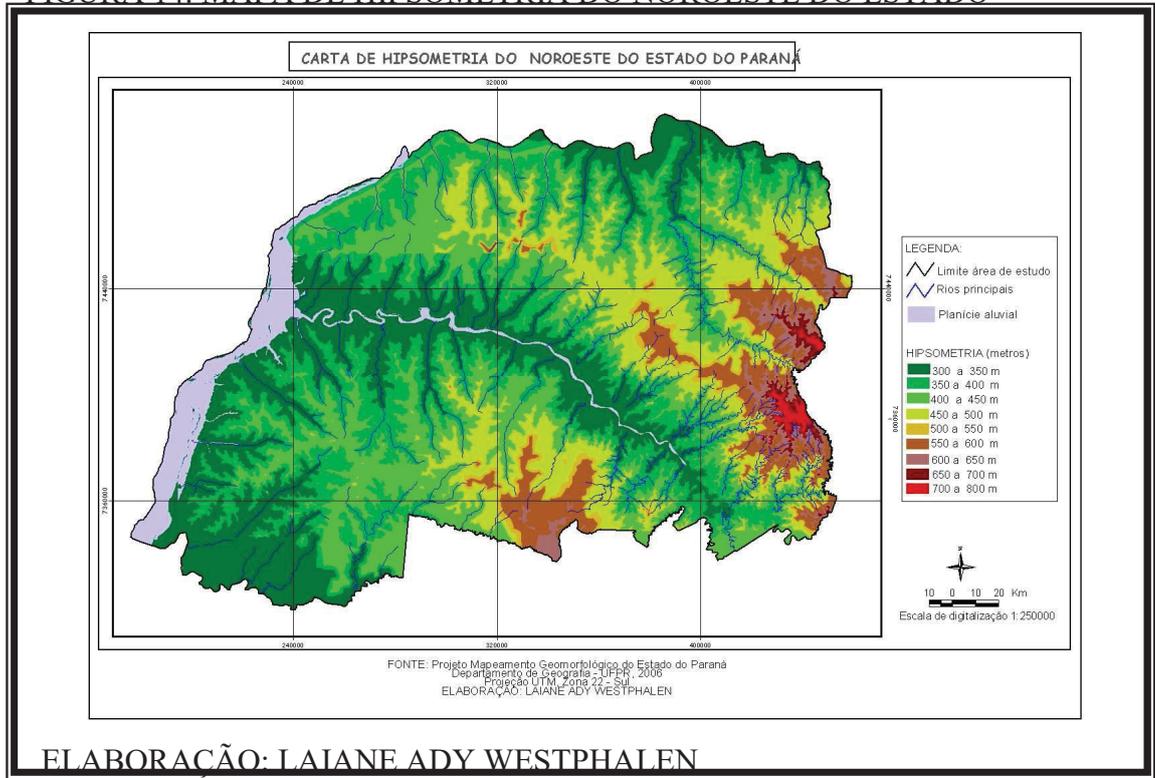
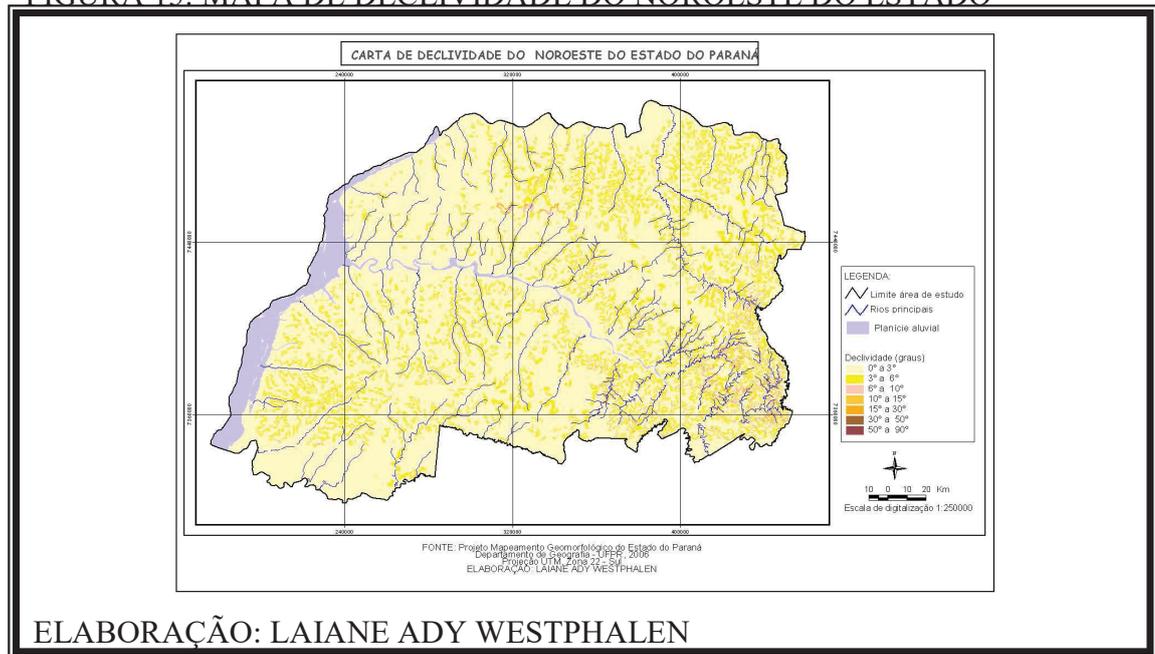


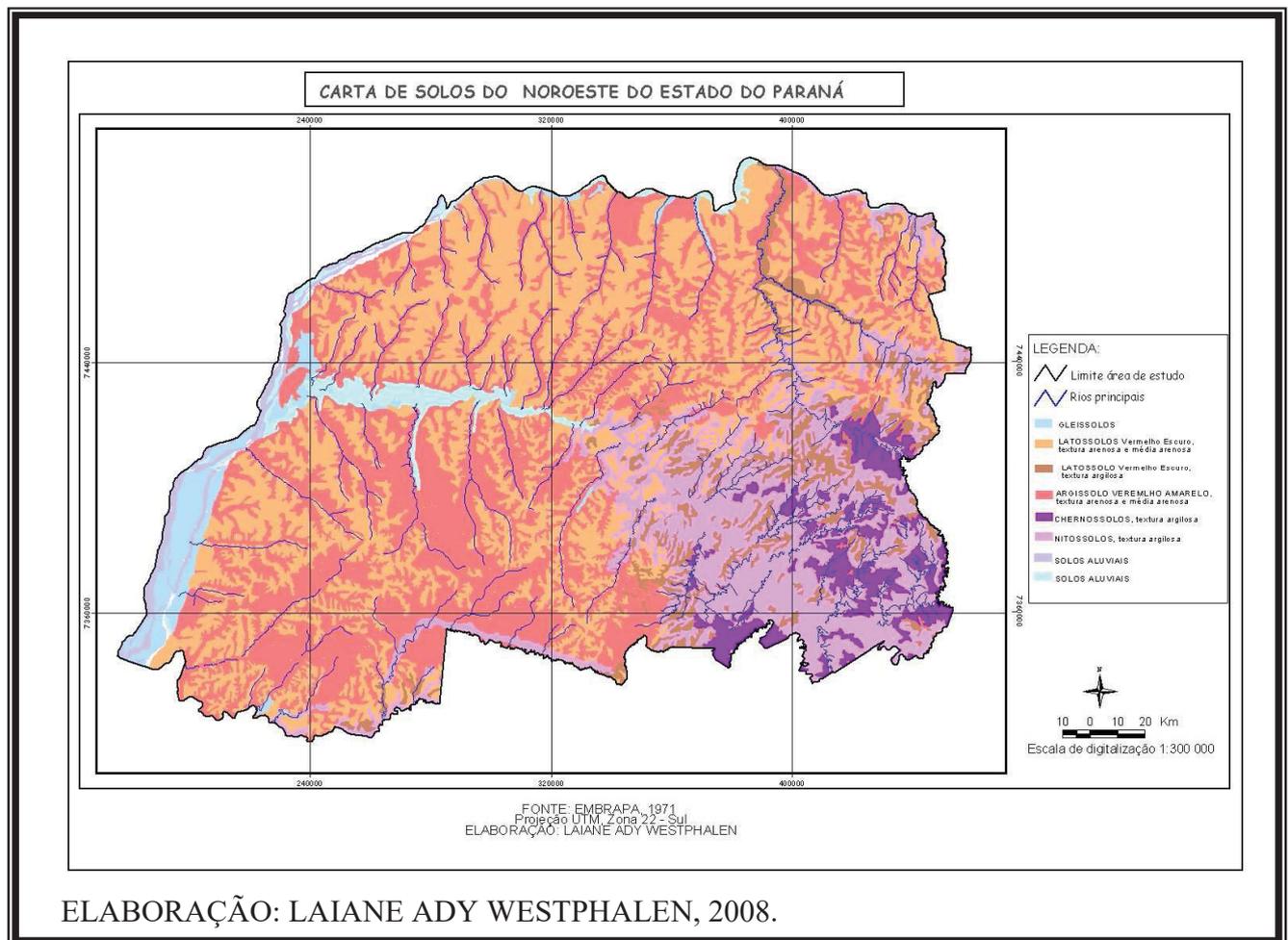
FIGURA 15: MAPA DE DECLIVIDADE DO NOROESTE DO ESTADO



4.4 SOLOS

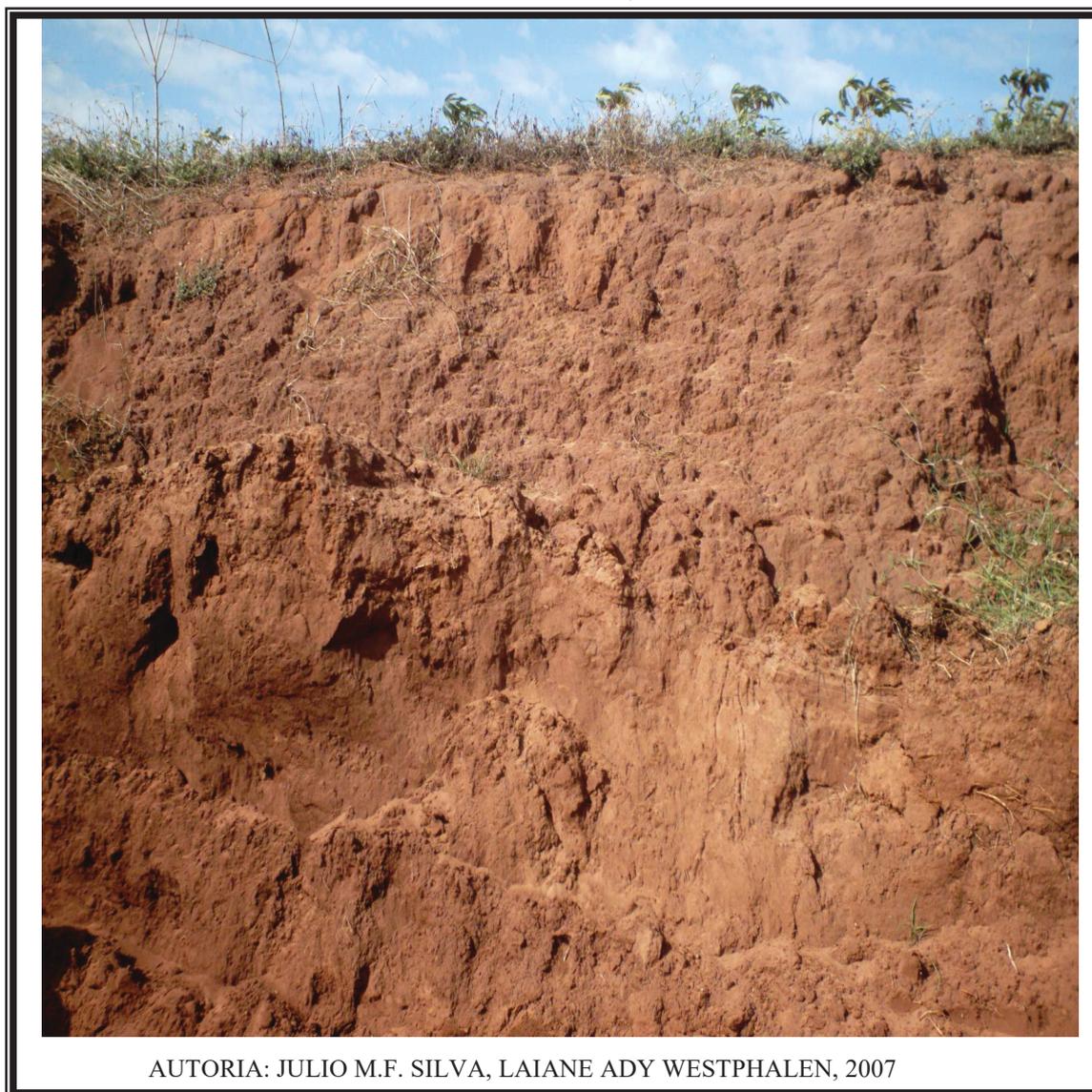
Os principais solos encontrados correspondem aos Latossolos Vermelhos, textura arenosa, Latossolos Vermelhos com textura argilosa, os Nitossolos no extremo leste da área de estudo e os Argissolos. Em menor proporção encontram-se os Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos e os Chernossolos (FIGURA 16).

FIGURA 16: MAPA DE SOLOS DO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ



De acordo com a Embrapa (1984), os Latossolos Vermelhos, textura arenosa, são solos profundos, com seqüência de horizontes A, B, C, sendo a espessura de A+B superior a três metros (FIGURA 17). As características texturais estão associadas ao embasamento geológico, composto pelos arenitos da Formação Caiuá.

FIGURA 17: FOTO DO PERFIL DE LATOSSOLO VERMELHO, TEXTURA ARENOSA



Em geral, são muito porosos e permeáveis, bem acentuadamente drenados quando de textura argilosa e fortemente drenados quando de textura média. Exceto entre A e B, o perfil apresenta pequena diferenciação de horizontes, a distinção é pouco nítida devido à pequena variação de propriedades morfológicas e às amplas transições entre os mesmos.

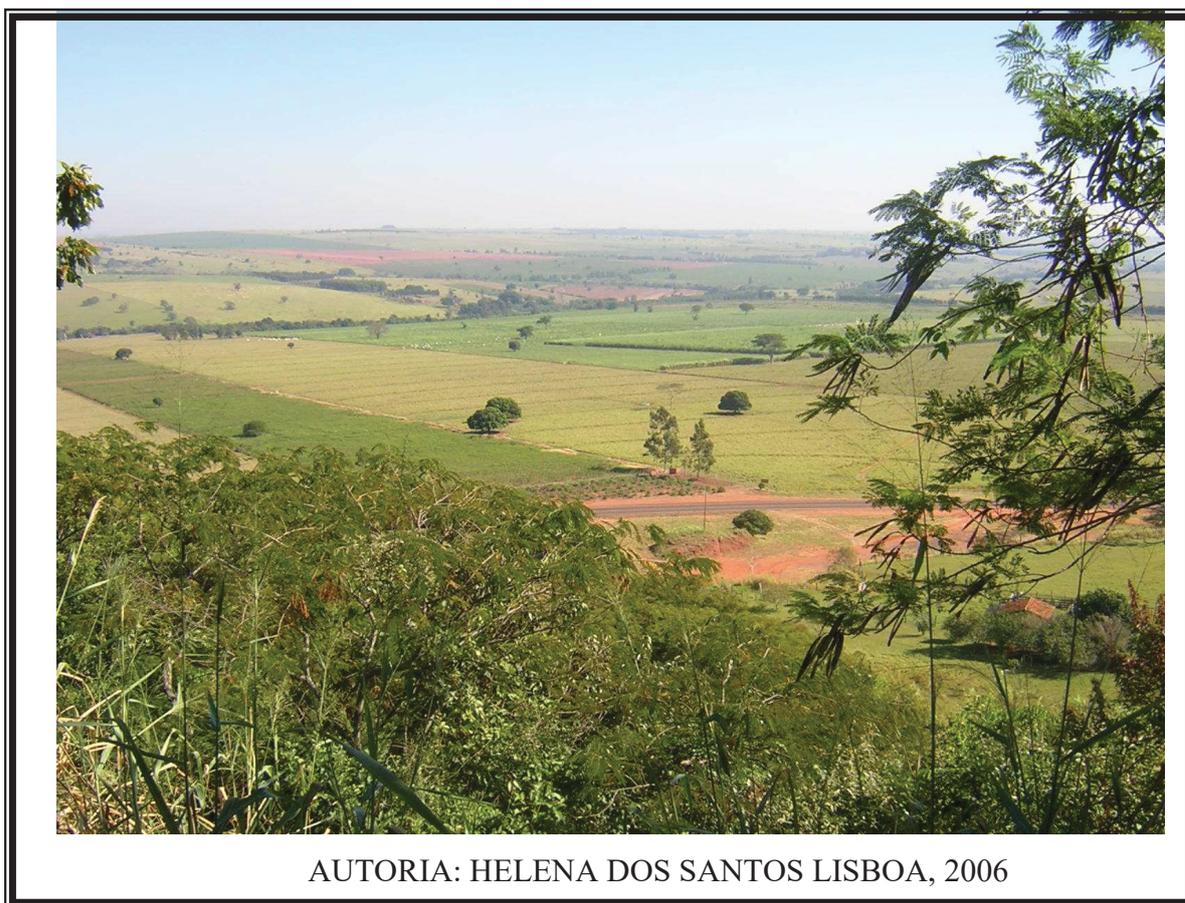
A espessura do horizonte A varia normalmente entre 10 e 60 cm e apresentam estrutura granular (EMBRAPA, 1984).

O horizonte B apresenta espessura superior a dois metros, a estrutura é granular com aspecto de maciça porosa, sendo que a parte superior deste horizonte pode apresentar estruturas em blocos subangulares, pequenos e fracamente desenvolvidos. A EMBRAPA

ainda salienta que são características marcantes destes solos, os baixos teores de silte, baixa relação silte/argila. O gradiente textural é baixo, havendo distribuição uniforme de argila ao longo de todo o perfil (op cit.).

Estes Latossolos estão situados em área com relevo plano, com declividades inferiores a 2%. Apresenta colinas amplas e divisores de água extensos (FIGURA 18).

FIGURA 18: FOTO DO RELEVO ONDE ESTÃO SITUADOS OS LATOSSOLOS VERMELHOS



Os Latossolos Vermelhos, textura argilosa, constituem-se em solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico, formado a partir de rochas eruptivas básicas. São muito porosos, friáveis, acentuadamente drenados e muito profundos (EMBRAPA, 1984).

A textura tanto no horizonte A quanto no horizonte B é muito argilosa, apresenta estrutura granular e em blocos (op cit.)

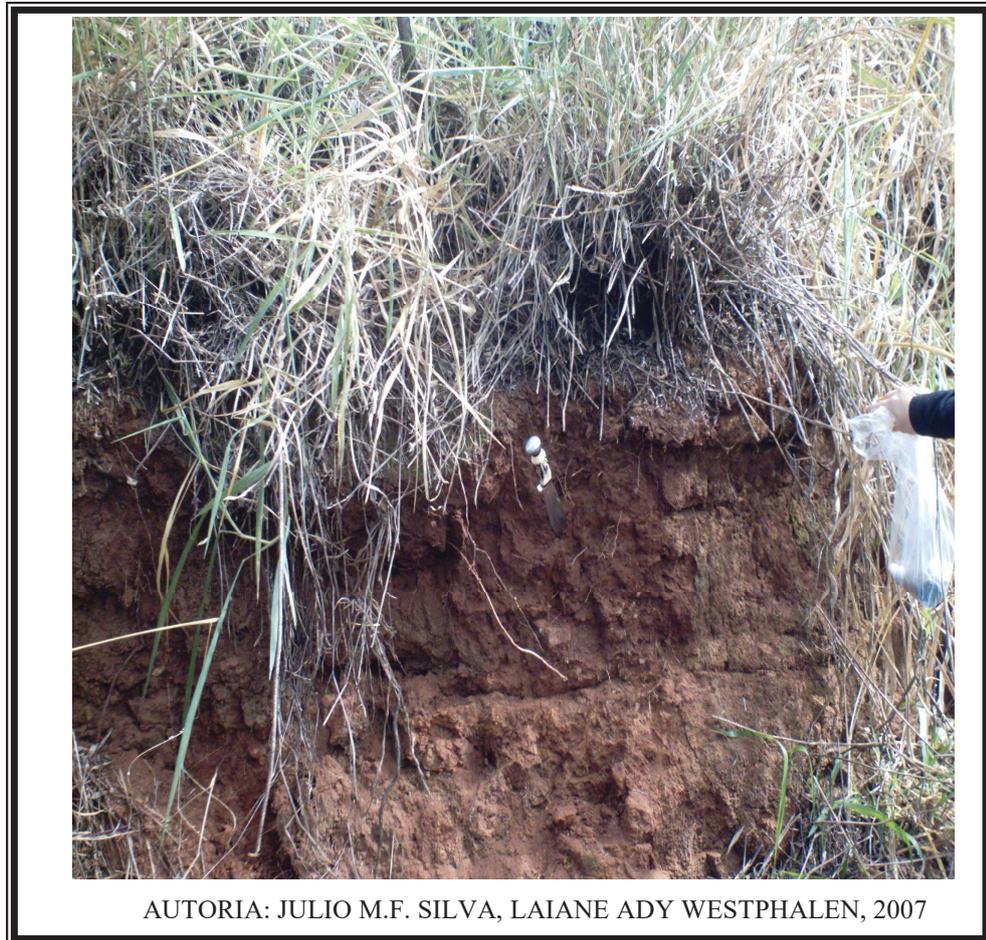
O grau de consistência ao longo do perfil é macio quando seco, friável quando úmido, plástico e pegajoso quando molhado. Apresenta alta porosidade e alto grau de flocculação de argila, principalmente nos horizontes subsuperficiais.

Assim como os solos anteriores, estes Latossolos estão situados em áreas com relevo plano e baixa declividade.

Os Nitossolos (FIGURA 19) são compreendidos por solos minerais, não hidromórficos, com espessuras que variam de 1,30 metro a 2,50 metros. São comumente encontrados em médias vertentes, relevos suavemente ondulados a ondulados. Estão situados sobre as rochas basálticas da Formação Serra Geral, o que influencia na gradiente textural

Apresentam textura muito argilosa, com estruturas em blocos angulares e subangulares. O grau de consistência pode ser duro quando seco, friável quando úmido e plástico e pegajoso quando molhado. A pegajosidade diminui gradativamente dos horizontes superiores aos inferiores (EMBRAPA, 1984 p. 340).

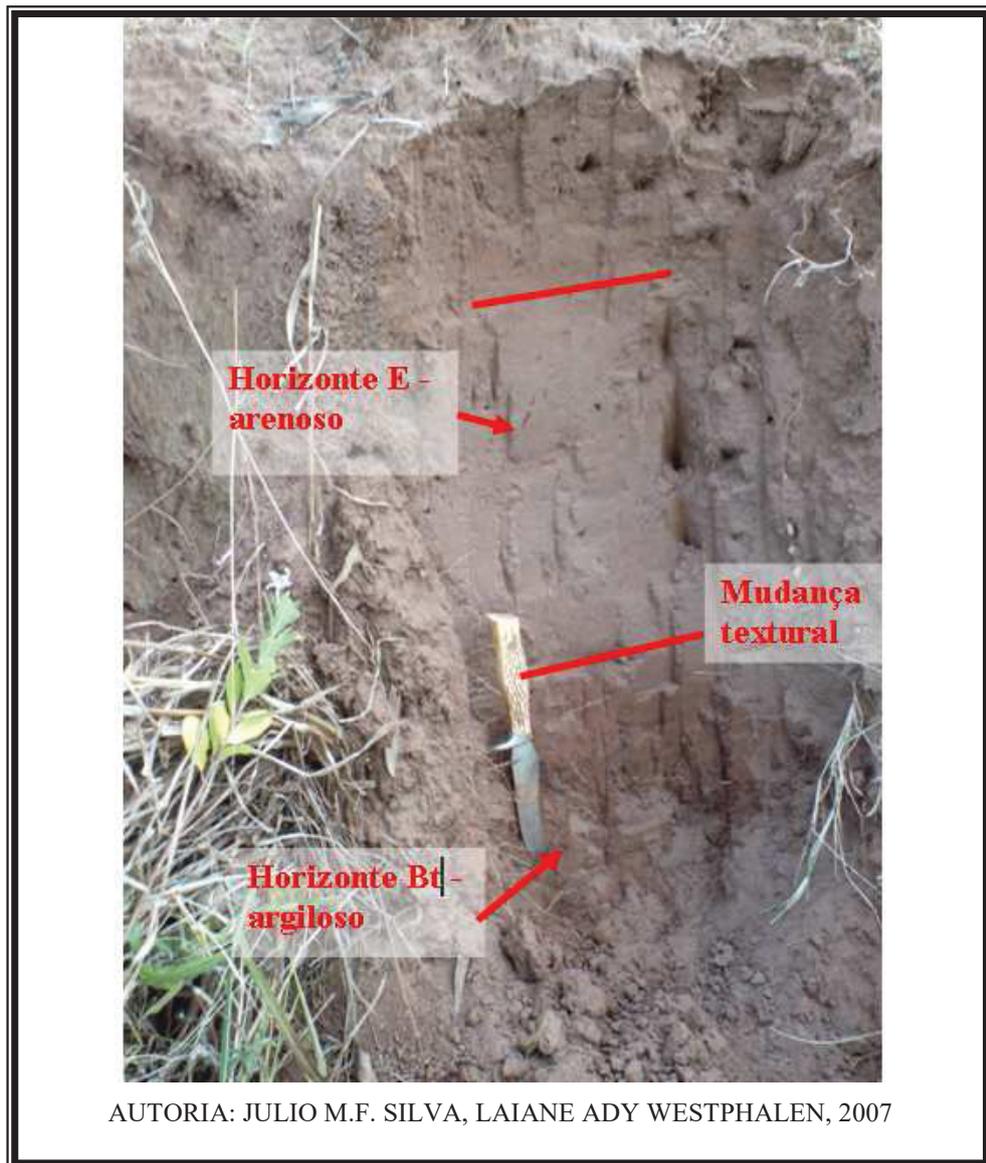
FIGURA 19: FOTO DO PERFIL DE NITOSSOLO



AUTORIA: JULIO M.F. SILVA, LAIANE ADY WESTPHALEN, 2007

De acordo com EMBRAPA (1984), os Argissolos caracterizam-se como solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural e seqüência completa de horizontes A, E, B e C, com profundidade variável (FIGURA 20).

FIGURA 20: FOTO DO PERFIL ARGISSOLO



Estes solos estão normalmente situados em médias vertentes, em áreas com relevo ondulado e suavemente ondulado (FIGURA 21).

A textura varia desde arenosa até média. O horizonte A apresenta estrutura fraca em forma de grãos simples com aspecto de maciça porosa. A consistência é solta com o solo seco e úmido e não plástico com o solo molhado. No horizonte B, a estrutura varia entre fraca e moderada em forma de blocos subangulares e angulares. A consistência é muito variada, dependendo de características *in situ* do perfil, sendo geralmente encontradas nos aspectos ligeiramente duro, duro, friável, plástico e pegajoso (EMBRAPA, 1984).

Em casos de solos provenientes do arenito, constatou-se baixo grau de floculação nos horizontes superficiais, principalmente no horizonte E sobre o B textural, na qual a mudança textural é geralmente abrupta (op cit.)

FIGURA 21: FOTO DO RELEVO ONDE ESTÃO SITUADOS OS ARGISSOLOS



Os Chernossolos são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte A chernozêmico, teores elevados de matéria orgânica. Apresentam B textural, B nítico ou B incipiente. A profundidade é mediana, cuja espessura entre horizonte A e B varia de 60 a 100 cm (EMBRAPA, 1984). Estão situados em relevos ondulados, com dissecações moderadas e declividades que variam de 8 a 10%.

Conforme a Embrapa (1984), os Neossolos Quartzarênicos são solos minerais, muito profundos, com teores baixos de argila (FIGURA 22). Situados em áreas com relevo plano,

São formados a partir de materiais provenientes do arenito, com seqüência de horizonte A e C, são muito porosos, soltos e excessivamente drenados.

A principal diferença entre os horizontes A e C é a quantidade de matéria orgânica no horizonte superficial, que diminui gradativamente com a profundidade. A espessura do horizonte A é bastante variável, sendo comuns espessuras em torno de 30 centímetros. A estrutura é fraca, pequena, granular, com consistência macia, friável, não plástica e não pegajosa.

FIGURA 22: FOTO DO PERFIL DOS NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS



AUTORIA: JULIO M.F. SILVA, LAIANE ADY WESTPHALEN, 2007

Os Neossolos Litólicos, por sua vez, são solos minerais, pouco desenvolvidos que a partir de uma profundidade que varia entre 20 e 80 centímetros apresentam a rocha pouco intemperizada (FIGURA 23). São solos que possuem pouca evidência de desenvolvimento de horizontes pedogenéticos. As características morfológicas destes horizontes restringem-se ao horizonte A. Abaixo deste ocorrem calhaus, pedras e materiais semi-alterados das rochas (EMBRAPA, 1984).

Estes solos estão situados em áreas predominantes do basalto, em relevos ondulados e fortemente ondulados, com declividades superiores a 20% (FIGURA 24).

FIGURA 23: FOTO DO PERFIL DE NEOSSOLO LITÓLICO

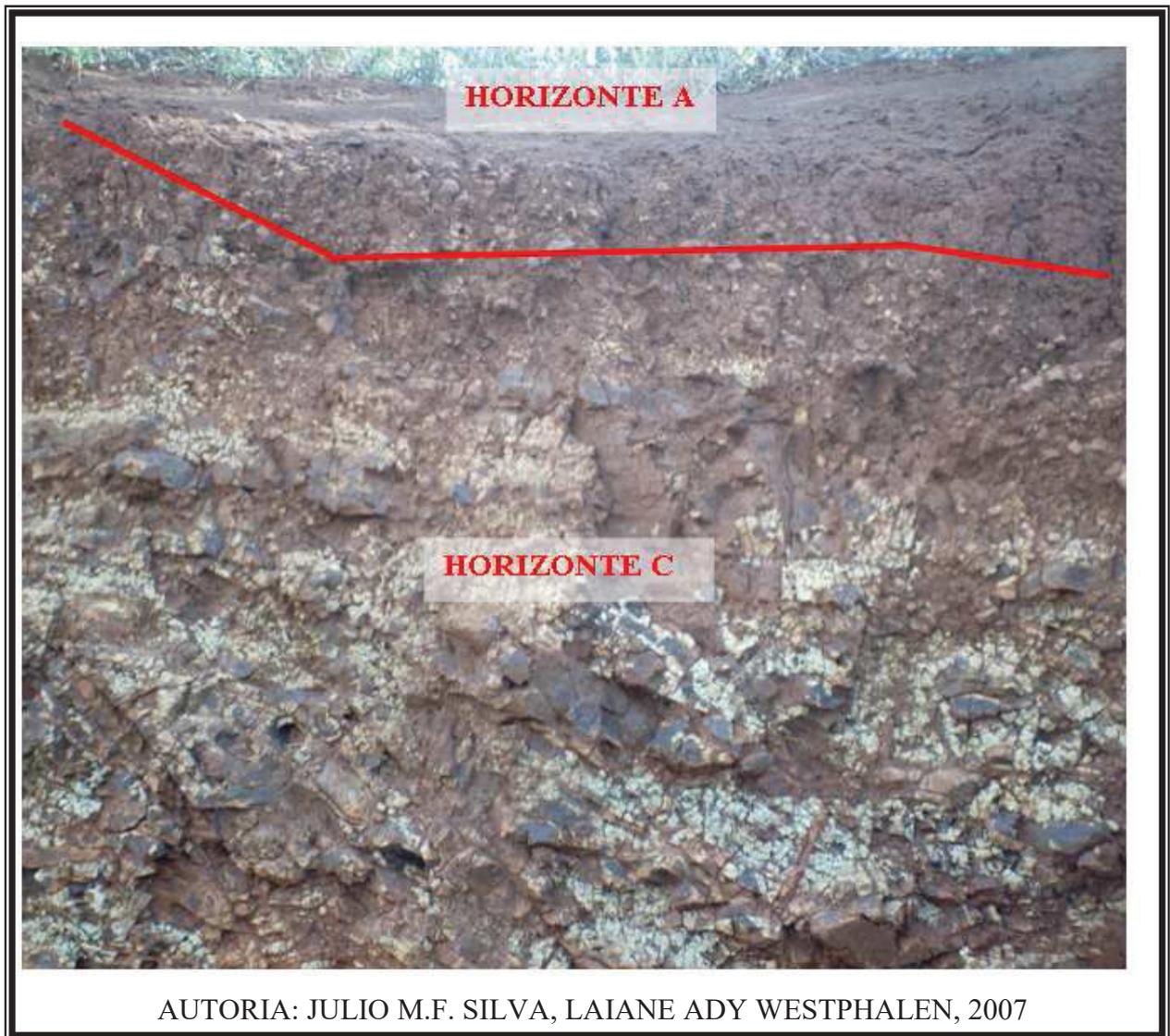


FIGURA 24: FOTO DO RELEVO ONDE ESTÃO SITUADOS OS NEOSSOLOS LITÓLICOS



AUTORIA: HELENA DOS SANTOS LISBOA, 2006

5. CARACTERIZAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente capítulo contempla a avaliação das características morfológicas de cada perfil considerando o comportamento de acordo com os parâmetros e a definição da erodibilidade destes. Cabe ressaltar que as tabelas que contêm os dados detalhados de cada perfil encontram-se no ANEXO 3. Ao final do capítulo apresenta-se a tabela síntese que contém os valores atribuídos às características dos parâmetros avaliados e a discussão dos resultados.

5.1 CARACTERIZAÇÃO E ERODIBILIDADE DOS PERFIS

Os perfis estão dispostos em ordem crescente de erodibilidade, na qual estão apresentadas as principais considerações acerca das características de cada parâmetro e a influência destas para definição do valor final.

Perfil 1: Latossolo Vermelho, textura argilosa

Localização: Estrada para Mandaguari, a 10 km de Marialva

Valor de erodibilidade: 0,9 – CLASSE BAIXA

O perfil apresenta A moderado, com média de 81% de argila nos 65 cm de profundidade. O mesmo está situado em área com relevo suavemente ondulado e com declividades que variam de 6 a 8%. O embasamento geológico é composto por basaltos da Formação Serra Geral, o que faz com que os solos apresentem características texturais e estruturais resistentes à ação dos processos erosivos.

O perfil apresenta estrutura granular, é ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso. Ao longo do horizonte B há uma média de 80% de argila, contrapondo com apenas 5% entre areia grossa e fina. O grau de flocculação é elevado chegando a 100% e conseqüentemente os valores de argila dispersa em água não são significativos. A partir destas características, o perfil apresenta o menor índice de erodibilidade, chegando ao valor 0,9. A tabela 1 apresenta os dados quantitativos do perfil analisado.

TABELA 1: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 1

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	latossólico	0,1
PROFUNDIDADE	> 2,00	0,1
TEXTURA (média)	80% de argila	0,1
ESTRUTURA	granular	0,1
FLOCULAÇÃO A (média)	100%	0,1
FLOCULAÇÃO B (média)	100%	0,1
EMBASAMENTO	basalto	0,1
TOTAL	0,9	

Perfil 2: Latossolo Vermelho, textura argilosa

Localização: Município de Cambira, na estrada entre Apucarana e Maringá

Valor de erodibilidade: 0,9 – CLASSE BAIXA

As características deste perfil são semelhantes ao anterior, cujo índice de erodibilidade chega a 0,9 (TABELA 2). O perfil está situado em área com relevo ondulado e declividades que chegam a 5%. Apresenta A moderado, porém com quantidade de argila inferior ao perfil. Embora haja o declínio na quantidade de argila, não há interferências significativas na definição da erodibilidade do perfil. A litologia é composta pelos basaltos da Formação Serra

Geral, caracterizando a porcentagem elevada de argila ao longo de todo o perfil. Encontram-se proporções de argila acima de 75%, com alto grau de flocculação, exceto no horizonte A que apresenta flocculação menor que os horizontes subjacentes. O mesmo apresenta estrutura granular, pouco friável, plástico e pegajoso.

TABELA 2: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 2

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	latossólico	0,1
PROFUNDIDADE	> 2,70	0,1
TEXTURA (média)	70% de argila	0,1
ESTRUTURA	granular	0,1
FLOCULAÇÃO A (média)	100%	0,1
FLOCULAÇÃO B (média)	100%	0,1
EMBASAMENTO	basalto	0,1
TOTAL	0,9	

Perfil 3: Nitossolo, textura argilosa**Localização: Município de Arapongas, a 2 Km de Vila Vitória****Valor de erodibilidade: 1,2 – CLASSE BAIXA**

O perfil apresenta A moderado, com textura argilosa, no entanto, o índice 1,2, indica média erodibilidade do perfil (TABELA 3). Este valor está atrelado, principalmente, às características de estrutura, tipo de horizonte B e grau de floculação. A estrutura caracteriza-se em blocos angulares, consistência friável, muito plástica e muito pegajosa, principalmente no horizonte B. Apresenta elevada quantidade de argila, no entanto o grau de floculação é baixo nos primeiros vinte e sete centímetros (ANEXO 3). O mesmo está situado em área com relevo ondulado, com embasamento geológico composto por basaltos da Formação Serra Geral.

TABELA 3: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 3

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	nítico	0,2
PROFUNDIDADE	> 1,80	0,1
TEXTURA (média)	79% de argila	0,1
ESTRUTURA	blocos	0,2
FLOCULAÇÃO A (média)	50%	0,2
FLOCULAÇÃO B (média)	86%	0,1
EMBASAMENTO	basalto	0,1
TOTAL	1,2	

Perfil 4: Latossolo Vermelho, textura média arenosa**Localização: Município de Nova Londrina, a 4,5 Km de Itaúna do Sul****Valor de erodibilidade: 1,25 – CLASSE BAIXA**

Este Latossolo apresenta A moderado, com cerca de 26% de argila neste horizonte. O perfil apresenta estrutura em blocos subangulares, friável, pegajoso e plástico. Há teores de argila que variam de 26 a 41%, com grau de floculação superior a 51% (ANEXO 3). Cabe ressaltar que a partir de 1,00 m as amostras extraídas acusam quantidades inferiores de areia grossa em relação aos horizontes superficiais o que pode favorecer processos de erosão subsuperficial. O mesmo encontra-se em área com relevo suave, declividades de aproximadamente 2%. Está inserido na área predominante do Arenito Caiuá, porém com afloramento de rochas basálticas da Formação Serra Geral. Este perfil apresenta as características provenientes do material de origem, com a peculiaridade de estar situado em

área onde há a presença de arenitos e basaltos. Esta condição reflete na quantidade de argila e estrutura dos solos, fazendo com o nível de erodibilidade seja 1,25 (TABELA 4).

TABELA 4: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 4

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	latossólico	0,1
PROFUNDIDADE	> 2,80	0,1
TEXTURA (média)	36% de argila	0,2
ESTRUTURA (média)	Granular/blocos	(0,1+0,2/2) 0,15
FLOCULAÇÃO A (média)	58%	0,2
FLOCULAÇÃO B (média)	87%	0,1
EMBASAMENTO	Arenito/basalto	0,2
TOTAL	1,25	

Perfil 5: Latossolo Vermelho, textura arenosa.

Localização: Município de Guairacá, estrada para Nova Londrina

Valor de erodibilidade: 1,3 – CLASSE MÉDIA

O perfil apresenta A moderado, com aproximadamente 12% de argila neste horizonte e cerca de 67% de flocculação das argilas.

O mesmo apresenta estrutura granular, com aspecto de maciça porosa e grãos soltos de areia lavada. A consistência é macia, friável, ligeiramente plástica e pegajosa. Há baixa proporção de argila, variando de 12 a 19% contrapondo com mais de 70% de areia grossa e fina ao longo do perfil. No entanto, são indicados baixos valores de argila dispersa em água e alto grau de flocculação entre 1 e 2 metros.

Embora o grau de flocculação seja elevado, a quantidade de argila é baixa não contribuindo para minimizar o impacto da ação dos processos erosivos. Devido estas características a erodibilidade deste perfil é intermediária, chegando ao valor de 1,3 (TABELA 5).

TABELA 5: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 5

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	latossólico	0,1
PROFUNDIDADE	> 2,00	0,1
TEXTURA (média)	16% de argila	0,3
ESTRUTURA	granular	0,1
FLOCULAÇÃO A (média)	67%	0,1
FLOCULAÇÃO B (média)	77%	0,1
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,3	

Perfil 6: Latossolo Vermelho, textura arenosa

Localização: Município de Nova Londrina, a 6 Km de Itaúna do Sul

Valor de erodibilidade: 1,3 – CLASSE MÉDIA

Semelhante ao perfil anterior, este Latossolo apresenta A moderado, com aproximadamente 13% de argila neste horizonte. O mesmo apresenta estrutura granular, são pouco friáveis e ligeiramente pegajosos.

Há grande quantidade de areia grossa e fina, correspondendo a aproximadamente 80% de areia contrapondo a uma média de 14% de argila ao longo do perfil (TABELA 6). O grau de floculação entre as partículas de argila varia de 57 a 100%, porém a quantidade de argila presente no solo é baixa, não minimizando a ação dos processos erosivos.

TABELA 6: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 6

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	latossólico	0,1
PROFUNDIDADE	> 5,50	0,1
TEXTURA (média)	14% de argila	0,3
ESTRUTURA	granular	0,1
FLOCULAÇÃO A (média)	73%	0,1
FLOCULAÇÃO B (média)	89%	0,1
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,3	

Perfil 7: Latossolo Vermelho, textura arenosa**Localização: Município de Paranavaí, estrada para Tamboara.****Valor de erodibilidade: 1,4 – CLASSE MÉDIA**

Este perfil apresenta A moderado, estrutura granular com grãos soltos de areia lavada. Apresentam materiais friáveis, não plásticos, não pegajosos e muito porosos. O mesmo apresenta entre 10 e 16% de partículas de argila, contrapondo mais de 80% de areia e com baixo grau de flocculação. A alta capacidade de flocculação no horizonte B, foi fator determinante para inclusão do perfil na classe intermediária de erodibilidade, cujo índice apontou o valor de 1,4 (TABELA 7).

TABELA 7: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 7

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	latossólico	0,1
PROFUNDIDADE	> 2,15	0,1
TEXTURA (média)	13% de argila	0,3
ESTRUTURA	granular	0,1
FLOCULAÇÃO A (média)	36%	0,2
FLOCULAÇÃO B (média)	71%	0,1
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,4	

Perfil 8: Latossolo Vermelho, textura média arenosa**Localização: Município Itaúna do Sul, estrada para Diamante do Norte****Valor de erodibilidade: 1,45 – CLASSE MÉDIA**

Este Latossolo apresenta A moderado estrutura granular e em blocos subangulares, o que faz com que a erodibilidade deste perfil seja ligeiramente superior ao anterior. É friável, plástico e pegajoso.

O índice 1,45 de erodibilidade está associado à capacidade de flocculação, que corresponde à média de 21% no horizonte A e 43% no horizonte B, e as características provenientes do embasamento litológico (TABELA 8).

TABELA 8: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 8

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	latossólico	0,1
PROFUNDIDADE	> 1,48	0,1
TEXTURA (média)	39% de argila	0,2
ESTRUTURA	Granular/blocos	0,15
FLOCULAÇÃO A (média)	21%	0,3
FLOCULAÇÃO B (média)	43%	0,2
EMBASAMENTO	Basalto/arenito	0,2
TOTAL	1,45	

Perfil 9: Neossolo Litólico, textura argilosa

Localização: Município de Mandaguari, a 1,5 Km de Marialva

Valor de erodibilidade: 1,45 – CLASSE MÉDIA

A área onde está situado o perfil, apresenta relevo ondulado, com declividade de 35 a 40%. O embasamento geológico é composto pelos basaltos da Formação Serra Geral.

Este perfil apresenta A chernozêmico, com aproximadamente 66% de argila, estrutura granular e em blocos subangulares. A consistência é macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Embora não haja presença de horizonte B nos Neossolos Litólicos, os valores elevados de argila, alto grau de floculação e de matéria orgânica no horizonte A (chernozêmico), faz com que o perfil apresente nível intermediário de erodibilidade, chegando ao índice de 1,45 (TABELA 9).

TABELA 9: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 9

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	chernozêmico	0,1
HORIZONTE B	Sem B	0,3
PROFUNDIDADE	> 0,25	0,3
TEXTURA (média)	66% de argila	0,1
ESTRUTURA	Granular/blocos	0,15
FLOCULAÇÃO A (média)	92%	0,1
FLOCULAÇÃO B (média)	0%	0,3
EMBASAMENTO	basalto	0,1
TOTAL	1,45	

Perfil 10: Latossolo Vermelho, textura arenosa**Localização: Município de Guairaçá, estrada para Nova Londrina****Valor de erodibilidade: 1,5 – CLASSE MÉDIA**

Os horizontes superficiais apresentam grãos soltos de areia lavada e estrutura granular. São friáveis e ligeiramente plásticos ou não plásticos.

Os horizontes subsuperficiais apresentam estrutura granular com aspecto de maciça porosa e grãos soltos de areia, são muito friáveis e ligeiramente plásticos.

Quanto às características texturais, o perfil apresenta baixa proporção de argila em relação a quantidade de areia grossa e fina.

Há uma variação média de 11 a 13% de argila nos horizontes superficiais e 16 a 19% nos horizontes subsuperficiais, contrapondo com mais de 70% de areia grossa e fina ao longo de todo o perfil (ANEXO 3).

Nos horizontes superficiais, o grau de floculação chega a aproximadamente 55%, com queda gradativa após horizonte B (TABELA 10).

O relevo apresenta declividade de aproximadamente 2%, praticamente plano, fortemente drenado e o embasamento geológico é composto pelos arenitos da Formação Caiuá.

TABELA 10: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 10

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	latossólico	0,1
PROFUNDIDADE	> 1,20	0,1
TEXTURA (média)	15% de argila	0,3
ESTRUTURA	granular	0,1
FLOCULAÇÃO A (média)	55%	0,2
FLOCULAÇÃO B (média)	53%	0,2
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,5	

Perfil 11: Chernossolo, textura argilosa**Localização: Município de Mandaguari, Vila Belém****Valor de erodibilidade: 1,55 – CLASSE MÉDIA**

Apresenta A raso em fase pedregosa. Os horizontes superficiais caracterizam-se por apresentar estrutura em blocos subangulares e prismáticas. A consistência é dura, firme, plástica e pegajosa, há presença de poros pequenos ao longo do perfil.

O perfil apresenta proporção elevada de argila em relação a quantidade de areia, no entanto, o grau de floculação é baixo nos primeiros cinquenta centímetros.

O perfil está situado em área com relevo ondulado, declividades que variam de 8 a 10%, cujo embasamento geológico é composto por basaltos da Formação Serra Geral.

A tabela 11 apresenta os valores atribuídos à cada característica e o índice final de erodibilidade.

TABELA 11: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 11

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	raso	0,3
HORIZONTE B	chernozêmico	0,1
PROFUNDIDADE	> 0,82	0,2
TEXTURA (média)	54% de argila	0,2
ESTRUTURA	Prismático/blocos	0,25
FLOCULAÇÃO A (média)	18%	0,3
FLOCULAÇÃO B (média)	54%	0,2
EMBASAMENTO	basalto	0,1
TOTAL	1,65	

Perfil 12: Latossolo Vermelho, textura arenosa**Localização: Município de Cianorte, estrada para Cruzeiro do Oeste****Valor de erodibilidade: 1,6 – CLASSE MÉDIA**

A área onde está situado o perfil apresenta relevo plano, com declividade de aproximadamente 8% e litologia composta pelos arenitos da Formação Caiuá.

O perfil apresenta A moderado, estrutura granular, maciça porosa. Os horizontes são friáveis e ligeiramente pegajosos.

Em relação à textura, o perfil apresenta baixa proporção de argila ao longo do perfil e baixo grau de floculação entre os mesmos. Os horizontes superficiais e subsuperficiais apresentam cerca de 80% entre areia grossa e fina e 13% de argila (ANEXO 3).

A tabela 12 apresenta os valores atribuídos à cada característica e o índice final de erodibilidade.

TABELA 12: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 12

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	latossólico	0,1
PROFUNDIDADE	> 1,95	0,1
TEXTURA (média)	13% de argila	0,3
ESTRUTURA	granular	0,1
FLOCULAÇÃO A (média)	25%	0,3
FLOCULAÇÃO B (média)	46%	0,2
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,6	

Perfil 13: Argissolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa

Localização: Tapejara, estrada para Tuneiras do Oeste.

Valor de erodibilidade: 1,7 – CLASSE ALTA

Os horizontes superficiais apresentam grãos de areia lavada, já os horizontes subsuperficiais apresentam estruturas em blocos subangulares. São friáveis, ligeiramente plásticos e ligeiramente pegajosos.

Apresenta menor proporção de argila nos primeiros sessenta centímetros em relação aos horizontes subjacentes, com queda acentuada do grau de floculação entre 60 e 100 centímetros (ANEXO 3).

O relevo é ondulado com declividades de aproximadamente 15%, e embasamento geológico composto por arenitos da Formação Caiuá.

A tabela 13 apresenta os valores atribuídos à cada característica e o índice final de erodibilidade.

TABELA 13: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 13

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	textural	0,3
PROFUNDIDADE	> 2,80	0,1
TEXTURA (média)	18% de argila	0,3
ESTRUTURA	blocos	0,2
FLOCULAÇÃO A (média)	55%	0,2
FLOCULAÇÃO B (média)	80%	0,1
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,7	

Perfil 14: Argissolo Vermelho-Amarelo

Localização: Município de Paranavaí

Valor de erodibilidade: 1,7 – CLASSE ALTA

Semelhante ao perfil anterior, este Argissolo é caracterizado por apresentar estrutura fraca em blocos, consistência ligeiramente dura, friável, não plástica e não pegajosa.

O perfil está incluído na classe intermediária de erodibilidade decorrente da alta capacidade de floculação das argilas do horizonte B (TABELA 14).

O relevo é praticamente plano, apresentando declividades de aproximadamente 1%. O embasamento geológico é composto pelos arenitos da Formação Caiuá.

TABELA 14: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 14

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	textural	0,3
PROFUNDIDADE	> 1,85	0,1
TEXTURA (média)	14% de argila	0,3
ESTRUTURA	blocos	0,2
FLOCULAÇÃO A (média)	44%	0,2
FLOCULAÇÃO B (média)	71%	0,1
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,7	

Perfil 15: Neossolos Litólico, textura arenosa**Localização: Município de Mandaguari, próximo a Vila Belém.****Valor de erodibilidade: 1,75 – CLASSE ALTA**

Apresenta A chernozêmico, fase pedregosa. O horizonte A apresenta estrutura granular e em blocos subangulares. A consistência é friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

O relevo é fortemente ondulado com declividades que variam de 20 a 30%. A litologia é composta pelos basaltos da Formação Serra Geral.

A tabela 15 apresenta os valores atribuídos à cada característica e o índice final de erodibilidade.

TABELA 15: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 15

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	chernozêmico	0,1
HORIZONTE B	Sem B	0,3
PROFUNDIDADE	> 0,30	0,3
TEXTURA (média)	28% de argila	0,3
ESTRUTURA	Granular/blocos	$(0,1+0,2=0,3/2)$ 0,15
FLOCULAÇÃO A (média)	32%	0,2
FLOCULAÇÃO B (média)	0%	0,3
EMBASAMENTO	basalto	0,1
TOTAL	1,75	

Perfil 16: Argissolo Vermelho Amarelo, textura arenosa**Localização: Cruzeiro do Oeste, estrada para Tabejara****Valor de erodibilidade: 1,8 – CLASSE ALTA**

O perfil apresenta A moderado, estrutura em blocos angulares, consistência macia, friável, não plástica e não pegajosa. Há baixa proporção de argila nos horizontes superficiais havendo aumento gradativo nos horizontes subjacentes.

O grau de floculação é baixo, exceto nos primeiros doze centímetros e após um metro de profundidade (ANEXO 3). A declividade é de aproximadamente 5%, com relevo suavemente ondulado e embasamento litolítico composto por arenitos da formação Caiuá.

Este Argissolo apresenta elevado índice de erodibilidade, chegando ao valor 1,8, decorrente principalmente da baixa capacidade de floculação das argilas (TABELA 16).

TABELA 16: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 16

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	textural	0,3
PROFUNDIDADE	> 2,00	0,1
TEXTURA (média)	14% de argila	0,3
ESTRUTURA	blocos	0,2
FLOCULAÇÃO A (média)	34%	0,2
FLOCULAÇÃO B (média)	45%	0,2
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,8	

Perfil 17: Argissolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa

Localização: Município de Paranavaí

Valor de erodibilidade: 1,8 – CLASSE ALTA

Os horizontes superficiais são caracterizados por grãos simples de areia lavada. Os horizontes subsuperficiais, por sua vez, apresentam estrutura em blocos subangulares e presença de grãos simples. A consistência do perfil caracteriza-se como muito friável, plástica e pegajosa, com poros pequenos. Há mudança textural abrupta no perfil, com proporção de argila passando de até 8% nos primeiros sessenta centímetros para valores superiores a 25% nos horizontes abaixo. Há queda acentuada no grau de floculação entre 65 e 100 centímetros, aumentando novamente a partir de um metro (ANEXO 3). A tabela 17 apresenta os valores atribuídos à cada característica e o índice final de erodibilidade.

TABELA 17: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 17

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	textural	0,3
PROFUNDIDADE	> 1,90	0,1
TEXTURA (média)	14% de argila	0,3
ESTRUTURA	blocos	0,2
FLOCULAÇÃO A (média)	27%	0,3
FLOCULAÇÃO B (média)	66%	0,1
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,8	

Perfil 18: Argissolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa**Localização: Município de Paranavaí, estrada para Tamboara****Valor de erodibilidade: 1,8 – CLASSE ALTA**

O perfil está situado em área com relevo ondulado, com declividades que variam de 8 a 12%, embasados por arenitos da Formação Caiuá. Os horizontes apresentam estrutura em blocos subangulares, com aspecto de maciça porosa e grãos simples. A consistência é ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa. Apresenta entre 11 e 16% de argila nos primeiros sessenta centímetros, aumentando gradativamente de acordo com a profundidade, chegando ao máximo de 28%.

O grau de floculação varia de 25 a 27% nos primeiros horizontes passando para 100% a partir de sessenta centímetros (ANEXO 3). A tabela 18 apresenta os valores atribuídos à cada característica e o índice final de erodibilidade.

TABELA 18: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 18

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	textural	0,3
PROFUNDIDADE	> 1,90	0,1
TEXTURA (média)	19% de argila	0,3
ESTRUTURA	blocos	0,2
FLOCULAÇÃO A (média)	27%	0,3
FLOCULAÇÃO B (média)	75%	0,1
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,8	

Perfil 19: Neossolos Quartzarênicos**Localização: Município de Alto Paraná, estrada Sumaré - São João do Caiuá****Valor de erodibilidade: 1,8 – CLASSE ALTA**

O perfil está situado em área com relevo suavemente ondulado, com declividades que variam de 0 a 3% e embasados por arenitos da Formação Caiuá. Apresenta A proeminente, estrutura granular pequena e grãos simples, consistência solta, não plástica e não pegajosa. O horizonte C apresenta estrutura maciça, pouco coerente que se desfaz em blocos subangulares, com consistência muito friável, não plástica e não pegajosa. São encontrados valores significativos de areia fina e grossa ao longo de todo o perfil, chegando a corresponder

aproximadamente 90% das partículas existentes (ANEXO 3). A tabela 19 apresenta os valores atribuídos à cada característica e o índice final de erodibilidade.

TABELA 19: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 19

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	proeminente	0,1
HORIZONTE B	Sem B	0,3
PROFUNDIDADE	> 2,00	0,1
TEXTURA (média)	10% de argila	0,3
ESTRUTURA	granular	0,1
FLOCULAÇÃO A (média)	0%	0,3
FLOCULAÇÃO B (média)	0%	0,3
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,8	

Perfil 20: Argissolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa

Localização: Município de Cruzeiro do Oeste, estrada para Umuarama.

Valor erodibilidade: 1,9 – CLASSE ALTA

Os horizontes superficiais são compostos por grãos simples, soltos, não plásticos e não pegajosos. Já os horizontes subsuperficiais apresentam estrutura em blocos subangulares média. A consistência é friável, plástica e pegajosa. O mesmo apresenta baixa proporção de argila no primeiro metro, com grau de floculação praticamente nulo no horizonte A, havendo aumento moderado nos horizontes subjacentes (ANEXO 3). O perfil apresenta o maior índice de erodibilidade, chegando ao valor de 1,9, decorrente principalmente da presença de B textural, da baixa porcentagem de argila e da baixa capacidade de floculação (TABELA 20).

TABELA 20: VALORES ATRIBUÍDOS E ÍNDICE FINAL DE ERODIBILIDADE DO PERFIL 20

PARÂMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORES
HORIZONTE A	moderado	0,2
HORIZONTE B	textural	0,3
PROFUNDIDADE	> 1,72	0,1
TEXTURA (média)	12% de argila	0,3
ESTRUTURA	blocos	0,2
FLOCULAÇÃO A (média)	25%	0,3
FLOCULAÇÃO B (média)	33%	0,2
EMBASAMENTO	arenito	0,3
TOTAL	1,9	

5.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na classe de BAIXA ERODIBILIDADE estão inseridos dois perfis dos Latossolos Vermelhos com textura argilosa, cujo embasamento litológico é composto por basaltos da Formação Serra Geral. Estes solos apresentam índice de erodibilidade de 0,9.

Considerando a dinâmica da paisagem, estes solos desenvolvem-se em relevos planos a suavemente ondulados, fator que favorece a infiltração da água da chuva em detrimentos ao escoamento superficial.

Em relação às características texturais e estruturais, estes solos apresentam alta resistência à ação dos processos erosivos, favorecendo a circulação hídrica e dificultando o transporte de sedimentos pelo escoamento superficial. Estas características estão relacionadas a estrutura granular que favorece a drenagem do solo, reduzindo o escoamento da água da chuva, e à textura argilosa que favorece a resistência dos agregados.

A alta capacidade de floculação constitui-se em outra característica importante que determina a baixa erodibilidade destes Latossolos. O grau de floculação diminui a possibilidade de desagregação dos sedimentos, durante o impacto da água da chuva.

No entanto, cabe ressaltar a importância de adoção de medidas preventivas de uso para a manutenção da qualidade destes solos. O manejo inadequado pode desencadear a ação de processos erosivos, mesmo apresentando baixa erodibilidade.

Nesta classe também estão inseridos o perfil de Nitossolo, com índice de 1,2 e o perfil de Latossolo Vermelho, textura média arenosa, porém com o índice de 1,25, próximo à classe intermediária.

O perfil de Nitossolo apresenta porcentagens elevadas de argila e floculação, potencializando a resistência destes à ação dos processos erosivos. No entanto, cabe ressaltar que a estruturas em blocos dificulta a circulação interna da água, favorecendo a saturação dos horizontes e promovendo o escoamento superficial.

Embora, os Nitossolos apresentem características físicas que reduzem a erosão pelo impacto inicial da água, são solos que podem ser facilmente erodidos. Isto porque estão situados em áreas com declividade relativamente acentuada, fator que favorece o escoamento superficial e o transporte de sedimentos.

O perfil de Latossolo Vermelho, está situado em área de transição entre os arenitos e basaltos, e por isso, apresenta textura média arenosa. Em relação aos perfis inteiramente situados em área de arenito, este apresenta menor erodibilidade, por encontrar índices mais elevados de argila.

Na classe MÉDIA ERODIBILIDADE estão inseridos os Latossolos Vermelhos, textura arenosa, totalizando cinco perfis. Um perfil de Latossolo Vermelho, textura média arenosa, um perfil de Neossolo Litólico e um perfil de Chernossolo.

Os perfis de Latossolos Vermelhos apresentam valores que variam de 1,3 a 1,6. O grau de flocculação das argilas foi fator determinante para a diferenciação entre estes perfis. Enquanto o perfil 5 (tabela 21), com índice 1,3 de erodibilidade, apresenta 67% de flocculação no horizonte “A” e 77% de flocculação no “B”, o perfil 12 apresenta índice de erodibilidade 1,6, decorrente da baixa porcentagem de flocculação que chega a 25% no horizonte “A” e 46% no “B”.

Cabe ressaltar que nestes casos, o grau de flocculação é relativo, pois são solos que apresentam baixa concentração de argila, com textura média arenosa. Mesmo com flocculação elevada, a baixa quantidade de argila não impede a desagregação de partículas, e o avanço dos processos erosivos. Desta forma, como há grande percentual de areia, é imprescindível a adoção de práticas de manejo adequadas.

O Latossolo Vermelho, textura média arenosa, apresenta índice de 1,45 de erodibilidade. Ao contrário do anterior, que também apresenta textura média arenosa, este se caracteriza pelo baixo grau de flocculação, acentuando a erodibilidade do mesmo. Ainda nesta classe, está inserido o perfil de Neossolo Litólico, com índice de 1,45 e o perfil de Chernossolo com índice de erodibilidade de 1,55.

O Neossolo Litólico apresenta A chernozêmico e com porcentagem elevada de argila, no entanto é um solo que não apresenta horizonte B. Por estar situado em áreas com relevo acidentado, há o favorecimento do escoamento superficial e do transporte de sedimentos. No entanto, apresenta elevada quantidade de matéria orgânica e a alta capacidade de flocculação das argilas no horizonte superficial.

O perfil de Chernossolo apresenta estrutura em blocos e prismática o que dificulta a circulação interna da água da chuva, saturando o solo e promovendo o escoamento superficial. Outro fator relacionado a este perfil é o baixo índice de flocculação de argila no horizonte superficial.

Na classe ALTA ERODIBILIDADE, estão inseridos seis perfis de Argissolos, com índice 1,7, 1,8 e 1,9 erodibilidade; um de Neossolo Litólico, com índice de 1,75 de erodibilidade e um de Neossolo Quartzarênico, com índice de 1,8 de erodibilidade.

Os Argissolos apresentam B textural, com mudanças significativas na quantidade de argila entre os horizontes, o que favorece a concentração de água subsuperficial podendo desencadear processos de erosão linear mais acentuado, como as voçorocas.

A flocculação foi parâmetro determinante para diferenciação entre os perfis 13,14 dos perfis 16, 17, 18 e 20. Estes apresentam maiores índices de erodibilidade, variando de 1,8 a 1,9 (tabela 21).

O perfil de Neossolo Quartzarênico é composto por 90% de areia, sem presença de horizonte B. Decorrente destas características, este solo não apresenta resistência ao impacto da água, facilitando a desagregação das partículas e o transporte de sedimentos, acentuando o desenvolvimento da erosão.

O Neossolo Litólico, por sua vez, apresenta índice de 1,75, com erodibilidade superior ao perfil 9. A baixa porcentagem de argila e baixa capacidade de flocculação foram os fatores determinantes para inclusão deste na classe alta de erodibilidade.

Por fim, com os resultados apresentados pode-se mostrar que análises sobre a erodibilidade dos solos requerem reflexões aprimoradas sobre a complexidade das características morfológicas. Foi possível perceber que perfis pertencentes à mesma classe de solos podem apresentar índices de erodibilidade diferentes, dependendo das características inerentes como, por exemplo, quantidade de argila, capacidade de flocculação, estrutura, profundidade.

A tabela 21 apresenta sucintamente a hierarquização da erodibilidade dos perfis avaliados.

TABELA 21: HIERARQUIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE DOS PERFIS AVALIADOS

Nº	SOLO	Hor. A	Valor	Hor. B.	Valor	Prof. (m)	Valor	Textura (% argila)	Valor	Estrutura	Valor	Floc. A	Valor	Floc. B	Valor	Emb. Litológico	Valor	TOTAL
1	LATOSSOLO VERMELHO, T. ARGILOSA	moderado	0,2	latossolico	0,1	>2,00	0,1	80%	0,1	granular	0,1	100%	0,1	100%	0,1	basalto	0,1	0,9
2	LATOSSOLO VERMELHO, T. ARGILOSA	moderado	0,2	latossolico	0,1	>2,70	0,1	70%	0,1	granular	0,1	100%	0,1	100%	0,1	basalto	0,1	0,9
3	NITOSSOLO	moderado	0,2	nítico	0,2	>1,80	0,1	79%	0,1	blocos	0,1	50%	0,2	86%	0,1	basalto	0,1	1,2
4	LATOSSOLO VERMELHO, T. MÉDIA ARENOSA	moderado	0,2	latossolico	0,1	>2,80	0,1	36%	0,1	granular/blocos	0,15	58%	0,2	87%	0,1	arenito/basalto	0,2	1,25
5	LATOSSOLO VERMELHO, T. ARENOSA	moderado	0,2	latossolico	0,1	>2,00	0,1	16%	0,1	granular	0,1	67%	0,1	77%	0,1	arenito	0,3	1,3
6	LATOSSOLO VERMELHO, T. ARENOSA	moderado	0,2	latossolico	0,1	>5,50	0,1	14%	0,1	granular	0,1	73%	0,1	89%	0,1	arenito	0,3	1,3
7	LATOSSOLO VERMELHO, T. ARENOSA	moderado	0,2	latossolico	0,1	>2,15	0,1	13%	0,1	granular	0,1	36%	0,2	71%	0,1	arenito	0,3	1,4
8	LATOSSOLO VERMELHO, T. MÉDIA ARENOSA	moderado	0,2	latossolico	0,1	>1,48	0,1	39%	0,1	granular/blocos	0,15	21%	0,3	43%	0,2	arenito/basalto	0,2	1,45
9	NEOSSOLO LITÓLICO	chernozêmico	0,1	sem B	0,3	0,25	0,3	66%	0,1	granular/blocos	0,15	92%	0,1	0%	0,3	basalto	0,1	1,45
10	LATOSSOLO VERMELHO, T. ARENOSA	moderado	0,2	latossolico	0,1	>1,20	0,1	15%	0,1	granular	0,1	55%	0,2	53%	0,2	arenito	0,3	1,5
11	CHERNOSSOLO	chernozêmico	0,1	nítico	0,2	>0,82	0,2	54%	0,2	prismático/blocos	0,25	18%	0,3	54%	0,2	basalto	0,1	1,55
12	LATOSSOLO VERMELHO, T. ARENOSA	moderado	0,2	latossolico	0,1	>1,95	0,1	13%	0,1	granular	0,1	25%	0,3	46%	0,2	arenito	0,3	1,6
13	ARGISSOLO	moderado	0,2	textural	0,3	>2,80	0,1	18%	0,2	blocos	0,2	55%	0,2	80%	0,1	arenito	0,3	1,7
14	ARGISSOLO	moderado	0,2	textural	0,3	>1,85	0,1	14%	0,2	blocos	0,2	44%	0,2	71%	0,1	arenito	0,3	1,7
15	NEOSSOLO LITÓLICO	chernozêmico	0,1	sem B	0,3	0,3	0,3	28%	0,3	granular/blocos	0,15	32%	0,2	0%	0,3	basalto	0,1	1,75
16	ARGISSOLO	moderado	0,2	textural	0,3	>2,00	0,1	14%	0,3	blocos	0,2	34%	0,2	45%	0,2	arenito	0,3	1,8
17	ARGISSOLO	moderado	0,2	textural	0,3	>1,90	0,1	14%	0,3	blocos	0,2	27%	0,3	66%	0,1	arenito	0,3	1,8
18	ARGISSOLO	moderado	0,2	textural	0,3	>1,90	0,1	19%	0,3	blocos	0,2	27%	0,3	75%	0,1	arenito	0,3	1,8
19	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	proeminente	0,1	sem B	0,3	>2,00	0,1	10%	0,3	granular	0,1	0%	0,3	0%	0,3	arenito	0,3	1,8
20	ARGISSOLO	moderado	0,2	textural	0,3	>1,72	0,1	12%	0,2	blocos	0,2	25%	0,3	33%	0,2	arenito	0,3	1,9

6. PADRÕES DE USO DA TERRA NO NOROESTE DO ESTADO E O PROBLEMA DA EROSÃO

Como já observado, as características morfológicas são fatores importantes que influenciam na resistência dos solos à ação dos processos erosivos. A estrutura dos agregados, a textura e a capacidade de flocculação podem determinar a resistência dos solos ao impacto da água da chuva, onde ocorre a desagregação das estruturas e facilita o transporte de sedimentos.

Além da morfologia dos solos, as características naturais da paisagem também são fatores que determinam a intensidade da erosão. A erosão é maior em declividades acentuadas, onde há o predomínio do escoamento superficial, por outro lado, áreas com declividade baixa, há predominância da infiltração da água.

O noroeste do Estado apresenta uma particularidade em relação aos solos, que como são desenvolvidos sobre o arenito da Formação Caiuá, apresentam textura arenosa. Nestes casos encontram-se Latossolos com baixo percentual de argila, o que faz com a posição destes solos em relevos planos, não seja fator relevante para a redução dos efeitos erosivos. As características morfológicas dos Latossolos são determinantes para o problema de erosão encontrado nesta porção do Estado.

O uso da terra é outro fator determinante para o desencadeamento dos processos erosivos. A compactação dos solos causada pela ocupação, favorece o escoamento superficial e a erosão acelerada, que pode chegar a estágios avançados e irreversíveis.

O noroeste do Estado do Paraná apresenta padrões de ocupação urbana e rural que acentuam a ação dos processos erosivos. A geomorfologia desta porção do estado caracteriza-se por interflúvios longos e topos aplainados, fator determinante para que as instalações da maior parte dos municípios ocorressem nos divisores de água.

A ocupação acarreta na compactação do solo ao longo das vertentes. Como observado, a compactação dos solos evita a infiltração da água da chuva, que passa a escoar pelas vertentes em sentido ao vale. Cabe ressaltar que com os solos compactados, ocorre o aumento da energia do escoamento, intensificando a erosão.

De acordo com o relatório técnico desenvolvido pela SUCEAM em parceria com a UEM (1994), a instalação de loteamentos nos divisores associados ao padrão viário, que se apresenta em vias longas e situadas perpendicularmente às curvas de nível, aceleram a concentração e escoamento de água pluvial acentuando o desenvolvimento de processos erosivos. De acordo com este relatório, a implementação das vias

principais de forma paralela às curvas de nível seria a forma ideal para controlar o escoamento da água pluvial vertente abaixo.

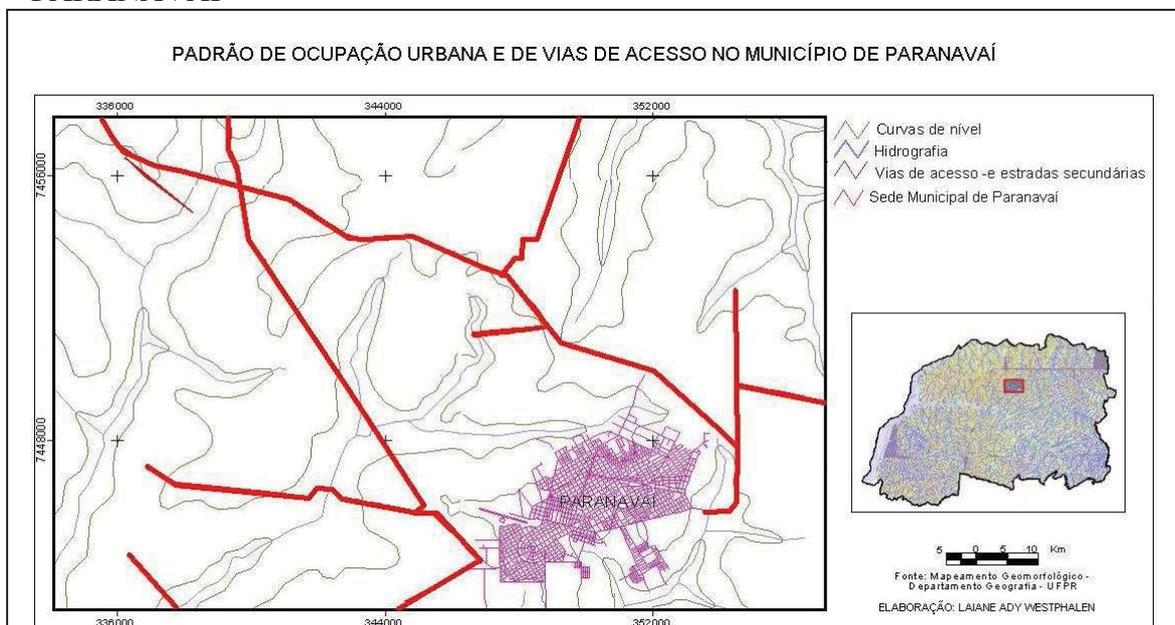
Em relação à este padrão de ocupação, pode-se citar os municípios de Paranaíba (FIGURA 25), Japurá (FIGURA 26) e Umarama (FIGURA 27), que são representativos de outras áreas do noroeste do Estado.

As vias de acesso e as sedes dos municípios estão inseridas nos divisores de água, fazendo com que o escoamento deságüe para as áreas inferiores da vertente onde normalmente caracterizam-se por áreas rurais.

No caso de Paranaíba, particularmente, as principais vias de acesso estão situadas perpendicularmente às curvas de nível. São vias longas que se iniciam à montante, nos divisores de água, e percorrem ao longo das vertentes, sentido fundo de vale.

O desenvolvimento dos processos erosivos, neste caso, está associado à velocidade do escoamento superficial ao longo da rede viária e a presença de solos descobertos à jusante da vertente.

FIGURA 25: PADRÃO DE OCUPAÇÃO URBANA E VIAS DE ACESSO EM PARANAÍBÁ



ELABORAÇÃO: LAIANE ADY WESTPHALEN, 2008

FIGURA 26: PADRÃO DE OCUPAÇÃO URBANA E VIAS DE ACESSO EM JAPURÁ

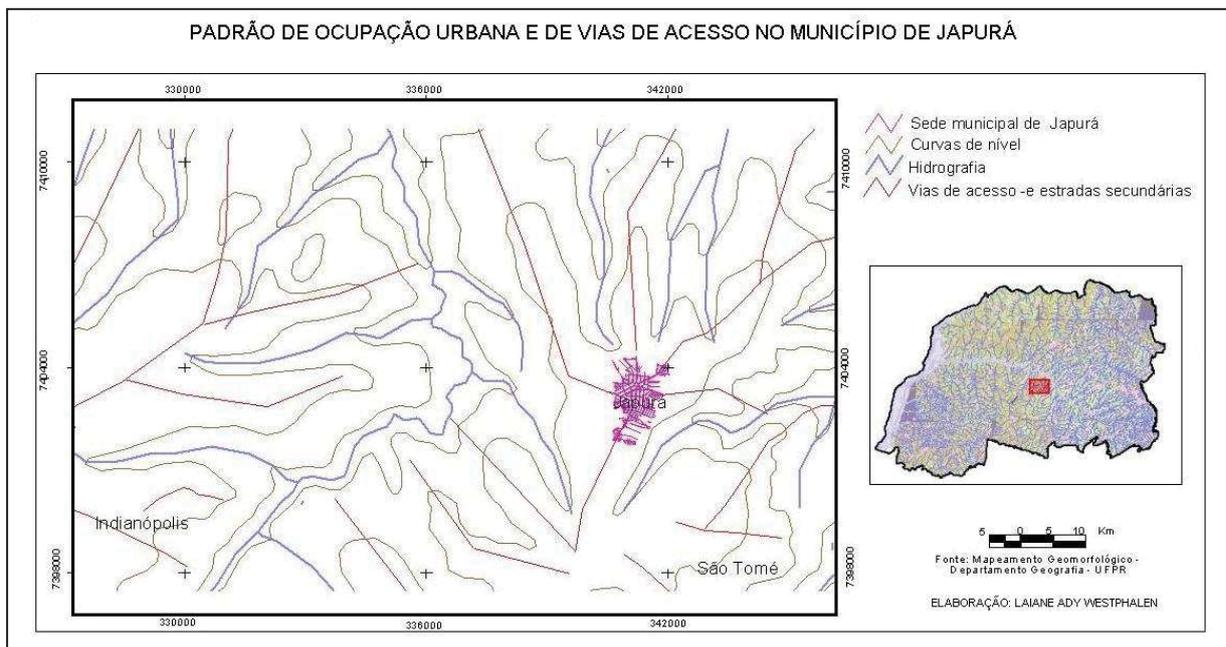
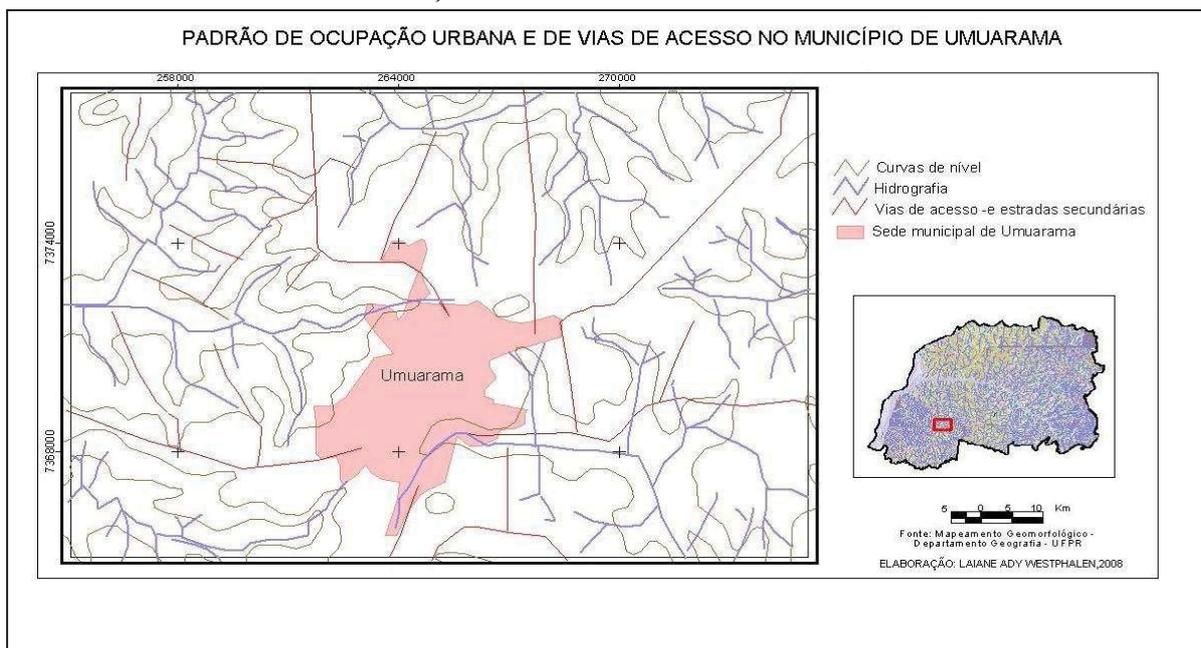


FIGURA 27: PADRÃO DE OCUPAÇÃO URBANA E VIAS DE ACESSO EM UMUARAMA



A figura 28 apresenta o município de Umuarama, onde se pode observar que parte central da cidade está situada no topo da vertente. O arruamento e as demais ocupações ocorrem ao longo das vertentes no sentido montante - jusante. Como as vertentes são longas, a água pluvial concentra-se mais, aumentando a velocidade e

energia do escoamento. A erosão, principalmente linear, inicia-se na parte inferior da vertente e faz o trabalho remontante atingindo os núcleos urbanos.

FIGURA 28: FOTO DA INDICANDO A FORMA DE OCUPAÇÃO NO RELEVO DE UMUARAMA



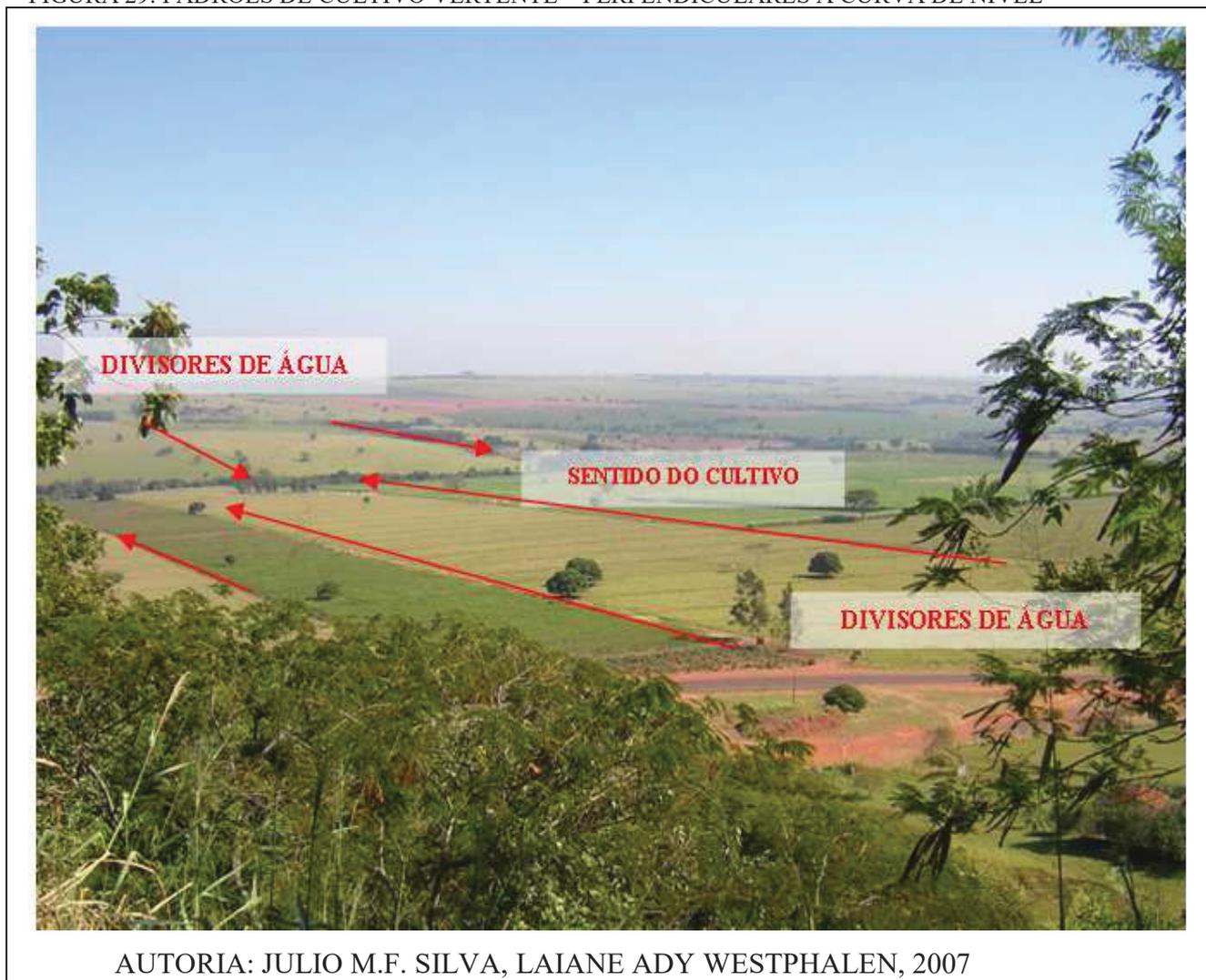
AUTORIA: JULIO M.F. SILVA, LAIANE ADY WESTPHALEN, 2007.

Outro fator apontado, refere-se a configuração espacial das áreas agrícolas, onde glebas de cultivo estão situadas perpendicularmente às curvas de nível, popularmente conhecidas como “espinhas de peixe” (FIGURA 29) .

Este tipo de uso agrícola intensifica os processos erosivos, pois favorece a concentração da água da chuva em filetes. Estes filetes podem evoluir para ravinas e voçorocas, que se constituem no estágio mais avançado de erosão.

A formação de voçorocas é comum no noroeste do Estado, principalmente, nos Latossolos embasados pelo arenito Caiuá.

FIGURA 29: PADRÕES DE CULTIVO VERTENTE – PERPENDICULARES A CURVA DE NÍVEL



Pode-se observar as configurações espaciais dos padrões de cultivo, que se iniciam nos divisores de água e decorrem perpendicularmente às curvas de nível, nos municípios de Paranavaí (FIGURA 30), Indianópolis, São Tomé e Japurá (FIGURA 31), Umuarama (FIGURA 32), Santa Cruz de Monte Castelo e Santa Izabel do Ivaí (FIGURA 33).

Nestes casos, preocupação está direcionada ao escoamento da água pluvial que ocorrerá de forma concentrada e acelerada, tendo os efeitos agravados em casos de solos sem proteção de vegetação.

FIGURA 30: PADRÃO DE USO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE PARANAÍ

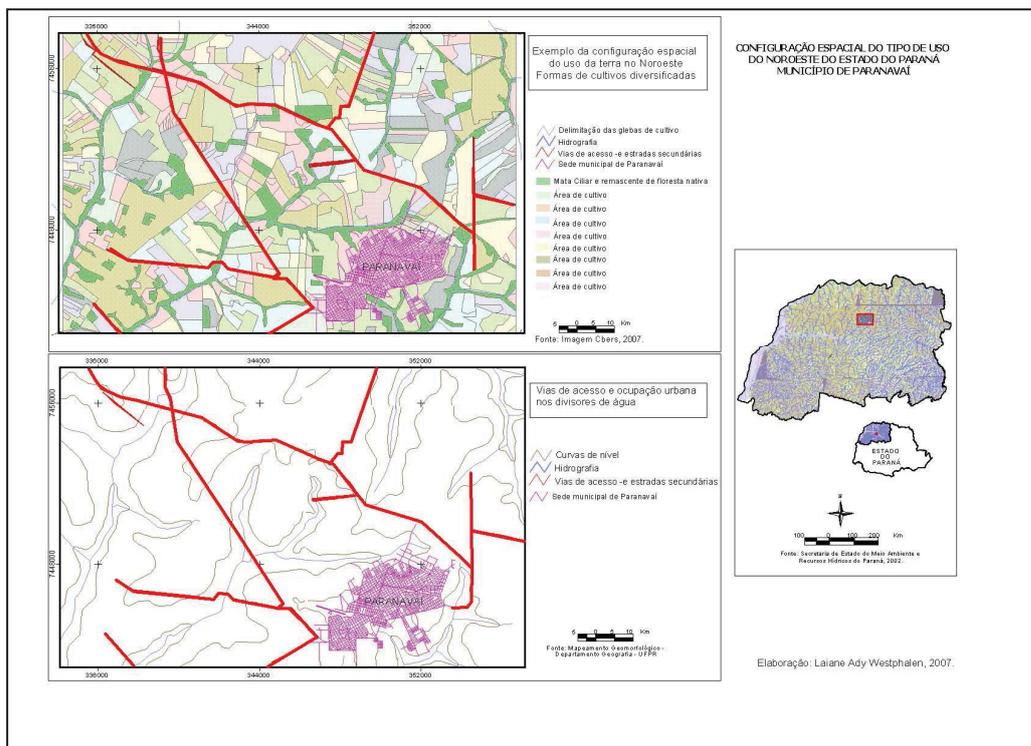


FIGURA 31: PADRÃO DE USO DA TERRA DOS MUNICÍPIOS DE INDIANÓPOLIS – SÃO TOMÉ E JAPURÁ

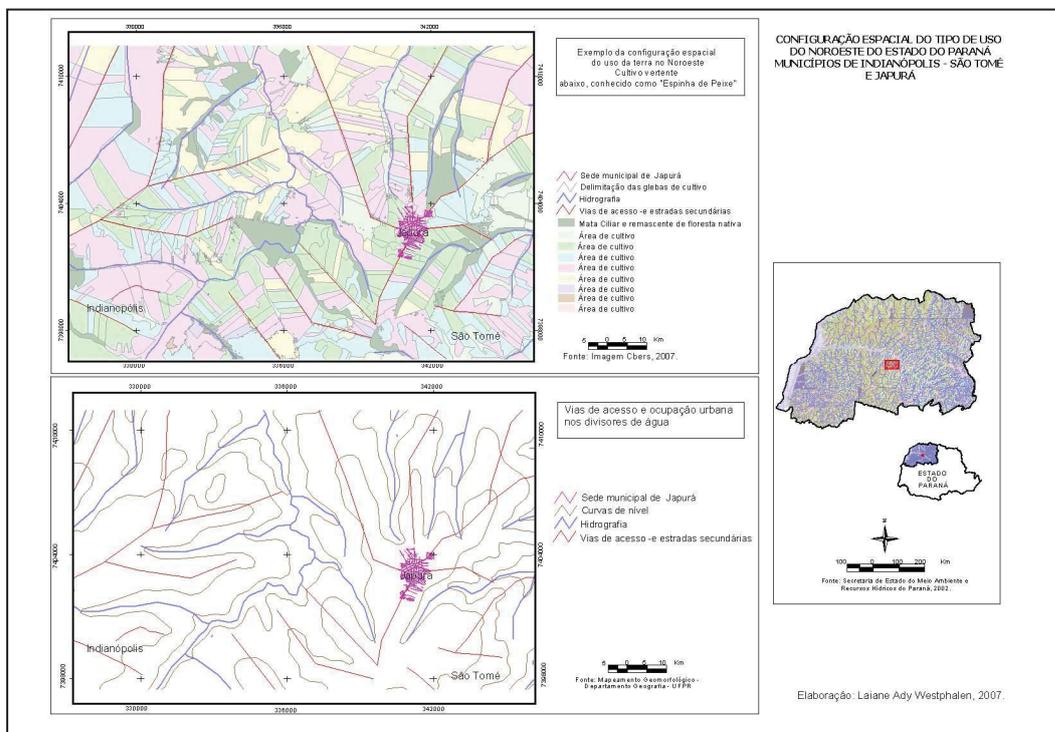


FIGURA 32: PADRÃO DE USO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE UMUARAMA

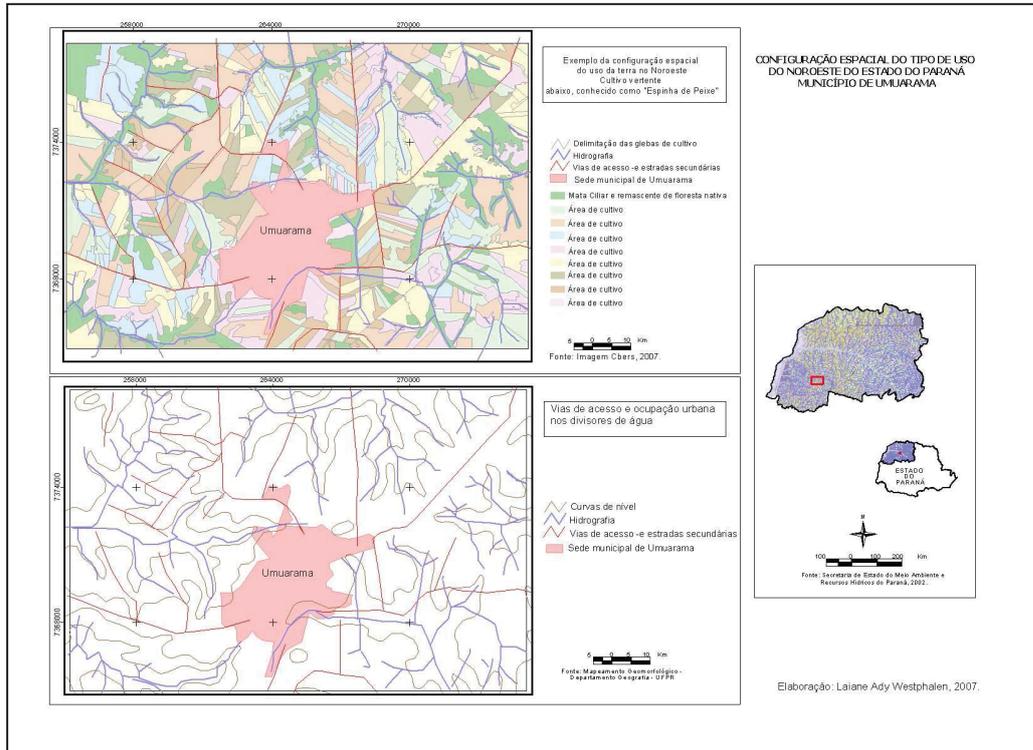
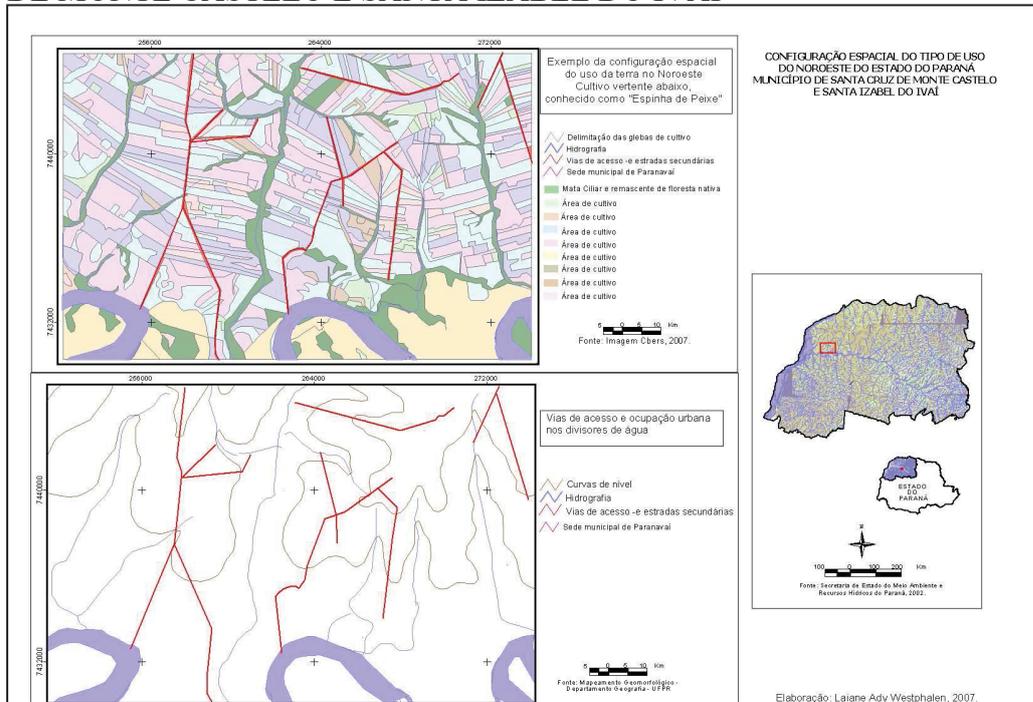


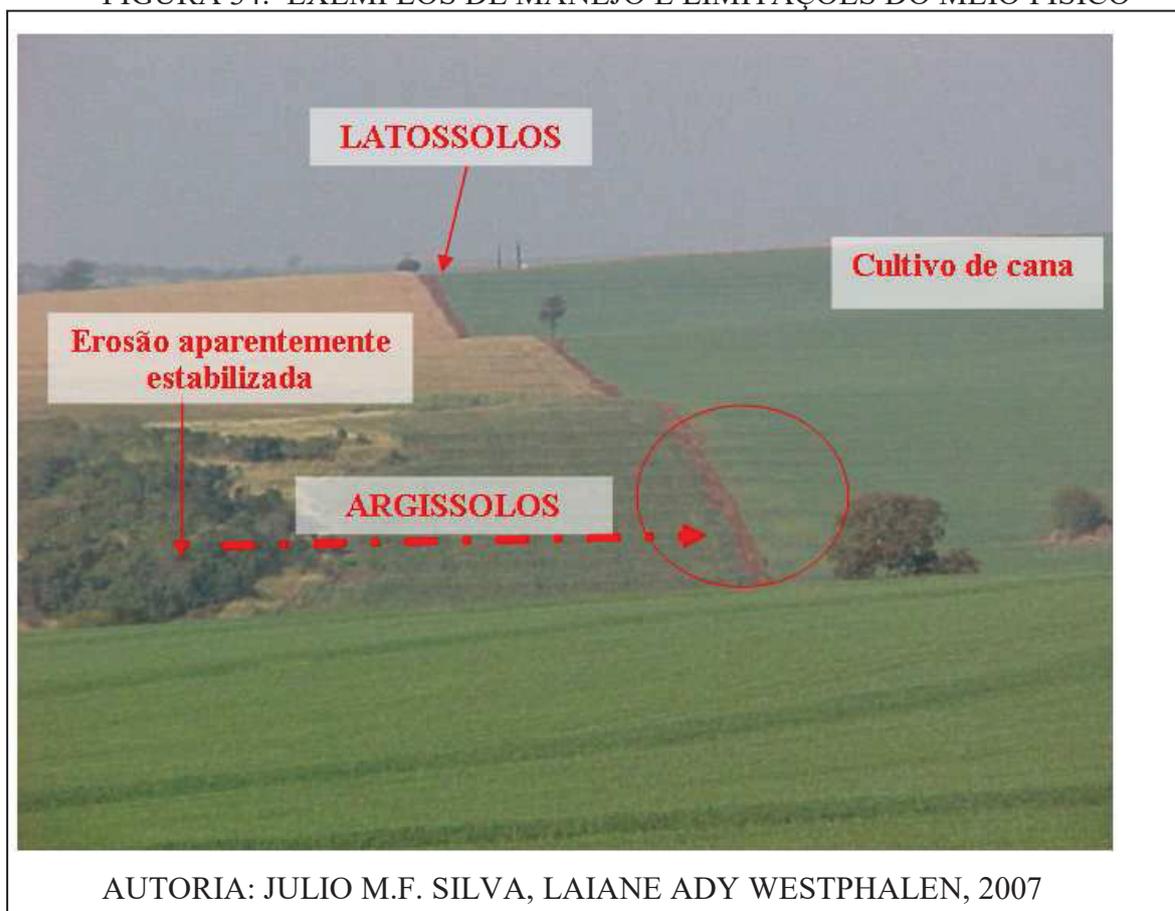
FIGURA 33: PADRÃO DE USO DA TERRA DOS MUNICÍPIOS DE SANTA CRUZ DE MONTE CASTELO E SANTA IZABEL DO IVAÍ



A agricultura intensiva associada com as características limitantes dos solos são agravantes para aceleração dos processos erosivos. Na figura 34 pode-se observar indícios de erosão linear em média vertente situada na área de Argissolos.

Atualmente, a cultura mais comumente encontrada no noroeste é o cultivo da cana de açúcar. Dados da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (2005) apontam que dentre as produções agrícolas, a cana está em primeiro lugar, correspondendo a cerca de 15% da produção regional¹.

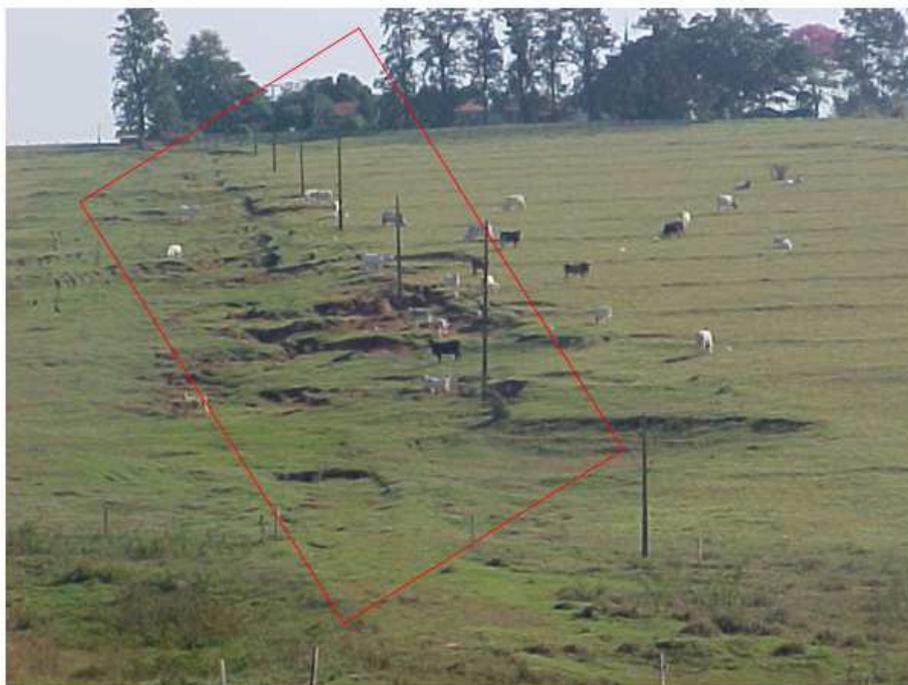
FIGURA 34: EXEMPLOS DE MANEJO E LIMITAÇÕES DO MEIO FÍSICO



A pastagem também tem contribuído para aceleração dos processos erosivos, na figura 35 é possível observar a erosão causada pelo pisoteio do gado.

¹ Esta citação referem-se às regionais de Umuarama que abrange 32 municípios e apresenta 17% de sua produção total voltada ao cultivo de cana de açúcar e Paranavaí com 31 municípios e com 13% da produção total voltada ao cultivo da cana de açúcar.

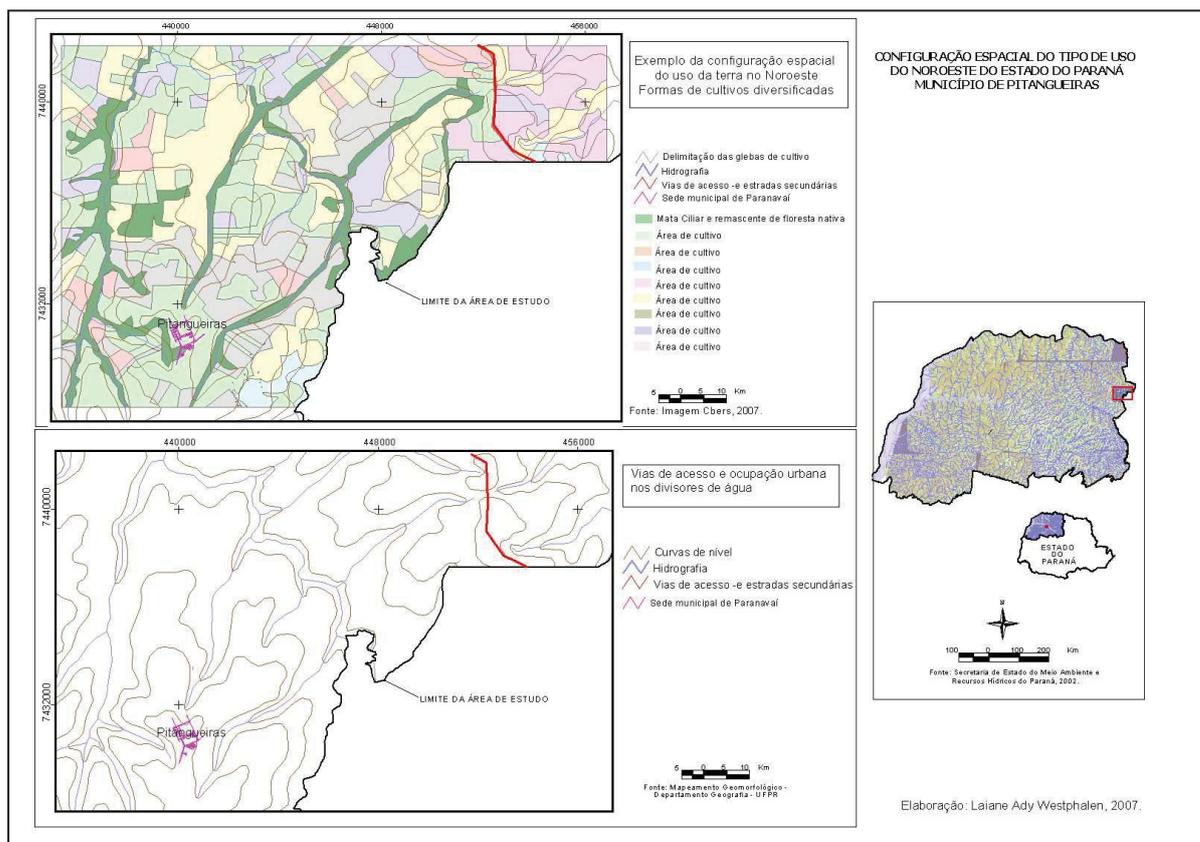
FIGURA 35: EXEMPLOS DE MANEJO E LIMITAÇÕES DO MEIO FÍSICO



AUTORIA: JULIO M.F. SILVA, LAIANE ADY WESTPHALEN, 2007

Mesmo com solos mais resistentes à ação dos processos erosivos, a preocupação no manejo adequado é maior em relação as áreas de cultivo sobre os solos do arenito Caiuá (FIGURA 36).

FIGURA 36: PADRÃO DE USO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE PITANGUEIRAS



Por fim, embora o noroeste apresente padrões de cultivo que podem acelerar o desenvolvimento dos processos erosivos, como as conhecidas “espinhas de peixe”, foi possível observar que em algumas áreas estão adotando-se formas corretivas e preventivas de manejo, como o cultivo em curvas de nível e parcelamento de glebas para a rotação de culturas.

Outro fator observado no mapeamento foi a preservação de mata ciliar e de capões nas nascentes, em algumas áreas. Este fator contribui para controlar a ação do escoamento superficial, desacelerando o desenvolvimento do processo erosivo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problemática da erosão no noroeste do Estado está relacionada às limitações naturais dos solos, que necessitam de estudos e planejamentos quando relacionado aos processos de uso e ocupação da terra.

Mesmo em condições climáticas e topográficas semelhantes, os solos diferenciam-se em relação às suas características morfológicas como textura, estrutura, grau de flocculação, dentre outras. Estas condições morfológicas são fatores que podem determinar a resistência dos solos à ação dos processos erosivos, chamando-se assim de grau de erodibilidade.

Desta forma, a avaliação minuciosa das características morfológicas é essencial em estudos integrados da paisagem. O aprimoramento e apresentação de novas propostas para definição da erodibilidade nestes estudos contribuem para resultados mais eficazes frente ao planejamento ambiental.

Para a presente pesquisa avaliou-se e hierarquizou-se a erodibilidade dos perfis de solos do noroeste do Estado do Paraná a partir dos dados publicados pela EMBRAPA (1984).

Para hierarquização destes perfis foi necessária a definição de parâmetros para perceber as peculiaridades de cada solo. Adotaram-se desta forma, os parâmetros de profundidade, horizonte diagnóstico de superfície (A), horizonte diagnóstico de sub-superfície (B), textura, estrutura, flocculação A e B e embasamento litológico.

Com estes parâmetros foi possível perceber as peculiaridades de cada perfil e os fatores que determinaram o grau de erodibilidade destes. Pode-se ter como exemplo a diferença de resistência entre os Latossolo desenvolvidos sobre o basalto e os desenvolvidos sobre o arenito. Ambos apresentam condições topográficas e climáticas semelhantes, porém a textura arenosa do Latossolo desenvolvido sobre o arenito apresenta erodibilidade superior ao desenvolvido sobre o basalto que apresenta textura argilosa.

Constatou-se que os maiores problemas relacionados à erosão encontram-se nas áreas situadas por Argissolos e Neossolos Quartzarêmicos, ambos com elevadas porcentagens de areia e baixas de argila.

Embora as características intrínsecas aos solos sejam fatores determinantes na resistência destes à erosão, as demais características do meio físico (clima, geologia, relevo) e as formas de manejo e ocupação da terra também influenciam no

desencadeamento dos processos erosivos. Neste sentido, a caracterização do meio físico do noroeste contribuiu para identificar os padrões de uso e ocupação permitindo apontar fatores potenciais para aceleração da erosão.

Conclui-se que avaliações criteriosas das características morfológicas permitem importantes reflexões em relação a resistência do solo à ação dos processos erosivos, pois passa a considerá-lo em sua complexidade morfológica e em suas relações com substrato rochoso, clima e relevo. Com isso, foi possível perceber suas peculiaridades e identificar as variabilidades que apresentam limitações e aptidões de uso, permitindo a execução de diagnósticos mais precisos e soluções mais adequadas para questão da potencialidade erosiva da paisagem. Desta forma, alerta-se para a necessidade de estar atento à estas características em estudos da paisagem.

8. REFERÊNCIAS

- AYRES, Q.C.. *La erosion del suelo y su control*, Ed Omega S.A. Barcelona, 1960. 441p
- AZEVEDO, A.C. **Solos e ambiente: uma introdução**. Santa Maria: ed Palotti, 2004. 100p.
- BAVER, L.D. et al. *Física del suelos*, 4ª edição. Ed. Uteha. Mexico, 1972, 529p.
- BERTONI, J. ; NETO, F. L. **Conservação do solo**. 3ª ed. Piracicaba: Livroceres, 1990.
- BIGARELLA, J.J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Ed. UFSC, Florianópolis, 2003. p. 550.
- BOULET, R. **Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia**. Anais do XXI SBCS. Campinas, 1988. p79-90
- BRASIL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agricultura sustentável**. PNUD. Brasília, 2000. p.162
- CASSETI, V. (documento para download) www.funape.org.br/geomorfologia. Download efetuado em em agosto de 2006.
- CORDANI, U.G[et al.]. A Terra, a humanidade e o desenvolvimento sustentável. In: TEIXEIRA, W. [et al.]. - **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. 557p.
- COSTA, J.B. **Caracterização e constituição do solo**. 2ªedição. Fundação Calouste Gulbenkian – Lisboa/Portugal, 1979, 527 p.
- CREPANI, E. [et al.]. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento-Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos:INPE, 2001. 100p.
- DEPSCH, R. et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. IAPAR, Londrina, 1991, 268 p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Tomo I. Londrina, 1984. p. 412.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Tomo II. Londrina, 1984. p. 375.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Embrapa solos. Rio de Janeiro: 1999. 412p.

FAO - *Food And Agriculture Organization Of United Nations. Soil conservation for developing countries.* Fao soils bulletin nº30, Rome, 1976, 92p.

FAO – *Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. La erosion del suelo por el agua: algunas medidas para combartila en las tierras de cultivo.* ROMA, 1967. 207p.

FAVARETTO, N. Atributos físicos dos solo relacionado ao manejo e conservação. In: **Diagnósticos e recomendações de manejo do solo – aspectos teóricos e metodológicos.** Curitiba: ED. UFPR, 2006.

GAZETA DO POVO. **Produção de álcool atrai R\$ 900 milhões para o Paraná em 2007.** *Jornal Gazeta do Povo.* Curitiba, 14 de março de 2007. Caderno de economia, p.22

GROHMANN, F. Estrutura dos solos. In: MONIZ, A.C. **Elementos de pedologia.** 8ª Polígono/USP. São Paulo, 1972.

GUERRA, A.J.T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, (Org). **Erosão e conservação dos solos: Conceitos, Temas e Aplicações.**Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 339p.

HILLEL, D. *Soil and water physycal principles and processes.* Ed. Academic Press INC, London, 1971, 288 p.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Erosão: inventário de áreas críticas no Noroeste do Paraná.** Bol tec. Nº23, Londrina, IAPAR, 1988. 20p.

IPT- Instituto Tecnológico do Estado de São Paulo. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas: diretrizes para o planejamento urbano e regional.** São Paulo, 1989. 92p.

PARANÁ – IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). **Leituras regionais – Região Noroeste.** Curitiba: Governo do Paraná, 2004. 219p

JORGE, J.A. Matéria orgânica. In: MONIZ, A.C. **Elementos de pedologia.** Ed Polígono/USP. São Paulo, 1972.

LAL, R. *Soil erosion research methods.* Second edition, 1994, 340p.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** SBCS/Ministério da Agricultura. Campinas, 1983.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 3º ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MACHADO, M.A.M. Atributos físicos do solo relacionado ao manejo e conservação dos solos In: MACHADO, M.A.M. (org.) **Diagnósticos e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos**. UFPR, Curitiba, 2006.

MINEROPAR. Minerais do Paraná S.A. **Programa Zoneamento-Ecológico-Economico do Paraná – Potencialidades e fragilidades das rochas do Paraná**. Curitiba: Estado do Paraná, 2005. 70p.

MONIZ, A.C. **Elementos de pedologia**. Ed Polígono/USP. São Paulo, 1972.

MURATORI, A.M. **Processos interativos entre o relevo e as areias quartzosas no sistema ambiental da região noroeste do estado do Paraná**. Tese de doutorado. UFPR. Curitiba, 1996. 215p.

NAKASHIMA, P. **Sistemas Pedológicos da Região Noroeste do Estado do Paraná: Distribuição e Subsídios para o Controle da Erosão**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

NEARING, M.A. et al. *Modeling soil erosion*. In: LAL, R. **Soil erosion research methods**.. Second edition, 1994.

OEA – Organização dos Estados Americanos. **Estudo para o desenvolvimento regional do noroeste do estado do Paraná**. República Federativa do Brasil, Curitiba, 1973.

OLIVEIRA, A.T.O. Processo erosivo e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A.J.T (Org). **Erosão e conservação dos solos: Conceitos, Temas e Aplicações**.Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 339p.

OKA-FIORI [et al] **Mapeamento geomorfológico preliminar do Estado do Paraná**. Anais VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. *cd room*. Goiânia, 2005. 10p.

PONTES, A.B. **Controle da erosão na região noroeste do estado do Paraná/Brasil**. Rio de Janeiro: DNOS, 1977. 163p.

QUEIROZ NETO, J.P. **Geomorfologia e Pedologia**. Revista Brasileira de Geomorfologia. n°1. 2000, p.59-67.

RENARD, J. *Revised USLE*. In: LAL, R. **Soil erosion research methods**. Second edition, 1994.

RESENDE, M. Pedologia: **Base para distinção de ambientes**. 3ª ed. Viçosa: NEPUT, 1999 338p.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. Revista Deptº Geografia FFLCH/USP, São Paulo, (n.08), p.63-71, 1994.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos . In: GUERRA, A.J.T; (Org). **Erosão e conservação dos solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 339 p.

SANTOS, L.J.C. **Estudo morfológico da topossequência da Pousada da Esperança em Bauru(SP): subsídios para compreensão da gênese, evolução e comportamento atual dos solos**. Dissertação de mestrado. USP. São Paulo, 1995.

SANTOS, L.J.C. [et.al] Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. In: **Revista de Geomorfologia**. Ano 7 n°2. 2006. p03-12.

SILVA, A. M. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Paulo: RIMA, 2003.138p

SUCEAM –Superintendência do Controle da Erosão e Saneamento Ambiental. **Caracterização do meio físico: subsídios para o planejamento urbano e periurbano**. Curitiba, 1994. 23p.

PARANÁ – Secretaria de Agricultura de Abastecimento. **Valor bruto da produção agropecuária paranaense em 2005**. Curitiba, 2005. 87p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977. 97p.

ANEXO 1:
EXEMPLO DOS DADOS APRESENTADOS PELA EMBRAPA

N.º DE CAMPO: PR-1-1 (ÁREA 1)

PERFIL N.º 4

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO DISTRÓFICO A moderado textura média fase floresta tropical subperenifolia relevo suave ondulado e praticamente plano.

Amostra de lab. n.º 7.943/46

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH Calgon)

Símbolo	Horizonte	Frações da amostra total				Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH Calgon)						Argila dispersa em água %	Grau de flocculação %	% Silte % Argila	Densidade - g/cm ³		Porosidade % (volume)
		Calhau >20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina >2 mm	Areia grossa 2,0-0,2 mm	Areia fina 0,20-0,005	Silte 0,05-0,002	Argila > 0,002 mm	Aparente	Real							
A ₁	0-15	0	0	100	52	32	5	11	5	55	0,45	1,40	2,60	46			
A ₃	-35	0	0	100	50	35	2	13	6	54	0,15	1,46	2,61	44			
B ₁	-65	0	0	100	48	34	2	16	11	31	0,13	1,52	2,60	42			
B ₂₁	-120	0	0	100	47	32	3	18	13	28	0,17	1,57	2,64	41			
B ₂₂	-230	0	0	100	47	33	2	18	0	100	0,11	1,42	2,64	46			
pH (1:2,5)																	
Água	KCl 1N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Valor T (soma)	Valor V (sat. de bases) %		100 Al ⁺⁺⁺ / Al ⁺⁺⁺ + S		Fósforo assimilável ppm			
7,9	7,4	5,4	0,6	0,04	0,04	6,1	0	0	6,1	100	0	0	38				
6,8	5,7	1,6	0,3	0,03	0,02	2,0	0	1,3	3,3	61	0	0	<1				
5,8	4,3	0,9	0,2	0,02	0,02	1,1	0,1	1,5	2,7	41	8	8	<1				
5,4	3,9	0,5	0,5	0,01	0,01	1,0	0,2	1,7	2,9	34	17	17	<1				
4,6	3,6	0,8	0,8	0,01	0,01	0,6	0,7	1,5	2,8	21	54	54	<1				
Aquecimento por H ₂ SO ₄ (d = 1,47) e Na ₂ CO ₃ (5%)																	
C (orgânico) %	N %	C / N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ (K1)	SiO ₂ / R ₂ O ₃ (Kr)	Equivalente de umidade %							
										Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃						
1,05	0,11	10	3,8	3,5	1,6	0,30	0,03	1,85	1,43	3,43							
0,40	0,05	8	5,0	4,1	2,5	0,49	0,03	2,07	1,49	2,58							
0,33	0,04	8	5,9	5,1	2,7	0,46	0,03	1,97	1,47	2,96							
0,23	0,03	8	6,6	6,1	3,0	0,49	0,03	1,84	1,40	3,18							
0,18	0,02	9	6,8	6,2	3,0	0,49	0,02	1,95	1,42	3,23							

ANEXO 2:
DADOS PLUVIOMÉTRICOS DAS ESTAÇÕES DE MARINGÁ, PARANAÍ E
UMUARAMA

DADOS PRECIPITAÇÃO MENSAL DA ESTAÇÃO DE MARINGÁ – PERÍODO 1996/2005

	JANEIRO mm/mês	FEVEREIRO mm/mês	MARÇO mm/mês	ABRIL mm/mês	MAIO mm/mês	JUNHO mm/mês	JULHO mm/mês	AGOSTO mm/mês	SETEMBRO mm/mês	OUTUBRO mm/mês	NOVEMBRO mm/mês	DEZEMBRO mm/mês
1996	MARINGÁ 247	130	180	210	56	30	5	24	143	194	202	211
1997	MARINGÁ 290	426	100	44	98	395	25	37	93	153	264	196
1998	MARINGÁ 112	276	213	346	83	29	34	113	333	247	30	171
1999	MARINGÁ 222	132	102	114	126	127	100	0	52	95	43	216
2000	MARINGÁ 157	154	24	5	19	33	58	143	174	60	149	26
2001	MARINGÁ 133	65	87	47	156	120	41	69	77	80	117	253
2002	MARINGÁ 234	92	125	13	351	1	66	52	114	88	81	152
2003	MARINGÁ 229	207	146	94	71	38	37	64	85	108	142	167
2004	MARINGÁ 106	159	113	121	259	69	106	2	71	318	139	135
2005	MARINGÁ 271	14	48	72	58	41	35	19	212	207	143	45

FONTE: SEAB, 2007

DADOS PRECIPITAÇÃO MENSAL DA ESTAÇÃO DE PARANAÍ – PERÍODO 1996/2005

	JANEIRO mm/mês	FEVEREIRO mm/mês	MARÇO mm/mês	ABRIL mm/mês	MAIO mm/mês	JUNHO mm/mês	JULHO mm/mês	AGOSTO mm/mês	SETEMBRO mm/mês	OUTUBRO mm/mês	NOVEMBRO mm/mês	DEZEMBRO mm/mês
1996	PARANAÍ/ 160	157	194	94	100	30	10	21	140	191	136	246
1997	PARANAÍ/ 346	283	60	59	95	330	33	38	93	345	265	174
1998	PARANAÍ/ 111	115	252	205	78	27	37	149	305	159	37	155
1999	PARANAÍ/ 192	194	100	94	85	129	113	0	50	69	49	198
2000	PARANAÍ/ 88	312	91	59	36	89	70	165	218	94	125	129
2001	PARANAÍ/ 159	173	196	43	169	112	31	62	84	63	144	226
2002	PARANAÍ/ 262	111	48	23	379	2	65	47	136	42	189	75
2003	PARANAÍ/ 285	184	137	124	47	56	64	85	105	103	81	167
2004	PARANAÍ/ 123	55	148	133	348	91	107	0	37	258	162	37
2005	PARANAÍ/ 358	16	51	145	55	29	50	14	266	203	104	59

FONTE: SEAB, 2007

DADOS PRECIPITAÇÃO MENSAL DA ESTAÇÃO DE UMUARAMA – PERÍODO 1996/2005

		JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
		mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/mês
1996	UMUARAMA	257	121	346	72	63	38	10	35	125	347	108	217
1997	UMUARAMA	217	295	24	26	83	288	33	77	136	210	270	145
1998	UMUARAMA	118	269	121	493	82	153	15	156	389	219	82	113
1999	UMUARAMA	152	154	94	100	241	171	48	0	52	71	40	125
2000	UMUARAMA	107	225	70	52	58	167	57	181	272	215	147	192
2001	UMUARAMA	143	188	72	58	90	85	40	45	74	135	127	171
2002	UMUARAMA	209	94	8	26	452	1	52	68	157	89	281	96
2003	UMUARAMA	208	182	39	8	39	77	71	33	84	111	185	238
2004	UMUARAMA	85	56	61	200	278	101	116	30	69	256	179	99
2005	UMUARAMA	145	8	42	54	65	75	29	32	179	312	82	80

FONTE: SEAB, 2007

ANEXO 3:
INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS DOS PERFIS AVALIADOS

PERFIL 1 - LATOSSOLO VERMELHO

HORIZONT E	PROFUNDIDAD E	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A	0-30 cm	2	3	15	80	0	100
A3	30-65 cm	2	3	13	82	0	100
B1	65-125 cm	2	3	16	79	0	100
B2	125-200	2	4	12	82	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 2 -LATOSSOLO VERMELHO

HORIZONT E	PROFUNDIDAD E	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A	0-16	7	7	19	67	30	55
B1	16-44	6	5	12	77	0	100
B21	44-73	5	5	10	80	0	100
B22	73-146	5	6	13	76	0	100
B3	146-240	5	6	12	77	0	100
B3/C	240-270	7	12	33	48	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984.

PERFIL 3 - NITOSSOLO

HORIZONT E	PROFUNDIDADE	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A	0-8	5	7	18	70	35	50
B21t	8-27	3	5	10	82	55	33
B22t	27-47	2	4	11	83	1	99
B23t	47-95	2	4	12	82	0	100
B3t	95-136	3	5	14	78	0	100
C	136-180	3	8	28	61	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 4 - LATOSSOLO VERMELHO

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERSA EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A1	0-9 cm	37	34	3	26	11	58
B1	9-42 cm	33	28	2	37	18	51
B21	42-100 cm	32	25	2	41	0	100
B22	100-200 cm	20	40	2	38	0	100
B23	200-280 cm	23	34	2	41	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 5 - LATOSSOLO VERMELHO

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERSA EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A	0-15 cm	58	29	1	12	4	67
B1	15-50 cm	51	29	4	16	10	38
B21	50-130 cm	48	29	5	18	1	94
B22	130-200cm	45	33	3	19	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 6 - LATOSSOLO VERMELHO

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERSA EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A1	0-13	49	35	3	13	3	77
A3	13-40	45	37	5	13	4	69
B1	40-82	46	37	3	14	6	57
B21	82-160	45	38	2	15	0	100
B22	160-220	49	34	2	15	0	100
B23	220-550	45	36	3	16	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 8 - LATOSSOLO VERMELHO

HORIZONT E	PROFUNDIDAD	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A1	0-15 cm	50	38	2	10	6	40
A3	15-28 cm	46	39	3	12	8	33
B1	28-60 cm	46	36	3	15	13	13
B21	60-125 cm	42	38	4	16	0	100
B22	125-215 cm	42	37	5	16	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 9 - LATOSSOLO VERMELHO

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A1	0-18	51	13	8	28	22	21
B1	18-27	44	13	6	37	31	16
B21	27-61	38	12	4	46	40	15
B22	61-90	38	12	5	45	26	42
B23	90-148	40	13	4	43	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 10 - NEOSSOLO LITÓLICO

HORIZONT E	PROFUNDIDADE	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A	0-25	10	3	21	66	5	92

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 11 - LATOSSOLO VERMELHO

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERSA EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A1	0- 15 CM	52	32	5	11	5	55
A3	15 –35 CM	50	35	2	13	6	54
B1	35 – 65 CM	48	34	2	16	11	31
B21	65 – 120 CM	47	32	3	18	13	28
B22	>120 CM	47	33	2	18	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 13 - LATOSSOLO VERMELHO

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERSA EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A1	0-5 cm	50	30	6	14	10	29
A3	5-25 cm	51	34	4	11	9	22
B1	25-50 cm	55	31	3	11	11	0
B2	50-115 cm	48	36	3	13	8	38
B3	115-195 cm	48	32	4	16	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 14 - CHERNOSSOLO

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERSA EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A1	0-7	6	7	43	44	34	23
A3	7-27	4	5	35	56	49	13
B21T	27-50	2	3	34	61	48	21
B22T	50-82	2	4	36	58	7	88

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 15 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERSA EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A2	0-20	31	57	7	5	2	60
A22	20-60	29	60	7	4	2	50
B1T	60-100	25	53	8	14	13	7
B21T	100-140	20	47	3	30	1	97
*	140-147	20	45	3	32	1	97
B22T	147-210	20	48	5	27	0	100
B3T	210-280	19	55	11	15	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 16 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERSA EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A1	0-15	37	50	2	11	5	55
A3	15-29	35	49	4	12	8	33
B1T	29-52	33	48	3	16	13	19
B21T	52-100	34	47	3	16	1	94
B22T	100-185	34	47	3	16	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 17 - NEOSSOLO LITÓLICO

HORIZONTE	PROFUNDIDADE	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERSA EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A	0-30	12	17	43	28	19	32

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 18 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO

HORIZONT E	PROFUNDIDAD E	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A1	0-12	37	39	15	9	5	44
A2	12-30	37	44	11	8	6	25
B1t	30-52	32	43	11	14	10	29
B21t	52-100	31	41	10	18	17	6
B22t	100-200	29	37	9	25	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 19 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO

HORIZONT E	PROFUNDIDAD E	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A21	0-12	40	46	7	7	4	43
A22	12-50	39	52	5	4	3	25
A23	50-65	37	51	4	8	7	13
B21T	65-100	30	39	6	25	24	4
B22T	100-135	30	39	5	26	1	96
B3T	135-190	34	42	6	18	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 20 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO

HORIZONT E	PROFUNDIDAD E	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A	0-28	25	60	4	11	8	27
B1T	28-60	23	57	4	16	12	25
B21T	60-120	19	48	5	28	0	100
B22T	120-190	20	51	6	23	0	100

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 21 - NEOSSOLO QUARTZARÊMICO

HORIZONT E	PROFUNDIDAD E	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A1	0-31	77	13	2	8	*	*
C1	0-56	76	12	2	10	*	*
C2	56-84	71	16	3	10	*	*
C3	84-121	74	12	3	11	*	*
C4	121-210	71	15	3	11	*	*

FONTE: EMBRAPA, 1984

PERFIL 22 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO

HORIZONT E	PROFUNDIDAD E	AREIA GROSS A	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	ARGILA DISPERS A EM ÁGUA	GRAU DE FLOCULAÇÃO
A21	0-30	60	33	4	3	3	0
A22	30-100	59	35	4	2	4	50
B2T	100-138	46	28	4	22	16	27
B3T	138-172	42	29	6	23	14	39

FONTE: EMBRAPA, 1984