

PAULO CÉSAR POLISELI

**ANÁLISE E CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL DO PLANALTO
BASÁLTICO MERIDIONAL PARA A ADEQUAÇÃO DE USO RURAL –
ÁREA TESTE DE GUARAPUAVA-PR**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Área de Concentração em Geologia Ambiental, Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani

CURITIBA
2007

PRÓLOGO

A Universidade Federal do Paraná, por intermédio do Departamento de Solos, Setor de Ciências Agrárias, divulgou no ano 2000 a abertura de inscrições para o Curso de Doutorado em Monitoramento, Modelagem e Gestão Ambiental, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia. A criação desse curso foi aprovada por unanimidade de votos pelo Conselho Universitário em 15 de julho de 1999, conforme Resolução 024/99-COUN, tendo sido fixado seu currículo através da Resolução N° 58/99 do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão. Após avaliar a grade curricular e dialogar com vários professores acabei me identificando muito com o trabalho do Professor Dr. Luiz Eduardo Mantovani do Departamento de Geologia. Após esta análise, resolvi me inscrever no Programa e fazer o teste seletivo. Elaborei o Projeto de Pesquisa intitulado “Uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG) na Avaliação Regional da Aptidão Agrícola para a Agricultura Familiar” tema de grande interesse para minha instituição de origem, ou seja, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, conjugando perfeitamente com o interesse pessoal e do orientador pelo tema. Tendo sido aprovado no teste seletivo iniciei a montagem do processo junto ao INCRA objetivando obter um licenciamento para realizar o Curso e, em maio de 2000, a então Diretora de Recursos Humanos Sra. Maria Shirlenalda Reis dos Santos, deferiu o pedido concedendo a licença. Após todos os trâmites legais, e já licenciado pelo INCRA, iniciei o curso em agosto de 2000 e, após alguns meses, fomos informados pelo então Coordenador do Programa de Doutorado, na época o Professor Dr. Celso Luiz Prevedello, que houve uma decisão do Conselho Universitário, informando que a Universidade Federal do Paraná não emitiria diploma aos doutorandos até que o Curso fosse reconhecido pela CAPES, mas o Professor Celso manifestou a todos os alunos que acreditava

no credenciamento, seria apenas uma questão de tempo e oportunamente seria reconhecido pela CAPES. Neste sentido mantivemos a esperança no credenciamento e continuamos nossos trabalhos, fazendo as disciplinas de interesse e desenvolvendo os trabalhos relativos à tese de doutoramento.

Após dois anos do ingresso no curso, já com os créditos concluídos e em pleno desenvolvimento da tese, ficamos sabendo do parecer oficial da CAPES datado em 29 de julho de 2002 informando a decisão de não recomendar o programa. De posse desse parecer foi realizado uma reunião na Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, envolvendo todos os alunos e a coordenação do curso. Nessa reunião, face às dificuldades de ajuste no processo de credenciamento aliando-se ao prazo de término dos trabalhos acadêmicos do corpo docente, chegou-se à conclusão, e assim fomos orientados, de que o melhor caminho, e solução para o impasse gerado, seria a transferência dos alunos para outros programas de doutorado, no âmbito da UFPR.

A escolha, para a solicitação de transferência, do Programa de Pós-Graduação em Geologia foi praticamente automática, devido ao orientador pertencer ao quadro docente e, além disso, por estar desenvolvendo há vários anos linha de pesquisa na temática proposta, e da Área de Concentração em Geologia Ambiental poder comportar temas como o proposto. O Projeto de Pesquisa foi apresentado conforme elaborado inicialmente ao curso de origem. Não foi, contudo, aprovado pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geologia por não se adequar às linhas de pesquisa do Programa. Por isso, o projeto inicial foi todo reformulado, mas ainda perseguindo os mesmos objetivos de poder apresentar um instrumental de análise ambiental para a agricultura familiar. Em 11 de dezembro de 2002 o Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geologia deferiu a transferência e o Projeto de Pesquisa ficou plenamente aderido à Linha de Pesquisa em Recursos Hídricos,

especificamente em Zoneamento Ambiental, agora formulado com todo um instrumental de análise ambiental, com grande contribuição da ciência geológica.

A princípio, podemos pensar no grande desgaste que todo esse processo trouxe, certamente não foi fácil passar por ele, houve necessidade de fazer várias disciplinas do Programa de Geologia, além de adaptar o projeto inicial, sem contar toda a insegurança por possíveis desdobramentos. Mas a interpretação que, sinceramente, levo comigo é que tive uma oportunidade ímpar de transitar em várias disciplinas, de vislumbrar variadas metodologias e, principalmente, poder trazer para o projeto inicial um amadurecimento maior com a incorporação de uma visão mais abrangente do meio ambiente e, acredito, mais adequada ao caráter multifinalitário da agricultura familiar. Afinal de contas, parafraseando a citação que a Dra. Maria Cristina Motta de Toledo do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo fez no Atlas Geológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 2001); *“Geologia é a ciência natural que, através das ciências exatas e básicas – matemática, física e química – e de todas as suas ferramentas, investiga o meio natural do planeta, interagindo com a biologia em vários aspectos. Geologia e biologia são as ciências naturais básicas que permitem conhecer o nosso habitat e, por consequência, agir de modo responsável nas atividades humanas de ocupar, utilizar e controlar os materiais e os fenômenos naturais”*.

Por fim, não poderia deixar de manifestar meu profundo sentimento de gratidão aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geologia por todos os ensinamentos recebidos, por acreditarem nesta proposta de trabalho e pela aceitação da solicitação de transferência.

“Já viu vosmecê que na linha do trem
A gente receia avançar mais além
Pois lá no horizonte, pro fim da coxilha,
Os trilhos se juntam e o trem descarrilha.

Dispara o comboio, parece brinquedo.
O bom maquinista prossegue sem medo
E olhando agora o lugar mais de perto
Se vê que o caminho ficou mais aberto.

Assim, todos nós vemos lá no futuro
Fechar-se o atalho. Estreito, inseguro;
Não dá pra passar. Mas a vida espanta:
De perto, se vê que até passa jamanta.”

Lord Baden-Powell Of Gilwell
Fundador do Movimento Escoteiro

Aos meus pais, Nelson e Helena,

OFEREÇO

À minha querida esposa Cláudia e aos
nossos filhos Natália e Lucas.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em especial ao Professor Dr. Luiz Eduardo Mantovani pela valiosa orientação, apoio e amizade.

Aos meus irmãos Marco e Cristiane, por todo apoio e incentivo.

Aos familiares que sempre estiveram me apoiando: Sra. Avani, Sr. Francisco, Ortiz e Meire.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, pela licença remunerada concedida, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Luiz Cláudio de Paula Souza, Departamento de Solos, que abriu as portas do Laboratório de Fotointerpretação e que sempre apresentou importantes sugestões e palavras de apoio e motivação.

À Professora Dra. Nerilde Favaretto e ao Professor Dr. Luiz A.C. Lucchesi Departamento de Solos, pela gratuidade das análises físicas e químicas dos solos.

À EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, pela gratuidade das análises com ataque sulfúrico.

À ENGESAT por gentilmente ter cedido às imagens de satélite.

Aos amigos do INCRA que sempre me incentivaram e apoiaram na decisão de fazer o doutorado, em especial ao Rossini.

Aos amigos do curso, em especial: Jocelito, Anelissa, Oromar e Sandro, pelos bons momentos compartilhados, apoio e amizade.

Ao Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR e ao Instituto Tecnológico SIMEPAR(Sistema Meteorológico do Paraná) por gentilmente terem cedido os dados climáticos, série de 30 anos.

Ao Dr. Rogério Teixeira de Faria, do IAPAR, pela disponibilização gratuita do software CLIMA, e pelas orientações de como utilizá-lo.

À Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, por gentilmente ter cedido sua base de dados referente às análises de água.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, por tornarem público o software SPRING e em especial ao pesquisador Dr. Carlos Alberto Felgueiras, pela prestatividade no esclarecimento de dúvidas.

Ao Dr. Paulo Teixeira de Faria, do IAPAR, que gentilmente cedeu o software CLIMA, além de diversas orientações e apoio.

Ao Mestre Kang, pelo constante incentivo.

A todos os funcionários, professores e amigos que participaram de minha convivência.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE QUADROS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE FOTOS	xxi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xxiv
RESUMO	xxvii
ABSTRACT	xxviii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1 ENFOQUE VOLTADO PARA A AGRICULTURA FAMILIAR.....	7
2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) E SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE TERRAS PARA AGRICULTURA.....	14
2.3 BREVE HISTÓRICO DA REGIÃO DE GUARAPUAVA.....	23
2.4 TRANSFORMAÇÃO IHS.....	27
2.5 CARTOGRAFIA DE UNIDADES AMBIENTAIS.....	28
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA.....	30
2.7 EXPOSIÇÃO DAS VERTENTES.....	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	32
3.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	33
3.3 BASE CARTOGRÁFICA E ESCALA DE MAPEAMENTO.....	36
3.4 GEOLOGIA GERAL DA ÁREA.....	37

3.5 DADOS CLIMÁTICOS.....	41
3.6 REGIME DE VENTOS.....	42
3.7 IMAGEM DE SATÉLITE.....	43
3.8 PROCESSAMENTOS NO SISTEMA SPRING.....	45
3.9 CARTOGRAFIA DAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS.....	54
3.10 LEVANTAMENTO DE CAMPO – MORFOPEDOLOGIA.....	56
3.11 PAISAGEM GEOQUÍMICA COMO ELEMENTO DE INTEGRAÇÃO.....	65
3.12 FERRAMENTAS DE APOIO À ANÁLISE GEOAMBIENTAL.....	70
3.12.1 ANÁLISES DE SOLO – FERTILIDADE, FÍSICA E ATAQUE SULFÚRICO.....	70
3.12.2 ESTUDO SÓCIO-ECONÔMICO.....	72
3.12.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA.....	74
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
4.1 ANÁLISE CLIMÁTICA.....	76
4.2 CLASSIFICAÇÃO GEOQUÍMICA DA PAISAGEM.....	109
4.2.1 CARTOGRAFIA MORFOPEDOLÓGICA E UNIDADES DE PAISAGEM.....	119
4.2.1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	119
4.2.1.2 PERFIS MODAIS PORÇÃO DA BACIA DO RIO DAS PEDRAS.....	124
4.2.1.2.1 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL.....	124
4.2.1.2.2 PAISAGEM GEOQUÍMICA TRANS-ELUVIAL.....	129
4.2.1.2.3 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL ACUMULAÇÃO.....	138
4.2.1.3 PERFIS MODAIS PLANALTO BASÁLTICO.....	141
4.2.1.3.1 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL.....	141

4.2.1.3.2 PAISAGEM GEOQUÍMICA TRANS-ELUVIAL.....	145
4.2.1.3.3 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL ACUMULAÇÃO.....	153
4.2.1.4 PERFIS MODAIS ARENITO.....	159
4.2.1.4.1 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL.....	159
4.2.1.4.2 PAISAGEM GEOQUÍMICA TRANS-ELUVIAL.....	165
4.2.1.4.3 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL ACUMULAÇÃO.....	171
4.2.1.5 PERFIS COMPLEMENTARES.....	174
4.3 MAPEAMENTO GEOQUÍMICO E AVALIAÇÃO REGIONAL DA APTIDÃO AGRÍCOLA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR – UMA PROPOSTA METODOLÓGICA.....	222
4.4 ESTUDO SÓCIO-ECONÔMICO.....	241
4.5 PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	241
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA.....	251
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	253
6 CONCLUSÕES.....	257
ANEXOS.....	258
REFERÊNCIAS.....	272

LISTA DE TABELAS

1 Características espectrais das bandas do satélite LANDSAT-7 ETM ⁺ . Fonte: NASA (2006).....	44
2 Coeficiente médio de cultura, para algumas espécies vegetais, em função do estágio de desenvolvimento. Estádio I: emergência até 10% do desenvolvimento vegetativo; Estádio II: 10 a 80% do desenvolvimento vegetativo; Estádio III: 80 a 100% do desenvolvimento vegetativo e; Estádio IV: Maturação.....	95
3 Níveis para interpretação dos resultados para pH do solo segundo OLEYNIK et al. (1998).....	265
4 Níveis para interpretação dos resultados para cátions trocáveis. Extração com KCl – 1,0 N segundo OLEYNIK et al. (1998).....	265
5 Níveis para interpretação dos resultados para Carbono e Matéria Orgânica (Walkley Black) segundo OLEYNIK et al. (1998).....	265
6 Níveis para interpretação dos resultados para saturação de bases – V % segundo OLEYNIK et al. (1998).....	265
7 Níveis para interpretação dos resultados para CTC a pH 7 (T) – $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de solo segundo OLEYNIK et al. (1998).....	266
8 Níveis para interpretação dos resultados para potássio trocável (Mehlich – 1) – $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de solo segundo OLEYNIK et al. (1998).....	266
9 Níveis para interpretação dos resultados para fósforo extraível (Mehlich – 1) dados em mg/dm^3 de solo segundo OLEYNIK et al. (1998).....	266
10 Níveis para interpretação dos resultados para valores de m % - saturação com alumínio segundo MALAVOLTA (1987).....	266

LISTA DE QUADROS

1	Pontos de coletas de informações georreferenciadas.....	57
2	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 30, nas profundidades de 0-15 cm e 15-80 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	126
3	Características físico-químicas de amostra do solo referente ao Ponto 40, na profundidade de 10-25 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	128
4	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 50, na profundidade de 10-27 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	131
5	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 16, na profundidade de 0-5 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	133
6	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 41, nas profundidades de 0-40 cm e 40-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	136
7	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 20, nas profundidades de 0-10 cm e 60-170 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	140
8	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 64, nas profundidades de 0-10 cm e 10-80 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	144
9	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 68, na Profundidade de 0-5 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	147
10	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 70, na profundidade de 5-16 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	150

11 Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 71, na profundidade de 0-70 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	153
12 Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 58, nas profundidades de 0-40 cm e 60-100 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	156
13 Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 53, nas profundidades de 0-10 cm e 10-40 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	158
14 Características químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 79, nas Profundidades de 0-20 cm e 20-70 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	161
15 Características físico-químicas de amostra do solo referentes ao Ponto 78, na profundidade de 5-15 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	164
16 Características físico-químicas de amostra do solo referente ao Ponto 76, na profundidade de 0-10 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	167
17 Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 81, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	170
18 Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 75, nas profundidades de 0-35 cm e 35-180 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	173
19 Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 9A, na profundidade de 0-5 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	176
20 Características químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 9B, na profundidade de 0-5 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	178
21 Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 10A, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	181

22	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 10B, na profundidade de 10-20 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	183
23	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 33, nas profundidades de 0-40 cm e 40-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	185
24	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 34, nas profundidades de 0-5 cm e 5-40 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	188
25	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 38, nas profundidades de 0-30 cm e 30-85 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	191
26	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 39, na profundidade de 0-10 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	193
27	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 42, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	196
28	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 43, nas profundidades de 0-10 cm e 60-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	198
29	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 47, nas profundidades de 0-10 cm e 60-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	200
30	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 48, na profundidade de 10-30 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.....	206
31	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 49, nas profundidades de 0-60 cm e 60-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	208

32	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 51, nas profundidades de 0-40 cm e 40-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	211
33	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 57, nas profundidades de 0-15 cm e 15-50 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	214
34	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 60, nas profundidades de 0-20 cm e 20-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	216
35	Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 72, nas profundidades de 0-20 cm e 60-100 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.....	219
36	Pontuação atribuída conforme metodologia descrita no item materiais e métodos, referente à análise multivariada. Do ponto 1 ao 28 refere-se ao ambiente da Bacia do Rio das Pedras; do ponto 29 ao 56 refere-se ao Planalto Basáltico e; do ponto 57 ao 84 refere-se ao ambiente do Arenito. Pontos tomados de maneira totalmente aleatória.....	269
37	Análise de componentes principais de 5 variáveis: altitude, aptidão, declividade, Exposição das vertentes e classificação geoquímica da paisagem. Apresenta-se dados dos autovalores, percentual da variância e percentual acumulado.....	253

LISTA DE FIGURAS

1 Mapa de localização da área de estudo. Ilustrando o contexto internacional, nacional, regional e local (figuras sem escala definida, meramente ilustrativas).....	35
2 Vista parcial da área. Ampliação ilustra a interface entre o urbano e o rural. Município de Guarapuava/PR, imagem do satélite LANDSAT 7 de 24/07/2000. Composição colorida, sistema RGB (“red, green and blue”), com a banda 5 no canal R, a banda 4 no canal G, e a banda 3 no canal B. (figura sem escala definida, meramente ilustrativa).....	36
3 Recorte digital, efetuado sobre a Folha de Guarapuava (MINEROPAR,2006). Demonstra os aspectos geológicos gerais da área estudada. (Figura sem escala definida, meramente ilustrativa).....	38
4 Organograma do modelo conceitual utilizado no SPRING.....	46
5 Parte do banco de dados “Tese Guarapuava” referente à rede de drenagem, curvas de nível em 20 em 20 metros e pontos cotados. Base Cartográfica: Folhas SG.22-V-D-III-3 e SG.22-V-D-III-4, ambas na escala 1:50.000, sobrevôo de 1980, Projeção UTM (em metros), datum vertical Imbituva/SC e datum horizontal SAD 69/MG. Apresentação no ambiente computacional do SPRING.....	49
6 Imagem Sombreada, proporcionando análise tridimensional do relevo, originada no ambiente computacional do SPRING, a partir do modelo digital de inclinação. Parte do banco de dados “Tese Guarapuava”.....	49
7 Representação tridimensional do espaço IHS.....	51
8 Mapa de pontos de coletas de informações georreferenciadas – Setor leste de Guarapuava.....	60
9 Pedocomparador utilizado como instrumento de apoio na caracterização dos solos e material de origem. Proporciona qualidade na visualização das mudanças espaciais, em função do geobiossistema. Da 1º coluna até a 4º, segue-se, sucessivamente, coleta no topo, meia encosta, terço inferior, e inclusão de um solo hidromórfico. Refere-se à primeira toposeqüência, detalhadamente descrita em anexo.....	64
10 Visualização em detalhe de amostras de diferentes profundidades e posição na vertente. A primeira da esquerda para a direita refere-se a 60 cm e a segunda 80-90 cm.....	65

11 Esquema geral dos modelos de paisagem geoquímica. Fonte: Desenhado a mão livre pelo autor, adaptado de FORTESCUE(1980).....	67
12 Diagrama ilustrando a visão holística e sistêmica do conceito de Paisagem Geoquímica.....	68
13 Exemplo de uma célula de paisagem geoquímica modal encontrada na região de estudo. Os números indicam: (1) Paisagem Eluvial (formação de solos com seqüência de horizontes A/B/C/R em áreas de topo); (2) Paisagem Trans-Eluvial (formação de solos com seqüência de horizontes A/C/R em áreas de meia encosta; (3) Paisagem Eluvial-Acumulação em áreas de fundo de vale (formação de solos com seqüência de horizontes A/B/C/R); (4) Paisagem Eluvial-Acumulação em áreas de fundo de vale (formação de solos com seqüência de horizontes Ag/Bg/Cg/R); Paisagem Aqual (rios e lagos).....	69
14 Classificação climática do Estado do Paraná (fonte: IAPAR, 2000).....	80
15 Precipitação anual de Guarapuava-PR num horizonte temporal de 26 anos, desde 01/01/1976 até 31/12/2001. Dados do IAPAR, série histórica.....	83
16 Precipitação média mensal de Guarapuava-PR, num horizonte temporal de 26 anos, desde 01/01/1976 até 31/12/2001. Dados do IAPAR, série histórica.....	83
17 Precipitação média mensal de Guarapuava-PR para o ano de 1983 e média histórica. Dados do IAPAR, série histórica.....	84
18 Gráfico das médias mensais, construído a partir dos dados diários de 26 anos, da temperatura média, temperatura mínima e máxima. Estação Climatológica de Guarapuava, PR.....	86
19 Gráfico de probabilidade 10% (curva PR10), elaborado para os valores médios mensais de temperatura mínima, para a média histórica e como exemplo de evento diferenciado o ano de 2000.....	87
20 Gráficos da média histórica anual das temperaturas máximas e mínimas.....	88
21 Média mensal da umidade relativa do ar. Dados históricos do IAPAR.....	89
22 Média mensal da umidade relativa do ar e da velocidade do vento. Dados históricos do IAPAR.....	91
23 Evapotranspiração potencial mensal, calculada a partir de dados históricos do IAPAR, conforme os modelos de Priestley & Taylor, FAO24-Penman, Penman-Monteith e Thornthwaite, para a Estação Meteorológica em Guarapuava, localizada em 25° 21' de latitude sul e 51° 30' de longitude oeste, a uma altitude de 1.058,0 metros (elaborado pelo autor a partir dos dados numéricos da estação).....	103

24 Gráfico das médias mensais, referente à série de 26 anos de dados diários da Estação Climatológica de Guarapuava, da precipitação e evapotranspiração por 4 diferentes métodos. Estação localizada em 25° 21' de latitude sul e 51° 30' de longitude oeste, a uma altitude de 1.058,0 metros (elaborado pelo autor a partir dos dados numéricos da estação).....	106
25 Gráfico com análise combinada do comportamento da umidade relativa do ar (UR %), velocidade do vento (km/dia), chuva total (mm) e evapotranspiração potencial segundo modelo FAO24-Penman. Dados históricos do IAPAR. Estação localizada em 25° 21' de latitude sul e 51° 30' de longitude oeste, a uma altitude de 1.058,0 metros (elaborado pelo autor a partir dos dados numéricos da estação).....	107
26 Mapa de Paisagens Geoquímicas – Setor Leste de Guarapuava-PR.....	113
27 Imagem Sombreada - Setor Leste de Guarapuava-PR.....	114
28 Transformação IHS - Setor Leste de Guarapuava-PR.....	115
29 Mapa Hispométrico - Setor Leste de Guarapuava-PR.....	116
30 Mapa Clinográfico - Setor Leste de Guarapuava-PR.....	117
31 Distribuição percentual dos intervalos de inclinações do terreno para cada um dos três grandes geoambientes cartografados:Arenito, Planalto Basáltico e Rio das Pedras.....	118
32 Mapa de Exposição das Vertentes – Setor Leste de Guarapuava-PR.....	237
32.1 Intervalos de exposição de vertentes agrupados em três setores: norte, sul e noroeste.....	229
32.2 Preenchimento do polígono que representa a classe de aptidão 2bc, do mapeamento da aptidão agrícola do Estado do Paraná, com as informações do mapeamento da aptidão regional para a expansão da agricultura familiar. Nível esquemático, sem escala definida (figura meramente ilustrativa).....	232
33 Mapa de Aptidão Regional para a Expansão da Agricultura Familiar – Setor Leste de Guarapuava/PR.....	238
34 Mapa de Aptidão Agrícola – Setor Leste de Guarapuava – PR.....	239
35 Mapa Comparativo: Aptidão Regional para a Expansão da Agricultura Familiar Versus Aptidão Agrícola (EMBRAPA,1984) – Setor Leste de Guarapuava-PR.....	240
36 Mapa de Legislação (Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965) – Setor Leste de Guarapuava/PR.....	244

37 Mapa de Uso e Cobertura do Solo – Setor Leste de Guarapuava/PR.....	245
38 Mapa de Conflitos de Uso (Uso e Cobertura de Solo versus Legislação) Setor Leste de Guarapuava/PR.....	246

LISTA DE FOTOS

- 1 Localidade entre o Rio das Pedras e o perímetro urbano de Guarapuava. Coordenadas UTM X=456.437 metros e Y=7.191.602 metros. Esta foto representa o início da estrada que vai a sentido ao Rio das Pedras. Vista ao alto, ao fundo, áreas urbanizadas da cidade de Guarapuava em processo de urbanização nas “cabeceiras” de importantes mananciais de água, inclusive ocorrendo depósito irregular de esgoto.....110
- 2 Coordenadas UTM X=456.076 metros e Y=7.190.752 metros. A foto abaixo representa a captação de água pela SANEPAR no Rio das Pedras (região abaixo da situação representada pela foto 1).....111
- 3 Localidade entre o perímetro urbano de Guarapuava e o Rio das Pedras, em área de meia encosta, com coordenadas UTM X= 456.578 metros e Y= 7.191.524 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico – Ponto 16.....134
- 4 Localidade conhecida como “Guabiroba”. Coordenadas UTM X=462.636 metros e Y= 7.190.410 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: LATOSSOLO BRUNO DISTRÓFICO câmbico – Ponto 41.....137
- 5 Localidade entre o perímetro urbano e o Rio das Pedras. Coordenadas UTM X = 456.798 metros e Y=7.191.564 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: LATOSSOLO BRUNO DISTRÓFICO – Ponto 20.....141
- 6 Localidade em que ocorre esbulho possessório por famílias do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST, em imóvel rural da empresa SWEDISH MATCH. Coordenadas UTM X=468.861 metros e Y=7.191.395 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: LATOSSOLO BRUNO ALUMÍNICO – Ponto 64.....145
- 7 Localidade conhecida como “São João” (próximo à BR 277). Coordenadas UTM X = 478.449 metros e Y = 7.197.045 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: NEOSSOLO LITÓLICO Alumínico – Ponto 68.....148
- 8 Localidade próxima ao “Morro do Chapéu”, nas imediações da BR 277, com coordenadas UTM X = 482.098 metros e Y = 7.200.435 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: NEOSSOLO LITÓLICO Alumínico típico – Ponto 76.....167
- 9 Localidade conhecida como “Xaxim”, nas proximidades do rio de mesmo nome. Coordenadas UTM X = 484.400 metros e Y = 7.198.435 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico ebânico – Ponto 81.....171

10	Localidade conhecida como bairro dos “Tobias”. Coletaram-se amostras de solo, referentes aos pontos 9A e 9B, respectivamente com coordenadas UTM X = 459.762 metros e Y= 7.191.723 metros.....	178
11	Localidade conhecida como “Rio das Pedras”, muito próximo ao leito do rio de mesmo nome. Coletaram-se amostras, referente ao ponto 33, com coordenadas UTM X = 461.373 metros e Y = 7.194.167 metros. Fundo de vale, paisagem geoquímica eluvial acumulação.....	186
12	Localidade conhecida como “Rio das Pedras”. A foto ilustra um CAMBISSOLO HÁPLICO, ponto 34, com coordenadas UTM X= 460.977 metros e Y= 7.194.472 metros. Ocorre associado à NEOSSOLO + Afloramentos.....	189
13	Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Oeste.....	201
14	Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Norte.....	202
15	Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Sudeste.....	202
16	Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Sul.....	203
17	Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X = 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Sudoeste.....	203
18	Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Leste.....	204

19	Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. A foto ilustra o perfil modal de um LATOSSOLO BRUNO, referente ao ponto 49, com coordenadas UTM X= 465.449 metros e Y= 7.191.283 metros.....	209
20	Localidade conhecida como “Bairro dos Tobias”, próximo ao Rio das Pedras, com coordenada UTM X= 458.809 metros e Y=7.190.815 metros. Erosão do solo em estágio avançado.....	243
21	Localidade conhecida com “São João”, próximo à “cabeceira” do rio de mesmo nome, com coordenadas UTM X= 478.449 metros e Y= 7.197.045 metros. Aspecto de área queimada. Prática comum em toda a região estudada.....	247
22	Aspecto de área com solo exposto, horizonte A totalmente erodido, ocorrência de queimada e desmatamento. (nota: não foi anotada a coordenada deste ponto).....	247
23	Localidade conhecida como “GOES” (referenciado no mapa topográfico). Região localizada ao lado da rodovia BR 277, com coordenadas UTM X= 476.458 metros e Y = 7.195.760 metros. Aspecto de área de preservação permanente queimada e desmatada.....	248
24	Localidade conhecida como “Bairro dos Limas” (referencia no mapa topográfico). Região de nascentes que abastecem o Rio das Mortes, com coordenadas UTM X= 460.482 metros e Y = 7.195.272 metros. Ilustra área de preservação permanente degradada. Visada Norte.....	248
25	Localidade conhecida como “Bairro dos Limas”. Região de nascentes que abastecem o Rio das Mortes, com coordenadas UTM X = 460.482 metros Y = 7.195.272 metros. Ilustra área de preservação permanente degradada. Visada Sul.....	249
26	Localidade conhecida como “Guabiroba”. Uma das vertentes do morro Guabiroba, com coordenadas UTM X = 462.833 metros e Y = 7.189.919 metros. Ilustra o processo erosivo em estágio avançado, provocado por estrada planejada no sentido da declividade. Visada Nordeste.....	249
27	Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Região da microbacia do rio Guabiroba, com coordenadas UTM X = 463.588 metros e Y= 7.188.853 metros. Ilustra área de preservação permanente degradada.....	250
28	Localidade conhecida como “Guará”, às margens da BR277. A foto ilustra um acampamento de famílias do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), com coordenadas UTM X= 473.132 metros e Y= 7.193.839 metros. Além do impacto ambiental, um sério problema social e de miserabilidade.....	250
29	Localidade conhecida como “Guará”. Propriedade rural da empresa Swedish Match, sob esbulho possessório por famílias do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), com coordenadas UTM X = 468.996 metros e Y = 7.191.525 metros. Ilustra desmatamento ilegal.....	251

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COUN - Conselho Universitário

SIG – Sistema de Informações Geográficas

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

UFPR – Universidade Federal do Paraná

MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

CNPS – Centro Nacional de Pesquisa de Solos

ENGESAT – Imagens de Satélite S/C Ltda.

LAMIR – Laboratório de Análise de Minerais e Rochas

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná

SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

PR – Estado do Paraná

MEPF – Gabinete do Ministro de Estado de Política Fundiária

MA – Ministério da Agricultura e do Abastecimento

SDR – Secretaria de Desenvolvimento Rural

VBN – Valor Bruto da Produção Agropecuária Nacional

CSIRO – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization

DPFS – Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo

IBRA – Instituto Brasileiro de Reforma Agrária

CNLCS – Centro Nacional de Levantamento e Classificação dos Solos

SP – São Paulo

SAMPA – Sistema de Análise Ambiental para Planejamento Agrícola

IHS – Intensity, Hue, Saturation

UTM – Projeção Universal Transversa de Mercator

SAD 69 – Datum Sul Americano de 1969

LANDSAT – Satélite americano para observação da terra

R, G, B – Red, Green and Blue, composição colorida

MG – Minas Gerais

W/m² – Radiação solar média

°C – Graus Celsius

m/s – metros por segundo

mm – milímetro

hPa – hectopascal – unidade de pressão

% - percentagem

CLIMA – Computação Lógica de Informação para Monitoramento Climático – Software

COPEL – Companhia Paranaense de Energia Elétrica

NASA – National Aeronautics and Space Administration

ETM+ - Enhanced Thematic Mapper

WRS – Worldwide Reference System

m/m – metro por metro (resolução espacial em)

µm – micrometro (1m/1000)

PAN – Pancromática

INPIMA – Software utilizado para leitura de imagens

GRIB – Gridded binary

SCARTA – Software para elaboração de cartas

PI – Plano de informação

GATE – Programa Informações para Gestão Territorial

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

GPS – Global Position System

SR(09) – Superintendência Regional do INCRA no Estado do Paraná

cm – centímetro

pH – potencial hidrogeniônico

CaCl₂ – cloreto de cálcio

SMP – Inicial dos pesquisadores norte-americanos que desenvolveram método para determinar acidez potencial, Shomaker, Mclean e Pratt

Al⁺³ – cátion alumínio trivalente

H + Al – hidrogênio mais alumínio

Ca⁺² – cátion cálcio bivalente

Mg⁺² – cátion magnésio bivalente

K⁺ - cátion potasio monovalente

P – fósforo

C – carbono

CTC ou T – capacidade de troca catiônica

V% - índice de saturação de bases

H₂SO₄ – ácido sulfúrico

SiO₂ – óxido de silício

Al₂O₃ – óxido de alumínio

Fe₂O₃ – óxido de ferro

TiO₂ – óxido de titânio

P₂O₅ – óxido de fósforo

MnO – óxido de manganês

Ki – relação molecular, % de SiO₂ x 1,70 / % de Al₂O₃

Kr – relação molecular, (% de SiO₂/0,60)/(% de Al₂O₃/1,02)+(% de Fe₂O₃/1,60)

PNRA – Programa Nacional de Reforma Agrária

MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra

RESUMO

O presente trabalho refere-se à busca de uma base conceitual, junto à ciência geológica, visando o desenvolvimento de uma proposta metodológica, com o objetivo de apresentar um instrumental de análise e avaliação do meio físico. Deste modo, produziu-se um mapeamento de unidades de paisagem, classificadas sob o aspecto geoquímico. Enfocou-se sua aplicabilidade para a gestão e o monitoramento ambiental, principalmente para a instrumentalização e planejamento das ações e políticas públicas voltadas para a re-ocupação do espaço geográfico brasileiro. Isso, tendo em vista a atual dinâmica social no campo da expansão da agricultura familiar, impulsionada por movimentos sociais e em atual processo de implantação pelo governo federal, através do Programa Nacional de Reforma Agrária. Os mapeamentos publicados no Brasil, comumente utilizados para fins de zoneamento agrossilvopastoril, foram produzidos em escalas reduzidas, dificultando sua aplicação pelos órgãos governamentais. Esta proposta de trabalho baseia-se na utilização de uma base cartográfica na escala 1:50.000, mais apropriada para o planejamento no nível de bacias hidrográficas, onde a aplicação do conceito de paisagem geoquímica, fundamentado em critérios morfopedológicos, permitiu a separação de paisagens geoquímicas de caráter eluvial, trans-eluvial e eluvial acumulação, com validade para o ambiente estudado, ou seja, a porção leste do município de Guarapuava/PR, representando uma fração do Planalto Basáltico Meridional. O mapeamento geoquímico foi utilizado como instrumental para a definição da aptidão agrícola voltada para a expansão da agricultura familiar, adicionando-se as informações do mapa de declividade e exposição de vertentes, via programação de computador através da linguagem LEGAL (linguagem espacial para geoprocessamento algébrico). O modelo mostrou-se ágil, para o mapeamento proposto, definindo porções do ambiente com aptidão para a expansão da agricultura familiar, áreas com restrição e inaptas, identificando as limitações e potencialidades de cada unidade mapeada.

ABSTRACT

This work refers to the search of a conceptual basis for the geosciences, aiming at the development of a methodological purpose so as produce an instrument of analysis and evaluation of the physical environment, resulting in mapping of landscape units, classified under the geochemical aspect and focusing its applicability for environmental management and monitoring, mainly as instrumentation and planning of public actions and policies concerned in the re-occupation of Brazilian geographical space, relying on present social dynamics in the field of expansion of familiar agriculture, driven by social movements and about to be implanted by the Federal Government by means of the Agrarian Reform. Mappings so far published in Brazil, used for agrosilvorural zoning, have been produced in reduced scale, which makes it difficult to be used by the Government. This paper aims at using a cartographic basis of a 1:50.000 scale which is more suitable for planning at the level of hydrographic basin, in which the application of a concept of a geochemical landscape based upon morphopedological criteria, and which let geochemical landscape of eluvial, trans-eluvial and eluvial accumulation to be split, and which was valid for the studied landscape, that is to say, the eastern part of the municipality of Guarapuava – Paraná State, that represents a fraction of the Meridional Basaltic Plateau. The geochemical mapping was used as an instrument for the definition of the agricultural capacity so as to be used in familiar agriculture, adding the information of proneness and slope exposition mapping, by means of data processing programs – that is to say – LEGAL (spatial language for algebraic geoprocessing). The model used was proven to be suitable for the proposed mapping by defining parts of the environment adequate for familiar agriculture and restricted and inapt areas as well, and identifying limitations and capacities of each mapped unit.

INTRODUÇÃO

O instrumental metodológico apresentado, como uma alternativa e complemento de métodos já consagrados de avaliação da aptidão agrícola, aqui enfocando sua aplicabilidade para a agricultura familiar, e incorporando o conceito de paisagens geoquímicas, constitui-se na *Tese*.

Tendo-se por base as premissas da construção de uma teoria científica, a *observação* refere-se à constatação do autor, quanto à necessidade de mapeamentos em escala 1:50.000, ou maiores, para subsidiar mais adequadamente variados procedimentos internos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, principalmente aqueles voltados para o planejamento das ações de obtenção de terras, gestão ambiental e o desenvolvimento dos assentamentos.

A *hipótese* é que os mapeamentos e sistemas existentes não se adequariam bem ao atual enfoque da agricultura familiar. E quanto à *verificação*, última etapa da construção da teoria, buscando-se a validação do modelo, elaborou-se um mapeamento da aptidão agrícola, voltado para a análise das possibilidades e riscos quanto à expansão da agricultura familiar de uma região específica do Estado do Paraná.

A região estudada pertence a uma pequena fração do Planalto Basáltico Sul Brasileiro, que engloba toda uma série de situações de natureza geoambiental diversa (MANTOVANI et al., 1999). Embora a aparente homogeneidade litológica do Planalto, formado por extensos derrames de composição predominantemente basáltica, tenha contribuído para gerar menor interesse em termos de estudos geológicos sobre essa importante região, cada vez mais se tem patenteadado a importância das diferenciações na

composição dos basaltos em muitas áreas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os solos e o conjunto do meio edáfico respondem claramente a essas diferenciações.

Outro fator que convergiu no sentido de uma menor quantidade de trabalhos sobre a região foi à escassez de bens minerais existentes nessas rochas que, com a exceção de geodos de quartzo e turmalina, apresentam-se mais ao nível de simples ocorrências. Por outro lado, as pesquisas de prospecção petrolífera na bacia do Paraná, sobretudo na década de 80 e mais recentemente a partir do final dos anos 90 têm se limitado mais aos aspectos estruturais dos capeamentos basálticos e dos diques de dolerito associados.

Paralelamente, são também reduzidos em número os trabalhos geomorfológicos que tratam o relevo chegando ao nível de seus compartimentos menores que caracterizariam unidades geoambientais.

Por outro lado, sobre as porções mais elevadas do Planalto há presença de solos mais rasos, lixiviados e álicos, com influência do clima subtropical de altitude, frio e úmido, no sudoeste paranaense, centro sul catarinense e norte-oriental gaúcho (MELFI & PÉDRO,1977) e (MELFI & PÉDRO,1978). Conjugando-se esses solos com situações de relevo de maior inclinação, acaba-se configurando situações em que se tornam fatores limitantes ao processo produtivo.

Atualmente, entretanto, muitas áreas até então consideradas de forma marginal ao processo produtivo, voltadas para formas de uso tais como pecuária extensiva, agricultura de subsistência, reflorestamentos, áreas de preservação de fragmentos florestais da floresta ombrófila mista ou mata de araucária (*Araucária angustifolia*), e pequenos enclaves relacionados à fruticultura, passaram a ser reivindicadas por grupos de agricultores familiares sem terra, impulsionados pela atual dinâmica social referente ao campo da reforma agrária brasileira, com conseqüente expansão da agricultura familiar. Além disso, em determinados

setores da região, algumas cidades posicionadas sobre eixos rodoviários passam a exercer a função de pólos regionais, iniciando um processo de expansão urbano-industrial de escala mais ampla como acontece no caso de Guarapuava-PR.

O conjunto total de atividades anteriormente descritas representa um novo campo de forças atuantes sobre o meio ambiente, caracterizando impactos tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

No caso do espaço rural da área focalizada, as maiores mutações neste momento podem ser atribuídas aos movimentos de agricultores familiares sem terra; a exemplo do que está ocorrendo ao longo de todo o centro-sudoeste paranaense, conforme constatado durante os trabalhos de campo de MENDONÇA (1999) e MENDONÇA et al. (1999).

Também, conforme foi possível averiguar em levantamentos de campo, a situação sócio-ambiental chega a atingir níveis críticos, como ocorre na bacia do rio Bananas, onde a ação de famílias de trabalhadores rurais sem terra, em áreas objeto de esbulho possessório, tem sido altamente predatória em relação aos recursos naturais. Essas famílias vêm obtendo rendimentos através de intenso desmatamento ilegal, incluindo áreas de preservação permanente, ao longo de importantes mananciais de água. Mesmo assim, vivendo em condições de extrema miserabilidade, com sérios problemas de ordem sanitária. A falta de orientação técnica e a pouca especificidade de diretrizes técnicas para lidar com este tipo de problema no ambiente em questão, são notórias.

É nesse contexto que se insere o *objetivo geral* do presente trabalho, ou seja, propor um instrumental de análise ambiental sistêmica deste importante espaço geográfico brasileiro, produzindo um mapeamento regional que contribua para o aprofundamento da compreensão das relações entre as atividades agrossilvopastoris, especialmente a agricultura

familiar e o meio ambiente no setor subtropical do Planalto Basáltico. A avaliação e diagnóstico da sua relação com o meio ambiente, particularmente no que tange o meio físico enfocado de forma ampla, permitirão subsidiar as políticas públicas para o desenvolvimento regional sustentável, reordenamento fundiário, gestão e monitoramento ambiental.

Como *objetivo específico* buscou-se avaliar a aptidão agrícola voltada para a expansão da agricultura familiar da porção leste do Município de Guarapuava/PR. Essa região foi eleita por apresentar facilidade de acesso em termos de estradas, além de existir acampamentos de trabalhadores rurais sem terra e projetos de assentamentos do INCRA, sendo uma região de intenso conflito fundiário.

Com este estudo, abre-se a possibilidade de extrapolar os resultados obtidos para ambientes semelhantes, além do já mencionado território brasileiro, como também os ambientes de clima subtropical úmido, influenciados pelo regime dos ventos alísios no Sudeste da China, Sudeste dos Estados Unidos e Sudeste da Austrália.

Para integrar os dados utilizou-se como instrumental o Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando-se o programa SPRING (CAMARA et al., 1996), levando-se em consideração as variáveis do meio físico e incorporando na análise o conceito de paisagem geoquímica.

Neste contexto, considerando assim os aspectos mais amplos que um sistema de avaliação deve abordar para englobar as diversas variáveis físicas que incidem sobre uma exploração de caráter multifinalitário, como é o caso da agricultura familiar, a maior amplitude de circunstâncias abrangidas por um sistema de levantamento geoambiental pode contribuir para que esse enfoque se torne um importante instrumental metodológico.

A princípio, deve-se realçar que a “agricultura familiar”, constitui o objetivo deste estudo e não objeto. Ela, assim como outras atividades, poderão ser subsidiadas com os

resultados a serem alcançados. Nesse sentido acrescenta-se que toda a pesquisa de cunho realmente ambiental deve levar em conta os ambientados, sejam eles pertencentes aos ecossistemas naturais ou modificados.

No espaço geográfico em tela, como também em muitas outras situações diversas, tem ocorrido tendência na expansão da agricultura familiar, impulsionada pela atual dinâmica social brasileira, no campo dos assuntos relacionados à reforma agrária e desigualdade social, caracterizando importante situação no que se refere à pressão exercida sobre o meio ambiente.

Acrescenta-se também que essa especificidade no uso da terra esta relacionada ao campo da ecologia que estuda os ecossistemas e nesse estudo enfoca-se um agroecossistema pois, conforme ODUM (1988), os agroecossistemas diferem dos ecossistemas naturais que utilizam a energia solar, tais como lagos, florestas, etc., em três maneiras básicas: a) a energia auxiliar que aumenta ou subsidia a entrada de energia solar está sob controle do homem, consistindo em trabalho humano e animal, fertilizantes, pesticidas, água de irrigação, combustível para mover maquinaria, etc.; b) a diversidade de organismos está muito reduzida (novamente pela ação humana) para maximizar a produção de um determinado alimento ou outro produto e; c) as plantas e animais dominantes sofrem a seleção artificial e não a seleção natural.

Em outras palavras, os agroecossistemas são projetados e gerenciados para canalizar uma conversão máxima de energia solar e de outros tipos de energia em produtos que servem de alimentos, através de um duplo processo: a) empregando energia auxiliar para executar trabalho de manutenção que, em sistemas naturais, seria realizado pela energia solar, permitindo assim que mais energia solar seja convertida diretamente em alimento; e b) pela

seleção genética de plantas comestíveis e animais domésticos adaptados para otimizar a produção nesse ambiente especializado e subsidiado com energia.

Como ocorre em todo uso intensivo e especializado da terra, além dos benefícios, existem custos, que incluem a erosão do solo, a poluição pelo escoamento de agrotóxicos e fertilizantes, o alto custo dos subsídios de combustível e a aumentada vulnerabilidade às mudanças meteorológicas e às pragas e doenças, além da perda de biodiversidade..

Conforme o exposto depreende-se pela necessidade de diagnóstico ambiental que proporcione a compreensão da relação ambiente versus ambientado, no caso deste estudo, a agricultura familiar e parcela do ambiente subtropical úmido de altitude da região de Guarapuava, PR, de forma a subsidiar adequadamente as ações de políticas públicas enfocando a sustentabilidade social, econômica e ambiental.

Deste modo, procurou-se realizar uma análise integrada dos dados ambientais, identificando as potencialidades e limitações das diferentes porções da paisagem em contrapartida com as formas atuais de uso e ocupação dos solos e tendo em vista possíveis cenários futuros, voltados para uma ocupação mais racional do espaço geográfico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O ENFOQUE VOLTADO PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

Independentemente de quais sejam os sistemas sóciopolíticos, as formações sociais ou as evoluções históricas, em todos os países onde o mercado organiza as trocas, a produção agrícola é sempre, em maior ou menor grau, assegurada por explorações familiares, ou seja, por explorações nas quais a família participa na produção (LAMARCHE, 1993).

No Brasil, a discussão sobre a importância e o papel da agricultura familiar no desenvolvimento vem ganhando força nos últimos anos, impulsionada pelo debate sobre geração de emprego e renda, segurança alimentar, meio ambiente e desenvolvimento local.

Neste contexto é que, em meados de março de 1999, o Governo Federal lançou o Programa denominado “Novo Mundo Rural” (INCRA,1999), objetivando implantar uma política de desenvolvimento rural com base na expansão da agricultura familiar e sua inserção no mercado, numa ação conjunta com o então Gabinete do Ministro de Estado de Política Fundiária - MEPF (hoje substituído pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário), Ministério da Agricultura e do Abastecimento - MA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA e Secretaria de Desenvolvimento Rural - SDR. A proposição central do programa é a de promover o desenvolvimento local e regional sustentável, por meio da desconcentração da base produtiva e da dinamização da vida econômica, social, política e cultural dos espaços rurais, usando como vetores estratégicos o investimento na expansão e fortalecimento da Agricultura Familiar. A criação deste programa fundamentou-se na necessidade de unificação das políticas públicas para os trabalhadores rurais assentados pela reforma agrária e para os agricultores familiares em geral, argumentando-se que só ocorre

diferenciação uns dos outros pela forma de entrada no sistema e pela desvantagem dos primeiros quanto à capitalização e, na maioria, quanto aos conhecimentos necessários para o manejo da terra e da produção. Essa unificação de políticas públicas conceitua os agricultores familiares brasileiros, sem distinção, se integrantes ou não dos projetos de reforma agrária, de forma a evitar duplicidade de instrumentos, paralelismo de esforços, superposição de ações e desperdício de recursos públicos. Atualmente, com a mudança do cenário político brasileiro, observa-se grande ênfase na importância da Agricultura Familiar e da Reforma Agrária, onde a política para o setor encontra-se norteada pelo II Plano Nacional de Reforma Agrária (MDA & INCRA, 2005), apresentando-se como vetor estratégico para a nação.

Atualmente o cenário político nacional tem dado ainda mais ênfase à proposta de implementações significativas em projetos sociais como o Programa de Segurança Alimentar ou “Fome Zero”. A estratégia da segurança alimentar está perfeitamente ligada às políticas de desenvolvimento agrícola e intimamente relacionado ao Programa de Reforma Agrária e Programa Nacional de Fomento à Agricultura Familiar, onde planeja-se fomentar a produção dos agricultores familiares e assentados na reforma agrária, em resposta à demanda adicional de alimentos (GOVERNO FEDERAL, 2004). Esse aspecto demonstra claramente a atual visibilidade social quanto ao tema da agricultura familiar, caracterizando sua importância na construção de um projeto nacional de desenvolvimento.

Conforme dados de GUANZIROLI & CARDIM (2000) os agricultores familiares correspondem a 85,2% do total de estabelecimentos rurais no Brasil e ocupam 77% da mão de obra do campo, totalizando cerca de 13,8 milhões de pessoas; são responsáveis por 37,9 % do Valor Bruto da Produção Agropecuária Nacional (VBN), e produzem a maior parte dos alimentos que vão para a mesa do brasileiro, (por exemplo: 67 % do feijão, 84 % da mandioca, 52% do leite e 58 % dos suínos). Isso tudo apesar de ocuparem apenas 30 % da

área cultivada no Brasil e receberem apenas 25,3 % dos financiamentos destinados à agricultura.

Ademais, acrescenta-se que a importância da agricultura familiar, conforme BRANDENBURG (1999), não pode ser somente enfatizada tendo em vista a ótica de uma análise estritamente econômica, pois na agricultura familiar o interesse econômico e os interesses pessoais e subjetivos podem se realizar ao mesmo tempo, enquanto que na organização empresarial capitalista não há lugar para subjetividades. Para esse mesmo autor, se a racionalidade e a subjetividade pertencem a esferas distintas nas sociedades modernas, a fusão desses dois âmbitos é encontrada de forma mais clara nas sociedades tradicionais e nas sociedades camponesas, encontrando-se aí a raiz do modelo da moderna organização familiar de produção. Nesse sentido conforme ALPHANDERY (1992), junto com o desenvolvimento da atividade agrícola, os agricultores identificam-se com o ritmo da natureza na organização do trabalho, experimentam os sentimentos subjetivos de apego à terra, de liberdade e de autonomia. Por isso, os estudiosos, ao pesquisarem essas categorias, mesmo nas sociedades modernas, identificaram uma certa especificidade, uma racionalidade distinta da racionalidade capitalista, à medida que produzem visando atingir necessidades da família, de construir um patrimônio familiar e não estritamente com o interesse de acumular capital.

Sob o ponto de vista da relação com a natureza, a unidade familiar apresenta potencial para organizar a produção numa lógica que favorece o desenvolvimento de sistemas diversificados de produção agrícola, de ecossistemas mais equilibrados em relação ao consumo de energia e recursos não-renováveis e à preservação da flora e fauna nativas. A escala de produção da agricultura familiar normalmente privilegia em maior grau a biodiversidade, maior densidade de áreas verdes, além do que, pode contribuir com um ambiente que torna a paisagem mais humana.

Ainda conforme BRANDENBURG (1999), o caráter ecológico de uma agricultura familiar pode ser vivenciado em regiões como Guarapuava onde, segundo o autor, é significativo o contraste quando se deixa de percorrer áreas extensas de monocultura ou de exploração pecuária e se começa a adentrar em locais de pequenas áreas de produção familiar. Nessas, as características da produção familiar restabelecem o convívio com o ambiente diversificado e rico da natureza, enquanto naquela o ambiente árido torna a paisagem monótona e inóspita. Em contrapartida, THOMAZ (2000a), que desenvolveu estudo referente à relação da agricultura familiar na bacia do Rio Iratim/Guarapuava indica que, parte dos agricultores familiares, foram excluídos pelo processo de modernização agrícola e encontra sérias restrições para garantir sua permanência no campo.

O debate sobre os conceitos e a importância relativa da agricultura familiar é bastante intenso, produzindo inúmeras concepções, interpretações e propostas, oriundas das diferentes entidades representativas dos pequenos agricultores, dos intelectuais que estudam a área rural e dos técnicos governamentais encarregados de elaborar as políticas para o setor rural brasileiro (GUANZIROLI & CARDIM, 2000).

Estudos da FAO/INCRA (1996), baseados na metodologia de sistemas agrários, desenvolvida pela escola francesa de estudos agrários, conforme GUANZIROLI & CARDIM (2000), vêm permitindo uma melhor compreensão da lógica e dinâmica das unidades familiares e dos assentados, assim como dos sistemas de produção por eles adotados nas diversas regiões do país. Os resultados desses estudos indicam que a agricultura brasileira apresenta uma grande diversidade em relação ao seu meio ambiente, à situação dos produtores, à aptidão da terra, à disponibilidade de infra-estrutura, etc., não apenas entre as regiões, mas também dentro de cada região.

Nesses termos, conforme FAO/INCRA (1996) a concepção básica trata-se de caracterizar os agricultores familiares a partir de suas relações sociais de produção. Isso implica superar a tendência freqüente nas análises sobre o tema de atribuir um limite máximo de área ou de valor de produção à unidade familiar, associando-se, equivocadamente, à pequena produção e, portanto, conceituam a agricultura familiar brasileira a partir de três características centrais:

- a) a gestão da unidade produtiva e os investimentos nela realizados são feitos por indivíduos que mantém entre si laços de sangue ou de casamento;
- b) a maior parte do trabalho é igualmente fornecida pelos membros da família e;
- c) a propriedade dos meios de produção (embora nem sempre da terra) pertence à família e é em seu interior que se realiza sua transmissão em caso de falecimento ou de aposentadoria dos responsáveis pela unidade produtiva.

Nesta perspectiva, segundo dados do INCRA (1999), estima-se em quatro milhões o número de estabelecimentos familiares rurais existentes no Brasil. Desses, cerca de 10 % - 414 mil famílias - correspondem àqueles que participaram de projetos de reforma agrária a partir de 1985, os quais se distribuem por mais de três mil assentamentos em 1.159 municípios brasileiros, totalizando uma área de 16.838.089 hectares.

Ademais, acrescenta-se que, conforme um recente estudo prospectivo da demanda por terra, efetuado por FAO & INCRA (2000), a agricultura familiar tende a crescer muito mais nos próximos anos. Nesse estudo, o número de demandantes foi obtido tendo por base o conjunto da população rural trabalhadora (assalariados permanentes e temporários e mão de obra familiar) e os produtores incluídos nas categorias de parceiros, arrendatários, ocupantes e proprietários de estabelecimentos menores que 10 hectares. Foi construído um

índice de aspiração por terra, como fator de adequação, para estimar o total dos demandantes de terra, representando a aspiração da população em se tornar agricultora.

Os cenários para estimativas de demanda por terra no país tiveram números bastante significativos em valores absolutos, considerando-se os horizontes estudados: em 2000, 2.459.181 famílias; 2003, com 2.214.688 famílias e em 2005, 2.065.351 famílias. Esses números caracterizam a intensa necessidade de união de esforços de toda a sociedade brasileira seja de entidades governamentais, não governamentais e sociedade civil, no sentido de promover o desenvolvimento deste grande contingente da população.

Destaca-se ainda, a necessidade premente da aplicação de políticas públicas subsidiadas por diagnóstico técnico-científico que proporcione o conhecimento da complexidade das relações geoambientais, visando o planejamento das ações com qualidade, principalmente quando analisamos o intenso impacto no meio social, econômico e ambiental.

Historicamente, o processo de reforma agrária tem avançado em função das pressões dos movimentos sociais. O Governo Federal agiu mais no sentido de atender demandas emergenciais, principalmente em áreas de conflito agrário sem, muitas vezes, trabalhar adequadamente com a qualidade de vida dos beneficiários pelo programa.

Tal aspecto, quando não proporciona a mudança na condição de vida do assentado, pode levar até a perda da terra, retornando-o às condições iniciais de miserabilidade. Situações, como essa, não são raras de ocorrer, muitas vezes impulsionadas pela pressão dos movimentos sociais, indicando para a desapropriação de latifúndios, que em grande parte são improdutivos porque apresentam limitações de ordem geoambiental, a saber: a) solos com baixa fertilidade, tidos como ruins sob o ponto de vista da produção, originários de rochas pobres em componentes minerais); b) limitações de ordem climática; c)

impedimentos físicos, tais como afloramentos rochosos, reduzida profundidade efetiva, pedregosidade, e; d) inclinação acentuada do relevo.

Pode-se considerar, também, a localização inadequada, necessitando de muito investimento público, sem perspectiva de retorno e progresso. Há vários desses exemplos negativos aqui no Estado do Paraná e espalhados por todo o Brasil. Deve-se lembrar ainda que muitos latifúndios, apesar de improdutivos do ponto de vista da produção agrossilvopastoril, constituem importantes áreas naturais, tanto em termos biológicos como para mananciais, sítios históricos e cênicos, etc.

Conforme o exposto conclui-se que, para imprimir qualidade no processo de reforma agrária e no fortalecimento da agricultura familiar, bem como na melhor gestão das condições geoambientais inerentes ao agroecossistema, é de extrema necessidade o aprofundamento do conhecimento das realidades agrárias/ambientais específicas que caracterizam a geografia brasileira, tornando-se imperioso a incorporação de forma efetiva e ágil de tais conhecimentos ao processo de planejamento das políticas públicas para o meio rural.

Acrescenta-se que, conforme BRANDENBURG (1999), a reforma agrária representa a possibilidade de proporcionar uma alternativa de sobrevivência a milhares de famílias e abre caminho para a construção de um projeto de sociedade que conjuga indústria e agricultura, mercado internacional e desenvolvimento local, universalismo e particularismo de identidade, constituindo-se em uma oportunidade de replanejar a ocupação do espaço social e geográfico, de reorganizar a concepção de planejamento urbano e de construir uma sociedade que, ao seguir sua vocação natural, potencializa seus recursos mais abundantes em benefício da sua população.

Ainda segundo esse autor, a reforma agrária representa a possibilidade de resgatar uma dívida histórica que é a de construir uma “civilização”, senão agrária, então agroindustrial e, portanto, em sintonia com os recursos e com o potencial que a sociedade possui, significando, acima de tudo, não apenas reproduzir experiências dos países industrializados, mas construir uma sociedade a partir do que tem de mais original e expressivo.

2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) E SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE TERRAS PARA AGRICULTURA

A proposta de qualquer classificação é a de organizar nosso conhecimento das propriedades de um dado objeto e proporcionar uma melhor compreensão das relações existentes (CLINE, 1949).

Segundo ASSAD et al. (1998), existem várias metodologias para a avaliação de terras, de acordo com os objetivos a que se destinam. Assim pode-se avaliar quanto às características fisiográficas, ou pode-se ter essa classificação para um fim definido, como por exemplo, avaliação quanto ao potencial erosivo, quanto às reservas minerais, fragilidade ambiental, etc.

De modo geral, constata-se que algumas dessas metodologias visam à obtenção de uma classificação da paisagem, baseada na caracterização de um ou mais parâmetros e atributos. Outras classificam a paisagem a partir da estimativa de seu comportamento quando utilizada para um fim específico. Como exemplo de metodologia de avaliação de terra, conforme esses mesmos autores têm-se o Land System Survey, desenvolvido pela Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), na Austrália, e

aplicado posteriormente no Canadá e na Grã-Bretanha, apoiando-se principalmente na fotointerpretação do meio natural, propiciando o reconhecimento em pequenas escalas (1:1.000.000).

Em nosso país, por exemplo, o Projeto RADAMBRASIL seguramente foi um dos marcos em termos de trabalhos amplos sobre o levantamento do meio físico e produção de mapas básicos e interpretativos (BRASIL, 1983). Nesse projeto havia equipes multidisciplinares e apoio estrutural governamental, onde a metodologia foi fundamentada principalmente na interpretação de imagens de radar, onde os dados foram disponibilizados na escala 1:250.000. No caso da parte que referenciou o uso potencial das terras, a delimitação cartográfica partiu do princípio de utilizar características homogêneas resultantes da interação clima-relevo-solo segundo uma abstração ordenada de suas características, voltadas principalmente para sua aplicabilidade a nível nacional.

Atualmente, no Brasil, dois são os principais sistemas utilizados para a avaliação das terras, os clássicos e já consagrados: Sistema de Classificação da Capacidade de Uso da Terra (LEPSCH et al., 1991) e o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995).

O Sistema de Classificação de Uso da Terra utilizado no Brasil, esta em sua quarta aproximação e é uma adaptação do sistema desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos da América, por KLINGEBIEL & MONTGOMERY (1961), para agrupar solos em classes de capacidade de uso. Conforme LEPSCH et al. (1991) a utilização do método parte de alguns pressupostos, dentre os quais se destaca: a) de ser recomendada para fins de planejamento de práticas de conservação do solo, ao nível de propriedades ou empresas agrícolas, ou pequenas bacias hidrográficas; b) em escalas de mapeamento variando de 1:5.000 até 1:25:000; c) supõe-se um nível de manejo

moderadamente alto, que seja praticável dentro das possibilidades dos agricultores mais capitalizados e esclarecidos do País e; d) enfoca o planejamento das práticas de conservação do solo, visando a máxima utilização do solo sem riscos de degradação.

Segundo GIBOSHI et al. (2002), a classificação da capacidade de uso das terras é uma tarefa complexa, difícil e demorada, que envolve conhecimentos interdisciplinares e uma vasta quantidade de dados, apresentando alto grau de subjetividade, pois trabalha com muitas informações qualitativas. Aspecto esse que motivou a pesquisa de FOCHT (1998), que estudou a influência do avaliador no resultado da classificação de terras em capacidade de uso, observando, em sua análise, a elevada influência do avaliador sobre a variação das classificações efetuadas, tanto em relação às concordâncias espaciais como em relação às concordâncias globais, sendo consequência direta das múltiplas interpretações, chegando mesmo a apresentar a conclusão de que não se apresenta como instrumento adequado para a maioria dos objetivos aos quais ele é comumente aplicado, como no caso de valoração de terras, perícias imobiliárias e políticas de gestão ambiental.

O Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995), inspirou-se no trabalho de BENNEMA et al. (1964), que foi divulgado pela Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo (DPFS), do Ministério da Agricultura, sendo considerado um marco na evolução dos trabalhos sistemáticos sobre interpretação de levantamentos de solos no país. O extinto IBRA (Instituto Brasileiro de Reforma Agrária), hoje substituído pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), conforme BRASIL (1970) apud RAMALHO FILHO & BEEK (1995), utilizou uma interpretação para uso agrícola dos solos da zona de Iguatemi, Mato Grosso, sob dois sistemas de manejo: primitivo e desenvolvido, com uma metodologia preliminar em relação ao atual sistema.

Em sua versão atual a metodologia proposta permite a estimativa das qualidades do ecossistema a partir de cinco parâmetros: nutrientes, água, oxigênio, mecanização e erosão. As terras são classificadas em quatro classes de aptidão (boa, regular, restrita e inapta), segundo três níveis de manejo (baixo nível tecnológico, nível tecnológico médio e alto nível tecnológico) e quatro tipos de utilização (lavoura, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural). Dentre os pressupostos básicos do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, segundo RAMALHO FILHO & BEEK (1995), destacam-se: a) trata-se de um método apropriado para avaliar a aptidão agrícola de grandes extensões de terras, fornecendo uma orientação de como devem ser utilizados os recursos da terra dentro de um planejamento regional e nacional; b) como é um processo interpretativo, seu caráter é efêmero, podendo sofrer variações com a evolução tecnológica e; c) enfatiza a indicação das melhores terras para o cultivo de plantas de ciclo curto.

Segundo D'AGOSTINI & SCHLINDWEIN (1998), o sistema de aptidão agrícola, sendo concebido para ser aplicado em grandes extensões de terra, torna-se dificultado o seu uso como um instrumento de avaliação e orientação à escala em que se dão ou podem ser avaliadas às ações de uso, como no caso de uma microbacia hidrográfica. Em contrapartida cita-se o trabalho do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, que produziu um mapeamento da aptidão agrícola na escala 1:50.000 (OLIVEIRA & BERG, 1985), com um trabalho de interpretação que teve como base o levantamento pedológico semidetalhado da quadrícula de Araras produzido por OLIVEIRA et al. (1982), contando com equipe multidisciplinar, estrutura organizacional e anos de trabalho.

Como referência para o Estado do Paraná, elaborado no início da década de 80, cita-se o único estudo/mapeamento da aptidão agrícola, com cobertura em todo Estado, elaborado pelo Ministério da Agricultura - Secretaria Geral - Coordenação de Assuntos

Econômicos, em conjunto com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Levantamento e Classificação dos Solos – EMBRAPA/CNLCS, produzido na escala de 1:600.000 (MINISTÉRIO AGRICULTURA & EMBRAPA, 1980). Ademais, acrescenta-se, conforme FUKS et al. (1997), que no Brasil há falta de informações básicas de solos, uma vez que os levantamentos disponíveis em âmbito nacional são, em sua maioria, generalizados, em escalas menores que 1:500.000, sendo freqüentemente utilizados para a construção da base de dados de um SIG voltado para aptidão e até para a capacidade de uso.

Tradicionalmente, conforme KOFFLER et al. (1996), os trabalhos de avaliação da aptidão agrícola realizados no território brasileiro têm sido elaborados, enfocando, basicamente: a) levantamento da capacidade de uso das terras, que visa à instalação de práticas de conservação do solo na propriedade rural; b) levantamento da aptidão agrícola das terras, que visa o estabelecimento de diferentes tipos de utilização agrícola regional e; c) zoneamento ecológico, que visa a implantação de tipos específicos de culturas agrícolas.

Entretanto, apesar de diversas tentativas e propostas de sistematização de tais trabalhos, a necessidade de grande experiência técnica no assunto, juntamente com o elevado nível de subjetividade envolvidos, têm dificultado seu uso generalizado por parte dos planejadores não especializados.

Com a evolução das técnicas de informática, tornou-se possível automatizar grande parte dos trabalhos manuais convencionalmente executados durante uma análise ambiental, bem como na elaboração de mapas ilustrativos da distribuição geográfica dos resultados obtidos.

Nesse sentido, conforme SIMÃO (1999), os paradigmas científicos mais recentes apresentam ampla visão para o mundo da informação, e as relevantes mudanças culturais próprias da era pós-moderna valorizam o espaço e os padrões científicos, o que nos

leva a dar mais atenção para o “pensar espacialmente”. Os fundamentos teóricos que norteiam trabalhos desta natureza encontram na estrutura da Análise Espacial e, especialmente, no seu principal instrumento denominado Sistema de Informações Geográficas (SIG) ou Geoprocessamento, o suporte para o desenvolvimento de novas metodologias. A potencialidade dessas tecnologias, de coletar, processar e integrar banco de dados alfanuméricos com figuras georreferenciadas, através de princípios e métodos, levam a modelos e teorias para uma nova visão do mundo real.

Atualmente, verifica-se uma mudança organizacional de percepção, em que as ações são ativadas, utilizando-se a variável espacial como componente fundamental, o que leva a uma crescente procura por métodos e técnicas de automação em muitas áreas do conhecimento. Esta tecnologia, por suas características, proporciona soluções rápidas e eficientes aos mais diversos problemas de análise espacial.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) tem sido utilizado por vários autores para avaliar a aptidão agrícola das terras e a capacidade de uso no território brasileiro. A publicação desses trabalhos teve grande impulso a partir do início da década de 90, coincidindo com o surgimento de softwares de uso livre, e vários outros comerciais, com crescente melhorias técnicas nos programas, que proporcionaram ambientes de trabalho cada vez mais “amigáveis”. VALÉRIO FILHO et al. (1992), por exemplo, estabeleceram o mapa de classes de capacidade de uso da terra para o planejamento conservacionista da microbacia do córrego São Joaquim, no município de Pirassununga, SP, a partir da integração de informações através do SIG desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esses autores comprovaram a eficiência dessa ferramenta para a classificação de áreas com base em dados multivariados.

FORMAGGIO et al. (1992) constataram, em trabalho desenvolvido para a região de Leme, SP, a partir de uma adaptação do sistema de capacidade de uso, ser possível a obtenção de mapas de aptidão agrícola e de adequação de uso, de modo semi-automático, a partir de SIG. DONZELI et al. (1992; 1996), utilizando um SIG, aplicaram o sistema de capacidade de uso no planejamento e monitoramento de bacias e microbacias do Estado de São Paulo. STEFANI et al. (1996) utilizaram método análogo para o município de Guaíra, SP. Nesses estudos, uma das vantagens do SIG foi a possibilidade de integração com dados de sensoriamento remoto orbital, para obtenção de informações do uso e ocupação das terras.

ASSAD (1995), apresenta um método para determinação da aptidão agrícola para três níveis de manejo, e utilizando o Sistema de Informações Geográficas desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (SGI/INPE), onde buscou-se a automatização da determinação da aptidão agrícola, utilizando apenas dados disponíveis provenientes de levantamento de solos e de cartas planialtimétricas, sendo feito a partir da definição prévia de algoritmos de cruzamento. FERNANDES et al. (1998), também utilizaram o SGI/INPE gerando mapeamento da aptidão agrícola para regiões áridas e semi-áridas, de parte do setor leste da bacia do Rio Seridó, PB.

KOFFLER et al. (1996), desenvolveram um software denominado SAMPA (Sistema de Análise Ambiental para Planejamento Agrícola), concebido através dos fundamentos gerais sobre levantamento da aptidão agrícola de terras descritos por RAMALHO FILHO et al. (1978) e OLIVEIRA & BERG (1985), tendo sido incluídas diversas adaptações para adequar os critérios a um sistema automatizado. Seus princípios foram testados em trabalhos de diagnóstico de uso das terras rurais do município de Rio Claro, SP, e da bacia do rio Corumbataí.

Com o objetivo de realizar um zoneamento agroecológico para a região de Ribeirão Preto, SP, MARTORANO et al. (1999) utilizou a metodologia de capacidade de uso, integrando dados climáticos com mapeamento de solos e relevo. Nessa mesma linha de zoneamento, ARAÚJO & ASSAD (2001) desenvolveram uma metodologia para zoneamento pedoclimático das terras de Goiás e do Distrito Federal, especificamente para a cultura do arroz (*Oriza sativa* L.) a partir do Sistema Brasileiro de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, a partir de dados de levantamentos de solos em escala 1:1.000.000, integrando-se a aptidão agrícola com o estudo do risco climático para a cultura especificada. Para a cultura do milho (*Zea mays* L.) ASSAD & GODOY (2002), determinaram a aptidão agrícola das terras em sistema de produção tecnificado, a partir de dados extraídos de levantamento de solos em escala 1:50.000 e da estimativa do risco climático, para a bacia hidrográfica do Rio Jardim, localizada no Distrito Federal.

Mais recentemente, CRUZ, et al. (2003), utilizaram SIG como apoio para classificação da capacidade de uso das terras, trabalhando numa área de 249,2 hectares, pertencente a bacia do Rio Passaúna, Araucária, PR. Esses autores utilizaram a metodologia IHS (Intensity, Hue Saturation) (CRÓSTA, 1992) como elemento auxiliar na separação das unidades de mapeamento de solos e utilizaram um método de classificação por múltiplos critérios, utilizando a lógica Fuzzi conforme JOHNSTON (1998).

Apesar dos avanços na utilização de SIG na avaliação da aptidão agrícola de terras, principalmente originários de estudos clássicos como os de RAMALHO FILHO & BEEK (1995) E LEPSH et al. (1991), há carência de estudos que relacionem as características e especificidades regionais da agricultura familiar, destacando os aspectos sociais, econômicos e ambientais mais amplos, abrindo campo para investigação e contribuições científicas nesta importante área social e ambiental brasileira.

Destaca-se também que, conforme ASSAD et al. (1998), a obtenção das classes de aptidão, seja por meio de cruzamentos manuais de dados, seja por meio de cruzamentos automáticos de informações, via SIG, são apenas indicadores do uso mais intensivo possível. O planejamento de uso sustentado das terras deve ser condicionado também por fatores como diversidade biológica da área e seu valor ecológico, importância da área dentro de um contexto de ocupação antrópica, função da área em atividades produtivas e ou não produtivas, etc., definições essas que podem ser integradas num SIG.

Considerando assim, os aspectos mais amplos que um sistema de avaliação deveria abordar, se verifica que apenas o mapeamento da aptidão agrícola e/ou capacidade de uso das terras, tendo por base seus pressupostos anteriormente destacados, são insuficientes para englobar as diversas variáveis físicas que incidem sobre uma exploração de caráter multifinalitário como é o caso da agricultura familiar.

Nesse sentido, conforme CARNEIRO & MALUF (2003), a abordagem da multifuncionalidade da agricultura familiar valoriza as peculiaridades do agrícola e do rural e suas outras contribuições que não apenas a produção de bens privados, além dela repercutir as críticas às formas predominantes¹ assumidas pela produção agrícola por sua insustentabilidade e pela qualidade duvidosa dos produtos que gera. A noção de multifuncionalidade, segundo esses autores, rompe com o enfoque setorial e amplia o campo das funções sociais atribuídas à agricultura, que deixa de ser entendida apenas como produtora de bens agrícolas, ela se torna responsável pela conservação dos recursos naturais (água, solos, biodiversidade, dentre outros), do patrimônio natural (paisagens) e pela qualidade dos alimentos.

¹ Trata-se da agricultura de mercado.

Assim sendo, a maior amplitude de circunstâncias abrangidas por um sistema de levantamento geoambiental, pode se tornar em importante instrumental metodológico, que inclua em sua análise elementos tais como: a) compartimentação hierarquizada do relevo, levando em conta a altimetria sob a forma de modelos de elevação do terreno e de exposição de vertentes; b) natureza do substrato quanto a litologia e quanto às estruturas geológicas presentes; c) sistema hídricos e; d) toposequências de solos em função da compartimentação do relevo, da natureza do substrato geológico e da circulação hídrica, incorporando o conceito de paisagens geoquímicas.

2.3 BREVE HISTÓRICO DA REGIÃO DE GUARAPUAVA

Com o objetivo de melhor compreender a atual forma de ocupação e uso das terras, além da relação entre a ação do homem sobre o meio ambiente, efetuou-se uma breve revisão sobre os aspectos históricos, que antecedem e ajudam a entender eventos atuais.

Em 7 de junho de 1494 a assinatura do Tratado de Tordesilhas dividia a América Latina entre os reinos de Portugal e Espanha, cortando o Brasil de Belém no Pará, até Laguna em Santa Catarina, deixando todo o oeste brasileiro para a Espanha. Para conseguir um porto de mar para o Paraguai, submeter os indígenas e deter a expansão portuguesa para o oeste, a Espanha fundou a Província de Guairá, no oeste do Paraná. O domínio espanhol sobre esta região perdurou até 1629/1632, quando os bandeirantes paulistas Manuel Preto e Antônio Raposo Tavares destruíram as Reduções Jesuíticas espanholas de Guairá, conquistando o território para os portugueses. Após este evento, todo o sertão paranaense ficou em completo abandono, por 138 anos, sob a posse das aguerridas tribos

guaranis e caingangues, unidas sob o grito de guerra do Cacique Guairacá: “CO IVI OGUERO YARA”, que significa “ESTA TERRA TEM DONO!”. Em 08 de setembro de 1770, a expedição militar portuguesa do Sargento Cândido Xavier de Almeida, descobriu os campos de Guarapuava. E, em novembro de 1771, chegava a primeira expedição exploradora de Afonso Botelho de Sampaio e Souza, após a qual o território ficava mais 39 anos de posse dos índios. Somente em 17 de junho de 1810, chegou às margens do rio que se denominou Coutinho, a Real Expedição de Conquista e posse de Guarapuava, sob o comando do Tenente Cel. Diogo Pinto de Azevedo Portugal. Na colina próxima foram levantadas as primeiras casas e uma capela. Para a defesa contra os índios foi construído um cercado com 40 palmos de altura, do alto do qual um soldado ficaria de sentinela ou de “atalaia”. Este foi o célebre “Fortim do Atalaia”, que marcou o início da colonização de Guarapuava (hoje no referido local há um marco histórico situado na Fazenda Atalaia, próximo à PR 466). Neste local os colonizadores permaneceram por nove anos, até que em “09 de dezembro de 1819”, por solicitação do Padre Francisco de Chagas Lima, que era o Catequista da Expedição, foi instalada na planície ao sul do Atalaia, entre os rios Coutinho e Jordão, a Freguesia de “Nossa Senhora de Belém”, onde originou-se a cidade de Guarapuava. Com a transferência dos moradores brancos, Atalaia ficou sendo apenas um aldeamento que acabou sendo destruído e incendiado pelos índios. A denominação Guarapuava, surgiu devido ao lobo hostil que habitava na região, o qual era muito temido pelos índios, ou seja: Guará = “lobo”; Puava = “Bravo” (Tupy Guarani). (GUARAPUAVA, 2003).

Conforme MENDONÇA (1999), os primeiros registros de ocupação humana na região datariam de 3.000 a 6.000 anos, referentes a comunidades nômades da fase pré-cerâmica. Embora os primeiros ocupantes devam datar de pelo menos 11.000 anos.

Posteriormente, na fase cerâmica, grupos mais evoluídos buscavam maior estabilidade para as comunidades. Nesta fase já existia atividade agrícola de subsistência e queimadas, as quais são praticadas ainda hoje. Conforme esse mesmo autor, por volta de 1770 os movimentos dos bandeirantes conquistaram a região de Guarapuava, onde a ocupação da região se deu pela necessidade de defesa contra os espanhóis e por causas econômicas ligadas à exploração de riquezas e criação de gado.

A ocupação e o desenvolvimento socioeconômico da Região Centro-Sul do Paraná teve uma ligação forte com a exploração dos recursos naturais, haja vista os ciclos econômicos: tropeirismo, erva-mate, madeira, sistema Faxinal e agricultura comercial. A região de Guarapuava foi uma das primeiras do Estado do Paraná a ser incorporada ao sistema econômico colonial entre os séculos XVIII e XIX. A organização do espaço, com base nos recursos oferecidos pela natureza, foi deixando suas marcas ao longo da História. Entre as conseqüências dessa organização tem-se a erosão, poluição hídrica, desflorestamento e outras (THOMAZ, 2000).

Portanto, a organização do espaço regional e, por conseguinte, a área em estudo, esteve intimamente ligada ao processo de apropriação dos recursos naturais, sendo este permeado pelos “ciclos econômicos”. Nele, havia um produto principal explorado, responsável pela dinâmica da economia regional, enquanto outras atividades se desenvolviam e se organizavam paralelamente, dando suporte à atividade principal (RIBEIRO, 1989).

Destaca-se o sistema Faxinal, que se desenvolveu, principalmente, nas áreas de ocorrência das matas mistas. Esse sistema se caracteriza pela produção familiar e com uso coletivo da terra para a produção animal. Esta forma de organização foi muito importante, pois chegou a ocupar 1/5 do território paranaense.

Entretanto, conforme CHANG (1988), a economia madeireira começou a tomar impulso a partir de 1930, trazendo como conseqüências: desflorestamento das matas de araucária, pois adquiriam apenas os pinheiros e não a terra; aumento da concentração da renda; núcleos com população itinerante; diminuição da erva-mate. Assim, houve prejuízo ao sistema Faxinal/agricultura de subsistência. Por outro lado, na época, houve avanço do capitalismo na agricultura com vista a torná-la moderna, isso também corroborou para essa desestruturação.

Para RIBEIRO (1989), as profundas transformações ocorridas na agricultura criaram um quadro de dualidade, ou seja, a penetração seletiva do capital formou uma agricultura moderna convivendo, ao mesmo tempo, ao lado de uma agricultura tradicional de subsistência. Essa realidade está relacionada, em grande parte, com a ocupação, pela agricultura de subsistência/familiar, de áreas com sérias restrições morfoedológicas, principalmente a ocorrência de solos rasos associados a forte declividade, dificultando sua modernização, obviamente aliando-se ao fato de uma ausência de política agrícola mais voltada para o desenvolvimento da agricultura familiar. Por isso, essa agricultura, de modo geral, se baseia no extrativismo de erva-mate, pinhão, cultivo de pequenas roças e criação de animais. É essa agricultura que está presente em grande parte na área objeto deste estudo.

O fenômeno do surgimento de assentamentos e dos acampamentos das famílias de trabalhadores rurais sem terra teve início no final da década de 70 e durante a década de 80, como resultado do modelo excludente de desenvolvimento agrário, de certo modo relacionado com o fim do ciclo do café no Estado do Paraná (MENDONÇA, 1999). Esse mesmo autor conclui que as áreas com atividades antrópicas, atualmente representadas pelos assentamentos, é um fator determinante no avanço dos processos erosivos, quer seja pelos desmatamentos, queimadas e abertura de estradas, como também pela ocupação indevida de

áreas de risco, refletindo a carência do conhecimento de técnicas modernas de manejo do meio físico.

2.4 TRANSFORMAÇÃO IHS (*Intensity, hue, saturation*)

Conforme o item 3.8, à frente, testou-se os recursos visuais proporcionados pela transformação IHS, no ambiente computacional do SPRING. A utilização dessa funcionalidade foi inspirada em algumas referências bibliográficas sobre o assunto.

Nesse sentido, destaca-se que muitos autores têm utilizado a técnica de integração digital de dados de sensoriamento remoto e geofísicos, a partir da transformação IHS aplicada à geologia, como os trabalhos de ROLIM (1993), BICHO (1994) e PARADELLA et al. (2001).

Conforme observamos em HARRIS et al. (1990) dentre outros, o sistema IHS de representação de cores é uma alternativa ao sistema RGB. Dentro do espaço IHS, as cores são representadas através de três parâmetros independentes do ponto de vista da percepção visual. A intensidade (*intensity*) que representa o brilho é a medida de energia total envolvida em todos os comprimentos de onda sendo, portanto, responsável pela sensação de brilho dessa energia incidente sobre o olho; o matiz (*hue*) que está relacionado à cor (cromaticidade) é a medida do comprimento de onda médio da luz que se reflete ou se emite, definindo a cor do objeto; e a saturação (*saturation*) que é a pureza, expressa o intervalo de comprimento de onda ao redor do comprimento de onda médio, no qual a energia é refletida ou transmitida, deste modo um alto valor de saturação resulta em uma cor espectralmente pura, ao passo que um baixo valor indica uma mistura de comprimentos de onda que irá produzir tons pastéis.

HARRIS et al. (1994), *apud* CUNHA (2002), compararam quatro técnicas diferentes de integração: combinação de bandas (RGB), combinação aritmética, transformação estatística e transformação no sistema de representação de cores (IHS). Segundo os autores, a transformação IHS apresentou melhor desempenho e flexibilidade devido aos seguintes fatores: produziu um amplo intervalo de cores; preservou as informações espectrais e espaciais dos dados de entrada, devido às cores obtidas nas imagens de saída refletir as informações contidas nos dados; pode controlar cada parâmetro de cor (intensidade, matiz, saturação); e ainda ser possível combinar até cinco canais de dados.

Assim, estes autores definiram a transformação IHS como sendo a técnica mais flexível e a que apresenta o melhor desempenho para a combinação e integração de dados multifontes para aplicações geológicas. Além disto, segundo CRÓSTA (1992), dentre outros, com a transformação IHS, pode-se manipular cada componente separadamente e, assim, ter um maior controle sobre o processo de realce das cores.

No trabalho de CRUZ et al. ((2003), por exemplo, a metodologia IHS foi utilizada como elemento auxiliar na separação das unidades de mapeamento de solos, pertencente à Bacia do Rio Passaúna, Município de Araucária/PR. Os resultados demonstraram constituir-se de instrumental capaz de promover um refinamento na classificação dos solos.

2.5 CARTOGRAFIA DE UNIDADES AMBIENTAIS

A forma de separar e cartografar as unidades geoambientais, fundamentou-se no método de trabalho que versa sobre uma análise de paisagem, baseada na observação dos

diversos aspectos da natureza e de sua interligação através de relações causais. É uma metodologia relativamente antiga, cujos princípios têm raízes nas investigações e propostas do grande naturalista do século XIX, Alexander von Humboldt.

Este formato de análise teve aplicações em escala ampla a partir dos levantamentos do CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) da Austrália a exemplo de GALLOWAY et al. (1970). Em seguida, a este tipo de método foi assimilado o conceito de sistema a partir de BERTRAND, que no Ocidente iniciou a aplicação do termo “Geossistema”, (BERTRAND, 1972 e 1974) mais tarde incorporando também o conceito de estabilidade do meio através do balanço pedogênese/morfogênese elaborado por ERHART (ROUGERIE & BEROUTCHACHVILI, 1991). Após isto, o método ganhou maior praticidade com os trabalhos de cartografia morfopedológica desenvolvidos pelo GERDAT propostos em KILIAN e TRICART (1979) que passaram a apresentar um alto grau de aplicabilidade em vários campos das ciências e técnicas ambientais. A cartografia morfopedológica fornece uma descrição explicativa dos aspectos geomorfológicos do terreno, recolocando-os no seu contexto genético, de modo a dispor os elementos para compreensão de seu comportamento, consiste em conhecer o meio físico, tanto na sua descrição quanto na sua dinâmica, associando dados litológicos, geomorfológicos e pedológicos. Esta metodologia tem por base a evolução do meio físico e a avaliação da estabilidade ou da instabilidade do meio, permitindo, assim, a definição e a hierarquização das limitações que afetam o manejo agrícola das terras.

FORTESCUE (1980) incorpora inclusive o conceito de paisagens em Geoquímica Ambiental. Vários estudos utilizaram um tipo de classificação do relevo e das paisagens (COCHRANE et al. 1985), (MANTOVANI e RICHE, 1983). Na região Metropolitana de Curitiba tem-se THEODOROVICZ et al. (1999), que elaboraram um estudo

que faz parte do Programa Informações para Gestão Territorial – GATE, implantado em 1991 na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, objetivando produzir, organizar e processar dados e informações sobre o meio físico, biótico e antrópico, para subsidiar decisões de administradores e planejadores quanto à melhor forma de uso e ocupação do solo. Deste modo, produziu-se, além de outras informações, um mapeamento indicando a fragilidade do meio físico frente ao uso e ocupação, enfocando cinco possibilidades: urbana, agropecuária, obras viárias, equipamentos enterrados e rejeitos.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

Com o objetivo de analisar o comportamento da estrutura da variância dos dados ambientais, foi utilizado o instrumento da estatística denominado de “Análise Multivariada”, por se tratar de dados multivariados do meio ambiente. Este instrumental metodológico permite realizar inferências sobre o comportamento das variáveis e a relação entre elas, proporcionando indicativo daquelas de maior importância e representatividade na análise ambiental (JOHNSON & WICHERN, 1998).

Nesse sentido, dentre as diversas aplicações nas ciências, relacionada à contribuição da análise multivariada, destaca-se sua importância nos estudos que utilizam dados de sensoriamento remoto, tais como as imagens de satélite. Destacam-se, ainda, trabalhos como os de ZACARIAS et al. (2002), que aplicaram estatística multivariada e análise de contrastes ortogonais entre médias (teste “t”) das variáveis do relevo obtidas em amostras circulares de 10 quilômetros quadrados, com o objetivo de agrupar amostras circulares segundo graus de similaridade.

Outro exemplo interessante da aplicação da análise multivariada, para fins ambientais, dentre outros, é a utilização da análise de componentes principais na investigação multivariada da evapotranspiração (SILVEIRA & ANDRADE, 2002).

2.7 EXPOSIÇÃO DAS VERTENTES

Foram incorporadas, na análise da aptidão agrícola, as informações a respeito da exposição das vertentes, inspirando-se em algumas referências. Desse modo, por exemplo, MARQUES (2003), estudou a utilização de geotecnologias no estudo das relações entre solos, orientação de vertentes e o comportamento espectral de áreas cafeeiras em Machado, Minas Gerais, onde se demonstrou que as vertentes orientadas para NE-E obtiveram o maior valor médio para a reflectância no momento da passagem do satélite.

Já em outro estudo, segundo PÉREZ & MARTINS (2006), os resultados indicaram que os quadrantes menos expostos a luz apresentam maior florescimento para licheiras. Nesse caso, uma maior exposição à luz solar pode gerar um aumento de temperatura, que tem efeito inibidor às condições determinantes para a indução floral, evidenciando a importância na orientação das linhas no estabelecimento de um pomar e de práticas de manejo, como a poda para garantir exposição uniforme à luz solar.

Para a cultura do pêssego (a região de Guarapuava apresenta aptidão para esta cultura) as encostas que privilegiam boa exposição solar possibilitam colheitas com melhor qualidade em áreas menos sujeitas à ocorrência de geadas (HERTER, et al., 2006).

Outro exemplo, segundo EMBRAPA (2003), refere-se à viticultura, onde as condições de relevo possibilitam a seleção de áreas com um mesoclima particular, no caso da região sul-brasileira as encostas com exposição norte.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A dinâmica dos processos sócio-econômicos-ambientais exige instrumentos que forneçam respostas imediatas e que tenham uma capacidade de simulação de situações permitindo uma prospecção rápida de eventos possíveis de se sucederem. A elaboração de prognóstico permitirá uma intervenção racional e ágil nos processos de desenvolvimento. A necessidade de respostas rápidas e seguras gera a necessidade de manipulação, de integração e de inter-relacionamento de um crescente volume de dados e informações que se modificam e, por isso, devem ser atualizados em velocidade cada vez maior.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG), vem ao encontro desta realidade, devido ao seu potencial de integração com o usuário, de sua capacidade de cruzamento de informações, velocidade de operação, capacidade de simulações e versatilidade de apresentação de informações espaciais. Nesse sentido, a metodologia terá como ponto de apoio e fundamentação o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A metodologia de pesquisa adotada consiste num dos pontos fundamentais do presente trabalho, ou seja, ocorreu um processo de construção do método, fundamentando-se

numa ampla revisão de literatura e dos próprios ajustes realizados no decorrer dos trabalhos de pesquisa, e no manuseio de dados e instrumentais técnicos.

3.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Quanto à área, objeto do estudo em tela, após uma série de entrevistas junto à direção do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, Superintendência Regional do Paraná (INCRA/PR), ficou definido a parte leste do Município de Guarapuava/PR², localizada na região sul do Brasil, centro oeste do Estado do Paraná, no segundo e terceiro planalto paranaense.

Essa área reuniu algumas condições particularmente interessantes para o desenvolvimento deste trabalho, destacando-se o interesse da Prefeitura pelo tema, concentração de agricultores familiares, diversidade fisiográfica, seqüência geológica, concentração de assentamentos e facilidade de acesso. Tais características permitiram uma análise na transição entre o segundo e terceiro Planalto Paranaense, possibilitando estudar o ambiente da Serra da Esperança.

Para a construção do modelo geoambiental, partiu-se do pressuposto que o trabalho efetuado em um ambiente bastante diversificado, reunindo uma certa complexidade, em termos de formação geológica, solos, relevo, vegetação, hidrografia, etc., proporcionaria um instrumental de análise comparativa em ambientes diferenciados e que contribuiria para facilitar futuras possíveis adaptações em situações ambientais mais homogêneas, proporcionando, desta forma, uma maior versatilidade do modelo.

² O Município de Guarapuava é o maior em termos de área, totalizando 3.053,8350 quilômetros quadrados.

Destaca-se, também, que a área apresenta importância com relação ao contexto internacional, por estar ligada à expansão da cultura da soja (*Glycine Max L. Merrill*) no Terceiro Planalto, considerada principal cultura de exportação de nosso país, e por haver importantes fragmentos florestais que devem ser conservados no Planalto Basáltico, principalmente tendo em vista à crescente intensificação da agricultura.

Com base nessas características, e visando uma otimização dos trabalhos, definiu-se especificamente como área teste um retângulo envolvente com as seguintes coordenadas planas (UTM/SAD 69, fuso 22): X 1= 450.000 metros, X 2= 486.000 metros, Y 1= 7.190.000 metros e Y 2= 7.200.000 metros, correspondendo, conseqüentemente, a uma área de 360 quilômetros quadrados, indo desde a borda da Serra da Esperança até o ambiente urbano da cidade de Guarapuava, proporcionando uma cobertura que permite avaliar aspectos/relações ambientais diversificados. A altitude média varia em torno de 800 à 1200 metros, uma das mais altas regiões do Estado.

A título de ilustração, apresenta-se a figura 1, que corresponde à localização da área de estudo num contexto internacional e, na seqüência, a figura 2 que se refere a uma imagem de satélite proporcionando uma vista parcial³ da área de estudo. É possível observar a cidade de Guarapuava (zona urbana) e seu entorno. Pode-se visualizar o “parcelar”, que se constitui de um mosaico de diferentes feições. Aparecem áreas de solo descoberto, presença de água e diferentes tonalidades de vegetação caracterizando atividades agrossilvopastoris distintas. Percebe-se que, partindo-se da cidade no sentido de leste para oeste, há uma gradação das tonalidades e freqüência de “verdes” que caracteriza uma maior exploração dos recursos naturais nas proximidades da cidade, e diminuindo a intensidade quando nos

³ Refere-se à cerca de 80% da área de estudo, faltando somente a porção mais ao leste, que engloba a área de relevo mais acidentado, constituindo-se a borda da Serra da Esperança. Com essa ampliação, ilustra-se a interface entre a cidade de Guarapuava, com tonalidades predominantemente roxas, e o parcelar agrícola. Mais adiante é apresentada a figura 8, onde toda a área trabalhada é visualizada na escala 1:100.00, em papel de tamanho A3.

aproximamos da Borda da Serra da Esperança devido à distância das áreas urbanizadas e às limitações dos solos.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Ilustrando o contexto internacional, nacional, regional e local (figuras sem escalas definidas, meramente ilustrativas).

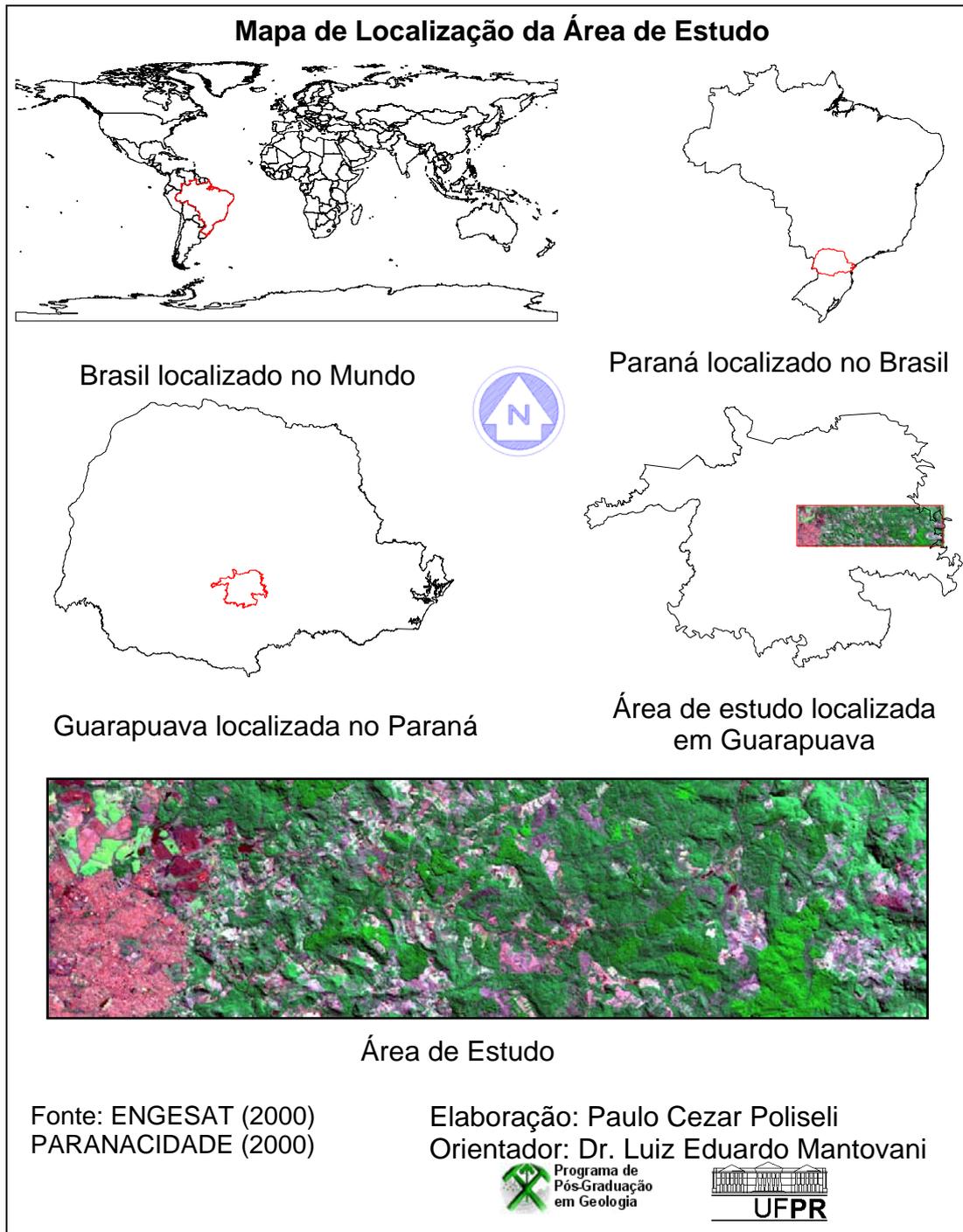


Figura 2. Vista parcial da área. Ampliação ilustra a interface entre o urbano e o rural. Município de Guarapuava/PR, imagem do satélite LANDSAT 7 de 24/07/2000. Composição colorida, sistema RGB (“red, green and blue”), com a banda 5 no canal R, a banda 4 no canal G, e a banda 3 no canal B. (figura sem escala definida, meramente ilustrativa).



3.3 BASE CARTOGRÁFICA E ESCALA DE MAPEAMENTO

Neste trabalho, a base cartográfica utilizada foi condicionante básico na definição da escala de mapeamento, tendo-se como base cartográfica as folhas SG.22-V-D-III-3 (Guarapuava) e SG.22-V-D-III-4 (Itapará), ambas na escala 1:50.000, equidistância das curvas de 20 metros, elaboradas pelo Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações, com base na cobertura aérea de 1980, projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), datum vertical Imbituva/SC, datum horizontal SAD 69/MG, fuso 22. Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 51° W.GR..

As cartas foram publicadas em 1991, mediante convênio entre a Diretoria de Serviço Cartográfico do Ministério do Exército, e a Companhia Paranaense de Energia - COPEL. Desta base cartográfica foram extraídas as informações a cerca do relevo (curvas de nível e cotas) e da rede hidrográfica.

A utilização de um mapeamento na escala 1:50.000, conforme EMBRAPA (1995), consiste em escala adequada para elaboração de projetos de uso e planejamento, áreas para colonização/assentamentos e zoneamentos agroecológicos. Permite ainda um nível de detalhamento intermediário entre as escalas comumente utilizadas nos mapeamentos de avaliação da aptidão agrícola e capacidade de uso (para maiores detalhes ver item 2.2), proporcionando um ambiente de trabalho favorável para se analisar importantes bacias hidrográficas localizadas na área, destacando-se as bacias do Rio das Mortes, Rio das Pedras , Rio Xaxim, Rio São João, Rio das Pombas e Rio Bananas.

3.4 GEOLOGIA GERAL DA ÁREA

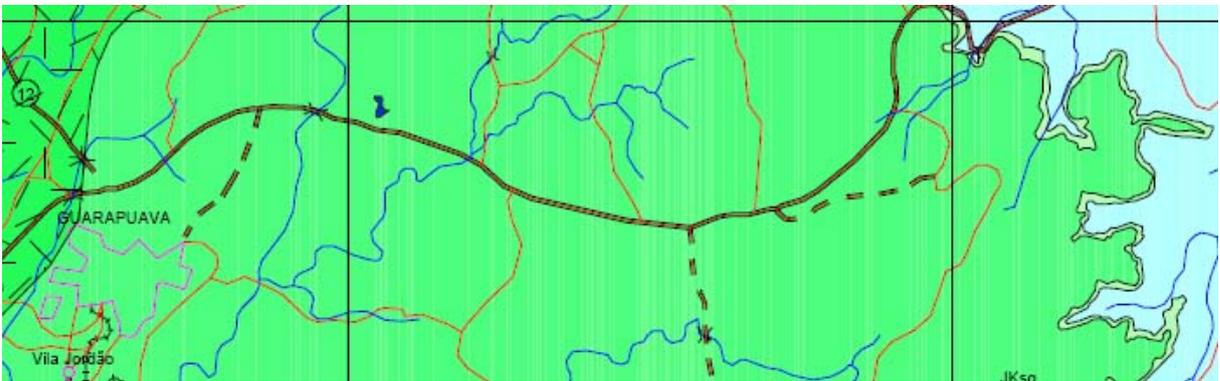
Atualmente, o trabalho cartográfico que melhor exprime os aspectos geológicos gerais da área trabalhada, refere-se à Folha de Guarapuava, publicada na escala 1:250.000 (MINEROPAR, 2006).

Naquele trabalho, os dados geológicos foram homogeneizados e compilados a partir de um grande número de estudos de épocas e enfoques distintos, com defasagem nos diferentes estágios de conhecimento, oriundas de diversos projetos, em várias escalas, principalmente 1:50.000 e 1:100.000, sem trabalhos de compatibilização no campo. A base

cartográfica geológica utilizada fundamentou-se em estudos de ANDRADE & SOARES (1971) e de VIEIRA & MARINGÁ (1972).

Deste modo, a partir da imagem da Folha de Guarapuava, disponibilizada na internet, foi efetuado um recorte digital, que representa a área objeto deste estudo (figura 3). Para tanto, foram utilizadas as ferramentas do programa “Photoshop”.

Figura 3. Recorte digital, efetuado sobre a Folha de Guarapuava (MINEROPAR,2006). Demonstra os aspectos geológicos gerais da área estudada. (Figura sem escala definida, meramente ilustrativa).



Descrição das Unidades Litoestratigráficas:

MESOZÓICO

Grupo São Bento

- JKsg - FORMAÇÃO SERRA GERAL - efusivas básicas toleíticas com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos. Derrames de vulcanismo de fissura continental.
- JKnp - Membro Nova Prata - basaltos pórfiros, dacitos, riolitos.
- T̄Jb - Arenitos de granulação fina a grosseira, níveis conglomeráticos na parte superior, estratificação cruzada de médio porte.

PERMIANO-DEVONIANO

Grupo Passa Dois

- Prr - - FORMAÇÃO RIO DO RASTO - siltitos e argilitos avermelhados com arenitos finos intercalados. Estratificação plano-paralela e cruzada. Fósseis: anfíbios (Endothiaodom). Depósitos fluviais e de planície deltáica (Membro Morro Pelado). Siltitos e arenitos esverdeados muito finos, micríticos, calcoarenitos em bancos alternados. Marcas de ondas e "flaser". Fósseis: pelecípodes (Leinzia e Terraiopsis), vegetais (Phylloteca e Calamites). Depósitos de frente deltaica e de planície de marés (Membro Serrinha).

A figura 3 resume o conhecimento bibliográfico acerca dos aspectos geológicos da região. Tal informação, também é corroborada pelos estudos de BELLIENI et al. (1984), NARDY, et al. (1986), PICCIRILLO et al. (1988) e CLEMENTE (1988).

É interessante destacar o estudo de SCHNEIDER (1970), que identificou, naquela época, para a região de Guarapuava, o andesi-basalto pórfiro (rocha mais ácida que o basalto), o qual apresenta coloração cinza-clara a cinza-escura, com predomínio de plagioclásio (andesina), piroxênio (hiperstênio e augita), opacos (magnetita) e quartzo.

Tendo em vista que o presente trabalho faz uma abordagem geoquímica, é importante citar o estudo de MELFI & PEDRO (1977). Estes autores apresentam documentos cartográficos que devem ser considerados como esboços esquemáticos, por abrangerem todo o território nacional, e estarem em escala 1:15.000.000.

O enfoque do mapeamento de MELFI & PEDRO (1977), foi estritamente pedogeoquímico, referindo-se essencialmente ao tipo de evolução da fração mineral nos solos. Deste modo, a região em epígrafe, enquadra-se na cobertura de alteração ferralítica com gibbsita. A alteração ferralítica é caracterizada pelo desenvolvimento da paragênese “caolinita-gibbsita”, com a gibbsita podendo aparecer em maior ou menor quantidade. Ainda nesse estudo, foi evidenciado que a zona de altitude maior que 500 metros, relativamente fria ($t < 18\text{ }^{\circ}\text{C}$) do Brasil Meridional, onde se desenvolve a floresta de araucária e os “campos” de altitude, apresentam-se como uma das três zonas brasileiras com os meios mais fortemente aluminizados. Nesse domínio, conforme os autores, a decomposição dos resíduos vegetais dá origem a ácidos orgânicos relativamente agressivos, que são susceptíveis de atacar os constituintes do material ferralítico.

Num estudo subsequente, também em escala 1:15.000.000, MELFI & PEDRO (1978) complementam o trabalho anterior. Nesse caso, o objetivo principal foi à

caracterização dos mecanismos envolvidos na alteração superficial das rochas, e na formação dos solos brasileiros. As características termoídricas, definidas pelos elementos clássicos do clima e do pedoclima tiveram forte influência na forma de classificação. Deste modo, para a região estudada, as condições atuais da alteração, sob o ponto de vista hidrodinâmico e físico-químico, enquadram-se no domínio da acidólise.

Portanto, conforme MELFI & PEDRO (1978), essa região é caracterizada, essencialmente, pela ação dos ácidos orgânicos, ligada à existência de baixas temperaturas. Nesse caso, acrescenta-se que os reativos presentes são suficientemente ácidos para salificar, não somente os cátions básicos, mas também o alumínio, que aparece em solução, sob forma de íons mais ou menos hidroxilados, de acordo com o pH do meio.

Destaca-se, também, o recente estudo de JANASI et al. (2005), situando a Província Magmática Paraná Etendeka (PMPE) de idade Eocretácea (~ 138-127 Ma). Representa um dos maiores eventos vulcânicos do planeta, estendendo-se por cerca de 1.200.000 quilômetros quadrados, nos estados do centro-sul do Brasil e países vizinhos (Paraguai, Argentina e Uruguai). As ocorrências de Etendeka, na Namíbia, representam a continuidade da província no continente africano. O volume de lavas é estimado em 800.000 quilômetros cúbicos, com espessuras máximas alcançando, localmente, 1.700 metros ao longo do eixo central da Bacia.

Com relação à idade da Formação Rio do Rasto, existem alguns importantes dados radiométricos para a Formação Irati e, indiretamente, para a Formação Rio do Rasto. Nesse sentido, SOUZA (2006) *apud* FANTON et al. (2006), em sua revisão da palinoestratigrafia do Permo-Carbonífero da Bacia do Paraná, apresentou informação de que bentonitas intercaladas na Formação Irati (resultantes da alteração de cinzas vulcânicas) teriam a idade de $278,4 \pm 2,2$ Ma, equivalendo aproximadamente ao final do Artinskiano.

STOLLHOFEN et al. (2000) *apud* FANTON et al. (2006), divulgaram que cinzas vulcânicas, um pouco acima das últimas ocorrências de bivalves na Formação Gai-As, correlacionáveis a bivalves da parte inferior da Formação Rio do Rasto, foram datadas como $265 \pm 2,5$ Ma, o que equivaleria, aproximadamente, ao meio da Época Guadalupiano (início do Capitaniano). Tais dados, permitem posicionar a porção superior da Formação Teresina, provavelmente no Guadalupiano inferior (Roadiano).

3.5 DADOS CLIMÁTICOS

Foram obtidos, do IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná, da Estação Climática Colégio Agrícola – Guarapuava, localizada no perímetro urbano da cidade de Guarapuava, numa altitude de 1058 metros, dados climáticos diários de uma série de análises, num horizonte temporal de 27 anos, ou seja, desde 01/12/1975 até 31/07/2002. O Instituto Tecnológico SIMEPAR também cedeu gentilmente as séries mensais de dados. As informações climáticas obtidas foram: radiação solar média (W/m^2); médias das temperaturas mínimas (graus °C); média das temperaturas máximas (graus °C); vento médio mensal (m/s); vento mínimo mensal (m/s); rajada máxima de vento mensal (m/s); precipitação (mm); pressão atmosférica média mensal (hPa); pressão atmosférica mínima mensal (hPa); temperatura média (graus °C); temperatura mínima absoluta mensal (graus °C); temperatura da relva média (graus °C); temperatura máxima absoluta mensal (graus °C); umidade do ar média mensal (%); umidade do ar mínima mensal (%) e; umidade do ar máxima mensal (%).

Como a maioria das aplicações envolvendo a influência do clima no geoambiente requer um grande volume de dados, utilizou-se como ferramenta computacional,

para facilitar a organização dos dados e geração de produtos, o sistema computacional CLIMA (Computação Lógica de Informação para Monitoramento Climático), conforme FARIA, et al. (2002). Trata-se de um programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. Esse sistema permite, dentre outras aplicações, calcular a evapotranspiração potencial e determinar médias, desvio padrão e probabilidades para períodos decendiais, mensais e anuais. Destaca-se ainda que o clima, juntamente com a ação antrópica, são os principais agentes moduladores da paisagem atual.

3.6 REGIME DE VENTOS

Conforme COPEL (1999), sobre o território paranaense dois fatores principais conduzem o movimento atmosférico: a) um centro de alta pressão no oceano faz predominarem os ventos de quadrante nordeste e; b) frentes frias, de periodicidade irregular, variam a direção do vento em 360°. O efeito secundário de diferenças térmicas e de relevo também age em escala micro-regional.

Em escalas de tempo, indo de minutos a dias, o vento apresenta grande variabilidade. Para períodos maiores existe uma regularidade mais acentuada. De modo geral, todo o interior do Paraná apresenta regimes diurnos semelhantes e, no regime sazonal, em termos das médias mensais, a velocidade dos ventos apresenta maior intensidade nos períodos de inverno e primavera, coincidindo com a estiagem na região sudeste do Brasil.

Consultando o Mapa do Potencial Eólico do Estado do Paraná (COPEL, 1999), especificamente enfocando a área de estudo, as condições médias previstas para 50 metros de altura sem obstáculos, tem-se 5 a 6,5 m/s (metros por segundo) de velocidade média anual.

3.7 IMAGEM DE SATÉLITE

Do ponto de vista técnico-científico, imagens de sensoriamento remoto vem servindo de fontes de dados para estudos e levantamentos geológicos, ambientais, agrícolas, cartográficos, florestais, urbanos, oceanográficos, entre outros. Acima de tudo, as imagens de sensoriamento remoto passaram a representar uma importante forma de monitoramento ambiental em escalas locais e globais, devido à rapidez, eficiência, periodicidade e visão sinóptica (síntese do conjunto) que as caracterizam. Neste momento em que a humanidade começa a encarar seriamente a necessidade de monitorar as mudanças globais que vem ocorrendo na superfície do planeta, o sensoriamento remoto aparece como uma das ferramentas estratégicas para o futuro (CRÓSTA, 1992).

A empresa ENGESAT Imagens de Satélites S/C Ltda. gentilmente cedeu imagens do sistema LANDSAT desenvolvido pela NASA (National Aeronautics and Space Administration), especificamente do LANDSAT-7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper), lançado na órbita terrestre em abril de 1999 numa altitude de 705 quilômetros. Possui sete bandas multiespectrais de 30 metros de resolução espacial e uma banda pancromática com uma resolução espacial de 15 metros. A tabela 1 a seguir apresenta um resumo das características desse instrumento.

A imagem de satélite corresponde à órbita 222 e ponto 78, em relação ao Sistema LANDSAT de Referência Universal (WRS), (INPE, 1999). A cena completa corresponde a uma área de imageamento de 185 quilômetros quadrados, sobre a qual foi efetuado um recorte na área de interesse, ou seja, o mesmo retângulo envolvente descrito no item 3.2, perfazendo uma área de 360 quilômetros quadrados. A imagem foi obtida pelo satélite no dia 7 de julho de 2000 e, portanto, por se tratar de uma imagem de inverno, de data

próxima a do solstício, propiciou o atendimento das especificações de um máximo contraste de terreno e realce de estruturas geológicas existentes.

Tabela 1. Características espectrais das bandas do satélite LANDSAT-7 ETM+. Fonte NASA (2006).

Banda	Faixa espectral (μm)	Região do espectro	Resolução Espacial (m/m)
1	0,45 – 0,52	Azul	30
2	0,53 – 0,61	Verde	30
3	0,63 – 0,69	Vermelho	30
4	0,76 – 0,90	Infravermelho próximo	30
5	1,55 – 1,75	Infravermelho médio	30
6	10,4 – 12,5	Infravermelho termal	120
7	2,08 – 2,35	Infravermelho médio	30
8 (PAN)	0,52 – 0,90	Visível/infravermelho próximo	15

As imagens obtidas foram utilizadas para fins de identificação do uso do solo, permitindo indicar o estado de conservação das matas ciliares, a distribuição e a ocupação geográfica do espaço no seu uso com agricultura, reflorestamentos, pastagens, zonas urbanizadas e avaliar as áreas de preservação permanente, bem como fornecer uma visão global da área teste. Essas informações foram utilizadas para gerar o mapa de conflitos de uso.

3.8 PROCESSAMENTOS NO SISTEMA SPRING

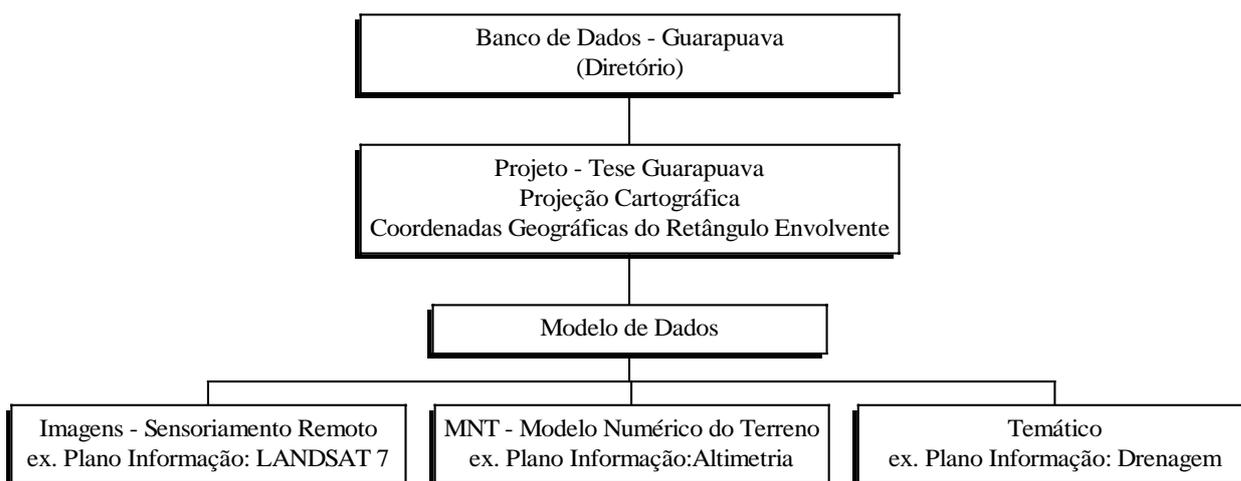
O sistema SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), conforme CAMARA et al. (1996), consiste em um conjunto de ferramentas voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais além da geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, e outros, devendo prover recursos para armazenamento, gerenciamento, manipulação e análise de dados. Os sistemas com estas características são também conhecidos como Sistema de Informação Geográfica (SIG). Além de ser um SIG, o SPRING também inclui as ferramentas de um sistema de processamento de imagens de sensores remotos.

Conforme INPE (2004) destacam-se, de modo geral, as principais características em que está inserido o SPRING: a) integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno e; b) oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, além de ferramentas para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo de dados geocodificados. Baseados nessas características esse sistema tem-se mostrado uma opção altamente atrativa na área de geoprocessamento aliando-se ao fato de ser um programa de domínio público, apresentar todos os seus comandos em português, ser capaz de operar em qualquer microcomputador Pentium ou similar e por ter atingido em sua versão atual (4.3.3) grande operacionalidade. Fatores esses levados em consideração na análise da possibilidade do instrumental de avaliação geoambiental em epígrafe poder apresentar maiores possibilidades de disseminação do conhecimento científico aliando-se com a redução de custos.

O SPRING é um software desenvolvido com tecnologia nacional pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, constituindo-se de três aplicativos ou programas executáveis: a) o IMPIMA, utilizado para leitura de imagens e conversão para o formato GRIB⁴; b) o SPRING, programa principal do sistema onde serão modelados e processados os dados e o; c) SCARTA, que permite a elaboração de cartas a partir de dados previamente tratados no programa SPRING.

Na seqüência, apresentar-se-ão as rotinas utilizadas no ambiente do SPRING que proporcionaram a elaboração de diversos produtos. Segundo INPE (2004), para iniciar a modelagem de dados bem como sua manipulação através de um conjunto de funções, objetivando operar sobre um mapa qualquer, seja um mapa de solos, altimetria ou imagens, é necessário anteriormente definir o esquema conceitual em que este mapa estará inserido. Nesse sentido, definir um esquema conceitual no SPRING significa definir um “Banco”, um “Projeto”, os “Modelos de Dados” e os “Planos de Informação”, conforme ilustrado na figura 4.

Figura 4. Organograma do modelo conceitual utilizado no SPRING.



⁴ GRIB (Gridded binary) é um formato de valores de ponto de grade expresso no modo binário. Destina-se a aumentar o desempenho da transmissão e economizar memória no armazenamento, visto que é uma forma compactada de dados (INPE, 2004).

Um “Banco” define um ambiente para armazenar os dados geográficos, é um diretório no ambiente computacional, aqui denominado de Guarapuava.

O “Projeto” permite especificar exatamente o espaço geográfico da área de trabalho, e é onde são inseridos os diversos mapas (Planos de Informação), possui ainda as propriedades cartográficas herdadas pelas informações contidas neste projeto (projeção, datum, etc.). Para o presente trabalho nominou-se o Projeto como “Tese Guarapuava”, conforme os dados do retângulo envolvente anteriormente explicitado.

Os “Modelos de Dados”, podem estar vinculados a várias categorias, e o sistema SPRING disponibiliza as seguintes: a) a categoria “Imagem” permite armazenar qualquer imagem obtida por sensores remotos (fotos aéreas ou orbitais) ou ainda imagens de modelos numéricos; b) a categoria “Numérico”, que é utilizada para armazenamento de modelos numéricos de terreno, como os dados de altimetria; c) a categoria do modelo “Temático” refere-se a dados que classificam uma posição geográfica quanto a um determinado tema, como por exemplo a classificação da vegetação, unidades geoambientais, rede de drenagem, etc.; d) a categoria “Cadastral” é utilizada para representar objetos na forma de pontos, linhas ou polígonos, por exemplo um mapa cadastral de lotes urbanos e; e) categoria “Rede”, que trabalha somente com objetos na forma de nós e linhas com relação de fluxo e conexão, como por exemplo uma rede de energia elétrica. Para o trabalho em tela utilizou-se os modelos de dados representados pelas letras “a”, “b” e “c”. Para as categorias especificadas existem os “Planos de Informações” ou “PI”, podendo haver diversos PIs para cada categoria, representando os variados mapas, imagens, dentre outros produtos gerados pelo sistema, com as informações espacializadas.

Definido o modelo conceitual iniciou-se por transferir os dados analógicos contidos na base cartográfica, anteriormente definida, para o meio digital. Deste modo

procedeu-se a digitalização das curvas de nível e dos pontos cotados, informando seus respectivos dados altimétricos, e digitalização da rede de drenagem. Para esse procedimento, utilizou-se a mesa digitalizadora do Laboratório de Fotointerpretação do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná – UFPR, configurada para o ambiente computacional do SPRING.

A partir dos PI altimetria e drenagem (figura 5), gerou-se uma grade retangular (matricial), mais adequada para visualização da superfície em projeção planar. E, a partir dessa grade retangular gerou-se uma imagem sombreada (figura 6), que tem a propriedade de modelar o relevo. Essa imagem foi impressa na mesma escala da base cartográfica, ou seja, 1:50.000 e sua utilização será discutida mais adiante no item 3.9, onde produziu-se um mapeamento das unidades geoambientais.

Para a utilização da imagem de satélite, foi efetuado o procedimento de registro, técnica imprescindível para sua utilização e superposição de planos de informação. O registro consiste-se de um ajuste do sistema de coordenadas de uma imagem (dado em pixels/linhas) ao sistema equivalente de uma ou outra imagem, cobrindo a mesma área, utilizando-se como referência, nesse estudo, a base cartográfica digitalizada.

A próxima etapa foi criação de um plano de informação para os dados de hipsometria com intervalo de 40 em 40 metros, seguido da criação da informação clinográfica, utilizando os seguintes intervalos, conforme os intervalos definidos em RAMALHO FILHO & BEEK (1995), ou seja: 0 a 3% (plano/praticamente plano); 3 a 8% (suave ondulado); 8 a 13% (moderadamente ondulado); 13 a 20% (ondulado); 20 a 45% (forte ondulado); 45 a 100% (montanhoso) e; acima de 100% (escarpado).

Figura 5. Parte do banco de dados “Tese Guarapuava” referente à rede de drenagem, curvas de nível em 20 em 20 metros e pontos cotados. Base Cartográfica: Folhas SG.22-V-D-III-3 e SG.22-V-D-III-4, ambas na escala 1:50.000, sobrevôo de 1980, Projeção UTM (em metros), datum vertical Imbituva/SC e datum horizontal SAD 69/MG. Apresentação no ambiente computacional do SPRING.

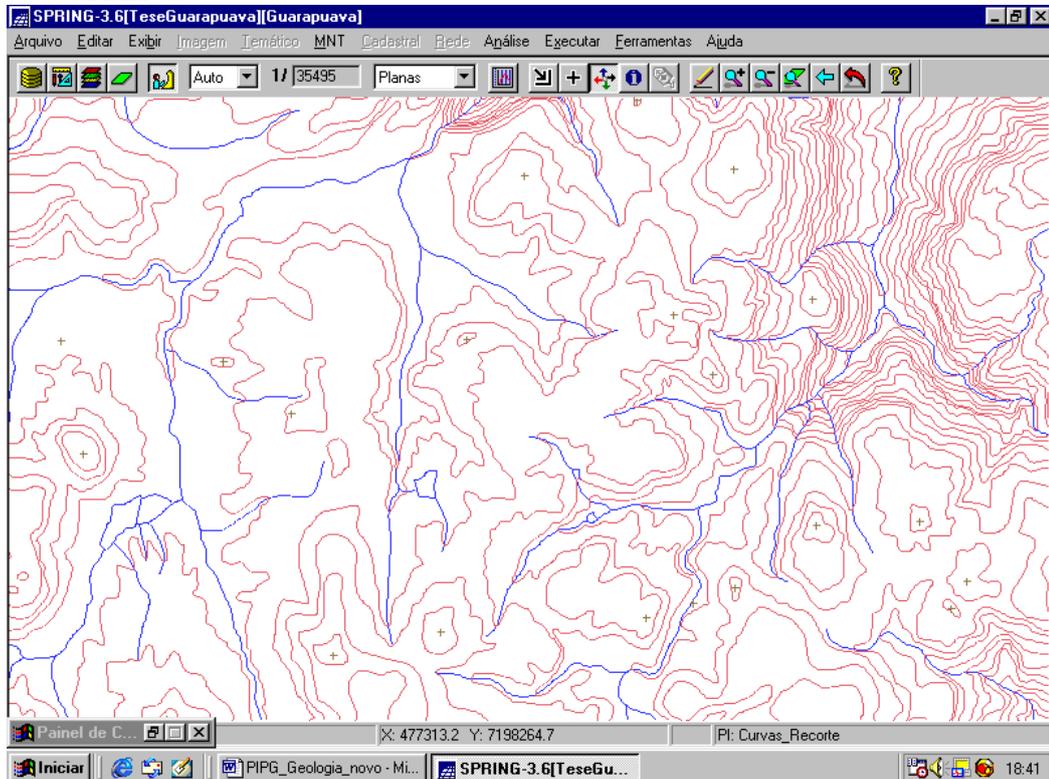
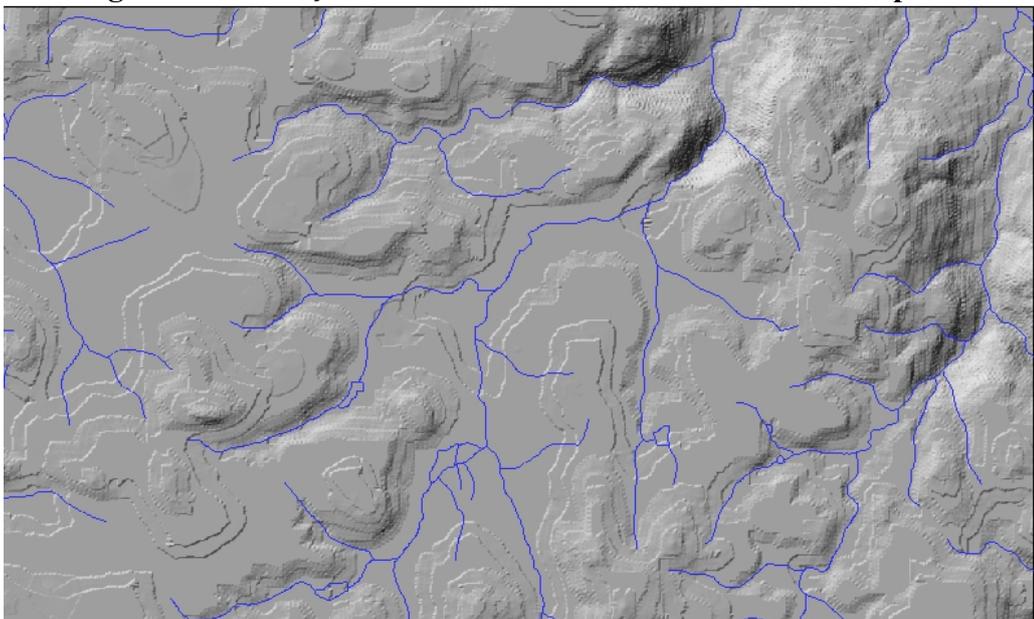


Figura 6. Imagem Sombreada, proporcionando análise tridimensional do relevo, originada no ambiente computacional do SPRING, a partir do modelo digital de inclinação. Parte do banco de dados “Tese Guarapuava”.



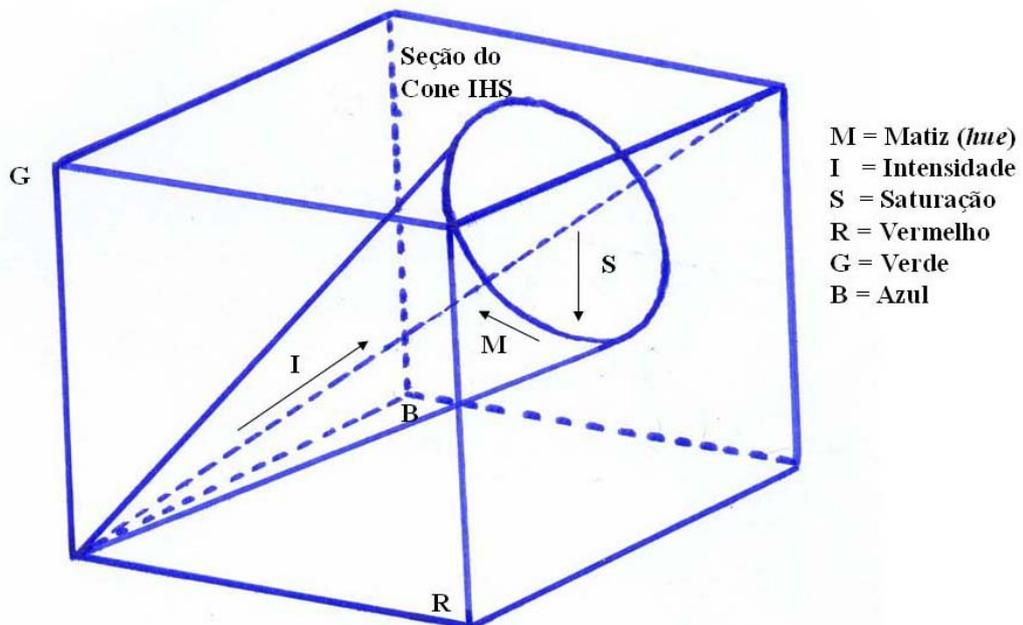
Outra ferramenta utilizada no sistema SPRING foi à classificação das vertentes, conforme suas diferentes posições em relação à rosa-dos-ventos. Esses padrões foram utilizados para a geração do mapeamento da aptidão agrícola voltada para a expansão da agricultura familiar, como veremos adiante. Os intervalos utilizados na classificação foram: 0° a 45° (quadrante N-NE); 45° a 90° (quadrante NE-E); 90° a 135° (quadrante E-SE); 135° a 180° (quadrante SE-S); 180° a 225° (quadrante S-SW); 225° a 270° (quadrante SW-W); 270° a 315° (quadrante W-NW); 315° a 360° (quadrante NW-N) e; áreas planas.

Para a geração do mapa temático referente ao uso e cobertura do solo, foi adotado o sistema de classificação supervisionada. No programa SPRING, utilizou-se o classificador MAXVER, que processa a metodologia conhecida como máxima verossimilhança. Este classificador considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos. Efetuando-se o treinamento das amostras, para cada classe, uma função distribuição de probabilidade é estimada. Essa função descreve a probabilidade de se encontrar um píxel, de uma determinada classe, em uma determinada posição. A partir daí uma regra de decisão é determinada e cada píxel avaliado. Um píxel pertencerá à classe com maior função distribuição de probabilidade. A precisão da classificação por máxima verossimilhança depende do conjunto de treinamento, que deve conter um grande número de pixels nas amostras de cada classe. Essas devem ser, ainda, o mais uniformes possível.

Também foi testada uma integração digital de dados, buscando-se uma imagem de alta qualidade visual, com o objetivo de instrumentalizar a análise da diferenciação das paisagens geoquímicas que ocorrem na área estudada, o que foi realizado mediante o emprego da transformação IHS (*intensity, hue, saturation*). (ver item 2.4).

A figura 7, a seguir, demonstra graficamente o espaço IHS, representado por um cone e sua relação com o espaço RGB.

Figura 7. Representação tridimensional do espaço IHS.



Fonte: Desenhado a mão livre pelo autor. Adaptado de CRÓSTA (1992).

A distância de um ponto até a origem ou ápice do cone representa a intensidade; a distância radial do ponto até o eixo central do cone representa a satura o e; o matiz   representado como uma seq ncia radial ao redor dos círculos de satura o e do eixo de intensidade. Por serem independentes, estes três parâmetros podem ser analisados e modificados separadamente, para um melhor ajuste das cores às características do sistema visual.

No sistema SPRING, a transforma o IHS   executada pixel a pixel. Cada pixel na imagem de saída possuir  um ponto correspondente no espaço IHS. O resultado   um

conjunto de três novas imagens: uma de intensidade, uma de matiz e outra de saturação. Estas imagens são realçadas, de modo a expandir o intervalo de intensidade e saturação através de técnicas convencionais de contraste, e novamente transformadas para o sistema RGB, permitindo assim melhor separação das feições que se deseja observar.

Para o presente trabalho, a imagem gerada pela transformação IHS foi obtida a partir dos seguintes procedimentos no ambiente computacional do sistema SPRING, ou seja:

- a) Criação de um banco de dados, projeto e as categorias (MNT e imagem);
- b) Elaboração de produtos de modelagem numérica do terreno (MNT), que se constituem em um modelo matemático que reproduz uma superfície real a partir de algoritmos e de um conjunto de pontos (x,y) , em um referencial qualquer com atributos denotados de z (altura), os quais descrevem variações contínuas na superfície;

Para tanto, foram seguidas três fases: aquisição dos dados, geração das grades e a elaboração dos produtos finais. A etapa de aquisição refere-se aos dados digitalizados, ou seja, o desenho das curvas de nível equidistantes de 20 em 20 metros e pontos cotados, extraídos das cartas topográficas elaboradas pelo Ministério do Exército, antes referenciado.

Em seguida os dados foram submetidos a transformações analíticas produzindo-se uma rede (grade) de pontos, de modo a transmitir ao usuário as características espaciais do terreno. Desta forma, foi gerada uma grade retangular que, posteriormente, foi utilizada para a geração da imagem em tons de cinza. Também se gerou uma imagem totalmente cinza, onde todos os pixels apresentam o valor 127 em termos de nível de cinza, o que é considerado um valor médio tendo em vista o espectro total de 256 níveis de cinza. E, por fim, utilizou-se também a banda 4 (infravermelho próximo) obtida pelo ETM⁺ do satélite LANDSAT 7, datada de 2000, sendo esta georreferenciada com o auxílio de pontos de

controle, que consistem em feições reconhecidas na imagem (confluências entre estradas e rios, corpos d'água, etc.), sendo desta forma alocadas às coordenadas reais à imagem.

De posse dos dados descritos no parágrafo anterior, foi realizada a transformação IHS, utilizando-se a banda 4 no canal "I", a imagem totalmente cinza no canal "H" e uma imagem em tons de cinza, expressão do relevo, no canal "S".

Após, foi realizada uma reconversão para o sistema de cores RGB, unindo-se 3 imagens, que resultaram na composição colorida final. Essas 3 imagens foram obtidas da seguinte maneira: 1ª) a imagem do canal "I" foi colocada no canal "R"; b) a imagem do canal "H" foi colocada no canal "G" e, c) a imagem do canal "S" foi colocada no canal "B". A imagem gerada foi utilizada de forma a auxiliar na interpretação dos limites dos compartimentos geomorfológicos.

Esta técnica foi utilizada por ROCHA & SCHMIDLIN (1997). Esses autores interpretaram visualmente unidades de mapeamento de solos na região de Guaratuba/PR, usando a transformação IHS para realçar as fisionomias existentes na imagem. Consideraram-se eficientes os resultados gerados, a partir da interpretação da imagem, obtida através da técnica de fusão, proveniente da transformação IHS e do MNT (modelo numérico do terreno).

Para o cruzamento dos dados ambientais cartografados, oriundos de diferentes planos de informação, com o objetivo de gerar um novo produto, fruto desta interação, e objetivando produzir o mapeamento da aptidão agrícola e conflitos de uso, foi utilizada a linguagem de programação LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico).

Um programa em LEGAL é constituído de sentenças (linhas de comando), que estão estruturadas em três partes: a) Declarações: nessa parte definem-se variáveis de trabalho, onde cada variável deve ser declarada explicitamente, isto é, deve fornecer um nome

e associa-la a uma categoria no esquema conceitual; b) Instanciações: nessa parte os dados já existentes devem ser recuperados do banco de dados ou cria-se um novo plano de informação, que poderá então ser associado ao resultado de operações em LEGAL e; c) Operações: nesta parte, realizam-se as operações da álgebra de mapas.

3.9 CARTOGRAFIA DAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS

A metodologia selecionada para o presente estudo baseia-se na identificação e delimitação cartográfica de unidades e subunidades de relevo, a partir de suas bases geomorfológicas que asseguram um caráter de maior perenidade face às mutações evolutivas do conteúdo biológico e humano da paisagem. As entidades a serem assim definidas devem convergir para reunirem um conjunto interativo de circunstâncias adquirindo o aspecto de unidades equiprobemáticas.

Destaca-se que a elaboração de qualquer documento cartográfico pressupõe a expressão de algum tipo de anisotropia ou diferenciação espacial de elementos dispostos sobre a superfície do terreno a ser representada. Assim, o conceito inicial de quais tipologias de situações de campo a serem representadas assume fundamental importância. No caso presente, tratando-se de um zoneamento, deve-se atentar que nos limites das escalas de trabalho selecionadas, os aspectos morfológicos do terreno podem assumir a função de integrar parâmetros relativos a uma série de elementos próprios do meio físico e biológico. Os conjuntos assim agrupados modulam a ocupação e o uso destas porções territoriais de forma que destas interações, sinteticamente resultam paisagens diferenciadas.

A partir dessas considerações, e tendo em vista a fundamentação teórica descrita no item 2.5, elaborou-se um mapa de compartimentos geomorfológicos passível de

exercer a função da integração antes descrita. A adequação proposta ao método reside na hierarquização de unidades e subunidades ordenadas preferencialmente desde as partes mais elevadas do relevo até as mais rebaixadas. Esta ordenação de montante para jusante segue a trajetória preferencial da dinâmica de transporte em paisagens não áridas que é orientada no sentido gravitacional. As geoformas são reconhecidas a partir do entendimento que o relevo se organiza em torno de vertentes dinâmicas exercendo a função de escoar os excedentes hídricos e materiais associados. A compartimentação resulta dos seguintes princípios:

- a) A cada uma das unidades litoestruturais interpretadas em parte a partir do mapa geológico, foram atribuídas subdivisões segundo os critérios de forma de relevo, origem evolutiva e morfodinâmica atual;
- b) A circulação hídrica, em regiões úmidas e subúmidas, comanda os processos dinâmicos da evolução natural das paisagens e, portanto,
- c) Sendo a circulação hídrica gravitacional responsável pelos processos de erosão, dissolução, alteração e precipitação química, transporte, deposição dos materiais que circulam naturalmente neste tipo de paisagem, as unidades na legenda foram ordenadas no sentido de montante para jusante.

As grandes unidades geoambientais consideradas são entidades que, baseadas no critério litoestrutural, determinam toda uma série de condicionantes do meio, incluindo situações microclimáticas, edafoclimáticas e também paisagísticas, no sentido de FORMAN e GODRON (1981 e 1986).

Partindo-se dos critérios e princípios anteriormente descritos, utilizou-se a imagem sombreada gerada no ambiente computacional do SPRING (item 3.8), sobre a qual efetuou-se um trabalho de interpretação em meio analógico.

Deste modo, fez-se a separação das unidades geoambientais, identificando-se os macro-ambientes e separando as áreas de topos de morros, meia encosta e fundos de vale. Esse mapeamento interpretativo, produzido em meio analógico, foi transferido para o meio digital, utilizando-se do recurso de uma mesa digitalizadora do Laboratório de Fotointerpretação - Setor de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Paraná-UFPR.

Para avaliar a sustentabilidade das unidades cartografadas, procedeu-se levantamento de campo e análises laboratoriais, explicadas na seqüência.

3.10 LEVANTAMENTO DE CAMPO - MORFOPEDOLOGIA

Os trabalhos de campo foram fundamentais para a construção do modelo geoambiental, bem como na validação das unidades cartografadas. Nesse aspecto, cita-se SIMÃO (1999), dentre outros, que alerta para a importância do contato direto com a realidade em estudo, onde a vivência dessa realidade, e os mais diferentes tipos de trabalho de campo, continuam sendo um fator primordial para o sucesso das conclusões dos estudos ambientados num Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Na literatura, há enorme carência de estudos pedológicos detalhados, onde à maioria dos mapas produzidos estão disponíveis numa escala muito reduzida. Por outro lado, a realização desses estudos é onerosa, além de demandar muito tempo para sua conclusão.

Deste modo, utilizando-se da morfopedologia, conforme anteriormente descrito, tem-se a possibilidade da realização de um trabalho, onde os diferentes geoambientes cartografados, terão suas características explicadas pela interação das informações, numa visão sistêmica e, normalmente, de maior entendimento por parte dos técnicos não familiarizados com a Pedologia.

No trabalho de campo, fez-se o levantamento através de amostragens que pudessem representar a variabilidade cartografada no mapeamento geoambiental. Desse modo, procurou-se avaliar a sustentabilidade do mapeamento e promover a aquisição de informações imprescindíveis na caracterização de cada unidade cartográfica. Incluindo, desde checagens mais orientadas, até estudos mais pormenorizados do local. Para tanto, foram coletadas informações de oitenta e dois pontos geográficos, num horizonte espacial de trezentos e sessenta quilômetros quadrados (figura 8).

Para um estudo mais pormenorizado dos pontos georreferenciados (figura 8), sugere-se a utilização de uma lupa e régua, tendo em vista o agrupamento de pontos na escala 1:100.000, tendo-se como referência o quadro 1 .

Nas descrições morfológicas dos solos e acervo fotográfico, na seqüência deste trabalho, são apresentados os detalhes técnicos dos pontos.

Quadro 1. Pontos de coletas de informações georreferenciadas.

Ponto	X (UTM SAD 69), metros	Y (UTM SAD 69), metros
1	484023	7198528
2	469473	7191304
3	469591	7191548
4	456076	7190752
5	456437	7191602
6	463382	7189101
7	458809	7190815
8	459136	7191556
9 ^a	459762	7191756
9B	459754	7191723

Continuação Quadro 1

Ponto	X (UTM SAD 69), metros	Y (UTM SAD 69), metros
10 ^a	459695	7191674
10B	459561	7191594
11	459440	7191776
12	476458	7195760
13	445671	7211625
14	448098	7201318
15	450872	7196523
16	456578	7191524
17	457889	7191145
18	457494	7191499
19	457189	7191830
20	456798	7191564
21	457692	7191836
22	458492	7192130
23	460112	7191517
24	460424	7191522
25	461406	7191956
26	461578	7192901
27	461985	7193380
28	462669	7194371
29	460482	7195272
30	460455	7194936
31	460573	7194983
32	460952	7194469
33	461373	7194167
34	460977	7194472
35	460533	7190274
36	461252	7190470
37	462632	7190359
38	462714	7190509
39	462707	7190510
40	462819	7190565
41	462636	7190410
42	462393	7190038
43	462408	7190030
44	462833	7189919
45	463588	7188853
46	463829	7188513
47	465755	7190793
48	465515	7191009
49	465449	7191283
50	465401	7191257
51	475661	7195929
52	475529	7195700
53	475450	7195556

Continuação Quadro 1

Ponto	X (UTM SAD 69), metros	Y (UTM SAD 69), metros
54	475790	7196054
55	476151	7195702
56	473387	7199558
57	473558	7198135
58	473924	7196908
59	474856	7193499
60	475788	7193792
61	478443	7194353
62	473132	7193839
63	468357	7190807
64	468861	7191395
65	468996	7191525
66	472809	7191152
67	477814	7196601
68	478449	7197045
69	481066	7194147
70	479516	7192211
71	479680	7192247
72	462050	7198737
73	461573	7198078
74	461175	7197729
75	482164	7200385
76	482098	7200435
77	484885	7195519
78	485055	7196562
79	485186	7196063
80	484275	7196985
81	484400	7198435
82	480300	7200106

Substituir essa folha por:

FIGURA 8 - (INSERIR FIGURA 8 – MAPA DE PONTOS DE COLETAS DE
INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS: Papel A3 Couché)

Aqui é importante ressaltar que, independentemente dos pontos catalogados, percorreu-se quase todas as estradas internas do retângulo envolvente estudado, fazendo-se inspeções mais rápidas, incluindo material fotográfico. Com isso, foram realizadas extrapolações das informações para as regiões que apresentavam similaridade, basicamente em termos de cobertura vegetal, tipologia de solos e forma da paisagem.

Comparativamente ao que se propõe nos procedimentos normativos de levantamentos pedológicos, descritos em SANTOS et al. (1995), um mapeamento na escala 1:50.000 se enquadraria no nível semidetalhado. Nesse caso, seriam necessárias, no mínimo, 900 amostragens para os 360 quilômetros quadrados. Só para ilustrar, no nível de levantamento detalhado, seriam necessárias 22.500 amostras.

Ainda tendo em vista SANTOS et al. (1995), o trabalho em tela enquadra-se no nível de levantamento de reconhecimento de baixa intensidade. Nesse caso, trabalha-se com associações ou unidades simples de grandes grupos de solos.

Contudo, é importante destacar que, conforme os referidos procedimentos normativos de levantamentos pedológicos: a) a densidade de observações é estimada em função da escala de mapeamento, no nível e objetivos do levantamento, do grau de heterogeneidade ou uniformidade da área de trabalho e da eficiência da análise e interpretação de fotos aéreas, imagens de radar e satélites, e os recursos de geoprocessamento disponíveis; b) geralmente, as interpretações criteriosas de produtos de sensores remotos, reduzem significativamente a densidade de observações, da mesma forma que as interpretações e correlações de dados do meio físico existentes na área de trabalho e; c) a utilização de recursos oriundos de sistemas de informações geográficas, técnicas de geoestatística e o georreferenciamento dos dados, ampliam as alternativas de mapeamento de campo, com redução de tempo de execução, densidade de observações e frequência de amostragem.

Para a caracterização dos solos, procurou-se enfatizar uma visão abrangente, própria das ciências ambientais, analisando-se a compartimentação geomorfológica, que tem a propriedade de ordenar a circulação hídrica e de seus materiais associados, tanto dissolvidos quanto em suspensão ao longo da paisagem, caracterizando topossequências de solos.

A anisotropia geomorfológica serve-se como instrumento no planejamento dos trabalhos de campo, visando a obtenção de dados em paisagens homogêneas integradas na heterogeneidade mais ampla do terreno. O mapeamento contido no levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Paraná na escala 1:600.000 (EMBRAPA, IAPAR & SUDESUL, 1984), serviu apenas como referência preliminar, tendo em vista a relativa incompatibilidade oriunda das escalas trabalhadas. Nesse sentido, os trabalhos de campo foram iniciados procedendo-se da seguinte maneira:

a) Caracterizou-se às unidades cartografadas através de morfopedologia em toposequências. Houve prévio planejamento das toposequências amostrais na base cartográfica, em função da diferenciação geomorfológica, definindo-se amostrar em pontos estratégicos nas vertentes (no topo, meia encosta e fundo de vale). Isto nos principais tipos de compartimentos geomorfológicos encontrados na área;

b) Em cada ponto amostrado na paisagem, efetuou-se a anotação das coordenadas geográficas, visando o mapeamento posterior dos dados (georreferenciamento), utilizando-se um GPS (Global Position System) de navegação Garmim GPSII;

c) Em cada ponto da toposequência, conforme comentado anteriormente, foi realizado tradagem ou inspeção em barrancos, sendo esta última à forma preferencial (nem

sempre possível). No caso da tradagem, foi utilizado o trado do tipo holandês, partindo-se de camadas mais superficiais do solo até chegar, quando possível (não havendo impedimentos físicos), à profundidade de 1,5 metros (limite do trado). Pelas amostragens realizadas, seja ela por meio de tradagem ou em barrancos, coletaram-se amostras nos diferentes horizontes (principalmente horizontes “A” e “B”, algumas vezes o “O” e “C”), para análises laboratoriais. Também se coletou amostras para ser analisada em um pedocomparador, que basicamente consiste em uma caixa de madeira contendo caixinhas menores de cerca de 5 centímetros cúbicos, feitas com papelão, que armazenam amostras de diferentes camadas, onde pode-se, por esse método, avaliar comparativamente às variações espaciais de inúmeras características do geoambiente (figuras 9 e 10). Deste modo, as amostras do pedocomparador, foram objeto de estudo das características morfológicas, conforme a metodologia descrita em LEMOS & SANTOS (2002), visando obter mais informações para subsidiar a cartografia geoambiental e classificar os solos conforme a EMBRAPA (1999). Para o caso das amostragens obtidas por meio de tradagem, não foi analisado o parâmetro estrutura.

Figura 9. Pedocomparador utilizado como instrumento de apoio na caracterização dos solos e material de origem. Proporciona qualidade na visualização das mudanças espaciais, em função do geobiosistema. Da 1º coluna até a 4º, segue-se, sucessivamente, coleta no topo, meia encosta, terço inferior, e inclusão de um solo hidromórfico. Refere-se à primeira toposeqüência, detalhadamente descrita em anexo.

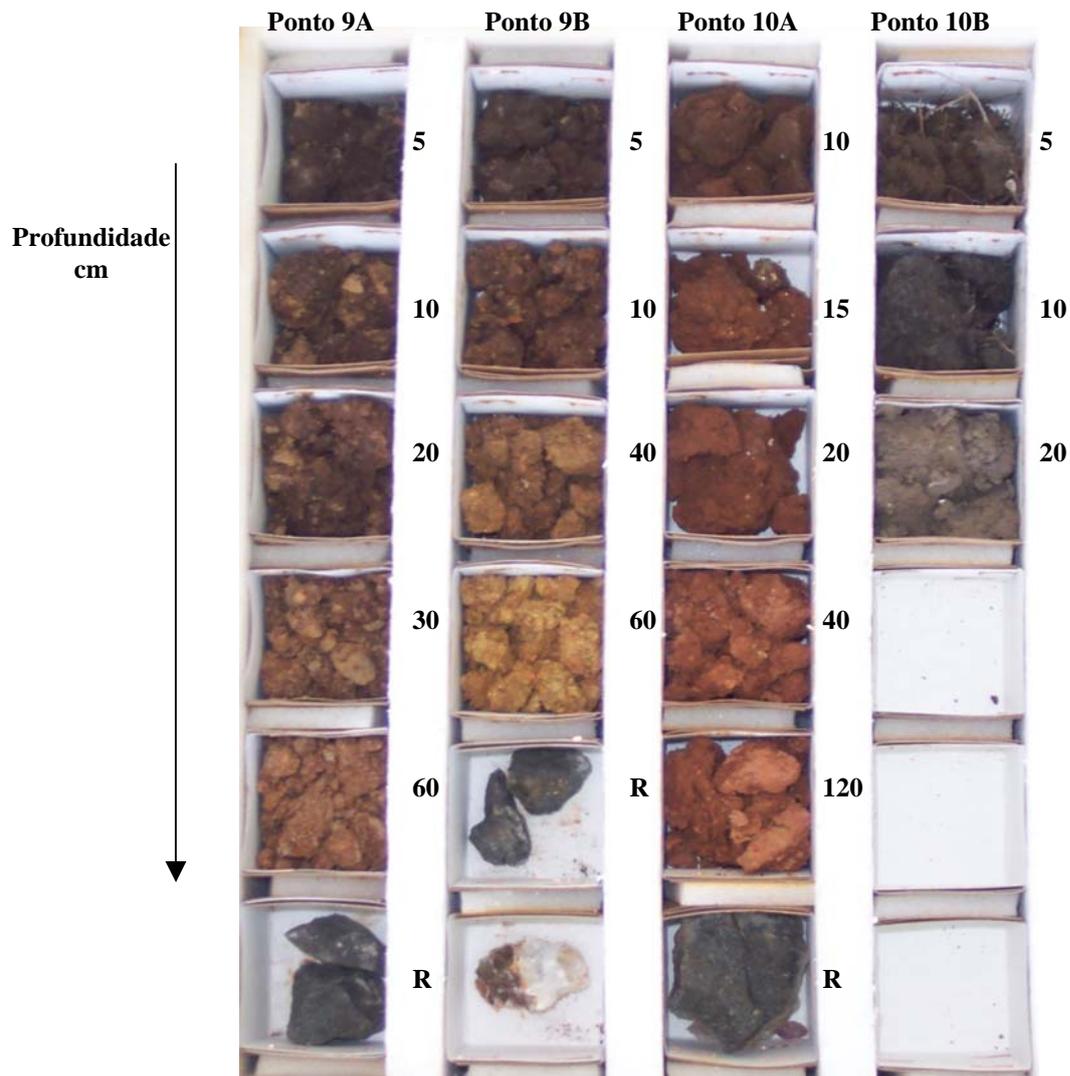


Figura 10. Vizualização em detalhe de amostras de diferentes profundidades e posição na vertente. A primeira da esquerda para a direita refere-se a 60 cm e a segunda 80-90 cm.



d) Durante o trabalho de campo tiraram-se fotos, de forma a proporcionar um acervo das condições locais, no momento atual e de suas relações com a artificialização do meio através dos sistemas de produção ao longo do tempo. A cada fotografia tirada, foi anotada a sua visada, tendo-se como referência a rosa-dos-ventos mediante utilização de bússola, bem como anotada as coordenadas geográficas do ponto. Isso permitiu gerar uma espécie de SIG analógico, útil para consultas constantes, informação essa, inclusive, utilizada na classificação do uso atual efetuada no SPRING.

3.11 PAISAGEM GEOQUÍMICA COMO ELEMENTO DE INTEGRAÇÃO

As informações inerentes a cada unidade geoambiental cartografada foram integradas pela classificação geoquímica da paisagem, uma proposta metodológica conforme POLISELI & MANTOVANI (2003). Deste modo, caracterizou-se o ambiente através de uma visão holística, no sentido de FORTESCUE (1980), onde a classificação da paisagem geoquímica foi o elemento integrador das informações ambientais, destacadamente os aspectos morfológicos do relevo e características dos solos.

A classificação geoquímica da paisagem fundamentou-se nos trabalhos realizados na União Soviética, conforme GLAZOVSKAYA (1963) e PEREL'MAN (1966), *apud* FORTESCUE (1980). Utilizou-se, portanto, o seguinte método de classificação:

1-Paisagem Eluvial:

- a) Eluvial (topos de morros/colinas e planos bem drenados antigos);
- b) Trans-eluvial (porção superior das encostas);
- c) Eluvial acumulativo (fundo de vale);
- d) Acumulativo (vales profundos, com profunda camada de material acumulado).

2- Paisagem Superaqual:

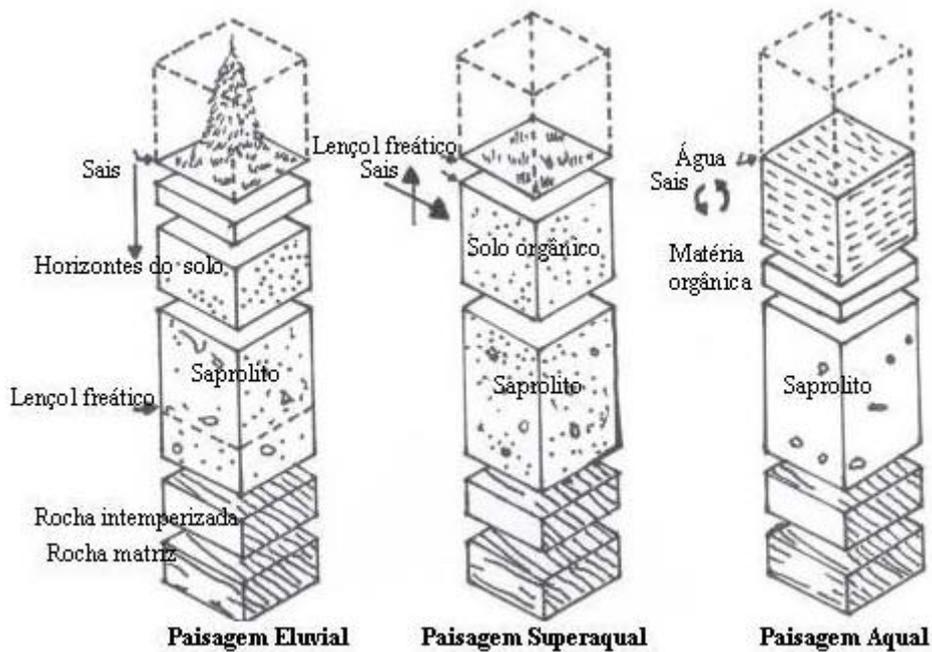
- a) Trans-Superaqual (com água em movimento);
- b) Superaqual (água parada ou reduzida movimentação no nível do lençol freático).

3- Paisagem Aqual:

- a) Trans-Aqual (água em movimento – rios);
- b) Aqual (água parada – lagos).

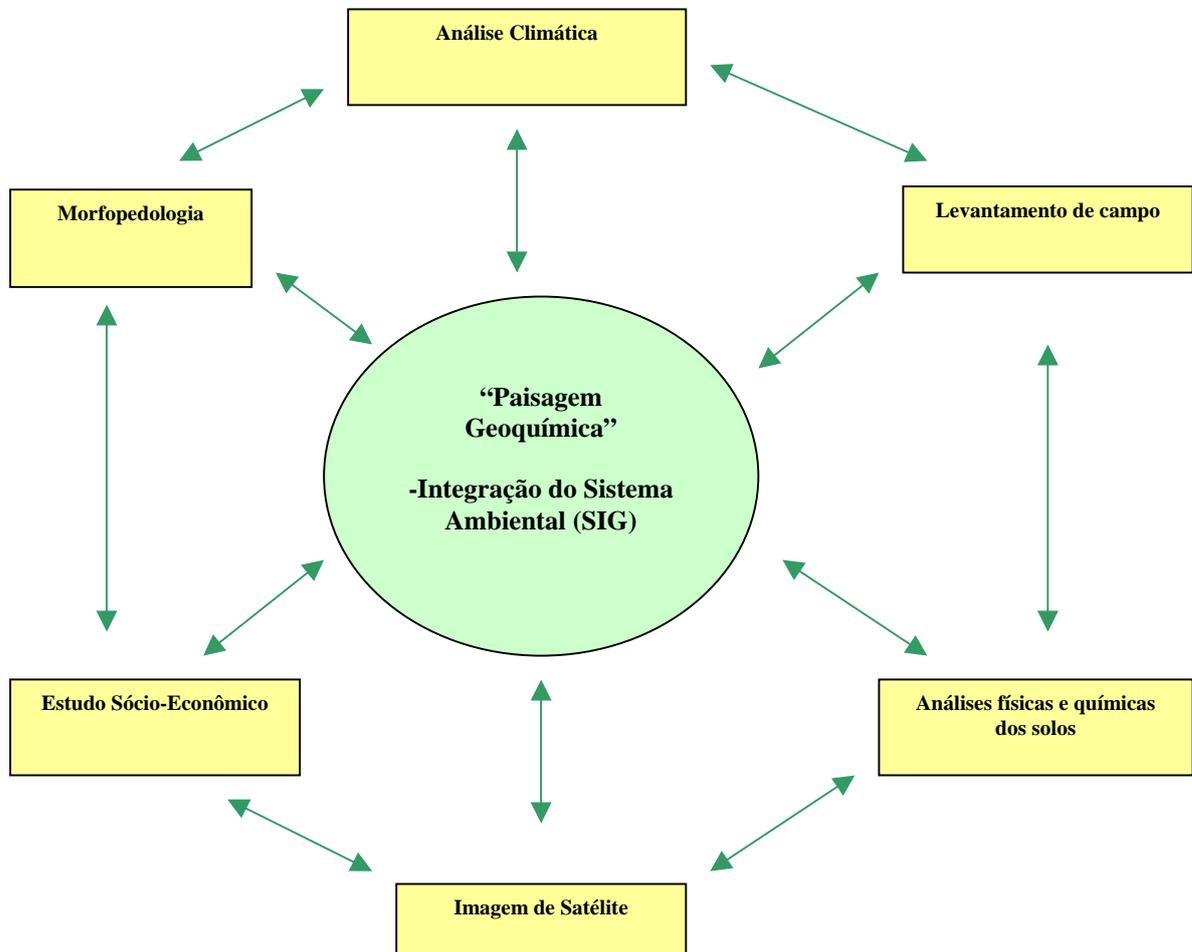
De modo geral, os modelos de paisagens podem ser esquematizados conforme ilustrado na figura 11.

Figura 11. Esquema geral dos modelos de paisagem geoquímica. Fonte: Desenhado a mão livre pelo autor, adaptado de FORTESCUE (1980).



As paisagens geoquímicas foram utilizadas como elementos integradores no sistema ambiental, onde cada unidade cartografada reuniu informações sobre a toposequência/catena. Proporcionando uma visão abrangente/holística do ambiente em epígrafe, conforme ilustrado na figura 12, onde a paisagem geoquímica é analisada na ótica de um sistema.

Figura 12. Diagrama ilustrando a visão holística e sistêmica do conceito de Paisagem Geoquímica:

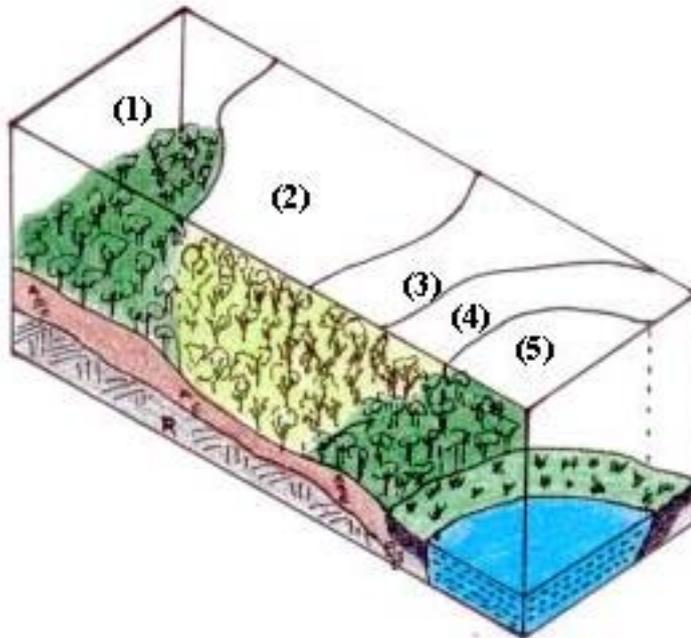


Portanto, conforme o exposto, procurou-se a obtenção, a partir da região de Guarapuava/PR, de um modelo do meio físico aplicável a estudos ambientais, utilizando-se o conceito de paisagem geoquímica como elemento integrador no sistema ambiental, como forma de exemplo interessando toda a borda e encosta meridional subtropical de terras elevadas da Serra Geral. Este estudo deve se tornar assim num passo importante para a preservação ambiental e adequação agrossilvopastoril deste importante ambiente, que em termos paranaenses constitui a borda sul do Terceiro Planalto. Sendo ainda passível de

utilização em vários outros ambientes diferenciados incluindo-se adaptações das realidades regionais, podendo contribuir para uma abrangente proposta metodológica para estudos ambientais.

O princípio da separação cartográfica é ilustrado na figura 13. Trata-se de um esquema que exemplifica as células geoquímicas modais encontradas na região estudada. Estas têm o efeito de retratar as formas de ocorrências dos solos, rochas, vegetação e comportamento geoquímico, em cada ambiente cartografado.

Figura 13. Exemplo de uma célula de paisagem geoquímica modal encontrada na região de estudo. Os números indicam: (1) Paisagem Eluvial (formação de solos com seqüência de horizontes A/B/C/R em áreas de topo); (2) Paisagem Trans-Eluvial (formação de solos com seqüência de horizontes A/C/R em áreas de meia encosta); (3) Paisagem Eluvial-Acumulação em áreas de fundo de vale (formação de solos com seqüência de horizontes A/B/C/R); (4) Paisagem Eluvial-Acumulação em áreas de fundo de vale (formação de solos com seqüência de horizontes Ag/Bg/Cg/R); Paisagem Aqual (rios e lagos).



Fonte: Desenhado a mão livre pelo autor e digitalizado em scanner de mesa.
Adaptado de FORTESCUE (1980).

3.12 FERRAMENTAS DE APOIO À ANÁLISE AMBIENTAL

Objetivando instrumentalizar o modelo de avaliação geoambiental, e proporcionar uma melhor compreensão da dinâmica biogeoquímica do ambiente sub-tropical úmido de altitude em estudo, foram utilizadas várias ferramentas metodológicas, descritas a seguir.

3.12.1 ANÁLISES DE SOLO – FERTILIDADE, FÍSICA E ATAQUE SULFÚRICO

Na fase de planejamento do trabalho de campo, definiram-se as toposequências amostrais que representassem à variabilidade espacial das unidades geoambientais cartografadas. Em cada toposequência escolhida para análise, foram coletadas amostras dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais, ou seja: “A”, “B”, importantes horizontes para a classificação dos solos, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Algumas vezes foram coletadas amostras no horizonte “C” e “O” como amostras complementares.

As amostras eram acondicionadas em sacos plásticos e etiquetadas informando a profundidade, uso atual, observações gerais e a posição que ocupavam no espaço geográfico, no mesmo sistema de coordenadas da base cartográfica, utilizando-se para tanto o GPS (Global Position System). Acrescenta-se que, para todas as amostragens, há uma representação do perfil do solo no pedocomparador.

Para caracterizar cada toposequência inserida na paisagem, foram coletadas amostras nos topos de morros, nas meias encostas e/ou nos terços inferiores e nos fundos de vale. Isso propiciou a geração de dados para a compreensão das relações e interrelações entre

as formas do relevo no geoambiente, bem como da dinâmica biogeoquímica dos elementos na paisagem, indicando, em parte, as limitações e potencialidades da área.

De cada amostra coletada, separaram-se alíquotas para ser encaminhada a três diferentes laboratórios, para a realização de distintas análises de forma a proporcionar a os subsídios necessários à classificação dos solos conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 1999). Destaca-se que as metodologias utilizadas para gerar os resultados analíticos encontram-se no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997).

Deste modo, uma parte foi utilizada para análise de rotina, para identificar a fertilidade junto ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Solos – Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná – UFPR. Tomando-se o cuidado para efetuá-las com base no peso, ou seja, na unidade g/kg. Obtiveram-se dados do pH em CaCl_2 , teores de Al^{+3} , $\text{H}+\text{Al}$, $\text{Ca}^{+2}+\text{Mg}^{+2}$, Ca^{+2} , K^+ , P, C, bem como a capacidade de troca catiônica (CTC ou T) e saturação por bases (valor V%).

Outra parte das amostras foi encaminhada para o Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos – Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná – UFPR. Nesse laboratório, fizeram-se análises visando à determinação da classe textural dos solos, ou seja, as porcentagens das frações argila, silte e areia. Para tanto, utilizou-se o método do densímetro e dispersão com hidróxido de sódio.

Através de contato interinstitucional entre o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, via Superintendência Regional do Paraná – SR(09), com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, Rio de Janeiro, foi-nos gentilmente fornecida a gratuidade para fazer 18 análises pelo método de ataque sulfúrico (H_2SO_4), fornecendo os resultados referentes aos

teores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , e as relações moleculares K_i , K_r e $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$, que permitem inferir sobre o grau de intemperismo dos solos. Essas análises tiveram importância fundamental para se definir a classificação de alguns solos no Sistema Brasileiro de Classificação, onde esses resultados são requeridos (EMBRAPA, 1999).

As características, e o comportamento da fertilidade do solo nas unidades geoquímicas mapeadas, foram avaliadas com base nos parâmetros divulgados pela Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER, através de tabelas para interpretação de resultados, conforme OLEYNIK⁵ et al. (1998). Para os parâmetros relativos a pH do solo em CaCl_2 0,01M, $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, Ca^{++} , Carbono, Saturação de Bases, CTC, Potássio e Fósforo. Para a avaliação e interpretação da saturação com alumínio trivalente (m%) utilizou-se como fonte MALAVOLTA (1987). Estes parâmetros são apresentados nas tabelas 3 a 10, em anexo.

É importante destacar que são índices genéricos, podendo haver considerável diferença em termos de resposta para as diferentes culturas e variedades, mas são indicativos fundamentais para o planejamento da ocupação do meio ambiente, destacadamente para as atividades agrossilvopastoris ligadas ao sistema de agricultura familiar e suas atividades multifinalitárias.

3.12.2 ESTUDO SÓCIO-ECONÔMICO

Por ocasião do trabalho de campo, aplicou-se um questionário para diagnóstico sócio-econômico mediante utilização de perguntas fechadas e algumas perguntas abertas, conforme modelo em anexo. Com esse questionário buscou-se coletar informações

⁵ Quando esta bibliografia foi publicada, o Engenheiro Agrônomo José Oleynik já havia falecido. Os outros autores lhe prestam uma homenagem póstuma, nesta 5ª Edição (Revisada e Atualizada), de 1998.

quantitativas e qualitativas. Para a área teste, fez-se a aplicação de 17 questionários, distribuídos espacialmente de forma aleatória e procurando abranger as diferentes situações do espaço geográfico especificado nas unidades geoambientais cartografadas.

Foram realizadas entrevistas com agricultores familiares regularmente assentados pelo Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA), constituindo-se, portanto, de assentamentos oficiais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, e agricultores familiares acampados, membros do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST, encontrando-se em processo de espera das ações governamentais, contudo já exercendo pressão sobre o meio ambiente. Também foram realizadas entrevistas com agricultores familiares típicos da região, que apresentam maior tempo de ocupação e que, normalmente, detém grande conhecimento empírico da região, público esse que constituiu a maior parte no que se refere à aplicação dos questionários. Fez-se uma entrevista com o administrador da área de propriedade da empresa Swedish Match do Brasil, por ser uma área considerável no contexto de análise, além de estar sofrendo forte pressão dos movimentos sociais. Por fim realizou-se uma entrevista com uma propriedade que utiliza o espaço de forma singular, visando a recuperação de drogados, trata-se da Estância Bethânia, que por suas próprias características detém uma relação diferenciada com o meio ambiente.

Através destas entrevistas buscou-se compreender a forma de entendimento de cada ator social especificado em relação ao espaço geográfico ocupado, bem como identificar maiores detalhes sobre a forma de exploração junto ao meio ambiente e proporcionar análise sobre possíveis entraves relacionados ao desenvolvimento de atividades agrosilvopastoris.

3.12.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

Tendo em vista o item 2.6, mediante a utilização da estatística multivariada, buscou-se compreender as relações existentes, a importância relativa das variáveis e seu peso na variabilidade total de determinado aspecto.

Deste modo, a análise estatística multivariada foi utilizada levando-se em consideração as seguintes variáveis ambientais: a) classes de altitude; b) classes de declividade; c) classes de exposição de vertentes; d) classes de paisagens geoquímicas e; e) classes de aptidão regional para a expansão da agricultura familiar.

Para analisar as variáveis citadas no parágrafo anterior, foi estabelecido um sistema de pontuação. Esse sistema foi baseado nos trabalhos de FRANCISCO (2006) e de BÖNISCH (1998) que, dentre outros autores, definiram notas para estudar suas variáveis ambientais. Deste modo, baseando-se parcialmente nesses autores, definiu-se o seguinte sistema numérico de pontuação:

- a) Classes de altitude: os dados dos intervalos de 40 em 40 metros foram transformados em dados unitários mediante a transformação por média simples dos dados;
- b) Classes de declividade: para os intervalos estabelecidos, a exemplo dos dados de classe de altitude, também foram transformados em dados unitários mediante transformação por media simples dos dados;
- c) Classes de exposição de vertentes: foram estabelecidos 4 intervalos de exposição de vertentes, em função da incidência solar, ou seja: c1) plano sem restrições, atribuindo-se nota 10; c2) vertente mais beneficiada pelo sol da manhã (quadrante N-NE-L) atribuindo-se nota 8; c3) vertente mais

beneficiada pelo sol da tarde (quadrante NO-O) atribuindo-se nota 5 e; c4) vertente com limitações em termos de incidência de radiação solar (quadrante SE-S-SO), atribuindo-se nota 2.

d) Classes de paisagens geoquímicas: foram atribuídos o seguinte sistema de pontuação, tendo em vista o potencial destas áreas para fins de ocupação agrícola:

d.1) Grupo 1 – Região do arenito: Eluvial = nota 7; Trans-eluvial = nota 1; Eluvial Acumulação = nota 8.

d.2) Grupo 2 – Planalto Basáltico: Eluvial = nota 9; Trans-Eluvial = nota 5; Eluvial Acumulação = nota 10.

d.3) Grupo 3 – Bacia Rio das Pedras: Eluvial = nota 8; Trans-Eluvial = nota 4; Eluvial Acumulação = 10.

e) Classes de aptidão para expansão da agricultura familiar: atribuído o seguinte sistema de pontuação, em combinação com a classificação de vertentes, ou seja:

e.1) Grupo Apto (notas de 7 a 9): Apto-NO-O nota = 8; Apto-L-N nota 9; Apto-Plano nota = 10; Apto-SE-SO nota 7.

e.2) Grupo Inapto: independente da exposição da vertente nota = 0.

e.3) Grupo Restrito: Restrito-SE-SO nota = 4; Restrito-L-N nota = 6; Restrito NO-O NOTA = 5.

e.4) Grupo Muito Restrito: Muito Restrito-SE-SO nota = 1; Muito Restrito-L-N nota = 3; Muito Restrito-NO-O nota = 2

Definido o sistema de pontuação, foram escolhidos no espaço geográfico, de forma totalmente aleatória, 28 pontos em cada um dos três grandes ambientes (ver capítulo 4.2). Com 28 pontos e 5 variáveis ambientais tem-se 140 dados numéricos em cada um dos três grandes ambientes, chegando-se a um total de 420 dados numéricos, os quais formaram a base numérica para o estudo estatístico, que incluiu análise de cluster e componentes principais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE CLIMÁTICA

O estudo climático apresenta importância fundamental nos estudos ambientais. A água, um de seus mais importantes componentes, faz parte essencial de todas as formas de vida. O clima atua como limitante ecológico para a fauna e flora de um ecossistema. Interfere amplamente nos sistemas de exploração da natureza, nos cultivos agrícolas, no turismo, na forma de ocupar o espaço geográfico, muitas vezes definindo relações entre o ambiente e o ambientado.

Ademais, acrescenta-se que, tendo em vista o enfoque voltado para a agricultura familiar, uma análise climática detalhada poderá proporcionar importantes subsídios para o planejamento agrossilvopastoril.

Conforme OLIVEIRA et al. (1992), nos planaltos sulinos frios e úmidos, as baixas temperaturas e a constante umidade favorecem a formação de solos com espessas camadas superficiais escuras e ricas em matéria orgânica, conferindo-lhes particular

morfologia, além de influenciar mais ativamente os processos de transformações e neoformações.

Os aspectos climáticos são muito importantes no que concerne à distribuição dos solos na paisagem. Ressalta-se que a precipitação pluvial, especialmente por sua erosividade⁶, detém significativa participação na modelagem da paisagem. Nesse sentido, cita-se o trabalho de THOMAZ (2000b) que, dentre outros aspectos, estudou a erosividade das chuvas de Guarapuava, PR, a partir do uso do coeficiente de chuva proposto por FOUNIER apud THOMAZ (2000b), obtendo um resultado de erosividade de 533,703 t/mm/ha/ano, um valor considerado mediano pelo autor.

As formas do terreno que compõem a paisagem, ou seja, o relevo está diretamente relacionado com a dinâmica da água, tanto no sentido vertical (processo de infiltração), como no sentido lateral, nos processos de escoamentos superficiais e movimentos dentro do perfil, além da influência diferenciada da incidência da radiação solar sobre os seres vivos, notadamente os tipos de vegetação natural intervenientes na formação dos solos. O clima juntamente com a ação antrópica constituem-se, atualmente, nos principais agentes de transformações no espaço geográfico estudado.

Propondo uma classificação para todo o sul do Brasil, LEITE (1995) considera conceitos fitoecológicos internacionais. Nessa abordagem a vegetação da área de estudo está dentro da Zona Ombrotérmica, mais especificamente na Subzona Ombrotérmica Planaltina, a qual representa a área da Região da Floresta Ombrófila Mista, caracterizada por uma amplitude térmica maior, influenciada pelo relevo (altitude), tornando o inverno mais rigoroso. Já a continentalidade exerce efeito inverso, pois reduz o efeito amenizador térmico

⁶ Erosividade: poder intrínseco da chuva em causar o fenômeno da erosão, que depende da sua intensidade, frequência e duração.

realizado pelo oceano, principalmente quando há um deslocamento para oeste e em menores latitudes e altitudes regionais.

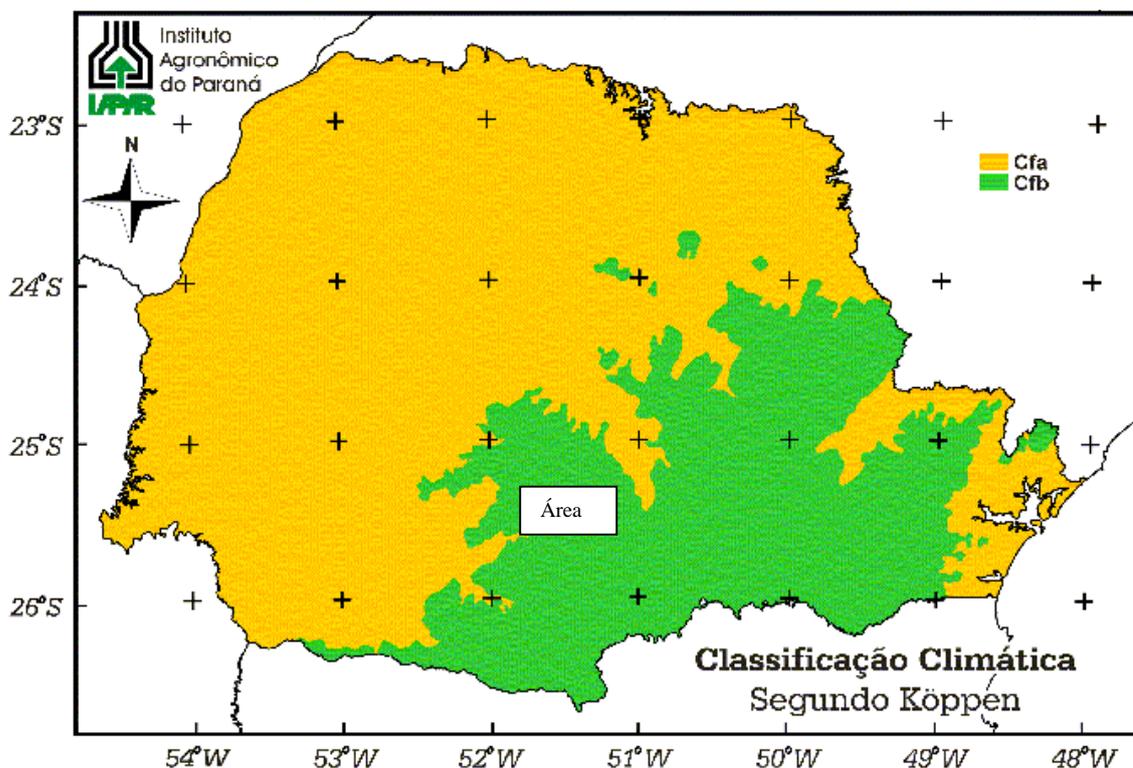
Num contexto internacional, a área objeto deste estudo está localizada nas coordenadas geográficas 51° 45' de longitude oeste e 25° 39' de latitude sul, abaixo do trópico de capricórnio, sendo uma área representativa do ambiente subtropical úmido de altitude. A área apresenta similaridade, em termos climáticos, apenas com o sudeste da China, sudeste dos Estados Unidos e sudeste da Austrália, sujeitos ao regime dos ventos alísios. Segundo MONTEIRO (1963) e MENDONÇA (1997), caracteriza-se pelas influências acarretadas pelos sistemas atmosféricos intertropicais (massa tropical atlântica, massa tropical continental e massa equatorial continental) e polares (massa polar atlântica), havendo, contudo, participação moderada dos sistemas intertropicais e participação mais efetiva do sistema extratropical. Essa dinâmica confere à região um clima com característica subtropical. RIBEIRO (1989) destacou que a gênese do tempo e do clima, entendido como a sucessão habitual dos tipos de tempo que ocorrem com maior frequência na região de Palmas e Guarapuava, está intimamente associada à dinâmica da frente polar, acrescentando que há episódios com elevada pluviosidade estão ligados ao lento deslocamento da frente polar, principalmente no outono e na primavera, ao passo que, em determinados anos, o seu rápido deslocamento impulsionado por anticiclones polares, possibilita queda nos registros térmicos, não sendo raras as nevascas e as fortes geadas. Uma visão mais atual do clima da região tal como pode ser encontrada nos trabalhos de Alice Grimm e outros, mostra a influência preponderante dos fluxos associados às correntes de jato subtropical no deslocamento das massas de ar na região, incluindo os sistemas frontais supra-citados.

Conforme THOMAZ (2000b), outros fatores participam influenciando a dinâmica climática regional: a latitude de pouco mais de 25° S, efeito de continentalidade e o

principal deles a altitude no nível local, atuando de forma arrefecedora e de forma mais efetiva no verão e como barreira para chuvas orográficas. Portanto, com relação à altitude tem-se como ponto culminante (cota máxima) 1269 metros e a cota mínima de 780 metros, o que fornece informação do gradiente altimétrico, portanto com uma variação máxima de 489 metros, isso ocorrendo no setor leste do mapa utilizado como base cartográfica. Já no setor mais a oeste a altitude varia de 980 até 1267 metros. A altitude média da região varia em torno de 800 a 1200 metros, sendo considerada uma das mais altas regiões do Estado do Paraná. Destaca-se que, para a área estudada, é evidente a diferença dos microclimas ao nível das unidades cartografadas, principalmente condicionada pelas diferenças na altitude e no relevo ou geomorfologia.

Numa análise preliminar, tendo-se por base as cartas climáticas do IAPAR (2000), obtemos a classificação do tipo climático Cfb conforme Köeppen (Figura 14), ou seja, trata-se de clima subtropical úmido, mesotérmico, verões frescos, geadas severas demasiado freqüentes e sem estação seca, é considerado um clima moderado, apresentando invernos com geadas, a temperatura média anual é de 16,8 °C, a média no verão é de 22°C e no inverno de 12 °C. A pluviosidade oscila em torno da média de 1.960 mm/ano, com distribuição bastante regular e variações interanuais relativamente limitadas quando comparadas com outras regiões do país.

Figura 14. Classificação climática do Estado do Paraná (fonte: IAPAR, 2000).



Para uma análise mais pormenorizada do clima, buscaram-se dados que pudessem ser bem representativos, tendo em vista que os ciclos solares são de 11 anos seria ideal uma série de 30 anos. Deste modo, foram obtidos, junto ao IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná, da Estação Climática Colégio Agrícola – Guarapuava, localizada⁷ nas coordenadas geográficas 25° 21' de latitude sul e 51° 30' de longitude oeste, numa altitude de 1058 metros, dados climáticos diários de uma série de análises, num horizonte temporal de 26 anos, ou seja, desde 01/01/1976 até 31/12/2001, reunindo informações das médias das temperaturas mínimas (graus °C), média das temperaturas máximas (graus °C), vento médio (m/s), vento mínimo (m/s), rajada máxima de vento (m/s), precipitação (mm), pressão atmosférica média (hPa), pressão atmosférica mínima (hPa), temperatura média (graus °C),

⁷ Fica localizada, com referência ao retângulo envolvente antes definido, na porção oeste, no canto superior esquerdo da base cartográfica.

temperatura mínima absoluta mensal (graus °C), temperatura da relva média (graus °C), temperatura máxima absoluta (graus °C); umidade do ar média (%), umidade do ar mínima (%) e umidade do ar máxima (%).

Como a maioria das aplicações envolvendo a influência do clima no ambiente requer um grande volume de dados, nesse caso uma série histórica de 26 anos de dados diários, utilizou-se para gerar os gráficos, como uma ferramenta computacional, visando facilitar a organização dos dados e geração de produtos, o sistema computacional CLIMA (Computação Lógica de Informação para Monitoramento Agroclimático), conforme FARIA, et al. (2002). Esse programa possibilita cadastrar estações meteorológicas, importar dados climáticos diários de arquivos texto contendo séries históricas com registros armazenados com formatos em colunas, fazer a consistência dos dados importados, editar e inserir novos dados, preencher falhas de dados durante períodos em que não houve coleta, ou coletaram-se dados inválidos, e calcular evapotranspiração potencial por diferentes métodos. Os registros importados e consistidos de uma ou mais estações são armazenados em um bando de dados, que pode ser acessado para se calcular médias, desvio-padrão e probabilidades para períodos mensais e anuais a partir de dados diários. Na seqüência apresentam-se alguns gráficos possíveis de serem gerados pelo sistema, bem como a interpretação deles, como forma de melhor compreender a dinâmica climática da região de Guarapuava.

Analisando-se os dados do IAPAR, com o auxílio do software CLIMA⁸, observa-se que, embora a precipitação média seja de 1.960 mm/ano, há anos com pluviosidade superior a 2.100 mm, ou até mais, como foi o caso extremo no ano de 1983, com 3.168,4 mm (figura 15). Observa-se nessa figura, que a precipitação anual apresenta

⁸ É importante destacar que, embora a análise de dados ocorra em ambiente bastante “amigável” junto ao software CLIMA, há poucas opções para os formatos dos gráficos, e a escala é definida pelo programa. Os que se apresentam neste trabalho são aqueles em que julgou-se melhor condizerem em termos de clareza na visualização da informação, de forma a atender mais satisfatoriamente os critérios da redação científica.

significativa variação, indo desde 1.262,1 mm no ano de 1985 até 3.168,4 mm em 1983, com uma variação anual de 1.906,3 mm, ou seja, para esses valores extremos representa uma variação em termos percentuais de aproximadamente 251 %. Nesse sentido, acrescenta-se que, a partir da análise de dados de MAAK (1968), com relação aos coeficientes de variação das precipitações, EMBRAPA (1984) apontava aumento na ordem de 142,86 a 181,25 %, ou seja, de 1,4 a 1,6 % em 1968 para 2,0 a 2,9 % em 1984. Esses dados indicavam que as precipitações tornaram-se mais irregulares, registrando-se ocasiões de abundância e escassez de chuvas. Conforme EMBRAPA (1984), a essa variabilidade atribui-se à destruição generalizada da cobertura florestal original pela sua conseqüente substituição com áreas de lavoura e, principalmente, sem deixar reservas ou matas de proteção às nascentes. Na série analisada, os anos de menor precipitação foram 1978 com 1.309,7 mm, 1985 com 1.262,1 mm e 1988 com 1.308 mm.

Na figura 16, observamos o comportamento médio mensal da precipitação. Nota-se que a chuva se distribui ao longo do ano com todos os meses apresentando precipitação pluviométrica média entre 140 a 200 mm, à exceção do mês de agosto com média de 96,6 mm. Pode ocorrer, porém, meses com alta pluviosidade como julho de 1983 (471,8 mm), maio de 1992 (512,8 mm) e abril de 1998 (518 mm). Assim, são comuns os eventos torrenciais (“aguaceiros”), que causam sérios prejuízos (erosão, assoreamento de rios, perda da camada superficial do solo, perda de insumos, etc.).

Figura 15. Precipitação anual de Guarapuava-PR num horizonte temporal de 26 anos, desde 01/01/1976 até 31/12/2001. Dados do IAPAR, série histórica.

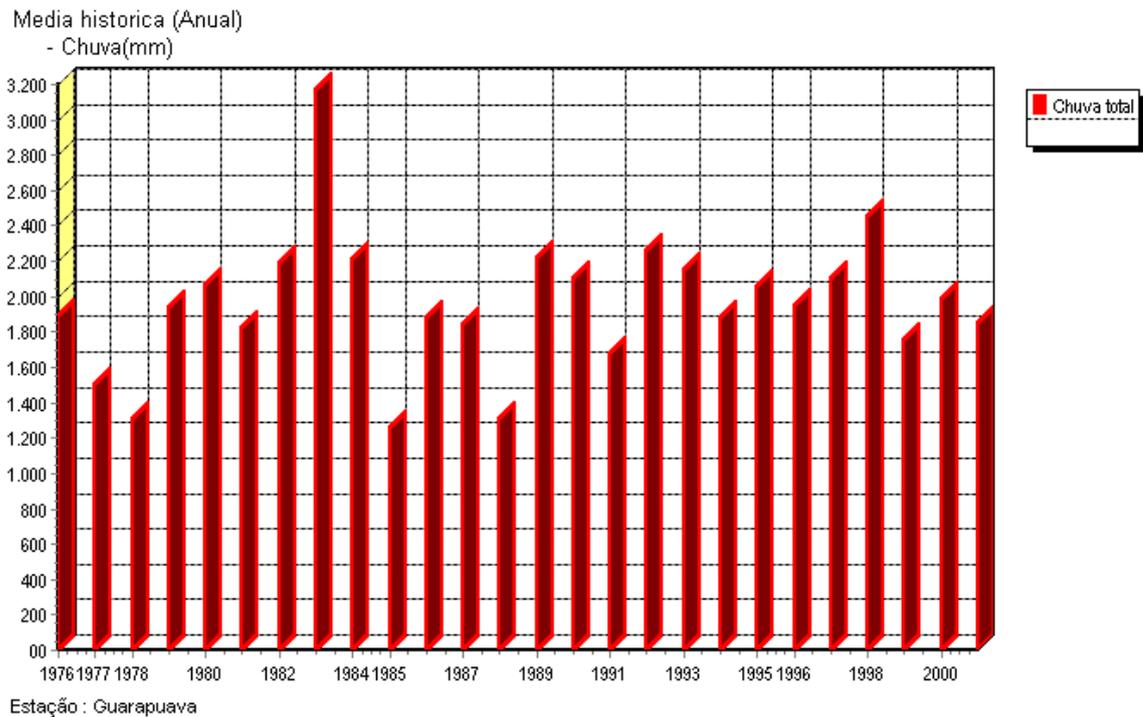
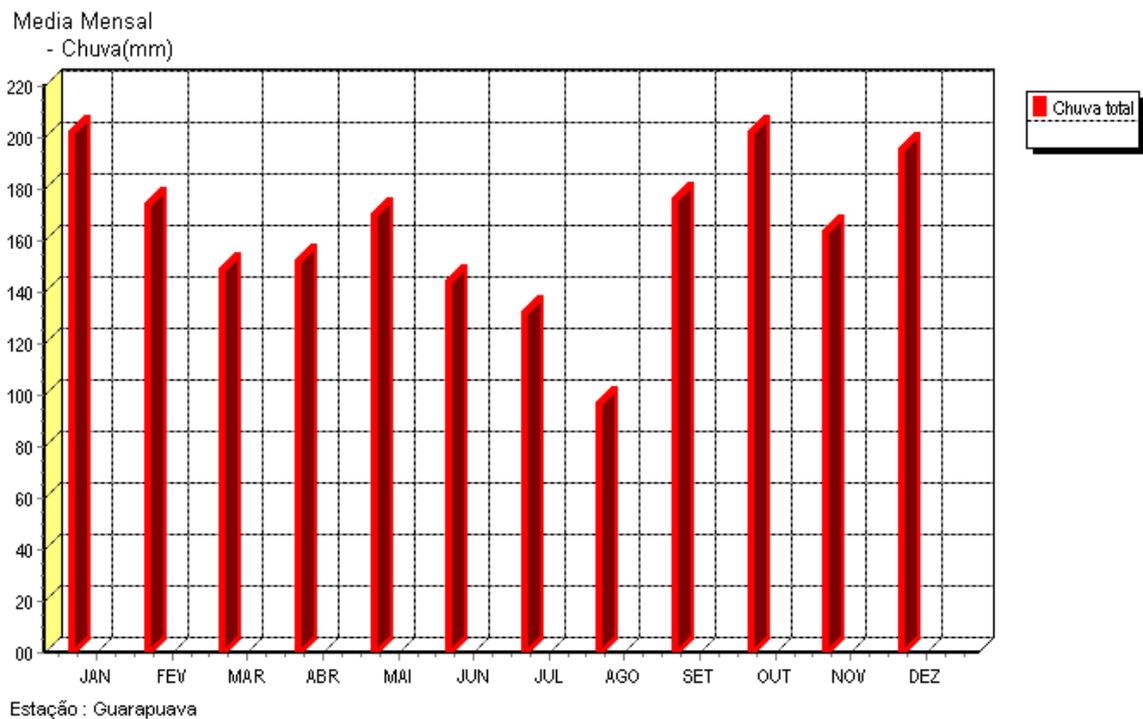
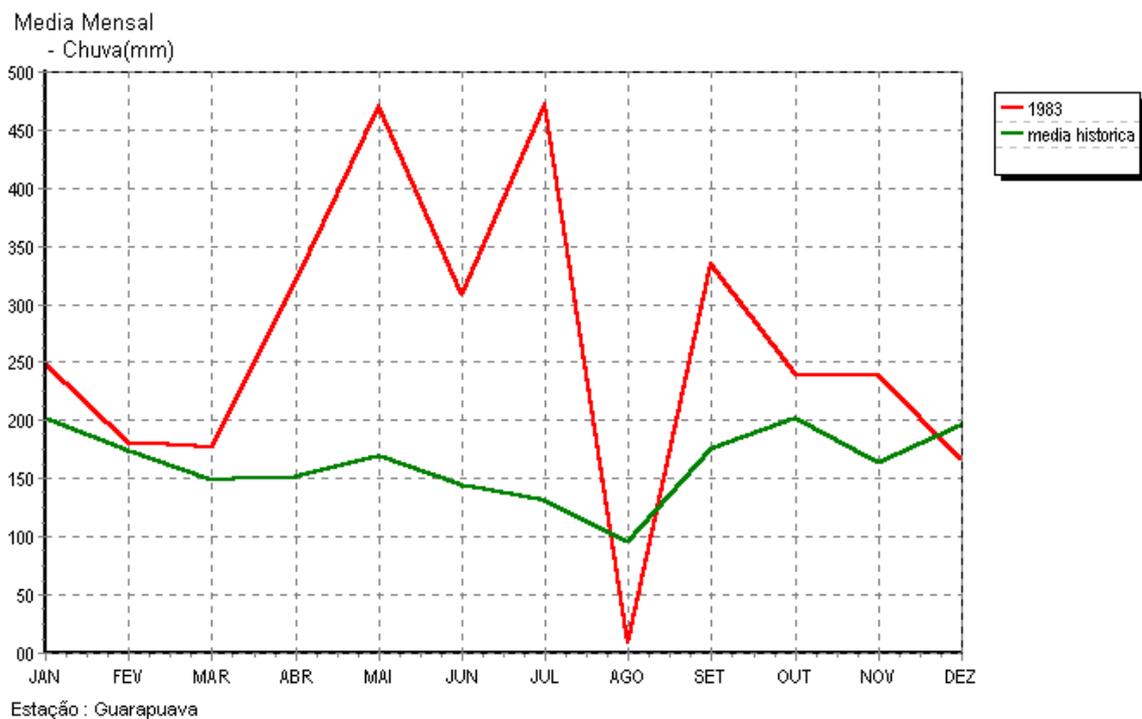


Figura 16. Precipitação média mensal de Guarapuava-PR num horizonte temporal de 26 anos, desde 01/01/1976 até 31/12/2001. Dados do IAPAR, série histórica.



O ano de 1983 merece uma análise particular com relação ao comportamento da precipitação, pois apresentou grande variação em relação à média, podendo ser considerado, para o período histórico analisado, um ano com características de excepcionalidade (figura 17). Como observamos nessa figura, para quase todos os meses do ano a precipitação do ano de 83 foi superior em relação à média. As diferenças mais significativas em termos de maior quantidade de chuva ocorreram nos seguintes meses: a) abril: 319,8 mm em 83 e média de 152,3 mm; b) maio: 470,5 mm em 83 e média de 170 mm; c) junho: 308,4 mm em 83 e média de 144,2 mm; d) julho: onde ocorreu a maior variação, ou seja, 471,8 mm em 83 e média de 131,9 mm e; e) setembro: 335 mm em 83 e média de 176 mm.

Figura 17. Precipitação média mensal de Guarapuava-PR para o ano de 1983 e média histórica. Dados do IAPAR, série histórica.



Destaca-se também o diferenciado comportamento do mês de agosto, que em contrapartida com os outros meses do ano, teve em 1983 o menor registro de precipitação de toda a série histórica analisada, com 8,7 mm. O mês de agosto teve média de 96,6 mm, historicamente o mês com menor precipitação, portanto o menor registro em 83 era esperado, contudo a diferença em termos percentuais do menor valor para o maior fica em torno de 1.110 %, ou seja, de 8,7 mm em 83 e média de 96,6 mm.

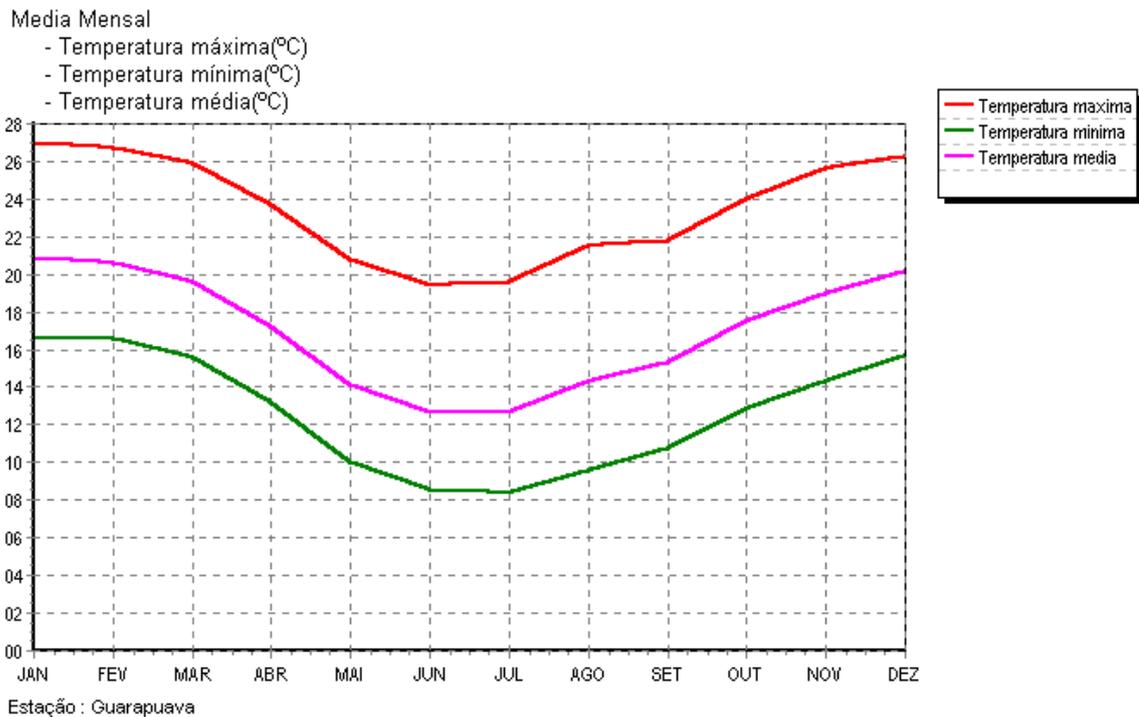
Anos como o de 1983 caracterizam singularidades que podem ser cíclicas, necessitando de séries temporais mais longas para se concluir a respeito. Contudo sinalizam a ocorrência de eventos com maior potencial erosivo e necessidade de manejo ambiental que possa minimizar possíveis impactos.

Com relação à análise da temperatura, apresenta-se na seqüência a Figura 18, que representa, a partir dos dados históricos de Guarapuava, a amplitude térmica média da região, importante fator para a compreensão da dinâmica climática, podendo inclusive subsidiar políticas públicas para fins de zoneamento agroclimático/ambiental, por exemplo. Nesse gráfico observamos que a amplitude térmica varia desde o seu maior valor no mês de janeiro, indo desde 16,7 até 27 °C com média de 20,9 °C; seguido pelo mês de fevereiro, indo desde 16,6 até 26,7 °C com média de 20,6 °C; e gradativamente vai reduzindo-se a temperatura nos meses subseqüentes, chegando ao seu limite mínimo nos meses de junho e julho, com variações entre 8,6 até 19,4 °C com média de 12,7 °C em junho e com variações entre 8,4 até 19,6 °C com média de 12,7 °C em julho. A partir de julho as temperaturas voltam a subir, chegando em dezembro com temperaturas semelhantes ao mês de janeiro.

Embora seja possível obter uma avaliação da amplitude térmica a partir da figura 17, deve-se atentar que o gráfico refere-se às temperaturas médias mensais e, portanto, destaca-se a ocorrência de eventos, muitas vezes importantes, que apresentam seus valores

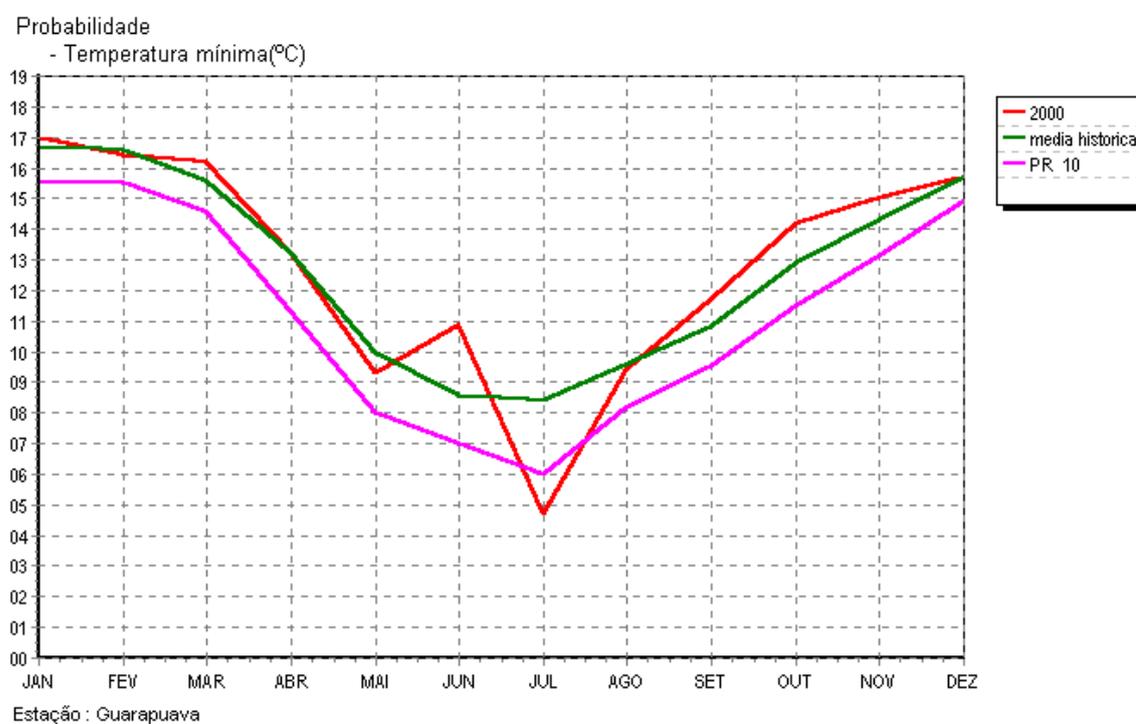
distanciados da média. Nesse sentido, enfatiza-se a ocorrência de episódios com temperaturas negativas, onde a região apresenta uma média superior a 10 geadas por ano. A frequência de temperaturas abaixo de zero é muito mais pronunciada nos meses de junho e julho, chegando a alguns valores extremos, como ocorrido em 01/06/1978 registrando uma temperatura mínima de $-6,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ e no dia 17/07/2000 com $-6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Algumas vezes, embora não muito freqüente, os termômetros acusam temperaturas abaixo de zero no mês de abril, a exemplo do dia 18/04/1999 que registrou o valor de $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, e até no mês de setembro, como ocorrido em 17/09/1980 com $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ademais, acrescenta-se que em relação à sensação térmica, pode-se chegar a valores ainda menores, quando se relaciona a velocidade dos ventos.

Figura 18. Gráfico das médias mensais, construído a partir dos dados diários de 26 anos, da temperatura média, temperatura mínima média e máxima média. Estação Climatológica de Guarapuava, PR.



Ainda com relação à temperatura, efetuou-se uma análise de probabilidade para as temperaturas mínimas (Figura 19). Nos gráficos dessa figura pode-se comparar os dados médios mensais das temperaturas mínimas, numa probabilidade de 10% (curva PR 10⁹). Este tipo de análise é particularmente interessante quando se tem uma cultura que apresente limitação ao seu desenvolvimento em temperaturas, por exemplo, inferiores a 6 °C. Para esse exemplo, vemos que no ano 2000 as temperaturas no mês de julho atingiram valores médios menores que 6 °C. Contudo, em termos de probabilidade (10 %), para esse exemplo, é esperado que em 90 % dos casos a temperatura mínima deva estar acima de 6 °C no mês de julho, como realmente ocorreu quando se analisa a curva que representa a média histórica, nesse caso apresentando-se sempre em patamares superiores com relação à curva PR 10.

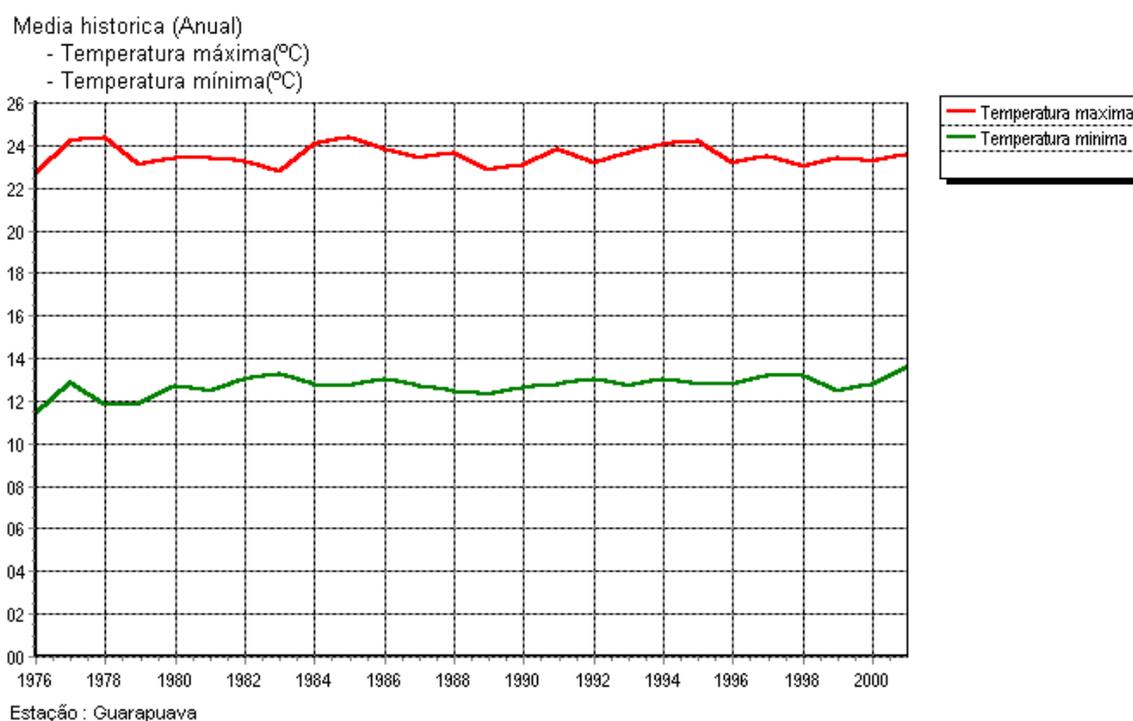
Figura 19. Gráfico de probabilidade 10% (curva PR10), elaborado para os valores médios mensais de temperatura mínima, para a média histórica e como exemplo de evento diferenciado o ano de 2000.



⁹ Os 10% indicam a probabilidade de não exceder o valor.

Quando são lançados em gráfico os dados históricos anuais das temperaturas máximas e mínimas (figura 20), percebe-se que a amplitude de variação segue, aparentemente, um padrão bastante homogêneo, ora alternando anos com menor temperatura, ora maior. Neste caso, a amplitude de variação para a temperatura máxima, para a série estudada, não ultrapassa os 0,9 °C, enquanto que essa amplitude chega até a 2,2 °C no caso das temperaturas mínimas.

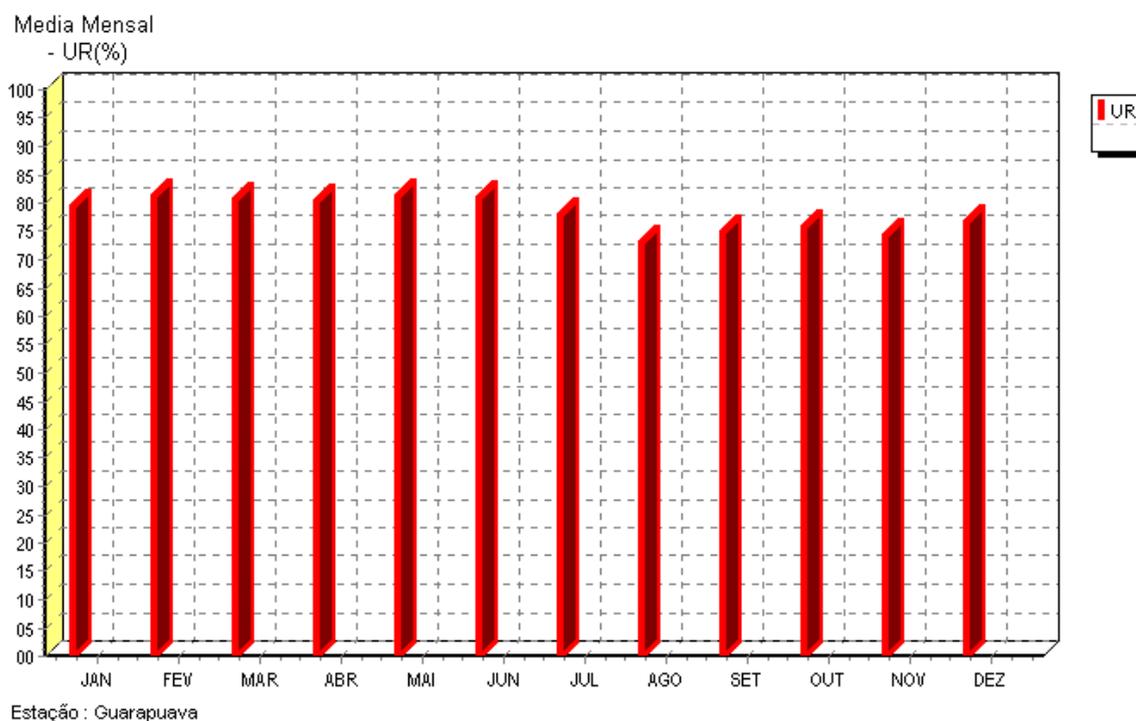
Figura 20. Gráficos da média histórica anual das temperaturas máximas e mínimas.



Já o comportamento da umidade relativa do ar apresenta uma tendência muito homogênea no decorrer dos meses do ano, numa amplitude máxima de variação de cerca de 8 pontos percentuais, do menor para o maior valor. Em quase todos os meses a umidade relativa

varia de aproximadamente 75 % até cerca de 80 %, como pode-se visualizar na figura 21. O mês de agosto apresenta menor média histórica, com 73,1 %. A partir de janeiro até julho têm-se os períodos de maior umidade relativa, atingindo o patamar máximo em fevereiro, com 81,3 %.

Figura 21. Média mensal da umidade relativa do ar. Dados históricos do IAPAR.



É interessante notar que, quando se visualiza graficamente em conjunto os dados mensais da umidade relativa do ar e da velocidade dos ventos (figura 22), nota-se que ocorre uma diminuição da umidade relativa a partir do mês de julho, coincidentemente com a época do aumento na intensidade dos ventos, evidenciando a retirada de umidade do ar atmosférico pela ação dos ventos.

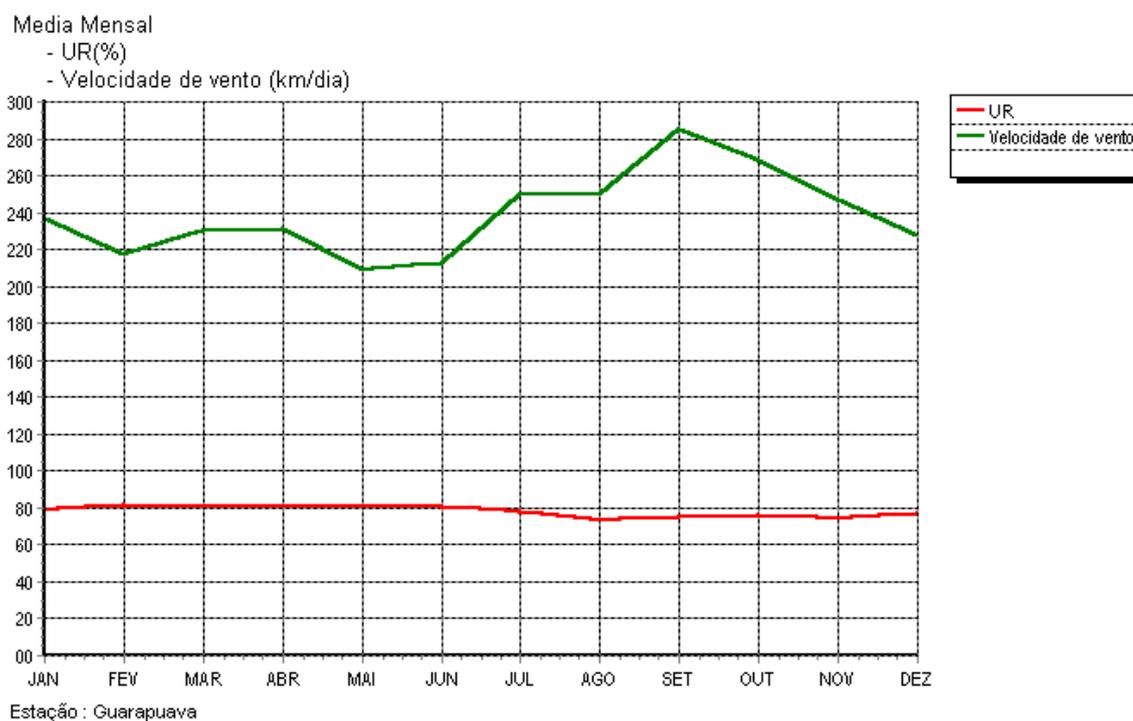
Acrescenta-se que, conforme COPEL (1999), a velocidade média anual dos ventos pode apresentar grandes variações no espaço de poucas dezenas de metros, pela

influência do relevo, rugosidade e eventual presença de obstáculos em cada local e, no tempo de minutos a dias, apresentam grande variabilidade. Portanto, os dados da Estação Climatológica de Guarapuava devem ser analisados como um indicador regional da velocidade dos ventos, mas devendo adequá-los para condições micro-regionais. Nesse sentido, pode-se perceber pela análise dos valores médios mensais históricos na figura 22, que, no regime sazonal, a velocidade dos ventos apresenta maior intensidade nos períodos de inverno e primavera coincidindo, com a estiagem na região Sudeste do Brasil. Portanto, conforme observamos nessa figura, a partir dos meses de julho (249,9 km/dia) e agosto (249,8 km/dia) ocorre um aumento na velocidade dos ventos, atingindo o seu ponto médio mais elevado em setembro (285,0 km/dia) e abaixando gradativamente sua velocidade para 268,5 km/dia em outubro e em novembro tendendo para valores semelhantes a julho e agosto.

Quando analisamos os dados médios mensais da velocidade dos ventos para a região de Guarapuava na figura 22, podemos concluir, por exemplo, que não haveria possibilidade de exploração econômica de seu potencial eólico devido, conforme COPEL (1999), o aproveitamento dos ventos ser otimizado/vantajoso somente a partir de 6,0 m/s, ou 518,4 km/dia, patamar esse nunca alcançado em termos médios mensais histórico. Contudo, deve-se atentar para a ocorrência de episódios que ultrapassam esse valor, como por exemplo em 01/11/1999 apresentando uma velocidade média de 666,0 km/dia, 22/09/1995 com 667,0 km/dia, 18/08/1984 com 777,0 km/dia. Destaca-se o mês de julho de 1981 onde ocorreram ventos fortes a partir de 501,0 até 701,0 km/dia por sete dias consecutivos, sendo o período de dias mais longo da série histórica a apresentar uma intensidade como essa pois, no comportamento geral, ventos dessa natureza tem permanecido no intervalo médio entre 1 a 3 dias. Os maiores valores registrados foram 840,0 e 893,5 km/dia, ambos no mês de setembro, em 1978 e 1979 respectivamente.

Conforme o exposto pode haver grandes possibilidades para o aproveitamento energético dos ventos nas faixas de terras mais altas, representadas pelas cotas mais elevadas, desde a instalação de usinas de médio e grande porte, até menores que possam beneficiar pequenas comunidades, havendo para tanto, a necessidade de maiores estudos, especificamente nas cotas mais elevadas. Embora os dados acima mostrem uma limitação essencial quanto a geração de energia elétrica, o aproveitamento eólico em termos de cataventos para bombeamento de água de poços ou a partir de corpos d' água superficiais é perfeitamente possível.

Figura 22. Média mensal da umidade relativa do ar e da velocidade do vento. Dados históricos do IAPAR.



Estudou-se também, na presente análise climatológica, o comportamento da evapotranspiração, que segundo MÜLLER (1995) constitui o maior mecanismo de redistribuição de energia do globo terrestre, sendo importante elo do ciclo hidrológico da natureza e importante parâmetro da modelagem hidrológica de bacias hidrográficas. A evapotranspiração constitui a transferência de água na forma de vapor, do sistema solo-planta para a atmosfera. Esta transferência de água dá-se na superfície do solo (evaporação) e na superfície da planta (transpiração). Nesse sentido, ROCKSTRÖM et al. (1999), por exemplo, destacam a importância da biota na regulação da quantidade de água na atmosfera, atuando no re-direcionamento da água em seu estado líquido através do fluxo de vapor d'água (evapotranspiração), reciclando a chuva no nível local. Isso pode assumir grande significância, como indicado no estudo de SAVENIJE (1995), constatando-se que, para a região de Sahel (zona em faixa latitudinal semi-árida ao sul do Saara) na África, concluiu que mais de 90 % das chuvas são atribuídas ao fluxo advindo das superfícies terrestres vegetadas. Além disso, os ecossistemas terrestres contribuem com a qualidade da água através de processos bioquímicos tais como a desnitrificação e outras formas de atividade microbológica, facilitando a infiltração, modelando a sazonalidade do fluxo dos rios, atuando no processo erosivo e nas enchentes.

Com o intuito de padronizar a evapotranspiração de comunidades vegetais, fixaram-se as condições nas quais sua medida deve ser feita. Definindo-se, então, a evapotranspiração potencial de referência ET_0 como sendo a quantidade de água que evapotranspirada na unidade de tempo e de área, por uma cultura de baixo porte, verde, cobrindo totalmente o solo, de altura uniforme e sem deficiência de água. Para essa superfície, as condições climáticas é que determinam a ET_0 . Em vista disso, a evapotranspiração potencial de referência é tomada como um elemento meteorológico de referência para estudos

comparativos de perda de água pela vegetação em diferentes situações e locais. Portanto, sendo a hipotética máxima perda para uma cobertura vegetal qualquer, torna-se um índice geral, ideal para um estudo na escala regional. CAMARGO (1962) apud CASTRO et al. (1987), acrescenta que, somente a evapotranspiração realizada livremente, sem qualquer restrição pela deficiência de umidade do solo, condicionada exclusivamente pela disponibilidade de energia solar na superfície do solo, é que pode ser considerada potencial e, neste caso, constitui um elemento climatológico característico da região.

Já a evapotranspiração real ou atual, consiste-se da perda de água que a planta está sofrendo naquele instante, independentemente de seu estágio vegetativo, e do meio que a envolve, expressando realmente o débito de água que houve, ocorrendo nas condições atmosféricas e de umidade de solo existentes. A evapotranspiração real, ao contrário da potencial é extremamente variável, sendo dependente, segundo MÜLLER (1995) e SCHWAB et al. (1981), dentre outros, basicamente de: a) fatores físicos como a temperatura, luminosidade, radiação solar, ventos, umidade do solo e; b) fatores biológicos, destacando-se a espécie de vegetação, densidade de plantas, tamanho e grau de abertura dos estômatos, sistema radicular, fase de crescimento e características do solo, principalmente fertilidade e estrutura. BARTH (1987), por exemplo, realizou estudo para avaliação da evapotranspiração real para grandes regiões no Brasil e, para o Estado do Paraná, , obteve o valor de 1.035 mm/ano. MARQUES et al. (1979) citado por MÜLLER (1995), organizou dados de diferentes autores para a região amazônica, relacionando evapotranspiração real e potencial, onde nota-se que os valores da evapotranspiração potencial são sempre superiores à real, devido aos pressupostos da potencial, em termos de oferta de umidade e cobertura vegetal.

Na literatura especializada, também é referenciado a evapotranspiração máxima, e tomando, por exemplo, a definição de CASTRO et al. (1987), corresponde à quantidade de água necessária para a evapotranspiração, em cada fase do ciclo de uma cultura, sem que a mesma sofra qualquer restrição hídrica. Conforme em REICHARDT (1990), devido a diferenças da interface cultura-atmosfera entre a grama batatais, utilizada como padrão para o cálculo da ET_0 , em relação a outras culturas, também em outros estádios de desenvolvimento, definiu-se a evapotranspiração máxima de uma cultura ET_m , relacionada à evapotranspiração potencial de referência ET_0 , através de um coeficiente de cultura K_c , ou seja:

$$ET_m = K_c ET_0$$

Sendo K_c determinado experimentalmente para diversas culturas, em diferentes estádios de desenvolvimento, através da relação ET_m/ET_0 . DAKER (1960) informa que os coeficientes por cultura¹⁰ variam entre 0,40 e 1,20, o que é confirmado em experimentos obtidos por REICHARDT, conforme podemos analisar na tabela 2, onde mostra-se como o K_c varia durante o ciclo cultural. No início do estabelecimento da cultura, o K_c é pequeno, pois uma pequena fração do solo é coberta pela cultura, que tem um sistema radicular pouco desenvolvido. Com a cultura em pleno desenvolvimento, o valor de K_c é máximo, podendo mesmo assumir valores maiores que 1, indicando que a cultura em questão perde mais água que a grama batatais, ambas submetidas às mesmas condições climáticas. Analisando ainda os dados da tabela 3, vê-se que o K_c varia mais com o estágio de desenvolvimento do que o tipo de cultura.

¹⁰ O coeficiente de cultura denominado como K_c é um índice adimensional.

Tabela 2. Coeficiente médio de cultura, para algumas espécies vegetais, em função do estágio de desenvolvimento. Estádio I: emergência até 10% do desenvolvimento vegetativo; Estádio II: 10 a 80% do desenvolvimento vegetativo; Estádio III: 80 a 100% do desenvolvimento vegetativo e; Estádio IV: Maturação.

Cultura	Estádio de desenvolvimento			
	I	II	III	IV
Feijão	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75
Algodão	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,9
Amendoim	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,75-0,85
Milho	0,3-0,5	0,8-0,85	1,05-1,2	0,8-0,95
Cana-de-Açúcar	0,4-0,5	0,7-1,0	1,0-1,3	0,75-0,8
Soja	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8
Trigo	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75

FONTE: REICHARDT (1990).

MÜLLER (1995) destaca que, no estudo da evapotranspiração potencial e real, basicamente dependem-se dos mesmos fatores, onde a diferença mais significativa está relacionada à umidade do solo, que desempenha papel mais relevante para se estabelecer a real, portanto, nesses casos é onde se concentra o estudo, exigindo-se um monitoramento da umidade do solo, havendo um determinado ponto de redução na umidade do solo em que a evapotranspiração real será menor que a potencial. Portanto, um estudo mais pormenorizado da evapotranspiração real, e também dos coeficientes por cultura, que definem a evapotranspiração máxima, são objetivos que fogem do âmbito desse trabalho, mesmo assim discutir-se-á mais adiante os dados obtidos da evapotranspiração potencial a luz de dados da literatura, com estudos em regiões com características climáticas similares.

Conforme o exposto, e considerando a maior adequação para um estudo em escala regional, conforme anteriormente explicitado, adotou-se uma análise mais

pormenorizada da evapotranspiração potencial. Nesses termos, destaca-se que, conforme BERLATO E MOLION (1981), quando se considera a cobertura com muitos tipos de vegetação em geral, e cobrindo completamente o solo sem deficiência hídrica, a evapotranspiração potencial é aproximadamente constante, independentemente do tipo de vegetação, daí poder considerar apenas as variáveis meteorológicas, consistindo-se em parâmetro ideal na utilização de um índice regional.

Como a evapotranspiração potencial de referência ET_0 depende exclusivamente das condições climáticas, têm sido propostos diversos métodos teórico-empíricos para estimá-la, utilizando apenas os dados de clima. No software CLIMA, conforme o trabalho de FARIA, et al. (2002), trabalha-se com a evapotranspiração potencial de referência, conforme padrão¹¹ definido pela FAO (ALLEN et al., 1998), permitindo a utilização de quatro métodos amplamente utilizados na literatura especializada, ou seja: a) Método Penman-Monteith; b) Método FAO24-Penman; c) Método Richie-Priestley & Taylor e; d) Método de Thornthwaite.

O cálculo da ET_0 no método de Thornthwaite tem seu valor baseado na média mensal do período, ao contrário dos outros métodos que têm seus valores calculados diariamente. Descreve-se, na seqüência, os procedimentos de cálculo segundo cada método utilizado, ou seja:

a) Método de Penman-Monteith:

A equação de Penman-Monteith, definida como padrão pela FAO (ALLEN et al., 1998), assume uma superfície cultivada com grama hipotética com altura de 0,12m,

¹¹ Conforme padrão definido pela FAO, segundo ALLEN et al. (1998), considera-se a evapotranspiração potencial de referência como a perda de água de uma superfície extensa e uniforme, sob vegetação rasteira (grama), em crescimento ativo e cobrindo inteiramente o solo que se encontra sem restrição hídrica.

resistência aerodinâmica (r_s) de 70 s m^{-1} e albedo de 0,23. O método requer medidas de temperatura do ar (máxima e mínima), umidade relativa do ar, radiação solar ou sua estimativa a partir da medida de horas de insolação, e velocidade do vento, tomadas a 2m de altura ou corrigidas para este patamar. O Valor de evapotranspiração de referência (mm d^{-1}) é dado por:

$$ETM = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (es - ea)}{(\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2))} \dots\dots\dots(1)$$

em que o parâmetro multiplicativo Δ ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$) corresponde à declividade da curva de pressão de vapor de água à temperatura do ar e γ ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$) corresponde à constante psicrométrica, calculadas em função da temperatura média do ar (T , em $^\circ\text{C}$), obtida pela média entre temperaturas máxima e mínima, e pressão atmosférica (P , em kPa), respectivamente, de acordo com as seguintes relações:

$$\Delta = (0,2(7,38 \cdot 10^{-3} T + 0,8072)^7 - 0,000116) \dots\dots\dots(2)$$

e

$$\gamma = \frac{1,013 \cdot 10^{-3} P}{0,622\lambda} \dots\dots\dots(3)$$

em que λ é calor latente de vaporização (MJ kg^{-1}), dependente de T , calculada pela equação:

$$\lambda = 2,501 - 2,361 \cdot 10^{-3} T \dots\dots\dots(4)$$

e P é uma função da altitude (z , em m), de acordo com:

$$P = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065z}{293} \right)^{5,26} \dots\dots\dots(5)$$

A radiação líquida na superfície (Rn , em $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) é calculada pela Equação 6, considerando-se nulo o balanço do fluxo de calor no solo (G , em $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$):

$$Rn = \frac{1}{\lambda} [(1-r)Rs - Rb] \dots\dots\dots (6)$$

onde r é albedo (adimensional) e Rs é radiação solar incidente ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) medida ou calculada por:

$$Rs = \left(a + b \frac{n}{N} \right) Q_0 \dots\dots\dots (7)$$

sendo a e b coeficientes de regressão, n é número de horas de insolação durante o dia (horas), Q_0 é radiação extraterrestre ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) para cada dia do ano, calculada pela seguinte relação:

$$Q_0 = \frac{24(60)}{\pi} G_{sc} d_r [W_s \text{sen}(\phi) \text{sen}(\delta) + \cos(\phi) \cos(\delta) \text{sen}(WS)] \dots\dots\dots (8)$$

onde G_{sc} é a constante solar ($0,082 \text{ MJ m}^{-2} \text{min}^{-1}$), ϕ é a latitude (radiano) e δ é a declinação solar (radiano) dada em função dia do ano contado após 1 de janeiro (J):

$$\delta = 0,4093 \text{sen} \left[2\pi \left(284 + \frac{J}{365} \right) \right] \dots\dots\dots (9)$$

W_s é o ângulo horário do pôr do sol (radiano) e d_r é a distância relativa terra-sol (adimensional), respectivamente calculados pelas seguintes relações:

$$W_s = ar \cos \tan(\delta) (-\tan(\phi)) \dots\dots\dots (10)$$

e

$$d_r = 1 + 0,033 \cos \left(2\pi \frac{J}{365} \right) \dots\dots\dots (11)$$

A duração do dia ou horas de brilho solar N (horas), usada na equação 7, é dada por:

$$N = \frac{24}{\pi} W_s \dots\dots\dots (12)$$

No balanço de energia (Equação 6), R_b corresponde ao saldo de radiação de onda longa ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), calculada pela seguinte relação:

$$R_b = \sigma \left(\frac{(273 + T_{\max})^4 + (273 + T_{\min})^4}{2} \right) (0,34 - 0,14\sqrt{ea}) \left(1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right) \dots\dots\dots(13)$$

sendo σ a constante de Stefan-Boltzmann ($4,903 \cdot 10^{-9} \text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1} \text{ K}^{-4}$), T_{\max} e T_{\min} são temperaturas máxima e mínima, R_{so} é radiação direta de onda curta (Mj m^2) dada pela Equação 14:

$$R_{so} = (0,75 + 2 \cdot 10^{-5} z) Q_0 \dots\dots\dots(14)$$

ea corresponde à tensão parcial de vapor (kPa), calculada em função da umidade relativa (UR, fração) e tensão de saturação de vapor (es , kPa):

$$ea = es \frac{UR}{100} \dots\dots\dots(15)$$

sendo es obtida da média da tensão de saturação de vapor estimada à temperatura máxima (T_{\max}) e mínima (T_{\min}), de acordo com:

$$es = \left(\frac{e^{\left(\frac{16,78 \cdot T_{\max} - 116,9}{237,3 + T_{\max}} \right)} + e^{\left(\frac{16,78 \cdot T_{\min} - 116,9}{237,3 + T_{\min}} \right)}}{2} \right) \dots\dots\dots(16)$$

onde e é a base de logaritmo natural (2,7183). Finalmente, na Equação 1, U_2 é a velocidade do vento a 2m de altura (m s^{-1}), que pode ser calculada da velocidade do vento (U) medido à altura h , de acordo com:

$$U_2 = \left(\frac{2}{h} \right)^{0,2} U \dots\dots\dots(17)$$

b) Método FAO24-Penman:

Na versão FAO24 (DOORENBOS & PRUITT, 1977; JENSEN et al., 1989) a evapotranspiração de referência (mm d^{-1}) é expressa em função de um termo energético e outro aerodinâmico, como na equação original de Penman (PENMAN, 1948) que é considerada por CASTRO et al. (1987) como um dos métodos mais precisos, porém com o termo aerodinâmico modificado, de acordo com a seguinte relação:

$$ETFP = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (Rn - G) + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} 2,7Wf(es - ea) \dots\dots\dots(18)$$

Para o cálculo de *ETFP*, demanda-se as mesmas medidas dos elementos climáticos que o método anterior (*Tmax*, *Tmin*, *UR*, *n* e *U2*). Como particularidades do método, a tensão de saturação de vapor (*es*, em kPa) é calculada pela Equação 16, mas usando-se a temperatura média diária, e utiliza-se a seguinte relação (Equação 19), ao invés da Equação 13 para calcular o saldo de radiação de onda longa (*Rb*, em $\text{MJ m}^2 \text{d}^{-1}$):

$$Rb = \sigma(273 + T)^4 \left(0,34 - 0,14\sqrt{ea} \right) \left(0,1 + 0,9 \frac{n}{N} \right) \dots\dots\dots(19)$$

Finalmente , a função de vento (*Wf*, m s^{-1}) é dada pela Equação 20:

$$Wf = 1 + 0,864U^2 \dots\dots\dots(20)$$

c) Método Ritchie-Priestley & Taylor:

Na versão de Ritchie do método Priestley & Taylor (RITCHIE, 1985), a evapotranspiração potencial é calculada da evapotranspiração de equilíbrio (EEQ), sob as seguintes restrições de temperatura:

$$ETPT = 1,1EEQ \qquad \text{para } 5 \text{ } ^\circ\text{C} \leq T_{\text{max}} < 34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$ETPT = EEQ[1,1 + 0,05(T_{\max} - 34)] \quad \text{para } T_{\max} \geq 34 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$ETPT = EEQ[0,01e^{(0,18(T_{\max} + 20))}] \quad \text{para } T_{\max} < 34 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots\dots\dots(21)$$

sendo:

$$EEQ = R_s(4,88 \cdot 10^{-3} - 4,37 \cdot 10^{-3} r)(T_d + 29) \dots\dots\dots(22)$$

em que R_s é radiação solar (Equação 7), r é albedo, e T_d é temperatura média durante o dia, calculada em função das temperaturas máxima (T_{\max}) e mínima (T_{\min}), dadas em $^{\circ}\text{C}$, de acordo com:

$$T_d = 0,6T_{\max} + 0,4T_{\min} \dots\dots\dots(23)$$

Para cálculo de ETPT são requeridas somente medidas de T_{\max} , T_{\min} e n .

d) Método de Thornthwaite:

O método de THORNTHWAITE (1948) para o cálculo da evapotranspiração potencial foi desenvolvido, preliminarmente, através de correlações entre elementos meteorológicos e determinações da evapotranspiração em bacias hidrográficas, computando-se diferenças entre a água recebida pela chuva e perdida pelo deflúvio. É uma fórmula empírica, baseada em função logarítmica da temperatura média do ar e do comprimento do dia (latitude do local), aumentando-se a precisão com o incremento do tempo considerado. Conforme REICHARDT (1990), consiste-se de um método relativamente simples e, portanto, muito utilizado. Neste método, a média mensal da evapotranspiração potencial (mm d^{-1}) é calculada usando somente valores médios mensais da temperatura do ar (T_m , em $^{\circ}\text{C}$), de acordo com a seguinte expressão:

$$ETW = 16D_j \left(10 \frac{T_m}{I} \right)^a \dots\dots\dots(24)$$

sendo D correspondente a um fator de ajuste para os diferentes meses do ano (j), que é dependente da duração do dia contabilizado para o 15º dia do mês ($N_{j,15}$), usando-se a Equação 12, e número de dias do mês (ND), conforme o seguinte:

$$D_j = \frac{N_{j,15}}{12} \frac{ND_j}{30} \dots\dots\dots(25)$$

e I é um índice de calor anual, calculado pela soma de valores mensais, conforme a seguinte relação:

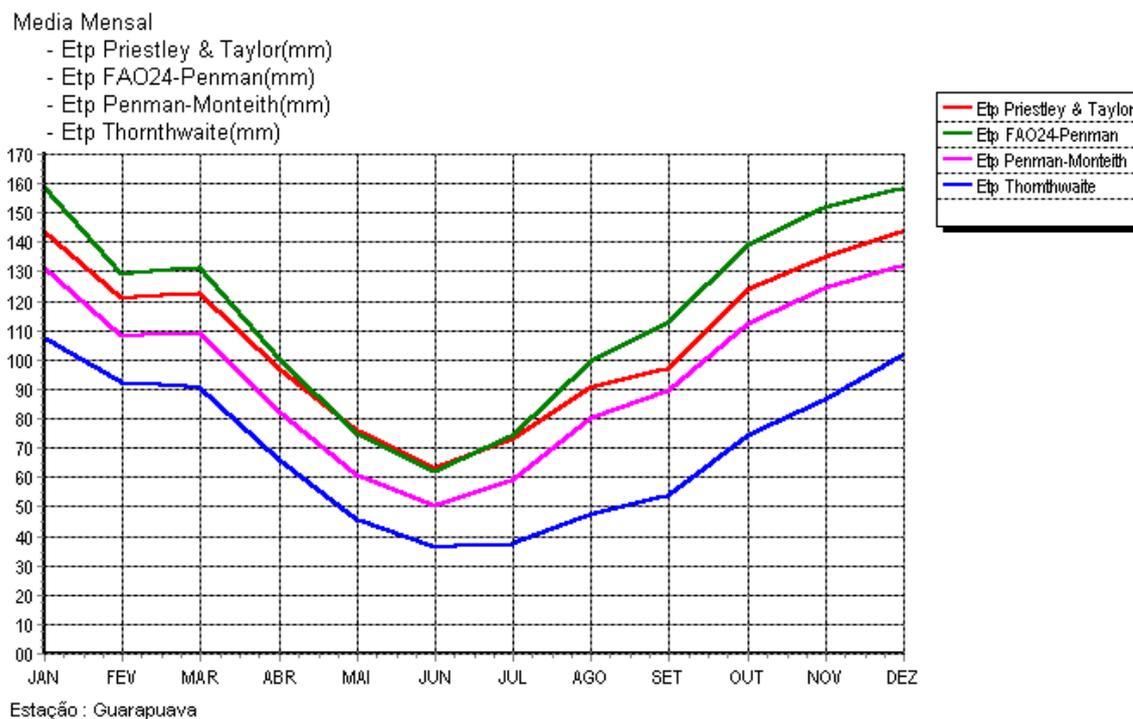
$$I = \sum_1^{12} \left(\frac{T_m^*}{5} \right)^{1,514} \dots\dots\dots(26)$$

na qual T_m^* é a temperatura média mensal calculada com dados da série histórica, e a é uma função de I descrita por:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,792 \cdot 10^{-2} I + 0,49239 \dots\dots\dots(27)$$

Na seqüência apresenta-se a análise gráfica da evapotranspiração potencial ET_0 , calculada conforme os quatro métodos anteriormente descritos. No primeiro gráfico dessa série (figura 23), observa-se o comportamento da evapotranspiração potencial (ET_0 ou Etp), mostrando sua variação ao longo dos diferentes meses do ano, segundo os quatro modelos, quais sejam: a-) Priestley & Taylor; b) FAO24-Penman; c) Penman-Monteith e; d) Thornthwaite.

Figura 23. Evapotranspiração potencial mensal, calculada a partir de dados históricos do IAPAR, conforme os modelos de Priestley & Taylor, FAO24-Penman, Penman-Monteith e Thornthwaite, para a Estação Meteorológica em Guarapuava, localizada em 25° 21' de latitude sul e 51° 30' de longitude oeste, a uma altitude de 1.058,0 metros (elaborado pelo autor a partir dos dados numéricos da estação).



Conforme podemos analisar nos gráficos da figura 23, o comportamento geral da evapotranspiração potencial segue um padrão para todos os modelos, no sentido de apresentarem seus maiores valores nos meses de dezembro e janeiro, período também de maior temperatura, característica própria do verão. Os valores decrescem a partir de janeiro, até atingir os menores valores quando do inverno, nos meses de junho e julho. Por fim, crescendo novamente a partir de agosto, gradativamente, até atingir os picos em dezembro e janeiro.

Os métodos FAO24-Penman e Priestley & Taylor apresentaram os maiores valores, sendo entre si muito semelhante o período que vai de abril até julho. O método de

Penman-Monteith apresentou resultados intermediários, sendo que o de Thornthwaite apresentou os mais baixos valores.

Visando recomendar qual dos métodos é mais adequado à realidade regional estudada, pesquisou-se dados da literatura que pudessem auxiliar nesta escolha. Deste modo, conforme podemos observar em FRANK & INOUE (1994) e em LEOPOLDO et al. (1995), que estudaram o comportamento da evapotranspiração em ambiente com floresta tropical e subtropical úmido, muito semelhante ao de Guarapuava/PR, obtiveram os valores respectivos de 1.363 mm/ano e 1.493 mm/ano. Nesta mesma linha de pesquisa, COCHRANE et al. (1985), estudando a região amazônica, onde se espera uma das maiores evapotranspirações do planeta, foi encontrado valores entre 1.350 mm/ano até 1.650 mm/ano e que, segundo esses autores, são valores muito semelhantes se comparado com a maioria das florestas úmidas existentes no mundo. Já para o no caso estudado, nos 4 modelos adotados tivemos os seguintes valores: a) Etp Priestley & Taylor = 1.285,6 mm/ano; b) Etp FAO24-Penman = 1.372,6 mm/ano; c) Etp Penman-Monteith = 1.126,3 mm/ano e; d) Etp Thornthwaite = 837,8 mm/ano.

Conforme podemos observar dos dados obtidos, em comparação dos dados da literatura para regiões semelhantes do globo, o método FAO24-Penman, com um valor de 1.372,6 mm/ano, foi o que mais se aproximou. Deste modo, para o presente caso estudado, adotamos o método FAO24-Penman como uma referência para a região de Guarapuava, onde o cálculo da evapotranspiração potencial pode ser adotado como um elemento climatológico característico da região, até que se possa produzir dados primários e definir-se um índice mais apropriado.

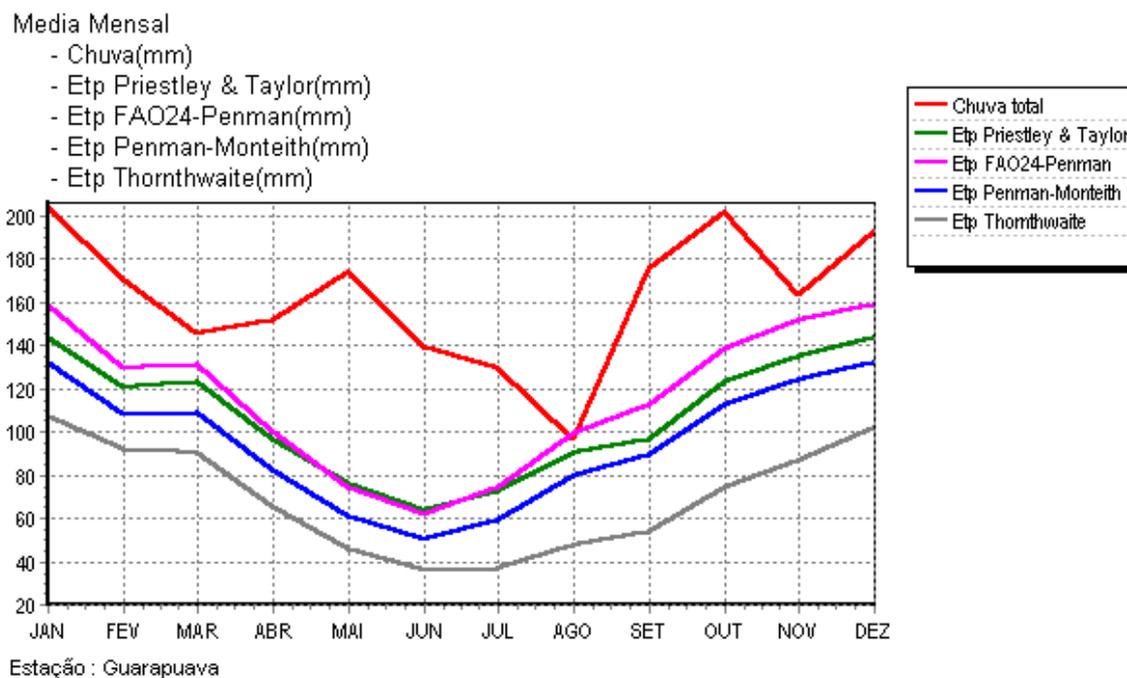
Quanto ao método de Thornthwaite, cabe a consideração de que foi o que mais se distanciou dos dados esperados, tendo-se por base a pesquisa bibliográfica. Em acréscimo,

podemos citar REICHARDT (1990), onde é comentado que, como é um método tido como simples, e se basear praticamente apenas na temperatura do ar, as estimativas por ele obtidas podem desviar bastante do valor real.

Uma análise interessante de se efetuar, refere-se ao cruzamento de informações da evapotranspiração com a precipitação, de modo a identificar possíveis limitações em termos de déficit hídrico (Figura 24), onde percebemos que praticamente, analisando-se um horizonte temporal de 26 anos de dados diários, não ocorre déficit, independentemente do método adotado para o cálculo da evapotranspiração, excetuando-se para o caso do mês de agosto (menor precipitação histórica) com relação ao método FAO24-Penman.

Isso não quer dizer que não ocorre déficit hídrico com relação aos cultivos, por exemplo, em períodos críticos, mas de modo geral a região apresenta um clima em que em média a precipitação segue o padrão de ser sempre superior a evapotranspiração potencial. Aspecto esse, que favorece cultivos de maior exigência em termos de disponibilidade hídrica, tal como acontece na horticultura que trabalha com plantas que alcançam pequena profundidade radicular.

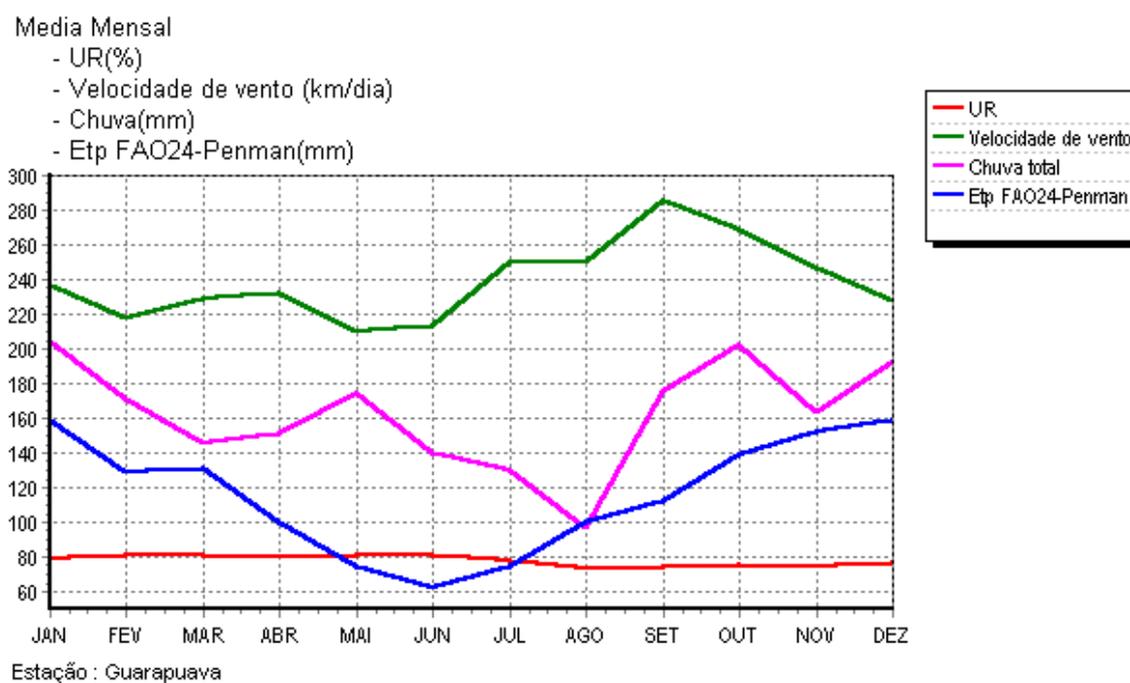
Figura 24- Gráfico das médias mensais, referente à série de 26 anos de dados diários da Estação Climatológica de Guarapuava, da precipitação e evapotranspiração por 4 diferentes métodos. Estação localizada em 25° 21' de latitude sul e 51° 30' de longitude oeste, a uma altitude de 1.058,0 metros (elaborado pelo autor a partir dos dados numéricos da estação).



Apresenta-se, na seqüência, a figura 25, que se refere a uma análise integrada do comportamento da evapotranspiração potencial, calculada mediante o emprego do modelo FAO24-Penman, e comparada com a influência da umidade relativa do ar (UR%), velocidade do vento (km/dia), chuva total (mm/dia) e evapotranspiração potencial segundo modelo FAO24-Penman. Como podemos perceber da análise gráfica, o comportamento da velocidade do vento é basicamente, na maior parte do tempo, oscilante entre um mínimo de cerca de 210 km/dia até, aproximadamente 240 km/dia, desde os meses de janeiro até julho, quando ocorre um aumento que atinge seu ápice em setembro, por volta dos 280 km/dia, declinando até o mês de dezembro, atingindo a mesma faixa inicialmente definida. É interessante notar que,

quando ocorre o aumento na velocidade do vento, pronunciadamente a partir dos meses de julho e agosto, é juntamente onde ocorre o menor valor em termos de chuva total (mm).

Figura 25. Gráfico com análise combinada do comportamento da umidade relativa do ar (UR %), velocidade do vento (km/dia), chuva total (mm) e evapotranspiração potencial segundo modelo FAO24-Penman. Dados históricos do IAPAR. Estação localizada em 25° 21' de latitude sul e 51° 30' de longitude oeste, a uma altitude de 1.058,0 metros (elaborado pelo autor a partir dos dados numéricos da estação).



Destacadamente em agosto, quando ocorre uma quase coincidência de valores entre a quantidade de chuva total (mm) e a evapotranspiração potencial (Etp), coincide também com uma diminuição da umidade relativa do ar (%). Essa característica pode ser interpretada como um fator limitante à exploração agrícola, devido ao maior secamento da umidade, devido à ação do vento, aliado a um período de menor oferta de água. Neste aspecto é importante sinalizar para a implantação de práticas de proteção, como por exemplo a manutenção da cobertura vegetal sobre os solos, e implantação de “quebra-ventos”, como

forma de melhor proteger os cultivos , prevenindo contra possíveis déficits hídricos, além de implantação de cinturões verdes de mata nativa, visando a preservação da fauna e da flora, principalmente nas “cabeceiras” das linhas de drenagem e nascentes. Ainda talvez mais preocupante, tendo em vista que por motivo do risco de geadas e de temperaturas baixas, agosto não é importante no calendário agrícola da região, tem-se a vulnerabilidade da vegetação face a eventuais queimadas. Essa vulnerabilidade aumenta após períodos inverniais rigorosos acompanhados de fortes geadas.

Deve-se ainda atentar para o fato de que a Estação Climatológica de Guarapuava/PR, situa-se numa altitude de 1.058 metros, de onde se obteve os dados relativos à velocidade dos ventos. Quanto a esta questão, no perímetro estudado é comum a ocorrência de cotas acima de 1.200 metros, chegando ao ápice em 1.292 metros, ou seja, há um gradiente de 234 metros acima da Estação. Portanto é esperado, principalmente nestas porções do relevo, nas terras mais elevadas, que o potencial de secamento do solo no mês de agosto seja mais acentuado, apesar da redução de temperatura média correspondente ao desnível ($1,3^{\circ}\text{C}/1$, usando um coeficiente adiabático médio do ar de $1^{\circ}\text{C} / 180\text{m}$).

4.2 CLASSIFICAÇÃO GEOQUÍMICA DA PAISAGEM

A observação do geoambiente sob a ótica traçada e cientificamente fundamentada permitiu, inicialmente, uma separação cartográfica com a delimitação de quatro grandes ambientes (conforme podemos visualizar na figura 26 – Mapa de Paisagens Geoquímicas – Setor Leste de Guarapuava – PR). Estes, especificados em 4 variações em tonalidade de cor, ou seja:

a) as variações em tonalidade rosa representam o ambiente, sob o ponto de vista geológico (que dá a primeira ordenação no sistema), originado dos arenitos de granulação fina a grosseira do Grupo São Bento, além do componente Formação Rio do Rasto do Grupo Passa Dois, ora simplesmente denominado de região do Arenito;

b) as variações em tonalidade marrom representam sob o ponto de vista geológico as formações derivadas do Grupo São Bento, Formação Serra Geral, antes definido, ocorrendo em região morfológicamente mais alta, com predomínio de relevo suave ondulado à ondulado, aqui definidas como Planalto Basáltico;

c) as variações em tonalidade amarela também são formadas a partir das rochas do Grupo São Bento, Formação Serra Geral, contudo ocorrem em região morfológicamente diferenciada da região anterior, apresentando uma rede de drenagem mais intensa e predomínio de relevo mais acidentado, predominando o relevo fonte ondulado à montanhoso e em menores altitudes, aqui definida como região de Porção da Bacia do Rio das Pedras;

d) a tonalidade azul representa o ambiente aqual (rios e lagos) e;

e) a tonalidade verde refere-se ao ambiente urbano, caracterizado pela Cidade de Guarapuava/PR, onde não foi realizado levantamento de campo tendo em vista tratar-se de ambiente urbanizado, pois isto seria distante dos objetivos propostos no presente estudo.

Contudo é importante ressaltar que este ambiente exerce influência sobre sua interface, destacadamente no ambiente da Bacia do Rio das Pedras. Há uma interação entre os ambientes na coleta de água pela SANEPAR na bacia hidrográfica do Rio das Pedras, nas atividades humanas de ocupação do espaço geográfico para fins de habitação. Não raro é permitido ou se tolera que esta se localize em áreas impróprias, situadas nas “cabeceiras” das nascentes, áreas limítrofes em termos de mudança no gradiente de inclinação, desmatamento, queimada, depósito irregular de lixo e esgoto (situação ilustrada pelas fotos 1 e 2).

Foto 1. Localidade entre o Rio das Pedras e o perímetro urbano de Guarapuava. Coordenadas UTM X=456.437 metros e Y=7.191.602 metros. Esta foto representa o início da estrada que vai a sentido ao Rio das Pedras. Vista ao alto, ao fundo, áreas urbanizadas da cidade de Guarapuava em processo de urbanização nas “cabeceiras” de importantes mananciais de água, inclusive ocorrendo depósito irregular de esgoto.



Foto 2. Coordenadas UTM X=456.076 metros e Y=7.190.752 metros. A foto abaixo representa a captação de água pela SANEPAR no Rio das Pedras (região abaixo da situação representada pela foto 1).



Para se chegar aos limites cartográficos referentes aos os 4 grandes ambientes geoquímicos, caracterizados por grandes compartimentos geomorfológicos, partiu-se da interpretação analógica, antes referida, sobre a Figura 27 – Imagem Sombreada – Setor Leste de Guarapuava-PR.

Para auxiliar na tomada de decisão quanto às delimitações cartográficas, também foi utilizado uma análise sobre a Figura 28 – Transformação IHS – Setor Leste de Guarapuava-PR, que proporcionou uma excelente visualização dos grandes compartimentos geoquímicos e suas variações espaciais. Assemelhando-se com a referida interpretação analógica efetuada sobre a imagem sombreada. Neste caso, como é um instrumental que, a partir das informações digitais sobre a topografia e de uma imagem de satélite, é elaborado de forma praticamente automática pelo SPRING, pode se tornar uma interessante ferramenta para ser utilizada na segmentação de ambientes. No caso do presente estudo, é evidente a

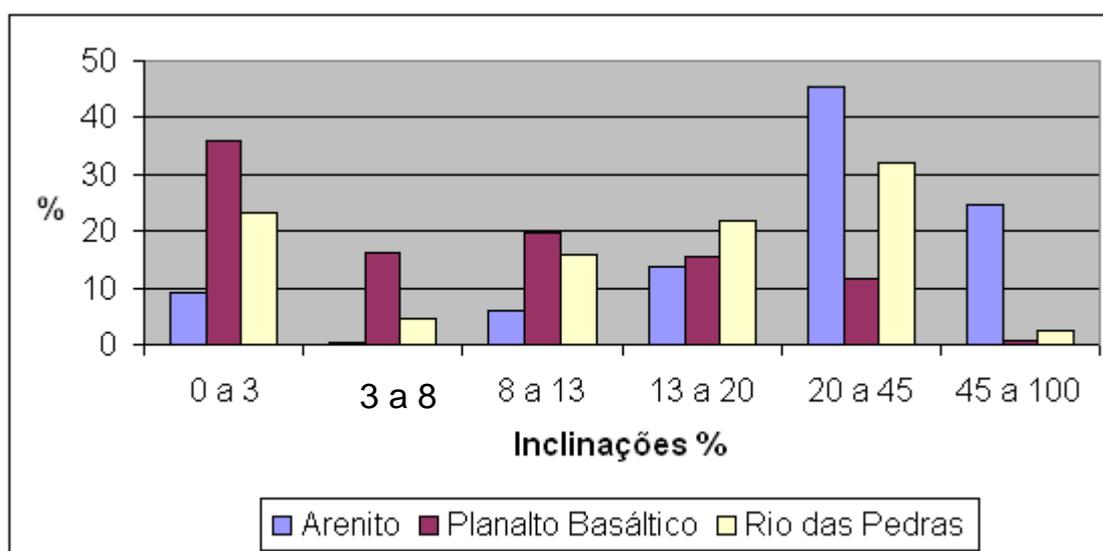
separação visual dos ambientes desenvolvidos nas regiões do Arenito e Basalto. Também é evidente a separação que observamos no caso das regiões influenciadas pelo Basalto, as quais nominou-se de Planalto Basáltico e Porção da Bacia do Rio das Pedras.

A visualização da hipsometria, (40 em 40 metros), conforme podemos apreciar na Figura 29 – Mapa Hipsométrico – Setor Leste de Guarapuava – PR, também contribuiu para confirmar a diferenciação nos ambientes especificados, onde observamos, de maneira geral e mais destacadamente: a) a ocorrência de altitudes menores na região do Arenito (variando desde 780 até 940 metros de altitude); b) regiões mais altas no Planalto Basáltico (por exemplo toda a faixa que vai de 1140 a 1291 metros e; c) altitudes intermediárias na Porção da Bacia do Rio das Pedras (em destaque para a faixa que vai de 940 a 1110 metros). Estas diferenças em comportamento quanto às faixas de altitude em cada ambiente cartografado evidencia o gradiente das feições geográficas, produzindo diferentes microclimas, que serão melhores especificados mais adiante, com influência direta sobre as características físicas, químicas e biológicas do meio físico.

Assim como os produtos cartográficos antes especificados, também se observou a diferenciação dos ambientes cartografados, conforme constatamos da observação e análise quanto à Figura 30 – Mapa Clinográfico – Porção Leste de Guarapuava – PR. É evidente a diferenciação do relevo, quanto à sua inclinação, quando comparamos os diferentes compartimentos geomorfológicos, demonstrando a ocorrência de relevos mais inclinados na região do Arenito, inclinações mais amenas no Planalto Basáltico e inclinações intermediárias na Bacia do Rio das Pedras.

De uma forma mais detalhada, mediante a conversão dos dados relativos ao quantitativo em termos de área expressa em hectares, de cada intervalo de inclinação em seu respectivo geoambiente, posteriormente transformados em termos percentuais, plotaram-se estes dados na forma de apresentação gráfica, conforme podemos visualizar na figura 31.

Figura 31. Distribuição percentual dos intervalos de inclinações do terreno para cada um dos três grandes geoambientes cartografados: Arenito, Planalto Basáltico e Rio das Pedras.



Da análise da figura 31, podemos constatar que na região do Arenito ocorre um predomínio do intervalo de inclinação que vai de 20 a 45%, com significativa expressão na faixa de 45 a 100%; a região do Planalto Basáltico apresenta uma predominância do intervalo que vai de 0 a 3% de inclinação, apresentando uma distribuição relativamente homogênea entre as faixas de 3 a 8%, 8 a 13% e 13 a 20%; o ambiente localizado na Porção do Rio das Pedras, a exemplo da região do Arenito, apresenta concentração maior no intervalo que varia de 20 a 45%, contudo com menor expressão que o caso do Arenito, distribuindo-se de forma relativamente homogênea nas faixas de intervalo de 0 a 3% e 13 a 20%.

Após as análises e interpretações efetuadas sobre os produtos cartográficos, foi possível poligonizar as feições que podem ser vistas na Figura 26 – Mapa de Paisagens Geoquímicas. A legenda integra informações gerais sobre a geologia, classificação geoquímica, associação de solos predominante e destaca algumas características edáficas. Reúne, portanto, informações variadas, principalmente caracterizando o ambiente em termos de suas potencialidades e limitações.

O que se descreveu até este ponto fornece uma razoável sustentação técnico-científica para o mapeamento efetuado. Podemos resumir esta base em: a) acervo bibliográfico; b) elaboração de uma base conceitual; c) trabalho cartográfico e; d) aplicação de técnicas de geoprocessamento. Contudo é de essencial importância o aprofundamento da compreensão de algumas relações existentes no meio físico, principalmente quanto à tipologia dos solos, seus aspectos químicos e físicos em plena interação com as formas de paisagens geoquímicas identificadas nesta região do Planalto Basáltico Subtropical. Este aprofundamento, integrado ao conceito de FORTESCUE (1980), foi buscado conforme o item 4.2.1, na seqüência.

4.2.1 CARTOGRAFIA MORFOPEDELÓGICA E UNIDADES DE PAISAGENS GEOQUÍMICAS

4.2.1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A validação do modelo geoambiental construído foi buscada mediante a definição de “perfis modais” de solos para as unidades cartografadas e mapeadas. Estes modelos foram selecionados de forma a representarem as melhores possibilidades de ocorrência em termos de tipologia de solos e suas formas de associações no relevo. Há

algumas pequenas alterações dependendo do local amostrado, como exemplos: diferenças de profundidade do horizonte B, e quantidades de elementos químicos.

De qualquer forma, os modelos escolhidos procuram refletir a maior probabilidade de ocorrência, tendo em vista serem modelos de maior expressão em termos de repetições em relação às observações de campo. No item 4.2.1.5 encontram-se outras descrições de perfis, sendo as repetições e/ou inclusões para cada ambiente estudado, definidos como perfis complementares.

Ressalta-se que, embora não seja necessária a descrição morfológica do horizonte “C” para a classificação do solo, no “Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo”, em todos os exemplos lá citados, essa descrição foi realizada (LEMOS & SANTOS, 2002). Ademais, acrescenta-se que o manuseio deste material apresenta a propriedade de fornecer importantes informações, de uma zona do solo, que também é alcançada pelas raízes das plantas, podendo subsidiar o planejamento de cultivos variados, principalmente tendo em vista o caráter multifinalitário da agricultura familiar.

É importante destacar que será dado um enfoque mais descritivo neste ponto do trabalho, tendo em vista que o processo interpretativo e aplicado é desenvolvido mais adiante, quando da integração dos dados das paisagens geoquímicas com a aptidão agrícola.

Ainda considerando um enfoque mais amplo, também relacionado à metodologia morfológica, atenta-se quanto à análise relativa à diferenciação quanto ao formato espacial da rede de drenagem e diferenças em termos de microclima e fertilidade do solo, ou seja:

a) Com relação à rede de drenagem: em todos os compartimentos o formato é do tipo dendrítico, contudo sua densidade é diferente em cada um dos três modelos de paisagens geoquímicas definidas para a região estudada. Na região da Bacia do Rio das Pedras

a densidade de drenagem é a mais intensa de todas; no Planalto Basáltico a rede de drenagem torna-se mais alongada e menos densa, isso comparando com a Bacia do Rio das Pedras; por fim, a região do Arenito, apresenta uma rede de drenagem menos densa de todos os ambientes e está bem caracterizada nos profundos entalhes que ocorrem no relevo nesta região, que compreende parte da Serra da Esperança, com ocorrência de relevo forte ondulado a montanhoso.

b) Com relação aos diferentes microclimas: sempre tendo como parâmetro os dados discutidos no capítulo referente à dinâmica climática da região, mesmo não tendo dados quantitativos por unidade de paisagem, observou-se nos trabalhos de campo nítida diferença em termos de umidade nos dois ambientes derivados do basalto, ou seja, a Porção da Bacia do Rio das Pedras e o Planalto Basáltico. Na Bacia do Rio das Pedras, onde a rede de drenagem é mais intensa, observa-se um microclima mais úmido em relação ao Planalto Basáltico, inclusive em termos da conservação da umidade do solo (percepção em trabalho de campo). As geadas, quando ocorrem, certamente serão mais severas no ambiente da Bacia do Rio das Pedras, por apresentar maior confinamento topográfico, o que acentua as inversões térmicas. De outro lado, no Planalto Basáltico ocorrem as maiores rajadas de vento nos topos, pois é onde se alcançam as maiores altitudes, são regiões mais secas, mais susceptíveis a danos por granizo, por exemplo. No caso do ambiente derivado do Arenito, o clima é bastante úmido, neste caso fundamentalmente por conservar grande parte de sua área com importantes fragmentos florestais, sendo mais uma condição dada pela densa vegetação, do que propriamente referente às propriedades dos solos, que como veremos mais adiante são altamente susceptíveis ao fenômeno erosivo, aliando ao fato da ocorrência de maiores teores de areia nos horizontes do solo.

c) Quanto à fertilidade do solo: tendo por base os níveis de interpretação especificados no item 3.12.1, efetuou-se uma análise geral, da questão da fertilidade dos solos, em cada um dos 3 grandes ambientes geoquímicos, demonstrando as principais diferenças que reforçam sua segmentação em diferentes regiões homogêneas. O que se observa dos resultados das análises laboratoriais é que as principais diferenças encontradas em relação aos 3 grandes ambientes, também evidenciadas nos perfis descritivos, e que integram as paisagens geoquímicas, são:

c-1) Para o ambiente referenciado como Porção da Bacia do Rio da Pedras, os valores para a acidez em pH CaCl_2 apresentaram variação praticamente concentrada em alta até muito alta acidez apresentando valores baixos somente numa situação em que houve aplicação de corretivo no solo; no Planalto Basáltico estes valores concentram-se na faixa muito alta acidez, diferenciando-se do ambiente da Bacia do Rio das Pedras; no ambiente do Arenito, também há concentração dos valores em patamares que os classificam como muito alta acidez, contudo é neste ambiente que ocorre os menores valores, indicando uma acidez maior.

c-2) Com relação à presença de alumínio tóxico (Al^{+++}), o comportamento segue a mesma lógica especificada no item a, ou seja, para a Bacia do Rio da Pedras houve uma concentração de valores classificados como altos, mas também foram identificados valores médios e baixos. No Planalto Basáltico há forte concentração de valores que os classificam como altos. Na região do Arenito os valores também se classificam como altos, contudo atingindo os maiores valores. É importante destacar que o alumínio tóxico encontra-se distribuído em todos os horizontes, normalmente acentuando-se do horizonte A para o B, tornando-se onerosa e dificultada sua neutralização em subsuperfície.

c-3) Com relação aos teores de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, no caso da região da Bacia do Rio das Pedras foi onde atingiu os maiores valores, existindo a classificação que vai desde baixo, médio e até alta concentração destes elementos. No Planalto Basáltico estes valores concentram-se na escala definida como baixa. No caso do Arenito, também é baixa a classificação, contudo com os menores valores. O comportamento do Ca^{++} , avaliado de forma isolada, apresenta a mesma tendência em termos de comportamento quantitativo do $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$.

c-4) Os valores em termos de saturação de bases (V%), para todos os ambientes, normalmente é baixo a muito baixo, predominando este último. Contudo, seguramente há um gradiente em termos quantitativos, com os maiores valores para o ambiente da Bacia do Rio das Pedras, diminuindo os valores quando se adentra no ambiente do Planalto Basáltico e atingindo os menores índices no ambiente do Arenito.

c-5) Os valores calculados em termos de saturação de alumínio (m %) apresentam, para o ambiente da Bacia do Rio das Pedras, a classificação variando desde baixo/não-prejudicial, passando pelo intervalo de médio/levemente prejudicial atingindo até o intervalo muito alto/muito prejudicial, predominando amostras com esta última característica. O Planalto Basáltico já apresenta nítida predominância da classe muito alta. O gradiente em termos de saturação de alumínio atinge seu ápice no ambiente do Arenito, predominando também a classe muito alta. Esse gradiente ilustra bem um aspecto do fluxo geoquímico na região.

c-6) Com relação aos teores de matéria orgânica, é considerada alta, praticamente em todas os resultados laboratoriais, principal agente que determina a característica coloração brunada dos solos encontrados nesta região do estado do Paraná.

c-7) O fósforo apresenta-se predominantemente com níveis baixos para todos os ambientes estudados,

A diferença no comportamento dos elementos químicos, em cada região cartografada, evidencia a possibilidade de ocorrência de diferenciação nos basaltos desta região, possivelmente existindo andesitos não mapeados no ambiente do Planalto Basáltico, abrindo possibilidades de investigações científicas neste campo.

4.2.1.2. PERFIS MODAIS - PORÇÃO DA BACIA DO RIO DAS PEDRAS

4.2.1.2.1 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL

PONTO 30:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 23/07/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Alumínico câmbico A moderado
textura muito argilosa¹² fase floresta subtropical
perenifólia relevo plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 460.455 m. Y= 7.194.936 m.

Localidade conhecida como bairro dos “Limas”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em área de topo sob pastagem em relevo aplainado.

¹² O triângulo textural utilizado para a classificação do solo é diferente do utilizado na descrição morfológica. O primeiro conforme EMBRAPA (2006), e o segundo conforme LEMOS & SANTOS (2002). Esta observação é válida para todas as descrições efetuadas neste trabalho. (Cada triângulo especificado encontra-se em anexo).

FAIXA DE ALTITUDE: 1.140 m. a 1.180 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não Rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano a suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-15 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco); argila; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- B 15-80 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno/bruno-escuro (10YR 4/3, seco); muito argilosa; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.

C 80-150 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido) e amarelo (10YR 7/6, seco); muito argilosa; muito dura, friável, plástica, pegajosa.

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte A; finas e ocasionais no horizonte B.

OBSERVAÇÕES: - A estrutura não foi analisada, pois a coleta foi realizada mediante tradagem.
 - Área muito semelhante à condição original, pois o uso da pastagem, por muitos anos, tem proporcionado a devida conservação do solo.
 - Apesar de não apresentar horizonte "A" húmico, o critério de enquadramento para Latossolo Bruno, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, foi: "...apresentando A húmico, ou teores de carbono orgânico superiores a 1% até 70 cm ou mais de profundidade. Apresentam alta capacidade de retração com a perda de umidade, evidenciada pelo fendilhamento acentuado em cortes de barrancos expostos ao sol..."

Quadro 2. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 30, nas profundidades de 0-15 cm e 15-80 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-15 cm	Valor 15-80 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	4,10	3,80
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	3,10	4,00
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	17,20	14,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	2,10	1,20
Ca ⁺⁺	cmol/kg	1,33	0,82
K ⁺	cmol/kg	1,21	0,64
T	cmol/kg	20,51	15,94
P	mg/kg	8,80	1,00
C	g/kg	50,40	23,80
V %	%	16,14	11,54
m %	%	48,36	68,49
SiO ₂	g/kg	---	175
Al ₂ O ₃	g/kg	---	204
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	126
TiO ₂	g/kg	---	31,4
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,70
MnO	g/kg	---	0,50
Ki	g/kg	---	1,46
Kr	g/kg	---	1,05

Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	2,54
Areia (2-0,05mm)	%	5,28	5,10
Silte (0,05-0,002mm)	%	39,72	18,90
Argila (< 0,002 mm)	%	55,00	76,00

PONTO 40:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 28/08/2003

CLASSIFICAÇÃO: GLEISSOLO HÁPLICO Ta Alumínico ebânico A moderado textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase campo subtropical de várzea relevo plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: GXva.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 462.819 m. Y= 7.190.565 m.

Localidade conhecida como “Campina do Guabiroba”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em área de topo sob campo subtropical de várzea.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.140 m. a 1.180 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não Rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano a suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Muito mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: campo subtropical de várzea

USO ATUAL: Vegetação de brejo.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Bg 10-25 cm, preto (10YR 2/1, úmido) e cinzento muito-escuro (10YR 3/1, seco); argilas siltosa; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Não foi analisada a estrutura, pois a coleta foi feita mediante tradagem.
- Só foi coletada amostra do horizonte Bg.
- Consiste de inclusão de solo.
- Área muito pequena, menor que a área mínima cartografável.
- Típico solo com hidromorfismo, de altitude.
- Devido a pouca quantidade de amostra e impossibilidade de retorno a área (recursos e tempo) não foi feito a textura em laboratório, pois teria-se que queimar a matéria orgânica, comprometendo a amostra.

Quadro 3. Características químicas de amostra do solo referente ao Ponto 40, na profundidade de 10-25 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 10-25 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,90
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	4,50
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	26,80
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	3,85
Ca ⁺⁺	cmol/kg	2,54
K ⁺	cmol/kg	0,43
T	cmol/kg	31,08
P	mg/kg	16,20
C	g/kg	142,20
V %	%	13,77
m %	%	51,25

4.2.1.2.2 PAISAGEM GEOQUÍMICA TRANS-ELUVIAL

PONTO 50:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 25/07/2003

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico A moderado textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 465.401 m. Y= 7.191.257m.

Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras” (referenciado no mapa topográfico do Ministério do Exército).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em área de meia encosta em relevo ondulado.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.180 m. a 1.220 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente Rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Laminar forte.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-10 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco); argila; moderada, pequena; muito dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana abrupta.
- Bi 10-27 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido) e bruno/bruno-escuro (7,5YR 4/4, seco); argila cascalhenta; moderada, média; ligeiramente dura, friável, plástica, pegajosa.

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte A.

- OBSERVAÇÕES:
- Perfil complementar ao ponto 49 devido à proximidade.
 - Não foi analisada a estrutura, devido à coleta por tradagem.
 - Ao lado desse solo, nas proximidades, ocorre Neossolo (AC).
 - Perfil próximo à “cabeceira” de drenagem.
 - Não há horizonte C. O horizonte Bi está assentado sobre a rocha.
 - Este solo apresenta algumas características de Latossolos. O critério para o enquadramento em Cambissolo, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação (EMBRAPA, 2006), foi à presença de saprolito: *“Alguns solos desta classe possuem características morfológicas similares às dos solos da classe dos Latossolos, mas distinguem-se destes por apresentarem, no horizonte B, uma ou mais das características, abaixo relacionadas,*

não compatíveis com solos muito evoluídos: ..., e) 5% ou mais do volume do solo apresenta estrutura da rocha original, como estratificações finas, ou saprolito, ou fragmentos de rocha semi ou não intemperizada".

Quadro 4. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 50, na profundidade de 10-27 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 10-27 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	3,90
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	5,00
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	14,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	0,63
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	0,42
K ⁺	cmol _c /kg	0,12
T	cmol _c /kg	14,85
P	mg/kg	3,00
C	g/kg	19,6
V %	%	5,05
m %	%	86,96
Areia (2-0,05mm)	%	22,012
Silte (0,05-0,002mm)	%	25,988
Argila (< 0,002 mm)	%	52,000

PONTO 16:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 21/07/2003

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico A moderado textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase floresta subtropical subperenifólia relevo forte ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: RLd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 456.578 m. Y= 7.191.524m.

Localidade entre o perímetro urbano de Guarapuava e o Rio das Pedras.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em barranco de corte de estrada em meia encosta sob pastagem.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.060 m. a 1100 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Extremamente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente Rochosa.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical subperenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-5 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/5, seco); argila muito cascalhenta; moderada, pequena, blocos subangulares;. dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana abrupta.
- C 5-10 cm, coloração variegada, úmida, composta de bruno-amarelado (10YR 5/7) e bruno-escuro (10YR 3/4); coloração variegada, seca, composta de amarelo (10YR 7/7) e bruno-escuro/bruno (7,5YR 4/4); argila muito cascalhenta, moderada, média, blocos subangulares; muito dura, muito firme, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Finas e freqüentes no horizonte A; finas e ocasionais no horizonte C.

OBSERVAÇÕES: - Em alguns pontos do relevo, nas proximidades deste perfil, as vezes, começa a formar B incipiente, portanto algumas vezes associado a Cambissolo. Neste tipo de relevo, quando encontramos mata, quase que invariavelmente é Neossolo, ocorrendo afloramentos rochosos.

Quadro 5. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 16, na profundidade de 0-5 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 0-5 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	5,00
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	0,00
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	4,60
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	8,15
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	5,35
K ⁺	cmol _c /kg	0,34
T	cmol _c /kg	13,90
P	mg/kg	1,30
C	g/kg	5,10
V %	%	64,86
m %	%	0,00
Areia (2-0,05mm)	%	12,192
Silte (0,05-0,002mm)	%	37,808
Argila (< 0,002 mm)	%	50,00

Foto 3. Localidade entre o perímetro urbano de Guarapuava e o Rio das Pedras, em área de meia encosta, com coordenadas UTM X=456.578 metros e Y=7.191.524 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico – Ponto 16.



PONTO 41:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 29/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO DISTRÓFICO câmbico A
moderado textura muito argilosa substrato rochas do
derrame do Trapp fase floresta subtropical perenifólia
relevo suave ondulado/ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 462.636 m. Y= 7.190.410m.

Localidade conhecida como “Guabiroba” (referenciado no mapa topográfico do Ministério do Exército).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em barranco no terço inferior da meia encosta em relevo aplainado sob cultura do milho.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.100 m a 1.140 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente Rochosa.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado/ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Milho.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap	0-10 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno-amarelo-escuro (10YR 3/4, seco); muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares;. dura, friável, plástica, pegajosa; transição plana clara.
ABp	10-40 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido) e bruno/bruno-escuro (7,5YR 4/4, seco); muito argilosa; moderada, média, blocos subangulares; dura, muito friável, plástica, pegajosa; transição plana clara.
B	40-150 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 4/4, seco); muito argilosa; moderada, média blocos subangulares; muito dura, friável, plástica, pegajosa.

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte A; finas e ocasionais nos horizontes ABp e B.

OBSERVAÇÕES: - A análise em barranco permitiu observar a estrutura.
 - Ocorrem conjugados com afloramentos de rochas e inclusões de Cambissolos.
 - Não coletado amostra do horizonte C por estar em profundidade não alcançada pela tradagem.
 - Apesar de não apresentar horizonte “A” húmico, o critério de enquadramento para Latossolo Bruno, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, foi: “...apresentando A húmico, *ou teores de carbono orgânico superiores a 1% até 70 cm ou mais de profundidade. Apresentam alta capacidade de retração com a perda de umidade, evidenciada pelo fendilhamento acentuado em cortes de barrancos expostos ao sol...*”.

Quadro 6. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 41, nas profundidades de 0-40 cm e 40-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-40 cm	Valor 40-150 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	5,00	4,40
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	0,00	0,60
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	4,60	6,20
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	10,25	3,84
Ca ⁺⁺	cmol/kg	7,38	2,27
K ⁺	cmol/kg	0,65	0,17

T	cmol _c /kg	15,50	10,21
P	mg/kg	1,30	2,30
C	g/kg	39,50	10,00
V %	%	70,32	39,28
m %	%	0,00	13,02
SiO ₂	g/kg	---	194
Al ₂ O ₃	g/kg	---	192
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	222
TiO ₂	g/kg	---	24,00
P ₂ O ₅	g/kg	---	2,30
MnO	g/kg	---	3,55
Ki	g/kg	---	1,72
Kr	g/kg	---	0,99
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,36
Areia (2-0,05mm)	%	11,284	9,012
Silte (0,05-0,002mm)	%	24,716	25,988
Argila (< 0,002 mm)	%	64,00	65,00

Foto 4. Localidade conhecida como “Guabiroba”. Coordenadas UTM X=462.636 metros e Y=7.190.410 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: LATOSSOLO BRUNO DISTRÓFICO câmbico – Ponto 41.



4.2.1.2.3. PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL ACUMULAÇÃO

PONTO 20:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 22/07/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico A proeminente
textura muito argilosa substrato rochas do derrame do
Trapp fase floresta subtropical perenifólia suave
ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 456.798 m. Y= 7.191.564m.

Localidade entre o perímetro urbano e o Rio das Pedras.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em barranco de corte de estrada em fundo de vale sob
pastagem.

FAIXA DE ALTITUDE: 980 m. a 1.020 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e
amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente
andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não Rochosa.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-10 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/6, úmido e seco); muito argilosa; moderada, pequena, blocos subangulares; muito dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- AB 10-60 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido) e bruno/bruno-escuro (7,5YR 4/4, seco); muito argilosa; moderada, média, blocos subangulares; muito dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- B1 60-170 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido) e bruno-forte (7,5YR 4/6, seco); muito argilosa; moderada, média blocos subangulares; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- B2 170-180 cm, coloração variegada, úmida, composta de amarelo-brunado (10YR 6/8) e bruno-escuro (7YR 3,5/4); coloração variegada, seca, composta de amarelo (10YR 7/8) e bruno-forte (7,5YR 4/6); muito argilosa; moderada, média, blocos subangulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.
- B3 180->200 cm, bruno-escuro (7YR 3,5/4, úmido) e bruno-forte (7,5YR 4/6, seco); muito argilosa; moderada, média blocos subangulares; muito dura, muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.

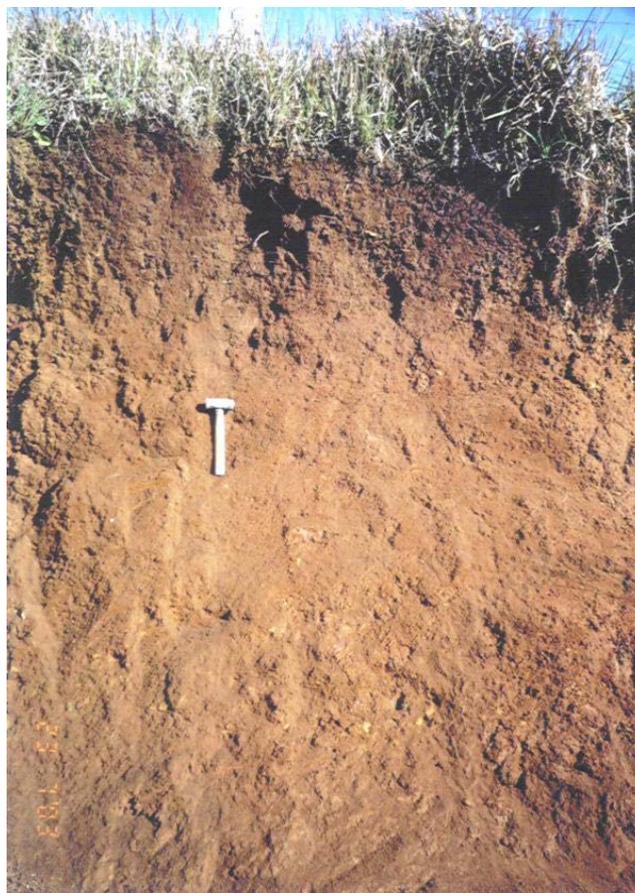
RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte A; finas e frequentes no horizonte AB. Finas e ocasionais no horizonte B1. Não aparente nos demais.

OBSERVAÇÕES: - Não foi analisado o horizonte C devido estar em profundidade superior a 3 metros.
 - Profundidade do solum superior a 3 metros.
 - Apesar de ser um Latossolo modal, nesse ambiente há variações em relação ao relevo, ficando mais raso quando se aproxima da rede de drenagem até mudando para Neossolo nas proximidades do rio.

Quadro 7. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 20, nas profundidades de 0-10 cm e 60-170 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-10 cm	Valor 60-170 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	4,00	4,30
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	2,80	0,60
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	12,10	7,20
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	0,99	0,65
Ca ⁺⁺	cmol/kg	0,75	0,50
K ⁺	cmol/kg	0,16	0,02
T	cmol/kg	13,25	7,77
P	mg/kg	1,00	0,60
C	g/kg	33,50	11,80
V %	%	8,68	8,51
m %	%	70,89	47,24
SiO ₂	g/kg	---	172
Al ₂ O ₃	g/kg	---	202
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	223
TiO ₂	g/kg	---	30,20
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,20
MnO	g/kg	---	1,02
Ki	g/kg	---	1,45
Kr	g/kg	---	0,85
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,42
Areia (2-0,05mm)	%	7,584	7,608
Silte (0,05-0,002mm)	%	24,416	23,392
Argila (< 0,002 mm)	%	68,000	69,00

Foto 5. Localidade entre o perímetro urbano e o Rio das Pedras. Coordenadas UTM X=456.798 metros e Y=7.191.564 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: LATOSSOLO BRUNO DISTRÓFICO – Ponto 20.



4.2.1.3 PERFIS MODAIS PLANALTO BASÁLTICO

4.2.1.3.1 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL

PONTO 64:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 26/08/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Alumínico A moderado textura
muito argilosa substrato rochas do derrame do Trapp

fase floresta subtropical perenifólia relevo plano/suave
ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 468.861 m. Y= 7.191.395m.

Localidade em que ocorre esbulho possessório por famílias do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST, em imóvel rural da empresa SWEDISH MATCH.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em área de topo aplainado mediante tradagem sob mata secundária em regeneração.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.100 m. a 1.140 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano a suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-10 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco); muito argilosa; moderada, média; muito dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.
- B 10-80 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/6, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, seco); muito argilosa; moderada, média; muito dura, muito friável, plástica, pegajosa; transição plana gradual.
- C 80-150 cm, coloração variegada, úmida, composta de bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3) e vermelho-amarelado (5YR 4/6); coloração variegada, seca, composta de bruno muito claro-acinzentado (10YR 8/3) e bruno-forte (7,5YR 5/6); muito argilosa; moderada, média; dura, muito friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte A.

- OBSERVAÇÕES:
- Associa-se a Cambissolo, Neossolo e afloramentos, fundamentalmente quando o relevo se torna mais inclinado.
 - Não foi analisada a estrutura, devido à coleta mediante gradagem.
 - Área de esbulho possessório pelo MST.
 - Área em processo avançado de devastação de mata nativa em estágio secundário de regeneração.
 - Apesar de não apresentar horizonte “A” húmico, o critério de enquadramento para Latossolo Bruno, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, foi: “...apresentando A húmico, ***ou teores de carbono orgânico superiores a 1% até 70 cm ou mais de profundidade. Apresentam alta capacidade de retração com a perda de umidade, evidenciada pelo fendilhamento acentuado em cortes de barrancos expostos ao sol...***”.

Quadro 8. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 64, nas profundidades de 0-10 cm e 10-80 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-10 cm	Valor 10-80 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,60	3,80
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	3,70	2,50
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	15,20	12,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	0,95	0,70
Ca ⁺⁺	cmol/kg	0,77	0,43
K ⁺	cmol/kg	0,20	0,07
T	cmol/kg	16,35	12,87
P	mg/kg	2,80	0,70
C	g/kg	47,40	20,80
V %	%	7,03	5,98
m %	%	76,29	76,45
SiO ₂	g/kg	---	171
Al ₂ O ₃	g/kg	---	197
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	221
TiO ₂	g/kg	---	29,00
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,60
MnO	g/kg	---	0,71
Ki	g/kg	---	1,48
Kr	g/kg	---	0,86
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,52
Areia (2-0,05mm)	%	8,60	8,508
Silte (0,05-0,002mm)	%	19,40	15,492
Argila (< 0,002 mm)	%	72,00	76,00

Foto 6. Localidade em que ocorre esbulho possessório por famílias do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST, em imóvel rural da empresa SWEDISH MATCH. Coordenadas UTM X=468.861 metros e Y=7.191.395 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: LATOSSOLO BRUNO ALUMÍNICO – Ponto 64.



4.2.1.3.2 PAISAGEM GEOQUÍMICA TRANS-ELUVIAL

PONTO 68:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 29/08/2003

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO LITÓLICO Alumínico A moderado
textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp
fase floresta subtropical subperenifólia relevo
ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: RLa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 478.449 m. Y= 7.197.045m.

Localidade conhecida como “São João” (referenciada no mapa topográfico do Ministério do Exército). Coleta muito próxima à BR 277.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em barranco de corte de estrada em área de meia encosta, próxima à nascente sob pasto sujo e pequenos fragmentos de araucária.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.100 m. a 1.140 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Muito pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente Rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Área queimada para formação de pastagem, com remanescentes de araucária.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Polisel.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-5 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco); argilas siltosa cascalhenta; moderada, muito pequena, blocos subangulares; ligeiramente dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana abrupta.
- C 5-80 cm, bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido) e amarelo (10YR 7/6, seco); argilas siltosa, moderada, grande, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Finas e ocasionais no horizonte A; As raízes das árvores vão se embrenhando facilmente por estes solos, muitas vezes para mais de 3 metros de profundidade.

Quadro 9. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 68, na profundidade de 0-5 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 0-5 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	3,90
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	4,20
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	13,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	0,78
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	0,56
K ⁺	cmol _c /kg	0,19
T	cmol _c /kg	14,70
P	mg/kg	1,90
C	g/kg	41,40
V %	%	6,89
m %	%	81,24
Areia (2-0,05mm)	%	12,036
Silte (0,05-0,002mm)	%	43,964
Argila (< 0,002 mm)	%	44,000

Foto 7. Localidade conhecida como “São João” (próximo à BR 277). Coordenadas UTM X= 478.449 metros e Y=7.197.045 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: NEOSSOLO LITÓLICO Alumínico – Ponto 68.



PONTO 70:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 01/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico A moderado textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 479.516 m. Y= 7.192.211m.

Região conhecida como “Xaxim Velho” (referenciado no mapa topográfico do Ministério do Exército).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em área de meia encosta mediante tradagem sob pinus em relevo ondulado.

FAIXA DE ALTITUDE: 1220 m. a 1260 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Muito pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente Rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Pinus.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-5 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno/bruno-escuro (10YR 4/3, seco); argila cascalhenta; moderada, muito pequena; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

- Bi 5-16 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/5, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/5, seco); argila cascalhenta; moderada, média; ligeiramente dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa, transição plana abrupta.
- C 16-25 cm, bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido) e amarelo (10YR 7/8, seco); argila cascalhenta; moderada, média; muito dura, firme, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa

RAÍZES: Finas e freqüentes nos horizontes A e Bi.

OBSERVAÇÕES: - Não foi analisado a estrutura, devido à tradagem.
 - Solo bastante raso coletado em ponto bastante elevado, um dos mais altos da região. Nestes topos, é freqüente o aparecimento de pedras e lajes. Também desenvolve solos bastante profundos, principalmente nas partes mais centrais das superfícies aplanadas.

Quadro 10. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 70, na profundidade de 5-16 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 5-16 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	4,00
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	4,90
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	9,70
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	0,65
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	0,44
K ⁺	cmol _c /kg	0,17
T	cmol _c /kg	10,52
P	mg/kg	1,20
C	g/kg	23,20
V %	%	7,79
m %	%	85,66
Areia (2-0,05mm)	%	14,812
Silte (0,05-0,002mm)	%	37,188
Argila (< 0,002 mm)	%	48,000

PONTO 71:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 02/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Alumínico típico A moderado
textura muito argilosa substrato rochas do derrame do
Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo
ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 479.680 m. Y= 7.192.247m.

Localidade conhecida como “Xaxim Velho”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em área de meia encosta, em superfície aplainada
mediante tradagem, sob pinus.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.220 m. a 1.260 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e
amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente
andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: : Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Laminar muito forte.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Pinus.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Polisel.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- B1 0-70 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/5, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco); muito argilosa; moderada, média; dura, muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- B2 70-110 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/5, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/7, seco); muito argilosa; moderada, média; muito dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.
- C 110-150 cm, coloração variegada, úmida, composta de bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4) e bruno-amarelado (10YR 5/8); coloração variegada, seca, composta de bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) e amarelo (10YR 8/8); muito argilosa; moderada, média; dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Finas e freqüentes nos primeiros 10 centímetros.

- OBSERVAÇÕES:
- O horizonte A foi totalmente removido.
 - Apesar de não apresentar horizonte “A” húmico, o critério de enquadramento para Latossolo Bruno, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, foi: “...apresentando A húmico, ou teores de carbono orgânico superiores a 1% até 70 cm ou mais de profundidade. Apresentam alta capacidade de retração com a perda de umidade, evidenciada pelo fendilhamento acentuado em cortes de barrancos expostos ao sol...”.
 - Não foi analisada a estrutura devido à tradagem.
 - Área de esbulho possessório pelo MST.
 - Área em processo avançado de devastação de mata nativa em estágio secundário de regeneração.

Quadro 11. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 71, na profundidade de 0-70 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-70 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,80
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	4,20
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	12,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	0,65
Ca ⁺⁺	cmol/kg	0,42
K ⁺	cmol/kg	0,05
T	cmol/kg	12,80
P	mg/kg	0,80
C	g/kg	16,00
V %	%	5,47
m %	%	85,71
SiO ₂	g/kg	160
Al ₂ O ₃	g/kg	195
Fe ₂ O ₃	g/kg	206
TiO ₂	g/kg	24,8
P ₂ O ₅	g/kg	1,60
MnO	g/kg	0,77
Ki	g/kg	1,39
Kr	g/kg	0,83
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	1,49
Areia (2-0,05mm)	%	13,184
Silte (0,05-0,002mm)	%	26,816
Argila (< 0,002 mm)	%	60,00

4.2.1.3.3 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL ACUMULAÇÃO

PONTO 58:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 03/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Alumínico típico A moderado
textura muito argilosa substrato rochas do derrame do

Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 473.924 m. Y= 7.196.908m.

Localidade conhecida como “Campina Redonda” (referenciada no mapa topográfico do Ministério do Exército).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em área de fundo de vale mediante tradagem sob capoeira rala e araucárias finas.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.180 m. a 1.220 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano a suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Plano a suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Capoeira rala e araucárias finas.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-40 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno/bruno-escuro (10YR 4/3, seco); muito argilosa; moderada, média; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- BA 40-60 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco); muito argilosa; moderada, média; muito dura, muito friável, muito plástica, pegajosa; transição plana gradual.
- B1 60-100 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido) e bruno/bruno-escuro (7,5YR 4/4, seco); muito argilosa; moderada, média; dura, muito friável, muito plástica, pegajosa; transição plana gradual.
- B2 100-180 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 4,5/6, seco); muito argilosa; moderada, média; dura, muito friável, muito plástica, pegajosa; transição plana gradual.

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte A.

OBSERVAÇÕES: - Há inclusões de banhados nestas regiões. De modo geral o ambiente como um todo é mais seco do que o ambiente do Rio das Pedras.
- Não foi analisado a textura em virtude da tradagem.

Quadro 12. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 58, nas profundidades de 0-40 cm e 60-100 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-40 cm	Valor 60-100 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,70	3,80
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	4,90	4,70
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	16,30	14,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	0,70	0,70
Ca ⁺⁺	cmol/kg	0,44	0,43
K ⁺	cmol/kg	0,19	0,07
T	cmol/kg	17,19	14,87
P	mg/kg	1,50	0,50
C	g/kg	36,50	24,50
V %	%	5,18	5,18
m %	%	84,63	85,92
SiO ₂	g/kg	---	166
Al ₂ O ₃	g/kg	---	206
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	195
TiO ₂	g/kg	---	15,00
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,00
MnO	g/kg	---	0,53
Ki	g/kg	---	1,37
Kr	g/kg	---	0,85
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,66
Areia (2-0,05mm)	%	4,992	4,764
Silte (0,05-0,002mm)	%	23,008	22,236
Argila (< 0,002 mm)	%	72,00	73,00

PONTO 53:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 04/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A
moderado textura argilosa substrato rochas do derrame
do Trapp fase campo subtropical de várzea.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: GXbd

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 475.450 m. Y=7.195.556 m.

Localidade conhecida como “Torre da TV” (referenciada no mapa topográfico do Ministério do Exército).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em área de fundo de vale, mediante tradagem, sob pousio.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.180 m. a 1.220 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano a suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo subtropical de várzea.

USO ATUAL: Pousio.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ag	0-10 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); franco argilos siltosa; moderada, média; dura, friável, plástica, pegajosa; transição plana clara.
B1	10-40 cm, bruno/bruno-escuro (10YR 4/3, úmido) e bruno (10YR 5/3, seco); argila; moderada, média; muito dura, firme, muito plástica, pegajosa; transição plana gradual.
B2g	40-70 cm, cinzento (10YR 5/1, úmido) e cinzento/cinzento-claro (10YR 6/1, seco); argila; moderada, média; muito dura, friável, muito plástica, pegajosa; transição plana gradual.
Cg	70-150 cm, amarelo-brunado (10YR 6/8, úmido) e amarelo (10YR 7/8, seco); argila; moderada, média; ligeiramente dura, muito friável, plástica, pegajosa.

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte A.

OBSERVAÇÕES: - A partir de 1,5 metro começa a “minar” água.
- Não foi analisada a estrutura em virtude da tradagem.

Quadro 13. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 53, nas profundidades de 0-10 cm e 10-40 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 0-10 cm	Valor 10-40 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,80	3,60
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	1,80	3,80
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	18,80	14,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	1,70	0,70
Ca ⁺⁺	cmol/kg	1,15	0,48
K ⁺	cmol/kg	0,56	0,06
T	cmol/kg	21,06	14,86
P	mg/kg	11,50	1,00
C	g/kg	78,50	11,80
V %	%	10,73	5,11
m %	%	44,33	81,72
Areia (2-0,05mm)	%	9,92	11,696
Silte (0,05-0,002mm)	%	58,08	36,304
Argila (< 0,002 mm)	%	32,00	52,000

4.2.1.4 PERFIS MODAIS ARENITO

4.2.1.4.1 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL

PONTO 79:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 04/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Alumínico típico A moderado
substratos arenitos e rochas do derrame do Trapp fase
floresta subtropical subperenifólia relevo plano/suave
ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 485.186 m. Y=7.196.063 m.

Localidade conhecida como “Alto da Serra” (referenciada no mapa topográfico do Ministério do Exército).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em área de topo em barranco de corte de estrada sob pastagem.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.100 m. a 1.140 m.

LITOLOGIA: Do Grupo São Bento: Arenitos de granulação fina a grosseira, níveis conglomeráticos na parte superior, estratificação cruzada de médio porte; Do Grupo Passa Dois: Siltitos e argilitos avermelhados com arenitos finos intercalados, estratificação plano-paralela e cruzada + Efusivas básicas

toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral (em menor proporção)
+ Formação Rio do Rasto (predominante).
Zona de transição geológica.

CRONOLOGIA: 265 ± 2.5 Ma à $278,4 \pm 2,2$ Ma (arenitos); e Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma. (vulcanismo).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Intemperização das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano a suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a montanhoso.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical subperenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- | | |
|----|---|
| A | 0-20 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/5, úmido) e bruno/amarelado-escuro (10YR 4/5, seco); moderada, pequena, blocos subangulares;. ligeiramente dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara. |
| B1 | 20-40 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido) e bruno-forte (7,5YR 4/6, seco); moderada, média, blocos subangulares; muito dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara. |

- B2 40-70 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido) e amarelo-avermelhado (5YR 6/6, seco); moderada, média, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- B3 70-170 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmido) e amarelo-avermelhado (5YR 6/6, seco); moderada, média, blocos subangulares; dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Finas e abundantes nos horizontes A e no B1.

OBSERVAÇÕES: - Não foi avaliado a textura desse solo.
 - A coleta em barranco permitiu análise da estrutura.
 - Apesar de não apresentar horizonte “A” húmico, o critério de enquadramento para Latossolo Bruno, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, foi: “...apresentando A húmico, ou teores de carbono orgânico superiores a 1% até 70 cm ou mais de profundidade. Apresentam alta capacidade de retração com a perda de umidade, evidenciada pelo fendilhamento acentuado em cortes de barrancos expostos ao sol...”.

Quadro 14. Características químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 79, nas profundidades de 0-20 cm e 20-70 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-20 cm	Valor 20-70 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,80	4,00
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	5,70	6,30
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	12,10	12,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	0,71	0,55
Ca ⁺⁺	cmol/kg	0,47	0,36
K ⁺	cmol/kg	0,09	0,17
T	cmol/kg	12,90	12,82
P	Mg/kg	1,70	0,80
C	g/kg	26,30	10,50
V %	%	6,20	5,62
m %	%	87,69	89,74
SiO ₂	g/kg	---	212
Al ₂ O ₃	g/kg	---	200
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	205
TiO ₂	g/kg	---	17,00
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,20

MnO	g/kg	---	1,08
Ki	g/kg	---	1,80
Kr	g/kg	---	1,09
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,53

PONTO 78:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 05/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico A moderado textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp e arenitos finos fase floresta subtropical sub perenifólia relevo forte ondulado a montanhoso.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 485.055 m. Y=7.196.562 m.

Localidade conhecida como “Alto da Serra”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em área de topo (borda da serra) sob pinus, mediante tradagem.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.140 m. a 1.180 m.

LITOLOGIA: Do Grupo São Bento: Arenitos de granulação fina a grosseira, níveis conglomeráticos na parte superior, estratificação cruzada de médio porte; Do Grupo Passa Dois: Siltitos e argilitos avermelhados com arenitos finos intercalados, estratificação plano-paralela e cruzada + Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral (menor proporção) +
Formação Rio do Rasto (predominante).

Zona de transição geológica.

CRONOLOGIA: 265 ± 2.5 Ma à $278,4 \pm 2,2$ Ma (arenitos); e Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma. (vulcanismo).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Intemperização das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Muito pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente Rochosa.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado a montanhoso.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado a montanhoso.

EROSÃO: Laminar forte.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical subperenifólia.

USO ATUAL: Pinus cortado mais Pinus em estágio inicial.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Polisel.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- | | |
|----|---|
| A | 0-5 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/5, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/5, seco); argila; moderada, média; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana abrupta. |
| Bi | 5-15 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido) e amarelo (10YR 6/8, seco); argila muito cascalhenta; moderada, pequena; ligeiramente dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa, transição plana abrupta. |

- C 15-40 cm, coloração variegada, úmida, composta de cinzento muito escuro (10YR 3/1) e amarelo-brunado (10YR 6/7); coloração variegada, seca, composta de cinza (10YR 5/1) e amarelo (10YR 8/6); argila muito cascalhenta; moderada, média; dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa

RAÍZES: Finas e freqüentes no horizonte A.

OBSERVAÇÕES: - Não foi avaliada a estrutura em função da tráfegem.
- Horizonte A quase todo erodido.

Quadro 15. Características físico-químicas de amostra do solo referentes ao Ponto 78, na profundidade de 5-15 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 5-15 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	3,90
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	5,20
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	13,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	1,05
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	0,82
K ⁺	cmol _c /kg	0,25
T	cmol _c /kg	14,40
P	mg/kg	3,20
C	g/kg	36,50
V %	%	9,03
m %	%	80,00
Areia (2-0,05mm)	%	13,068
Silte (0,05-0,002mm)	%	30,932
Argila (< 0,002 mm)	%	56,000

4.2.1.4.2 PAISAGEM GEOQUÍMICA TRANS-ELUVIAL

PONTO 76:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 05/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO LITÓLICO Alumínico típico A moderado
substrato arenitos fase floresta subtropical
subperenifólia relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: RLd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 482.098 m. Y=7.200.435 m.

Localidade próxima ao “Morro do Chapéu”, nas imediações da BR 277.

Nota: Esta Coordenada fica um pouco fora do retângulo envolvente trabalhado, cerca de 435 metros. Contudo representa bem a ocorrência dos solos nesse relevo ondulado, nessas paisagens geoquímicas da região dos arenitos, de caráter trans-eluvial. Este ponto foi escolhido pela facilidade de acesso.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em barranco de corte de estrada em área de meia encosta sob mata secundária em regeneração.

FAIXA DE ALTITUDE: 820 m. a 860 m.

LITOLOGIA: Do Grupo Passa Dois: Siltitos e argilitos avermelhados com arenitos finos intercalados, estratificação plano-paralela e cruzada.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rio do Rasto.

CRONOLOGIA: 265 ± 2.5 Ma à $278,4 \pm 2,2$ Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Intemperização das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Muito pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a montanhoso.

EROSÃO: Laminar forte.

DRENAGEM: Excessivamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical subperenifólia.

USO ATUAL: Mata secundária em regeneração.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-10 cm, bruno/bruno-escuro (10YR 4/3, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco); moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana abrupta.

RAÍZES: Finas e freqüentes no horizonte A.

OBSERVAÇÕES: - Horizonte A sobre a rocha. Arenito fino e avermelhado a 10 centímetros e arenito fino esbranquiçado a 20 centímetros.
- A análise em barranco permitiu avaliar a estrutura.
- Não foi avaliada a textura deste solo.

Quadro 16. Características físico-químicas de amostra do solo referente ao Ponto 76, na profundidade de 0-10 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 0-10 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	3,70
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	8,70
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	16,30
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	2,75
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	1,85
K ⁺	cmol _c /kg	0,46
T	cmol _c /kg	19,71
P	mg/kg	9,50
C	g/kg	31,70
V %	%	16,45
m %	%	73,05

Foto 8. Localidade próxima ao “Morro do Chapéu”, nas imediações da BR 277, com coordenadas UTM X=482.098 metros e Y=7.200.435 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: NEOSSOLO LITÓLICO Alumínico típico – Ponto 76.



PONTO 81:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 05/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico
ebânico A moderado textura média substrato rochas do
derrame do Trapp e arenitos, fase floresta subtropical
subperenifólia relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXbe.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 484.400 m. Y=7.198.435 m.

Localidade conhecida como “Xaxim” (referenciada no mapa topográfico do
Ministério do Exército), próximo ao rio de mesmo nome.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em barranco de corte de estrada em área de meia encosta
sob mata nativa.

FAIXA DE ALTITUDE: 940 m. a 980 m.

LITOLOGIA: Do Grupo São Bento: Arenitos de granulação fina a grosseira,
níveis conglomeráticos na parte superior, estratificação
cruzada de médio porte; Do Grupo Passa Dois: Siltitos e
argilitos avermelhados com arenitos finos intercalados,
estratificação plano-paralela e cruzada + Efusivas básicas
toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos,
cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral (menor proporção) +
Formação Rio do Rasto (predominante).

Zona de transição geológica.

CRONOLOGIA: 265 ± 2.5 Ma à $278,4 \pm 2,2$ Ma (arenitos); e Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma. (vulcanismo).

MATERIAL ORIGINÁRIO: Intemperização das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Muito pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a montanhoso.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical subperenifólia.

USO ATUAL: Mata nativa.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- | | |
|----|---|
| O | 5-0 cm. |
| A | 0-20 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno (10YR 5/3, seco); franco arenosa; moderada, média, blocos subangulares; dura, muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara. |
| Bi | 20-40 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e brunoscuro (10YR 3/3, seco); franco argilo arenosa/franco arenosa; moderada, média, blocos subangulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica, pegajosa; transição plana gradual. |

- C 40-65 cm, coloração variegada, úmida, composta de bruno muito escuro (10YR 2/2) e bruno-amarelado (10YR 5/7); coloração variegada, seca, composta de cinza muito escuro (10YR 3/1) e amarelo (10YR 7/8); franco argilo arenosa/franco arenosa; moderada, média, blocos subangulares; ligeiramente dura, muito friável, plástica, pegajosa.

RAÍZES: Finas e abundantes nos primeiros 5 centímetros.

OBSERVAÇÕES: - A coleta em barranco permitiu analisar a estrutura.
 - Este solo apresenta características de Latossolo, destacadamente a CTC (ou T) < 17 cmol_c/kg. O critério de enquadramento em Cambissolo, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação (EMBRAPA, 2006), foi a presença de saprolito: *“Alguns solos desta classe possuem características morfológicas similares às dos solos da classe dos Latossolos, mas distinguem-se destes por apresentarem, no horizonte B, uma ou mais das características, abaixo relacionadas, não compatíveis com solos muito evoluídos: ..., e) 5% ou mais do volume do solo apresenta estrutura da rocha original, como estratificações finas, ou saprolito, ou fragmentos de rocha semi ou não intemperizada”.*

Quadro 17. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 81, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 0-20 cm	Valor 20-40 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	4,80	4,80
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	0,30	0,20
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	5,00	4,00
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	5,50	4,80
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	3,94	3,15
K ⁺	cmol _c /kg	0,38	0,13
T	cmol _c /kg	10,88	8,93
P	mg/kg	52,50	6,30
C	g/kg	23,20	6,30
V %	%	54,04	55,21
m %	%	4,85	3,90
Areia (2-0,05mm)	%	63,72	62,752
Silte (0,05-0,002mm)	%	23,28	17,248
Argila (< 0,002 mm)	%	13,000	20,000

Foto 9. Localidade conhecida como “Xaxim”, nas proximidades do rio de mesmo nome. Coordenadas UTM X=484.400 metros e Y=7.198.435 metros. A foto abaixo representa o perfil modal: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico ebânico – Ponto 81.



4.2.1.4.3 PAISAGEM GEOQUÍMICA ELUVIAL ACUMULAÇÃO

PONTO 75:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 04/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Alumínico típico A moderado

textura média substratos arenitos fase floresta

subtropical subperenifólia relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 482.164 m. Y=7.200.385 m.

Localidade entre o “Morro do Chapéu” e a BR 277.

Nota: Esta Coordenada fica um pouco fora do retângulo envolvente trabalhado, cerca de 385 metros. Contudo representa bem a ocorrência dos solos nesse relevo suave ondulado, nessas paisagens geoquímicas da região dos arenitos, de caráter eluvial acumulação. Este ponto foi escolhido pela facilidade de acesso.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em fundo de vale em área de influência do arenito sob pousio.

FAIXA DE ALTITUDE: 780 m a 820 m.

LITOLOGIA: Do Grupo Passa Dois: Siltitos e argilitos avermelhados com arenitos finos intercalados, estratificação plano-paralela e cruzada

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Rio do Rasto.

CRONOLOGIA: 265 ± 2.5 Ma à $278,4 \pm 2,2$ Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Intemperização das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a montanhoso.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Fortemente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical subperenifólia.

USO ATUAL: Pousio.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Polisel.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A1 0-5 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco); franco argilo arenosa; moderada, média; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- A2 05-35 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno/bruno-escuro (10YR 4/3, seco); franco argilo arenosa; moderada, média; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- B 35-180 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco); franco argilo arenosa; moderada, grande; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

OBSERVAÇÕES: Não foi analisada a estrutura, devido à tradagem.

Quadro 18. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 75, nas profundidades de 0-35 cm e 35-180 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 0-35 cm	Valor 35-180 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,90	3,80
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	4,70	6,60
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	13,10	14,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	0,85	0,70
Ca ⁺⁺	cmol/kg	0,58	0,46
K ⁺	cmol/kg	0,35	0,09
T	cmol/kg	14,30	14,89
P	mg/kg	8,20	2,10
C	g/kg	38,9	18,4

V %	%	8,39	5,31
m %	%	79,66	89,31
Areia (2-0,05mm)	%	45,120	50,472
Silte (0,05-0,002mm)	%	24,880	17,528
Argila (< 0,002 mm)	%	30,000	32,000

4.2.1.5 PERFIS COMPLEMENTARES

PONTO 9A:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 13/08/2002

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO REGOLÍTICO Alumínico típico A moderado textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase floresta subtropical subperenifólia relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: RRd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 459.762 m. Y= 7.191.756 m.

Localidade conhecida como bairro dos "Tobias".

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem em área de topo sob pastagem.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.100 m. a 1.140 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Moderadamente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical subperenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-5 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); argilosa; dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara.
- C 5-60 cm, coloração variegada, úmida, composta de bruno-acinzentado-escuro (10YR 3/6) e bruno muito escuro (10YR 2/2); coloração variegada, seca, composta de amarelo-brunado (10YR 6/6) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2); franca muito cascalhenta; dura, muito firme, plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Comuns finas no horizonte A.

OBSERVAÇÕES: - Estrutura não analisada devido à tradagem.
- O horizonte C apresenta uma gradação de cores tendendo a tonalidades mais claras, devido à redução do teor de matéria orgânica em profundidade.

Quadro 19. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 9A, na profundidade de 0-5 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 0-5 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	4,20
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	8,50
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	17,60
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	6,20
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	4,18
K ⁺	cmol _c /kg	0,28
T	cmol _c /kg	24,08
P	mg/kg	1,00
C	g/kg	14,80
V %	%	26,91
m %	%	56,74
Areia (2-0,05mm)	%	37,00
Silte (0,05-0,002mm)	%	24,22
Argila (< 0,002 mm)	%	38,78

PONTO 9B:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 13/08/2002

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO REGOLÍTICO Alumínico típico A moderado textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase floresta subtropical subperenifólia relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: RLd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 459.754 m. Y= 7.191.723 m.

Localidade conhecida como bairro dos "Tobias".

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem em área de meia encosta sob pastagem.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.060 m. a 1.100 m. (mais próximo de 1.100 m.).

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Moderadamente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical subperenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-5 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); argilosa; dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara.
- C 5-60 cm, coloração variegada, úmida, composta de bruno-acinzentado-escuro (10YR 3/6) e bruno muito escuro (10YR 2/2); coloração variegada, seca, composta de amarelo-brunado (10YR 6/6) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2); cascalhenta; dura, muito firme, plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Comuns finas no horizonte A.

OBSERVAÇÕES: - A Estrutura não foi analisada devido a tradagem.

- O horizonte C apresenta uma graduação de cores tendendo a tonalidades mais claras, devido a redução do teor de matéria orgânica em profundidade.

Quadro 20. Características químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 9B, na profundidade de 0-5 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 0-5 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	4,10
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	11,50
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	26,80
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	5,95
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	3,89
K ⁺	cmol _c /kg	0,23
T	cmol _c /kg	32,98
P	mg/kg	4,20
C	g/kg	6,30
V %	%	18,74
m %	%	65,05

Foto 10. Localidade conhecida como bairro dos “Tobias”. Coletaram-se amostras de solo, referentes aos pontos 9A e 9B, respectivamente com coordenadas UTM X= 459.762 metros e Y= 7.191.723 metros.



PONTO 10A:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 13/08/2002

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO AMARELO Alumínico típico A moderado
textura muito argilosa substrato rochas do derrame do
Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo suave
ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LAdf.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 459.695 m. Y= 7.191.674 m.

Localidade conhecida como bairro dos “Tobias”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem no terço inferior da encosta sob solo
gradeado para o cultivo do milho.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.060 m. a 1.100 m. (mais próximo de 1.060 m.).

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides,
afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado.

EROSÃO: Laminar forte.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Solo exposto gradeado para plantio de milho.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- ABpu 0-10 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/6, úmido e seco); muito argilosa com cascalho; muito dura, muito friável, muito plástica, pegajosa; transição plana gradual.
- B1 10-15 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido) e bruno/Bruno-escuro (7,5YR 4/4, seco); muito argilosa com cascalho; muito dura, muito friável, muito plástica, pegajosa; transição plana difusa.
- B2 15-20 cm, bruno/bruno-escuro (7,5YR 4/4, úmido) e bruno-forte (7,5YR 4/5, seco); muito argilosa com cascalho; extremamente dura, muito friável, plástica, pegajosa; transição plana difusa.
- B3 20-150 cm, coloração variegada, úmida, composta de bruno-forte (7,5YR 5/8) e bruno-escuro (7,5YR 3,5/4); coloração variegada, seca, composta de de amarelo-avermelhado (7,5YR 6,5/6) e bruno-forte (7,5YR 4/6); muito argilosa com cascalho; muito dura, muito friável, plástica, pegajosa.

- OBSERVAÇÕES:
- Não foi analisada a estrutura devido a tradagem.
 - Nota-se formação de camada adensada localizada, aproximadamente, a 20 centímetros.
 - Mediante tradagem não foi possível localizar o horizonte C, que está localizado em profundidade superior a 150 centímetros.

Quadro 21. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 10A, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-10 cm	Valor 10-20 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	5,60	4,10
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	0,00	4,60
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	3,00	14,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	11,27	3,35
Ca ⁺⁺	cmol/kg	8,51	2,35
K ⁺	cmol/kg	0,33	0,14
T	cmol/kg	14,60	17,59
P	mg/kg	2,30	0,40
C	g/kg	37,70	19,60
V %	%	79,45	19,84
m %	%	0,00	56,86
SiO ₂	g/kg	---	210,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	198,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	216,00
TiO ₂	g/kg	---	25,80
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,40
MnO	g/kg	---	0,99
Ki	g/kg	---	1,80
Kr	g/kg	---	1,06
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,44
Areia (2-0,05mm)	%	11,108	7,236
Silte (0,05-0,002mm)	%	23,892	19,564
Argila (< 0,002 mm)	%	65,000	73,200

PONTO 10B:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 13/08/2002

CLASSIFICAÇÃO: GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado

textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase

campo subtropical de várzea relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: GXbd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 459.561 m. Y= 7.191.594 m.

Localidade conhecida como bairro dos “Tobias”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem em área plana sob gramíneas.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.020 m. a 1.060 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano a suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Muito mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo subtropical de várzea.

USO ATUAL: Gramíneas.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1g 0-5 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2); argilas siltosa; dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

- A2g 5-10 cm, cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido) e cinzento-escuro (10YR 4/1, seco); argilas siltosa; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.
- Bg 10-20 cm, cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); argilas siltosa; muito dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

OBSERVAÇÕES: - Não foi analisada a estrutura devido à tradagem.
 - O lençol freático aflora a partir dos 20 centímetros de profundidade.
 - Trata-se de uma inclusão no ambiente melhor caracterizado pelo ponto 10 A.

Quadro 22. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 10B, na profundidade de 10-20 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 10-20 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	4,50
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	0,80
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	9,00
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	8,07
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	5,31
K ⁺	cmol _c /kg	0,18
T	cmol _c /kg	17,25
P	mg/kg	1,90
C	g/kg	49,80
V %	%	47,83
m %	%	8,84
Areia (2-0,05mm)	%	12,564
Silte (0,05-0,002mm)	%	40,436
Argila (< 0,002 mm)	%	47,000

PONTO 33:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 24/07/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado
 textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp
 fase floresta subtropical perenifólia relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 461.373 m. Y= 7.194.167 m.

Localidade conhecida como “Rio das Pedras” (local de coleta muito próximo do rio de mesmo nome).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem em área de fundo de vale sob resteva de milho.

FAIXA DE ALTITUDE: 940 m. a 980 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano a suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Resteva de milho.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Polisei.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

ABp	0-40 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno/bruno-escuro (10YR 4/3, seco); argila; muito dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
Bp	40-150 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno/Bruno-escuro (10YR 4/3, seco); argilas siltosa; muito dura, friável, plástica, pegajosa.

RAÍZES: Finas e ocasionais no horizonte ABp.

OBSERVAÇÕES: - Não foi analisada a estrutura devido à tradagem.

Quadro 23. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 33, nas profundidades de 0-40 cm e 40-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-40 cm	Valor 40-150 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	4,60	4,20
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	0,50	1,40
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	9,70	12,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	9,30	5,56
Ca ⁺⁺	cmol/kg	7,42	3,94
K ⁺	cmol/kg	0,12	0,05
T	cmol/kg	19,12	17,71
P	Mg/kg	3,00	1,90
C	g/kg	37,7	23,20
V %	%	49,27	31,68
m %	%	5,04	19,97
SiO ₂	g/kg	---	176,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	148,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	154,00
TiO ₂	g/kg	---	36,80
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,70
MnO	g/kg	---	3,02
Ki	g/kg	---	2,02
Kr	g/kg	---	1,21
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,51
Areia (2-0,05mm)	%	13,904	7,108
Silte (0,05-0,002mm)	%	38,096	40,892
Argila (< 0,002 mm)	%	48,000	52,00

Foto 11. Localidade conhecida como “Rio das Pedras”, muito próximo ao leito do rio de mesmo nome. Coletaram-se amostras, referente ao ponto 33, com coordenadas UTM X= 461.373 metros e Y= 7.194.167 metros. Fundo de vale, paisagem geoquímica eluvial acumulação.



PONTO 34:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 25/07/2003

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico A moderado textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXbe.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 460.977 m. Y= 7.194.472 m.

Localidade conhecida como “Rio das Pedras”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em área de meia encosta, sob resteva de milho.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.060 m. a 1.100 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Moderadamente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Laminar forte.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Resteva de milho.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-5 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco); franco argilos siltosa muito cascalhenta; moderada, pequena, blocos subangulares; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana abrupta.

Bi 5-40 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/6, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, seco); argila com cascalho; moderada, média, blocos subangulares; dura, muito friável, ligeiramente plástica, pegajosa.

RAÍZES: Finas e freqüentes no horizonte A.

OBSERVAÇÕES: - A coleta em barranco permitiu a análise da estrutura.
 - Neste ponto não se observou a formação do horizonte C, onde o horizonte Bi assenta-se diretamente sobre a rocha.
 - Embora o Ki seja 1,71, não há como classifica-lo como Latossolo câmbico, pois a profundidade do horizonte B não atende o requisito de ter no mínimo 50 cm.

Quadro 24. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 34, nas profundidades de 0-5 cm e 5-40 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-5 cm	Valor 5-40 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	4,60	5,00
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	0,40	0,00
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	6,50	5,40
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	8,97	8,40
Ca ⁺⁺	cmol/kg	6,05	5,94
K ⁺	cmol/kg	1,31	0,21
T	cmol/kg	16,78	14,01
P	mg/kg	4,00	1,20
C	g/kg	57,00	19,00
V %	%	61,26	61,46
m %	%	3,75	0,00
SiO ₂	g/kg	---	164,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	163,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	242,00
TiO ₂	g/kg	---	30,60
P ₂ O ₅	g/kg	---	2,10
MnO	g/kg	---	4,54
Ki	g/kg	---	1,71
Kr	g/kg	---	0,88
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,06
Areia (2-0,05mm)	%	18,664	20,404
Silte (0,05-0,002mm)	%	45,336	39,596
Argila (< 0,002 mm)	%	36,000	40,000

Foto 12. Localidade conhecida como “Rio das Pedras”. A foto ilustra um CAMBISSOLO HÁPLICO, ponto 34, com coordenadas UTM X= 460.977 metros e Y= 7.194.472 metros. Ocorre associado à NEOSSOLO + Afloramentos.



PONTO 38:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 26/07/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Alumínico ebânico A moderado
textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase
floresta subtropical perenifólia relevo plano/suave
ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 462.714 m. Y= 7.190.509 m.

Localidade conhecida como “Campina da Guabiroba”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem em área de topo sob mata secundária em regeneração.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.140 m. a 1.180 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano/suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado à forte ondulado.

EROSÃO: Não Aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Mata secundária em regeneração.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Polisei.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- O 5-0 cm, serrapilheira fina.
- A 0-30 cm, preto (10YR 2/1, úmido) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); argila; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.
- B 30-85 cm, preto (10YR 2/1, úmido) e bruno-escuro (10YR 3/3, seco); argilas siltosa; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- C 85-130 cm, coloração variegada, úmida, composta de amarelo-brunado (10YR 6/8) e bruno muito escuro (10YR 6/8); coloração variegada, seca, composta de amarelo (10YR 7/8) e bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4); argilas siltosa; dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte A. Finas e ocasionais no horizonte B.

OBSERVAÇÕES: - Não foi analisada a estrutura em virtude da tradagem.
- No topo desenvolve solos, mas nas encostas há presença de pedras em abundância.

Quadro 25. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 38, nas profundidades de 0-30 cm e 30-85 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-30 cm	Valor 30-85 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,90	3,90
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	5,40	5,60
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	26,80	22,50
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	2,35	1,15
Ca ⁺⁺	cmol/kg	1,78	0,85
K ⁺	cmol/kg	0,22	0,12
T	cmol/kg	29,37	23,77
P	mg/kg	3,80	2,50
C	g/kg	100,80	57,60
V %	%	8,75	5,34
m %	%	67,75	81,51
SiO ₂	g/kg	---	131,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	182,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	165,00
TiO ₂	g/kg	---	23,20

P ₂ O ₅	g/kg	---	2,00
MnO	g/kg	---	0,78
Ki	g/kg	---	1,22
Kr	g/kg	---	0,77
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,73
Areia (2-0,05mm)	%	13,068	13,972
Silte (0,05-0,002mm)	%	38,932	41,028
Argila (< 0,002 mm)	%	48,000	45,000

PONTO 39:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 27/07/2003

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A moderado
substrato rochas do derrame do Trapp fase floresta
subtropical subperenifólia relevo forte ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: RLe.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 462.707 m. Y= 7.190.510 m.

Localidade conhecida como “Guabiroba”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de barranco de corte de estrada, no terço superior da meia encosta sob cultivo do milho.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.140 m. a 1.180 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Moderadamente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Laminar forte.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical subperenifólia.

USO ATUAL: Cultura do milho.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Apu 0-10 cm, preto (10YR 2/1, úmido) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); moderada, pequena, blocos subangulares; muito dura.

OBSERVAÇÕES:

- Devido a ocorrência de queimada, no horizonte A havia uma grande quantidade de cinzas e matéria orgânica, não permitindo a análise laboratorial da textura.
- Solo extremamente raso, altamente susceptível à erosão.
- Observa-se propriedade repelente a água, quando realizado o umedecimento da amostra, deste modo não foi analisada a consistência úmida.

Quadro 26. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 39, na profundidade de 0-10 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 0-10 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	5,00
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	0,00
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	11,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	18,45
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	12,23
K ⁺	cmol _c /kg	1,00

T	cmol _c /kg	30,55
P	mg/kg	38,80
C	g/kg	279,0
V %	%	63,67
m %	%	0,00

PONTO 42:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 30/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado

textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase

campo subtropical de várzea relevo plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: GXbd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 462.393 m. Y= 7.190.038 m.

Localidade conhecida como “Guabiroba”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem, em área de fundo de vale, sob gramínea.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.020 m. a 1.060 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano a suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo subtropical de várzea.

USO ATUAL: Gramíneas.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ag	0-10 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); argilas siltosa; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.
B1g	10-20 cm, cinzento-escuro (10YR 4/1, úmido) e cinzento-claro/cinzento (10YR 6/1, seco); argilas siltosa; muito dura, friável, plástica, pegajosa; transição plana clara.
B2g	20-80 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/8, seco); argilas siltosa; muito dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte Ag. Finas e ocasionais nos horizontes B1g e B2g.

OBSERVAÇÕES: - Não foi analisada a estrutura em virtude da tradagem.
- Inclusão numa região onde predomina o solo definido no ponto 43

Quadro 27. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 42, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 0-10 cm	Valor 10-20 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	4,70	4,00
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	0,30	1,20
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	10,20	9,70
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	3,15	2,97
Ca ⁺⁺	cmol/kg	2,05	2,00
K ⁺	cmol/kg	0,23	0,05
T	cmol/kg	13,58	12,75
P	mg/kg	1,90	1,00
C	g/kg	60,6	14,20
V %	%	24,89	23,74
m %	%	9,74	28,44
Areia (2-0,05mm)	%	13,152	13,564
Silte (0,05-0,002mm)	%	46,848	44,436
Argila (< 0,002 mm)	%	40,000	42,000

PONTO 43:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 30/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico A moderado
 textura muito argilosa substrato rochas do derrame do
 Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo
 plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 462.408 m. Y= 7.190.030 m.

Localidade conhecida como "Guabiroba".

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem, em área de fundo de vale, sob cultivo do milho.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.020 m. a 1.060 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado a ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Cultivo de milho.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- | | |
|----|--|
| Ap | 0-10 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno/bruno-escuro (10YR 4/3, seco); argila; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara. |
| AB | 10-60 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco); muito argilosa; muito dura, friável, plástica, pegajosa; transição plana gradual. |
| B | 60-150 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido) e amarelo-brunado (10YR 6/6, seco); muito argilosa; muito dura, friável, plástica, pegajosa. |

RAÍZES: Finas e ocasionais no horizonte Ap.

OBSERVAÇÕES: - Não foi analisada a estrutura em virtude da tradagem.

Quadro 28. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 43, nas profundidades de 0-10 cm e 60-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-10 cm	Valor 60-150 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	4,20	3,90
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	1,80	3,50
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	9,70	13,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	1,89	0,75
Ca ⁺⁺	cmol/kg	1,12	0,51
K ⁺	cmol/kg	0,62	0,20
T	cmol/kg	12,21	14,05
P	mg/kg	3,30	1,00
C	g/kg	48,00	19,60
V %	%	20,56	6,76
m %	%	41,76	78,65
SiO ₂	g/kg	---	160,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	209,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	210,00
TiO ₂	g/kg	---	28,80
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,30
MnO	g/kg	---	0,91
Ki	g/kg	---	1,30
Kr	g/kg	---	0,79
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,56
Areia (2-0,05mm)	%	13,188	12,748
Silte (0,05-0,002mm)	%	30,812	15,252
Argila (< 0,002 mm)	%	56,000	72,000

PONTO 47:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 31/09/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Alumínico típico A moderado
textura muito argilosa substrato rochas do derrame do

Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 465.755 m. Y= 7.190.793 m.

Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras” (nota: essa referência é encontrada no mapa topográfico do Ministério do Exército).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem, em área de topo aplainado, sob pastagem.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.220 m. a 1.260 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado a ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Polisel.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-10 cm, preto (10YR 2/1, úmido) e bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco); argila; muito dura, friável, muito plástica, pegajosa; transição plana gradual.
- AB 10-60 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco); muito argilosa; dura, muito friável, plástica, pegajosa; transição plana gradual.
- B 60-150 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/5, seco); muito argilosa; muito dura, friável, muito plástica, pegajosa; transição plana gradual.

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte A, finas e ocasionais no horizonte AB.

OBSERVAÇÃO: - Não foi analisada a estrutura em virtude da tradagem.

Quadro 29. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 47, nas profundidades de 0-10 cm e 60-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-10 cm	Valor 60-150 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,50	3,50
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	7,30	6,80
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	29,30	20,40
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	0,80	0,75
Ca ⁺⁺	cmol/kg	0,53	0,55
K ⁺	cmol/kg	0,29	0,09
T	cmol/kg	30,39	21,24
P	mg/kg	6,20	1,90
C	g/kg	75,40	28,70
V %	%	3,59	3,95
m %	%	87,01	89,01
SiO ₂	g/kg	---	160,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	194,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	128,00

TiO ₂	g/kg	---	22,00
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,60
MnO	g/kg	---	0,63
Ki	g/kg	---	1,40
Kr	g/kg	---	0,99
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	2,38
Areia (2-0,05mm)	%	6,768	6,760
Silte (0,05-0,002mm)	%	37,232	24,240
Argila (< 0,002 mm)	%	56,000	69,000

Foto 13. Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, frequentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Oeste.



Foto 14. Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Norte.



Foto 15. Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Sudeste.



Foto 16. Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Sul.



Foto 17. Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Sudoeste.

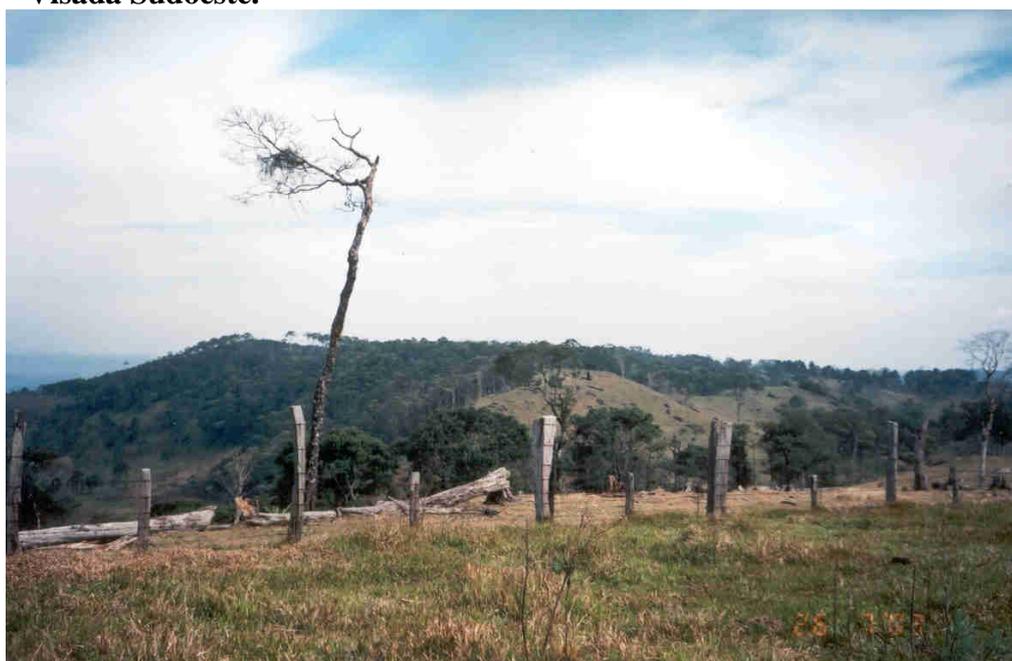
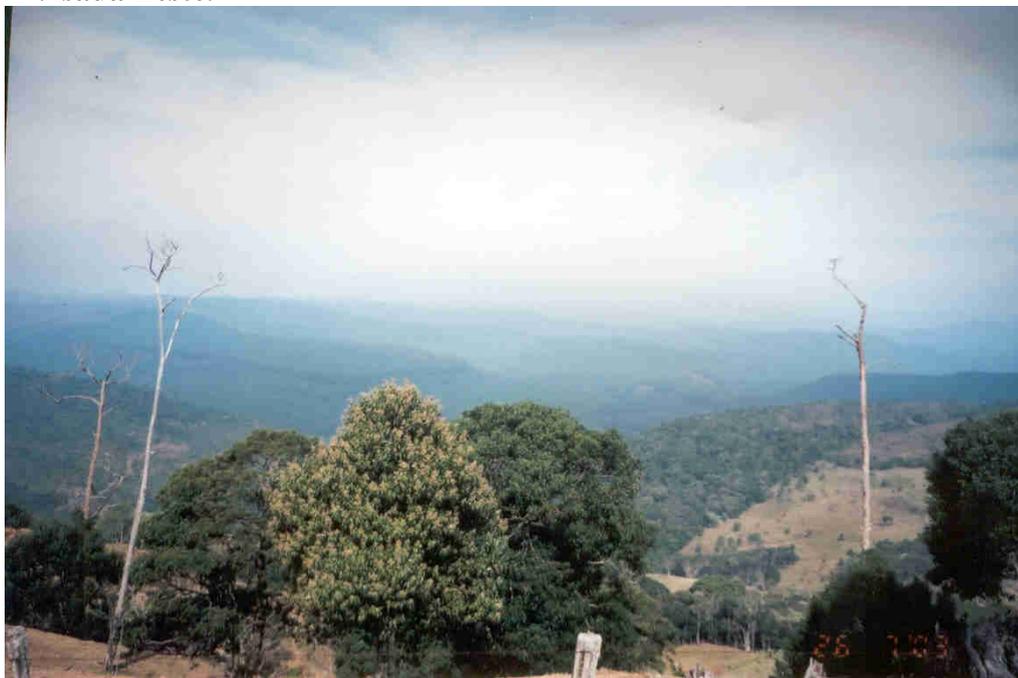


Foto 18. Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Coletaram-se amostras do solo, referente ao ponto 47, com coordenadas UTM X= 465.755 metros e Y= 7.190.793 metros. Nesses topos aplainados, freqüentemente, desenvolve LATOSSOLO. Uma das regiões mais altas, permitindo visão panorâmica. Visada Leste.



PONTO 48:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 03/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado
textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase
campo subtropical de várzea relevo plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: GXbd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 465.515 m. Y= 7.191.009 m.

Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem, em área de topo, sob gramíneas.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.180 m. a 1.220 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo subtropical de várzea.

USO ATUAL: Gramíneas.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- | | |
|-----|---|
| Ag | 0-10 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); argilosa; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara. |
| Bg1 | 10-30 cm, bruno/bruno-escuro (10YR 4/3, úmido) e bruno-acinzentado (10YR 6/3, seco); argilosa; muito dura, friável, plástica, pegajosa; transição plana clara. |
| Bg2 | 30-60 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/5, úmido) e bruno muito claro acinzentado (10YR 7/5, seco); argilosa; muito dura, friável, plástica, pegajosa. |

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte Ag.

OBSERVAÇÕES: - Não foi analisada a estrutura em virtude da gradagem.
- A inclusão de Gleissolos é muito comum nesses relevos (“banhados de altitude”).

Quadro 30. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 48, na profundidade de 10-30 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR.

Característica	Unidade	Valor 10-30 cm
pH CaCl ₂	cmol _c /kg	4,00
Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	1,20
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol _c /kg	10,50
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c /kg	0,70
Ca ⁺⁺	cmol _c /kg	0,51
K ⁺	cmol _c /kg	0,17
T	cmol _c /kg	11,37
P	mg/kg	1,50
C	g/kg	36,50
V %	%	7,65
m %	%	57,97
Areia (2-0,05mm)	%	21,852
Silte (0,05-0,002mm)	%	49,148
Argila (< 0,002 mm)	%	29,000

PONTO 49

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 03/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Alumínico típico A proeminente
textura muito argilosa substrato rochas do derrame do
Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo
plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 465.449 m. Y= 7.191.283 m.

Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em área de meia encosta, em relevo suavizado.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.180 m. a 1.220 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Moderadamente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado a ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Pinus em estágio inicial.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-60 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/6, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, seco); muito argilosa; moderada, média, blocos subangulares; muito dura, friável, plástica, pegajosa; transição plana gradual.
- Bw1 60-150 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/6, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/6, seco); muito argilosa com cascalho; moderada, média, blocos subangulares; muito dura, muito friável, plástica, pegajosa; transição plana gradual.

RAÍZES: Finas e ocasionais no horizonte A.

- OBSERVAÇÕES:
- A coleta em barranco permitiu a análise da estrutura.
 - Área de meia encosta, onde o relevo começa a suavizar, aumentando a profundidade dos solos.
 - É comum, nesses locais, ocorrer associação com NEOSSOLOS e CAMBISSOLOS fase pedregosa.

Quadro 31. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 49, nas profundidades de 0-60 cm e 60-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-60 cm	Valor 60-150 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	4,00	3,70
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	2,60	6,10
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	14,10	16,30
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	1,80	0,78
Ca ⁺⁺	cmol/kg	1,10	0,54
K ⁺	cmol/kg	0,18	0,08
T	cmol/kg	16,08	17,16
P	mg/kg	1,60	0,80
C	g/kg	38,90	20,80
V %	%	12,31	5,01
m %	%	56,77	87,64
SiO ₂	g/kg	---	185,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	198,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	185,00
TiO ₂	g/kg	---	24,20
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,30
MnO	g/kg	---	0,61
Ki	g/kg	---	1,59
Kr	g/kg	---	1,00

Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,68
Areia (2-0,05mm)	%	9,456	5,924
Silte (0,05-0,002mm)	%	18,544	18,076
Argila (< 0,002 mm)	%	72,000	76,000

Foto 19. Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. A foto ilustra o perfil modal de um LATOSSOLO BRUNO, referente ao ponto 49, com coordenadas UTM X= 465.449 metros e Y= 7.191.283 metros.



PONTO 51:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 03/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico A moderado
textura muito argilosa substrato rochas do derrame do
Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo
plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 475.661 m. Y= 7.195.529 m.

Localidade conhecida como “Torre da Antena” (referenciado no mapa topográfico do Ministério do Exército).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem, em área de topo, sob mata secundária em regeneração e taquaral.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.260 m. a 1.291 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano a suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Mata secundária em regeneração e taquaral.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A1 0-5 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco); argila; dura, friável, não plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana clara.
- A2 5-40 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco); argila; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- B 40-150 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/5, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/5, seco); muito argilosa; muito dura, muito friável, muito plástica, pegajosa; transição plana clara.

RAÍZES: Finas e abundantes no horizonte A1. Finas e ocasionais no horizonte A2.

OBSERVAÇÃO: - Não foi analisada a estrutura devido à tradagem.

Quadro 32. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 51, nas profundidades de 0-40 cm e 40-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-40 cm	Valor 40-150 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,90	3,90
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	2,80	3,80
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	22,50	16,30
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	0,85	0,75
Ca ⁺⁺	cmol/kg	0,57	0,50

K ⁺	cmol _c /kg	0,22	0,08
T	cmol _c /kg	23,57	17,13
P	mg/kg	3,20	0,80
C	g/kg	60,60	40,20
V %	%	4,54	4,85
m %	%	72,35	82,07
SiO ₂	g/kg	---	136,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	192,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	162,00
TiO ₂	g/kg	---	23,20
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,30
MnO	g/kg	---	0,44
Ki	g/kg	---	1,20
Kr	g/kg	---	0,78
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,86
Areia (2-0,05mm)	%	8,628	8,180
Silte (0,05-0,002mm)	%	35,372	27,820
Argila (< 0,002 mm)	%	56,000	64,000

PONTO 57:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 04/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico A moderado
 textura muito argilosa substrato rochas do derrame do
 Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo
 plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 473.558 m. Y= 7.198.135 m.

Localidade conhecida como “Campina Redonda” (referenciado no mapa topográfico).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem, em área de fundo de vale, sob pastagem, próximo à rede de drenagem.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.140 m. a 1.180 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano a suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Plano a suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- | | |
|----|---|
| A | 0-15 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, seco); muito argilosa; dura, muito friável, plástica, pegajosa; transição plana abrupta. |
| Bi | 15-50 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido) e amarelo-brunado (10YR 6/6, seco); muito argilosa; muito dura, muito friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana abrupta. |

C 50-70 cm, bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido) e amarelo (10YR 8/6, seco); muito argilosa; dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Finas e frequente no horizonte A..

OBSERVAÇÃO: - Não foi analisada a estrutura devido à tradagem.

Quadro 33. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 57, nas profundidades de 0-15 cm e 15-50 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-15 cm	Valor 15-50 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	4,00	4,10
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	1,90	1,20
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	10,50	7,80
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	2,40	0,75
Ca ⁺⁺	cmol/kg	1,87	0,53
K ⁺	cmol/kg	0,41	0,21
T	cmol/kg	13,31	8,76
P	mg/kg	1,60	0,60
C	g/kg	37,70	13,60
V %	%	21,11	10,96
m %	%	40,34	55,56
SiO ₂	g/kg	---	195,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	210,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	180,00
TiO ₂	g/kg	---	27,00
P ₂ O ₅	g/kg	---	0,80
MnO	g/kg	---	0,41
Ki	g/kg	---	1,58
Kr	g/kg	---	1,02
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,83
Areia (2-0,05mm)	%	7,768	6,704
Silte (0,05-0,002mm)	%	28,232	19,296
Argila (< 0,002 mm)	%	64,000	74,000

PONTO 60:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 05/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico A moderado
textura argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase
floresta subtropical perenifólia relevo ondulado a forte
ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 475.788 m. Y= 7.193.792 m.

Localidade próxima à “Fazenda Perdigão” (referenciada no mapa topográfico).

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem, em área de meia encosta localizada na
“cabeceira” de rede de drenagem, sob mata secundária em regeneração. (área
limítrofe entre o topo e a meia encosta).

FAIXA DE ALTITUDE: 1.180 m. a 1.220 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e
amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente
andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Moderadamente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Moderadamente rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado a forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Laminar muito forte.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Mata secundária em regeneração.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

B1 0-20 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/5, seco); argilas siltosa; muito dura, friável, plástica, pegajosa; transição plana clara.

B2 20-150 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, seco); argila; muito dura, friável, plástica, pegajosa; transição plana gradual.

RAÍZES: Finas e frequentes nos primeiros 20 cm.

OBSERVAÇÕES: - Em virtude da tradagem não foi analisada a estrutura.
 - O horizonte A foi totalmente erodido. A classificação do horizonte A foi realizada por analogia.
 - Aproximando-se da rede de drenagem aumenta-se a quantidade de pedras.
 - Área de assentamentos rurais.
 - O horizonte C localizado abaixo de 150 cm, portanto não coletado.

Quadro 34. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 60, nas profundidades de 0-20 cm e 20-150 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-20 cm	Valor 20-150 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	4,10	3,80
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	1,50	3,20
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	11,30	12,10
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	2,75	0,77
Ca ⁺⁺	cmol/kg	1,84	0,53

K ⁺	cmol _c /kg	0,21	0,05
T	cmol _c /kg	14,26	12,92
P	mg/kg	2,90	0,80
C	g/kg	46,80	17,80
V %	%	20,76	6,35
m %	%	33,63	79,60
SiO ₂	g/kg	---	151,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	170,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	228,00
TiO ₂	g/kg	---	38,00
P ₂ O ₅	g/kg	---	1,40
MnO	g/kg	---	1,39
Ki	g/kg	---	1,51
Kr	g/kg	---	0,81
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,17
Areia (2-0,05mm)	%	17,904	18,608
Silte (0,05-0,002mm)	%	40,096	28,392
Argila (< 0,002 mm)	%	42,000	53,000

PONTO 72:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 04/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO BRUNO Alumínico típico A moderado
 textura muito argilosa substrato rochas do derrame do
 Trapp fase floresta subtropical perenifólia relevo
 plano/suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LBa.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 462.050 m. Y= 7.198.737 m.

Localidade conhecida como “Altorio das Mortes” (caracterizada no mapeamento topográfico do Ministério do Exército), próximo à “Pedreira”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em área de topo aplainado, sob cultivo de milho.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.180 m. a 1.220 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano a suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical perenifólia.

USO ATUAL: Milho.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Polisei.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-20 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2, úmido) e bruno-escuro (10YR 3/3, seco); muito argilosa; moderada, média, blocos subangulares; muito dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- AB 20-60 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, seco); muito argilosa; moderada, média, blocos subangulares; dura, muito friável, plástica, pegajosa; transição plana gradual.

- B1 60-100 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido) e bruno-forte (7,5YR 4/6, seco); muito argilosa; moderada, média, blocos subangulares; muito dura, muito friável, muito plástica, pegajosa; transição plana gradual.
- B2 100-180 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 4/6, seco); muito argilosa; moderada, média, blocos subangulares; dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.
- B3 180-200 cm, coloração variegada, úmida, composta de bruno-avermelhado/vermelho-amarelado (5YR 4/5) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6); coloração variegada, seca, composta de amarelo-brunado (10YR 6/6) e vermelho-amarelado (5YR 5/6); muito argilosa cascalhenta; moderada, média, blocos subangulares; muito dura, muito friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Finas e frequentes no horizonte A.

OBSERVAÇÃO: A coleta em barranco permitiu analisar a estrutura.

Quadro 35. Características físico-químicas de amostras do solo referentes ao Ponto 72, nas profundidades de 0-20 cm e 60-100 cm. Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Solos da UFPR e no Laboratório de Água, Solos e Plantas da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos/RJ.

Característica	Unidade	Valor 0-20 cm	Valor 60-100 cm
pH CaCl ₂	cmol/kg	3,90	4,00
Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	1,80	4,8
H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	cmol/kg	16,30	9,70
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol/kg	1,10	0,75
Ca ⁺⁺	cmol/kg	0,91	0,50
K ⁺	cmol/kg	0,14	0,02
T	cmol/kg	17,54	10,47
P	mg/kg	2,50	1,10
C	g/kg	48,60	8,80
V %	%	7,07	7,35
m %	%	59,21	86,18
SiO ₂	g/kg	---	176,00
Al ₂ O ₃	g/kg	---	185,00
Fe ₂ O ₃	g/kg	---	191,00
TiO ₂	g/kg	---	63,20
P ₂ O ₅	g/kg	---	2,40
MnO	g/kg	---	1,13
Ki	g/kg	---	1,62

Kr	g/kg	---	0,97
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	g/kg	---	1,52
Areia (2-0,05mm)	%	4,308	4,580
Silte (0,05-0,002mm)	%	23,692	29,420
Argila (< 0,002 mm)	%	72,000	66,000

PONTO 73:

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 03/10/2003

CLASSIFICAÇÃO: GLEISSOLO HÁPLICO típico A moderado textura muito argilosa substrato rochas do derrame do Trapp fase campo subtropical de várzea relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: GXbd.

LOCALIZAÇÃO/COORDENADAS UTM: X= 461.573 m. Y= 7.198.078 m.

Localidade conhecida como “Altorio das Mortes” (caracterizada no mapeamento topográfico do Ministério do Exército), próximo à “Pedreira”.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL:

Descrito e coletado através de tradagem, em área de topo aplainado, sob gramíneas.

FAIXA DE ALTITUDE: 1.140 m. a 1.180 m.

LITOLOGIA: Efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Geral.

CRONOLOGIA: Idade Eocretácea, aproximadamente 138-127 Ma.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da alteração das rochas supracitadas.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo subtropical de várzea.

USO ATUAL: Gramíneas.

CLIMA: Cfb, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Paulo César Poliseli.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ag	0-10 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); muito argilosa; muito dura, friável, plástica, pegajosa; transição plana clara.
Bg1	10-30 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno (10YR 5/3, seco); muito argilosa; muito dura, friável, plástica, pegajosa; transição plana gradual.
Bg2	30-70 cm, coloração variegada, úmida, composta de cinzento muito escuro (10YR 3/1) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2); coloração variegada, seca, composta de cinzento muito escuro (10YR 3/1) e bruno-acinzentado (10YR 5/2); muito argilosa; muito dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Finas e ocasionais no horizonte A.

OBSERVAÇÕES: - Devido à tradagem não foi analisada a estrutura.
 - Não se coletou amostra para análise laboratorial, portanto a textura foi obtida pelo tato, destacando que se trata de um banhado, que ocorre como inclusão nesses ambientes (“banhados de altitude”). Como não foram feitas análises, não foi classificado o aspecto químico.

4.3 MAPEAMENTO GEOQUÍMICO E AVALIAÇÃO REGIONAL DA APTIDÃO AGRÍCOLA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR – UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

O enfoque utilizado para a avaliação da aptidão agrícola refere-se a uma proposta de avaliação relacionada à expansão da agricultura familiar. Essa, diretamente vinculada com a criação de projetos de assentamento do INCRA junto ao Programa Nacional de Reforma Agrária, que é implementada através dos instrumentos jurídicos e técnico-administrativos do governo federal, agente responsável pela implantação e gerenciamento desta política pública de caráter nacional.

O primeiro aspecto a se considerar refere-se a uma questão conceitual, construída a partir de uma ampla revisão da literatura, prática vivencial e técnica junto aos projetos de assentamento do INCRA localizados no Paraná, e da própria “visão institucional” da autarquia. Deste modo assumem-se os seguintes pressupostos:

1) Para a região estudada, independentemente de qualquer que seja o ambiente classificado sob o ponto de vista do conceito de paisagem geoquímica, os teores de elementos minerais são considerados muito baixos para o desenvolvimento de uma agricultura minimamente produtiva, o que é constatado pela predominância de caráter distrófico e alumínico. Partindo-se apenas desta informação como referencial, e adotando o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras desenvolvido por RAMALHO FILHO & BEEK (1995), o sistema de exploração para a região de estudo se concentraria no nível de manejo B (pouco desenvolvido) e, destacadamente no nível de manejo C (desenvolvido), não se enquadrando no nível de manejo A (primitivo). As definições desses autores encontram-se em anexo.

2) Outra questão importante, que está diretamente relacionada com o item 1, refere-se à atual realidade e características da agricultura familiar, destacando os projetos de

assentamento do INCRA. Nesse sentido, conforme SPAROVEK (2003), o debate travado em vários países e, inclusive, no Brasil, se dá em torno da capacidade da agricultura baseada na mão-de-obra familiar incorporar tecnologia de tal sorte a suportar adequadamente as demandas colocadas pelo processo de desenvolvimento. Ademais, destaca-se que, no programa de reforma agrária, há previsão de aplicação de créditos e dotação orçamentária crescente nos últimos anos, para auxiliar no processo produtivo, incluindo programas de apoio nas áreas de educação e assistência técnica, por exemplo. A liberação dos recursos destinados à produção, em várias modalidades, é realizada mediante elaboração de projeto técnico produtivo, baseando-se ainda em planos de desenvolvimento que visam, sobretudo, a sustentabilidade social, econômica e ambiental. Portanto, no modelo atual de desenvolvimento, os agricultores familiares buscam constantemente o que se definiu como “nível de manejo C”, passando pelo nível “B”.

3) Outro pressuposto que deve ser considerado é que, quando consideramos a criação de um projeto de assentamento, quase que invariavelmente o modelo tem se baseado na distribuição individualizada de lotes às famílias. Nesse tipo de distribuição de lotes é importante uma certa uniformidade em termos de relevo favorável e qualidade dos solos para que possa haver uma distribuição mais equitativa de terra entre os agricultores. Contudo, muitas vezes a falta de critérios mais claros e cientificamente sustentados, que variam desde administrativos à técnicos, levam à incorporação pelo programa de reforma agrária porções de terras que apresentam grande complexidade em termos de conservação do solo, não raro produzindo injustiças difíceis de se contornar junto à determinadas famílias de parceiros que receberam seu lotes em áreas sem aptidão agrícola. Tal aspecto contribui muito com o aumento da pressão sobre o meio ambiente, principalmente em áreas de maior fragilidade, como a presença de solos rasos e altamente susceptíveis ao fenômeno erosivo.

A definição das classes de aptidão regional para a expansão da agricultura familiar, tendo em vista os pressupostos assumidos, foram definidas a partir do modelo de RAMALHO FILHO & BEEK (1995), para áreas programadas para projetos de desenvolvimento agrícola, com aplicação de tecnologia compatível com os níveis de manejo B e C. Nesse caso, não mais se justifica a adoção do nível de manejo A (sem melhoramento das condições naturais das terras). Junto a este conceito foi incorporada a avaliação da aptidão para a implantação de projetos de assentamento com conseqüente expansão da agricultura familiar na ocupação do espaço geográfico. A conceituação adotada segue abaixo:

a) Apta: Para a região de estudo compreende as terras pertencentes ao Grupo 1 de aptidão agrícola, conseqüentemente terras com aptidão boa para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis de manejo B e/ou C. Ocorrem nos declives que variam de 0 até 13% de declividade, onde os solos desenvolvem um horizonte B latossólico e B câmbico. Não há restrição significativa para a implantação de projetos de assentamento, bem como parcelamento em sistema de loteamentos facilitando a equidade na distribuição de lotes;

b) Restrita: Para a região de estudo compreende as terras pertencentes ao Grupo 2 de aptidão agrícola, conseqüentemente terras com aptidão regular para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis de manejo B e/ou C. Ocorrem nos declives que variam de 13 a 20 % em relevo ondulado, onde os solos começam a apresentar redução na espessura no horizonte B. Com os solos mais rasos e maior susceptibilidade ao fenômeno erosivo, aliado ao maior aparecimento de pedregosidade, há restrições ao processo produtivo, contudo ainda é possível implantar projetos de assentamento com dificuldades na distribuição equitativa de lotes.

c) Muito Restrita: Para a região de estudo compreende as terras pertencentes ao Grupo 3 de aptidão agrícola, conseqüentemente terras com aptidão restrita para lavouras de

ciclo curto e/ou longo nos níveis de manejo B e/ou C. Ocorrem nos declives que variam de 20 a 45 % em relevo forte ondulado nas regiões do basalto, onde os solos apresentam reduzida profundidade, predominando Neossolos e Cambissolos, sendo altamente susceptíveis ao fenômeno erosivo. Há restrições ao processo produtivo quando se tem em vista a implantação de projetos de assentamento, com sérios riscos de perda de sustentabilidade ambiental e extrema dificuldade na distribuição equitativa de lotes, sendo muito arriscado a destinação de terras nessas condições;

d) Inaptas: Sem aptidão para a implantação de projetos de assentamento, definido para a região como sendo a faixa de declividade que vai de 20 a 45 % na região do arenito e 45 a 100 % nas demais regiões, predominando relevo forte ondulado a montanhoso, ocorrendo a predominância de Neossolos que não garantem sustentabilidade num sistema de parcelamento de lotes.

Definido os pressupostos e a conceituação de aptidão em virtude das características edafológicas da região, partiu-se para a geração do Mapeamento da Aptidão Agrícola para a Expansão da Agricultura Familiar mediante o cruzamento dos planos de informação: Mapeamento da Paisagem Geoquímica versus Mapeamento das Classes de Declividade. Este cruzamento foi elaborado em linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) de programação, utilizada pelo sistema SPRING para executar análises e cruzamentos de mapas.

O programa “cruzamento 1” apresentado na seqüência foi elaborado no sentido das classes de declividade definirem a aptidão, quando cruzada com as diferentes paisagens geoquímicas. Como exemplo, para compreender o programa, toma-se o caso da classe de aptidão apta, para a região do arenito. Nesse caso observa-se que as classes de declividade compreendidas pelos intervalos de 0 a 3%, 3 a 8% e 8 a 13% ocorrendo nas

regiões de topo do arenito, ou seja, os ambientes eluviais do arenito sob o ponto de vista da classificação geoquímica da paisagem, foram considerados aptos, pois nessas classes de declividade os solos desta região são bem desenvolvidos e a declividade permite uma segurança em termos ambientais em caso de parcelamento rural para fins de assentamento. Os outros cruzamentos do programa “cruzamento 1” seguem o mesmo raciocínio, mas há algumas diferenças em relação ao ambiente geoquímico. Estas diferenças aparecem, por exemplo, no caso da classe de declividade de 20 a 45 % que, no arenito é considerado inapto e no basalto é considerado muito restrito, devido ao fato dos solos derivados do arenito serem muito mais susceptíveis ao fenômeno erosivo e apresentarem os menores teores em termos de fertilidade do solo. Segue o cruzamento 1:

Programa 1 – Cruzamento 1:

```
//Criando novo plano
apti=Novo(Nome="Aptidao2", ResX=30, ResY=30, Escala=50.000);

//Definindo as relações entre classes
apti = Atribua (CategoriaFim = "Aptidao")
{
  "Apto": (pai.Classe == "Arenito_Topo" && decl.Classe == "0 a 3%"),
  "Apto": (pai.Classe == "Arenito_Topo" && decl.Classe == "3 a 8%"),
  "Apto": (pai.Classe == "Arenito_Topo" && decl.Classe == "8 a 13%"),
  "Restrito": (pai.Classe == "Arenito_Topo" && decl.Classe == "13 a 20%"),
  "Inapto": (pai.Classe == "Arenito_Topo" && decl.Classe == "20 a 45%"),
  "Inapto": (pai.Classe == "Arenito_Topo" && decl.Classe == "45 a 100%"),
  "Inapto": (pai.Classe == "Arenito_Topo" && decl.Classe == "Acima de 100%"),
  "Apto": (pai.Classe == "Arenito_Meia_Encosta" && decl.Classe == "0 a 3%"),
  "Apto": (pai.Classe == "Arenito_Meia_Encosta" && decl.Classe == "3 a 8%"),
  "Apto": (pai.Classe == "Arenito_Meia_Encosta" && decl.Classe == "8 a 13%"),
  "Restrito": (pai.Classe == "Arenito_Meia_Encosta" && decl.Classe == "13 a 20%"),
  "Inapto": (pai.Classe == "Arenito_Meia_Encosta" && decl.Classe == "20 a 45%"),
  "Inapto": (pai.Classe == "Arenito_Meia_Encosta" && decl.Classe == "45 a 100%"),
  "Inapto": (pai.Classe == "Arenito_Meia_Encosta" && decl.Classe == "Acima de 100%"),
  "Apto": (pai.Classe == "Arenito_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "0 a 3%"),
  "Apto": (pai.Classe == "Arenito_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "3 a 8%"),
  "Apto": (pai.Classe == "Arenito_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "8 a 13%"),
  "Restrito": (pai.Classe == "Arenito_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "13 a 20%"),
  "Inapto": (pai.Classe == "Arenito_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "20 a 45%"),
  "Inapto": (pai.Classe == "Arenito_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "45 a 100%"),
}
```

"Inapto": (pai.Classe == "Arenito_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "Acima de 100%"),

 "Apto": (pai.Classe == "Basalto_Topo" && decl.Classe == "0 a 3%"),
 "Apto": (pai.Classe == "Basalto_Topo" && decl.Classe == "3 a 8%"),
 "Apto": (pai.Classe == "Basalto_Topo" && decl.Classe == "8 a 13%"),
 "Restrito": (pai.Classe == "Basalto_Topo" && decl.Classe == "13 a 20%"),
 "Muito Restrito": (pai.Classe == "Basalto_Topo" && decl.Classe == "20 a 45%"),
 "Inapto": (pai.Classe == "Basalto_Topo" && decl.Classe == "45 a 100%"),
 "Inapto": (pai.Classe == "Basalto_Topo" && decl.Classe == "Acima de 100%"),

"Apto": (pai.Classe == "Basalto_Meia_Encosta" && decl.Classe == "0 a 3%"),
"Apto": (pai.Classe == "Basalto_Meia_Encosta" && decl.Classe == "3 a 8%"),
"Apto": (pai.Classe == "Basalto_Meia_Encosta" && decl.Classe == "8 a 13%"),
"Restrito": (pai.Classe == "Basalto_Meia_Encosta" && decl.Classe == "13 a 20%"),
"Muito Restrito": (pai.Classe == "Basalto_Meia_Encosta" && decl.Classe == "20 a 45%"),
"Inapto": (pai.Classe == "Basalto_Meia_Encosta" && decl.Classe == "45 a 100%"),
"Inapto": (pai.Classe == "Basalto_Meia_Encosta" && decl.Classe == "Acima de 100%"),

 "Apto": (pai.Classe == "Basalto_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "0 a 3%"),
 "Apto": (pai.Classe == "Basalto_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "3 a 8%"),
 "Apto": (pai.Classe == "Basalto_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "8 a 13%"),
 "Restrito": (pai.Classe == "Basalto_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "13 a 20%"),
 "Muito Restrito": (pai.Classe == "Basalto_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "20 a 45%"),
 "Inapto": (pai.Classe == "Basalto_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "45 a 100%"),
 "Inapto": (pai.Classe == "Basalto_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "Acima de 100%"),

"Apto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Topo" && decl.Classe == "0 a 3%"),
 "Apto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Topo" && decl.Classe == "3 a 8%"),
 "Apto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Topo" && decl.Classe == "8 a 13%"),
 "Restrito": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Topo" && decl.Classe == "13 a 20%"),
 "Muito Restrito": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Topo" && decl.Classe == "20 a 45%"),
 "Inapto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Topo" && decl.Classe == "45 a 100%"),
 "Inapto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Topo" && decl.Classe == "Acima de 100%"),

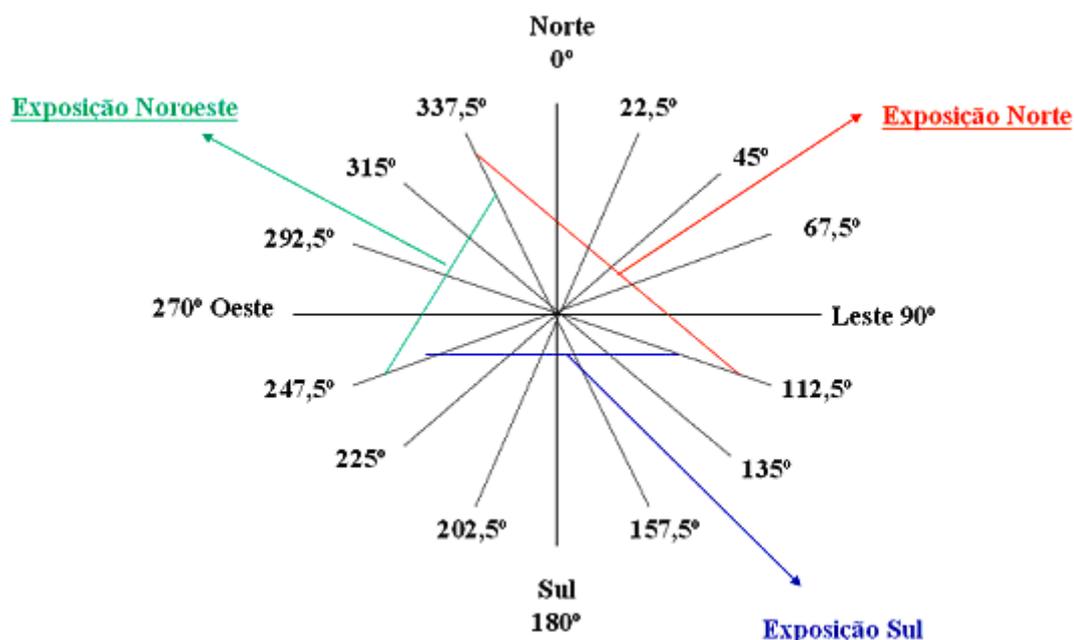
"Apto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Meia_Encosta" && decl.Classe == "0 a 3%"),
"Apto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Meia_Encosta" && decl.Classe == "3 a 8%"),
"Apto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Meia_Encosta" && decl.Classe == "8 a 13%"),
"Restrito": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Meia_Encosta" && decl.Classe == "13 a 20%"),
"Muito Restrito": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Meia_Encosta" && decl.Classe == "20 a 45%"),
"Inapto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Meia_Encosta" && decl.Classe == "45 a 100%"),
"Inapto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Meia_Encosta" && decl.Classe == "Acima de 100%"),

 "Apto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "0 a 3%"),
 "Apto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "3 a 8%"),
 "Apto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "8 a 13%"),
 "Inapto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "13 a 20%"),

```
"Muito Restrito": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "20 a 45%"),  
"Inapto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "45 a 100%"),  
"Inapto": (pai.Classe == "Rio_das_Pedras_Fundo_de_Vale" && decl.Classe == "Acima de 100%")  
  
};  
}
```

O Programa 2 – Cruzamento 2 a seguir, também elaborado na linguagem LEGAL de programação, apenas foi utilizado no sentido de incluir a informação a respeito das classes de exposição de vertentes (figura 32), não promovendo modificação nas classes de aptidão anteriormente definidas. A exposição de vertente L-N é o intervalo em graus que vai de 337,5° até 112,5°, sendo as vertentes que são mais beneficiadas pelo sol da manhã; a exposição NO-O é o intervalo em graus que vai de 247,5° até 337,5°, sendo as vertentes mais beneficiadas pelo sol da tarde; a exposição SE-SO é o intervalo em graus que vai de 112,5° até 247,5°, sendo as vertentes de exposição mais ao sul, com as maiores limitações em termos de incidência de radiação. A figura 32.1, ilustra os intervalos agrupados das exposições das vertentes.

Figura 32.1. Intervalos de exposição de vertentes agrupados em três setores: norte, sul e noroeste.



A utilização da exposição das vertentes é uma proposta bastante incomum em estudos de aptidão agrícola. Esta análise foi incorporada na presente metodologia devido haver indícios de diferenças em termos de produção e produtividade de diferentes culturas. Essa informação foi obtida dos moradores na região, através da aplicação de questionário sócio-econômico, onde se identificou este aspecto, muito embora não haja dados na literatura a respeito desta situação para esta região de estudo, o que abre campo para investigações nesta área.

De qualquer modo, na literatura há citações sobre a importância da exposição das vertentes no processo produtivo, principalmente o uso desta informação no planejamento da ocupação solo, para construções, podas de frutíferas, disposição das linhas de plantio, dentre outras aplicações, com alguns exemplos explicitados no item 2.7.

Conforme o exposto apresenta-se o Programa 2 – Cruzamento 2:

Programa 2 (CORRIGIDO) – Cruzamento 2:

```
// Exemplo de cruzamento entre 2 planos temáticos
{
//Definindo as variáveis e suas categorias
Tematico aip("Aptidao_IP"), ep("Eposicao"), ipe("Aptidao_IP_E2");

//Recuperando planos
aip=Recupere (Nome = "Aptidao3");
ep=Recupere (Nome = "Mapa_Eposicao");

//Criando novo plano
ipe=Novo(Nome="Aptidao", ResX=30, ResY=30, Escala=50000);

//Definindo as relações entre classes
ipe = Atribua (CategoriaFim = "Aptidao_IP_E2")
{
    "Apto": (aip.Classe == "Apto" && ep.Classe == "NO"),
    "Apto": (aip.Classe == "Apto" && ep.Classe == "O"),
    "Apto": (aip.Classe == "Apto" && ep.Classe == "L"),
    "Apto": (aip.Classe == "Apto" && ep.Classe == "NE"),
    "Apto": (aip.Classe == "Apto" && ep.Classe == "N"),
    "Apto": (aip.Classe == "Apto" && ep.Classe == "Plano"),
    "Apto": (aip.Classe == "Apto" && ep.Classe == "SE"),
    "Apto": (aip.Classe == "Apto" && ep.Classe == "S"),
    "Apto": (aip.Classe == "Apto" && ep.Classe == "SO"),
    "Restrito": (aip.Classe == "Restrito" && ep.Classe == "SE"),
    "Restrito": (aip.Classe == "Restrito" && ep.Classe == "S"),
    "Restrito": (aip.Classe == "Restrito" && ep.Classe == "SO"),
    "Restrito": (aip.Classe == "Restrito" && ep.Classe == "Plano"),
    "Restrito": (aip.Classe == "Restrito" && ep.Classe == "L"),
    "Restrito": (aip.Classe == "Restrito" && ep.Classe == "NE"),
    "Restrito": (aip.Classe == "Restrito" && ep.Classe == "N"),
    "Restrito": (aip.Classe == "Restrito" && ep.Classe == "NO"),
    "Restrito": (aip.Classe == "Restrito" && ep.Classe == "O"),
    "Muito_Restrito": (aip.Classe == "Muito_Restrito" && ep.Classe == "SE"),
    "Muito_Restrito": (aip.Classe == "Muito_Restrito" && ep.Classe == "S"),
    "Muito_Restrito": (aip.Classe == "Muito_Restrito" && ep.Classe == "SO"),
    "Muito_Restrito": (aip.Classe == "Muito_Restrito" && ep.Classe == "Plano"),
    "Muito_Restrito": (aip.Classe == "Muito_Restrito" && ep.Classe == "L"),
    "Muito_Restrito": (aip.Classe == "Muito_Restrito" && ep.Classe == "NE"),
    "Muito_Restrito": (aip.Classe == "Muito_Restrito" && ep.Classe == "N"),
    "Muito_Restrito": (aip.Classe == "Muito_Restrito" && ep.Classe == "NO"),
    "Muito_Restrito": (aip.Classe == "Muito_Restrito" && ep.Classe == "O"),
    "Inapto": (aip.Classe == "Inapto" && ep.Classe == "NO"),
    "Inapto": (aip.Classe == "Inapto" && ep.Classe == "O"),
```

```

"Inapto": (aip.Classe == "Inapto" && ep.Classe == "L"),
"Inapto": (aip.Classe == "Inapto" && ep.Classe == "NE"),
"Inapto": (aip.Classe == "Inapto" && ep.Classe == "N"),
"Inapto": (aip.Classe == "Inapto" && ep.Classe == "Plano"),
"Inapto": (aip.Classe == "Inapto" && ep.Classe == "SE"),
"Inapto": (aip.Classe == "Inapto" && ep.Classe == "S"),
"Inapto": (aip.Classe == "Inapto" && ep.Classe == "SO")

};
}

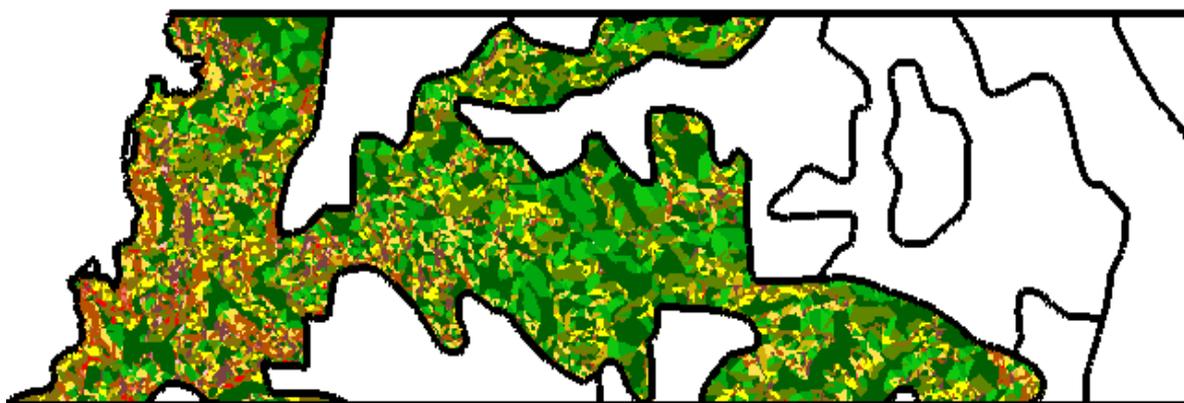
```

Com a aplicação dos programas 1 e 2 e definido a questão conceitual, produziu-se, enfim, o mapeamento da aptidão agrícola para a expansão da agricultura familiar – setor leste de Guarapuava-PR (figura 33). Para a construção da legenda partiu-se do pressuposto de se criar uma forma simples, de fácil visualização, com um caráter interpretativo e intuitivo para o fim a que se destina a informação mapeada.

Objetivando fazer uma análise qualitativa do mapeamento ora proposto, em contrapartida com o mapeamento da aptidão agrícola do Estado do Paraná, elaborado na escala 1:600.000, principalmente no sentido de fazer uma inferência da contribuição do presente estudo, foi efetuado o desenho digital georreferenciado daquele mapeamento com o mesmo recorte da área trabalhada, conforme pode-se ver na figura 34.

Apenas a título de uma simples comparação, foi efetuada a interpolação das informações do mapeamento da EMBRAPA com o deste trabalho, exemplificado para a classe de aptidão 2bc, que representa o maior polígono daquele mapeamento, conforme a figura 32.2 abaixo:

Figura 32.2. Preenchimento do polígono que representa a classe de aptidão 2bc, do mapeamento da aptidão agrícola do Estado do Paraná, com as informações do mapeamento da aptidão regional para a expansão da agricultura familiar. Nível esquemático, sem escala definida (figura meramente ilustrativa).



Legenda:

■	Muito Restrito NO-O
■	Muito Restrito L-N
■	Muito Restrito SE-SO
■	Restrito NO-O
■	Restrito L-N
■	Restrito SE-SO
■	Inapto SE-SO
■	Inapto L-N
■	Inapto NO-O
■	Apto SE-SO
■	Apto Plano
■	Apto L-N
■	Apto NO-O

Num mapeamento na escala 1:600.000, pode ter uma agregação de informações muito significativa. Neste exemplo, em apenas uma classe de aptidão do mapeamento na escala 1:600.000, há informações mapeadas de 13 classes, quais sejam: Apto_NO_O área de 1149.93 hectares; Apto_L_N 1594.35 ha; Apto_Plano 4132.44 ha; Apto_SE_SO 1623.33 ha; Inapto_NO_O 40.95 ha; Inapto_L_N 65.34 ha; Inapto_SE_SO 101.61 ha; Restrito_SE_SO 930.60 ha; Restrito_L_N 948.69; Restrito_NO_O 675.99 ha; Muito_Restrito_SE_SO 1037.25 ha; Muito_Restrito_L_N 909.45 ha e; Muito_Restrito_NO_O 570.69 ha. O mesmo raciocínio é válido para os outros polígonos.

Uma outra análise é apresentada na figura 35, um mapeamento comparativo entre os mapas de aptidão regional para a expansão da agricultura familiar e o de aptidão agrícola da EMBRAPA (1984). Com isso, procurou-se demonstrar a contribuição relativa do mapeamento ora proposto. Nesta figura, indicam-se regiões onde há a possibilidade de um uso mais intensivo, uma classificação equivalente e regiões onde o uso deve ser mais restritivo. O Programa 3, em linguagem LEGAL de programação, descrito a seguir, foi utilizado para a geração desta informação, partindo-se do seguinte princípio:

- a) Definiu-se, preliminarmente, que o cruzamento dos mapas de aptidão para a expansão da agricultura familiar versus o mapa de aptidão da EMBRAPA, proporcionaria a obtenção de três informações, quais sejam:
 - a.1) Classe A: regiões onde há possibilidade de um uso mais intensivo;
 - a.2) Classe B: regiões onde a classificação foi equivalente e;
 - a.3) Classe C: regiões onde o uso deve ser mais restritivo.
- b) Só foram considerados os grandes grupos de aptidão, representado pelos números 2, 3, 4 e 6 do mapa da EMBRAPA;
- c) As exposições das vertentes não afetam o resultado do cruzamento;
- d) Conforme se definiu nos pressupostos, as classes “muito restrito”, “restrito”, “inapto” e “apto”, do sistema de aptidão para a expansão da agricultura familiar, foram consideradas, respectivamente, equivalentes aos grupos 3, 2, 6 e 1, do sistema de RAMALHO FILHO & BEEK (1995);
- e) Tendo em vista as considerações anteriores, o cruzamento seguiu a seguinte lógica (exemplificado para a classe “muito restrito”). O mesmo raciocínio é válido para compreender os outros cruzamentos, ou seja:

- e.1) Quando ocorre o cruzamento de “muito restrito” com Classe 2 do mapa da EMBRAPA, origina-se a Classe C do mapa comparativo, ou seja, nesse caso o uso deve ser mais restritivo;
- e.2) Quando ocorre o cruzamento de “muito restrito” com Classe 3 do mapa da EMBRAPA, origina-se a Classe B do mapa comparativo, ou seja, nesse caso a classificação é equivalente;
- e-3) Quando ocorre o cruzamento de “muito restrito” com Classe 4 do mapa da EMBRAPA, origina-se a Classe A do mapa comparativo, ou seja, nesse caso há possibilidade de um uso mais intensivo e;
- e.4) Quando ocorre o cruzamento de “muito restrito” com Classe 6 do mapa da EMBRAPA, origina-se a Classe A do mapa comparativo, ou seja, nesse caso há possibilidade de um uso mais intensivo.

Programa 3 – Cruzamento 3:

```
// Programa 3 cruzamento entre 2 planos temáticos
{
//Definindo as variáveis e suas categorias
Tematico aptA("Aptidao_IP_E"), aptE("Aptidão_Agricola"), comp("Comparativo");

//Recuperando planos
aptA=Recupere (Nome = "Aptidao");
aptE=Recupere (Nome = "Aptidão_Agricola");

//Criando novo plano
comp=Novo(Nome="Comparativo", ResX=10, ResY=10, Escala=50000);

//Definindo as relações entre classes
comp= Atribua (CategoriaFim = "Comparativo")
{

"C": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_L_N" && aptE.Classe == "2bc"),
"C": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_NO_O" && aptE.Classe == "2bc"),
"C": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_SE_SO" && aptE.Classe == "2bc"),
```

"C": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_L_N" && aptE.Classe == "2(b)c"),
 "C": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_NO_O" && aptE.Classe == "2(b)c"),
 "C": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_SE_SO" && aptE.Classe == "2(b)c"),

"B": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_L_N" && aptE.Classe == "3(ab)"),
 "B": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_NO_O" && aptE.Classe == "3(ab)"),
 "B": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_SE_SO" && aptE.Classe == "3(ab)"),

"A": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_L_N" && aptE.Classe == "4P"),
 "A": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_NO_O" && aptE.Classe == "4P"),
 "A": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_SE_SO" && aptE.Classe == "4P"),

"A": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_L_N" && aptE.Classe == "6"),
 "A": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_NO_O" && aptE.Classe == "6"),
 "A": (aptA.Classe == "Muito_Restrito_SE_SO" && aptE.Classe == "6"),

"B": (aptA.Classe == "Restrito_L_N" && aptE.Classe == "2bc"),
 "B": (aptA.Classe == "Restrito_NO_O" && aptE.Classe == "2bc"),
 "B": (aptA.Classe == "Restrito_SE_SO" && aptE.Classe == "2bc"),
 "B": (aptA.Classe == "Restrito_Plano" && aptE.Classe == "2bc"),

"B": (aptA.Classe == "Restrito_L_N" && aptE.Classe == "2(b)c"),
 "B": (aptA.Classe == "Restrito_NO_O" && aptE.Classe == "2(b)c"),
 "B": (aptA.Classe == "Restrito_SE_SO" && aptE.Classe == "2(b)c"),
 "B": (aptA.Classe == "Restrito_Plano" && aptE.Classe == "2(b)c"),

"A": (aptA.Classe == "Restrito_L_N" && aptE.Classe == "3(ab)"),
 "A": (aptA.Classe == "Restrito_NO_O" && aptE.Classe == "3(ab)"),
 "A": (aptA.Classe == "Restrito_SE_SO" && aptE.Classe == "3(ab)"),
 "A": (aptA.Classe == "Restrito_Plano" && aptE.Classe == "3(ab)"),

"A": (aptA.Classe == "Restrito_L_N" && aptE.Classe == "4P"),
 "A": (aptA.Classe == "Restrito_NO_O" && aptE.Classe == "4P"),
 "A": (aptA.Classe == "Restrito_SE_SO" && aptE.Classe == "4P"),
 "A": (aptA.Classe == "Restrito_Plano" && aptE.Classe == "4P"),

"A": (aptA.Classe == "Restrito_L_N" && aptE.Classe == "6"),
 "A": (aptA.Classe == "Restrito_NO_O" && aptE.Classe == "6"),
 "A": (aptA.Classe == "Restrito_SE_SO" && aptE.Classe == "6"),
 "A": (aptA.Classe == "Restrito_Plano" && aptE.Classe == "6"),

"C": (aptA.Classe == "Inapto_L_N" && aptE.Classe == "2bc"),
 "C": (aptA.Classe == "Inapto_NO_O" && aptE.Classe == "2bc"),
 "C": (aptA.Classe == "Inapto_SE_SO" && aptE.Classe == "2bc"),

"C": (aptA.Classe == "Inapto_L_N" && aptE.Classe == "2(b)c"),
 "C": (aptA.Classe == "Inapto_NO_O" && aptE.Classe == "2(b)c"),
 "C": (aptA.Classe == "Inapto_SE_SO" && aptE.Classe == "2(b)c"),

```

"C": (aptA.Classe == "Inapto_L_N" && aptE.Classe == "3(ab)"),
"C": (aptA.Classe == "Inapto_NO_O" && aptE.Classe == "3(ab)"),
"C": (aptA.Classe == "Inapto_SE_SO" && aptE.Classe == "3(ab)"),

"C": (aptA.Classe == "Inapto_L_N" && aptE.Classe == "4P"),
"C": (aptA.Classe == "Inapto_NO_O" && aptE.Classe == "4P"),
"C": (aptA.Classe == "Inapto_SE_SO" && aptE.Classe == "4P"),

"B": (aptA.Classe == "Inapto_L_N" && aptE.Classe == "6"),
"B": (aptA.Classe == "Inapto_NO_O" && aptE.Classe == "6"),
"B": (aptA.Classe == "Inapto_SE_SO" && aptE.Classe == "6"),

"A": (aptA.Classe == "Apto_L_N" && aptE.Classe == "2bc"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_NO_O" && aptE.Classe == "2bc"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_SE_SO" && aptE.Classe == "2bc"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_Plano" && aptE.Classe == "2bc"),

"A": (aptA.Classe == "Apto_L_N" && aptE.Classe == "2(b)c"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_NO_O" && aptE.Classe == "2(b)c"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_SE_SO" && aptE.Classe == "2(b)c"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_Plano" && aptE.Classe == "2(b)c"),

"A": (aptA.Classe == "Apto_L_N" && aptE.Classe == "3(ab)"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_NO_O" && aptE.Classe == "3(ab)"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_SE_SO" && aptE.Classe == "3(ab)"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_Plano" && aptE.Classe == "3(ab)"),

"A": (aptA.Classe == "Apto_L_N" && aptE.Classe == "4P"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_NO_O" && aptE.Classe == "4P"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_SE_SO" && aptE.Classe == "4P"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_Plano" && aptE.Classe == "4P"),

"A": (aptA.Classe == "Apto_L_N" && aptE.Classe == "6"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_NO_O" && aptE.Classe == "6"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_SE_SO" && aptE.Classe == "6"),
"A": (aptA.Classe == "Apto_Plano" && aptE.Classe == "6")

};
}

```

Analisando a figura 35, observa-se que: a) há uma concentração da informação, de que o uso deve ser mais restritivo, na região da bacia do Rio das Pedras; b) houve uma concentração de informação equivalente na região dos arenitos e; c) na região do planalto basáltico, houve predomínio de áreas com possibilidade de uso mais intensivo.

4.4 ESTUDO SÓCIO-ECONÔMICO

Com relação ao estudo sócio-econômico, a aplicação de somente treze questionários para o horizonte espacial de 360 quilômetros quadrados, não permite uma inferência significativa, nem uma análise estatística, devido a pouca representatividade dos dados. Contudo, chama-se a atenção para algumas considerações:

- a) Basicamente os agricultores cultivam milho e feijão de forma bastante rudimentar. O paradigma produtivo vem se perpetuando há mais de 80 anos.
- b) Observa-se que os jovens praticamente abandonaram esta região em busca de melhores condições de vida, ficando nas propriedades apenas os mais idosos;
- c) Não há alternativas de lazer para as famílias desta região, inclusive em alguns pontos com extrema dificuldade de transporte escolar.

4.5 PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS

Os principais impactos ambientais encontrados na área de estudo são: a) queimadas constantes para limpeza de terreno, efetuado em qualquer situação do relevo, inclusive nas beiras dos cursos d'água; b) desmatamento ilegal; c) uso de áreas de preservação permanente para cultivos; d) plantio no sentido da declividade; e) esgoto e lixo urbano na área limítrofe com o ambiente urbano de Guarapuava e; f) erosão do solo.

Com relação à legislação ambiental, foi realizada uma análise quanto ao cumprimento do Código Florestal Brasileiro, principalmente em relação às áreas definidas como de preservação permanente no entorno dos cursos de água (30 metros) e nas cabeceiras

de nascentes (50 metros). Deste modo, produziu-se a figura 36 – Mapa Legislação (Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965), o qual demonstra a situação ideal.

Utilizando-se a figura 37 – Mapa de Uso e Cobertura do Solo – Setor Leste de Guarapuava – PR, produzido conforme descrito em Materiais e Métodos, foi efetuado cruzamento com o mapeamento da legislação através do Programa 4 – Cruzamento 4, em linguagem LEGAL, visando à construção do mapeamento dos conflitos de uso, relativos à legislação ambiental (figura 38). Levantou-se desta análise que há uma inadequação em relação à legislação num quantitativo de área na ordem de 1.524,46 hectares, ocorrendo principalmente nas beiras de importantes cursos de água.

Programa 4 – Cruzamento 4:

```
// Cruzamento entre 2 planos temáticos
{
//Definindo as variáveis e suas categorias
Tematico uso("Uso_Cobertura"), leg("Legislação"), conf("Conflito");

//Recuperando planos
uso=Recupere (Nome = "Uso_do_Solo2");
leg=Recupere (Nome = "Legislação");

//Criando novo plano
conf=Novo(Nome="conflito", ResX=10, ResY=10, Escala=50000);

//Definindo as relações entre classes
conf= Atribua (CategoriaFim = "Conflito")
{

    "Inadequado": (uso.Classe == "Área urbana" && leg.Classe == "Lei"),
    "Inadequado": (uso.Classe == "Agricultura" && leg.Classe == "Lei"),
    "Inadequado": (uso.Classe == "Reflorestamento" && leg.Classe == "Lei"),
    "Inadequado": (uso.Classe == "Área urbana" && leg.Classe == "Lei"),

    "Adequado": (uso.Classe == "Agricultura" && leg.Classe == "Fora_da_Lei"),
    "Adequado": (uso.Classe == "Reflorestamento" && leg.Classe == "Fora_da_Lei"),
    "Adequado": (uso.Classe == "Corpos d'água" && leg.Classe == "Lei"),
    "Adequado": (uso.Classe == "Corpos d'água" && leg.Classe == "Fora_da_Lei"),
    "Adequado": (uso.Classe == "Floresta" && leg.Classe == "Lei"),
```

```
"Adequado": (uso.Classe == "Floresta" && leg.Classe == "Fora_da_Lei"),  
"Adequado": (uso.Classe == "Área urbana" && leg.Classe == "Fora_da_Lei"),  
"Adequado": (uso.Classe == "Pastagem" && leg.Classe == "Fora_da_Lei"),  
"Inadequado": (uso.Classe == "Pastagem" && leg.Classe == "Lei")  
};  
}
```

Na seqüência algumas fotos que ilustram os principais impactos ambientais que ocorrem na região.

Foto 20. Localidade conhecida como “Bairro dos Tobias”, próximo ao Rio das Pedras, com coordenada UTM X= 458.809 metros e Y=7.190.815 metros. Erosão do solo em estágio avançado.



Foto 21. Localidade conhecida com “São João”, próximo à “cabeceira” do rio de mesmo nome, com coordenadas UTM X= 478.449 metros e Y= 7.197.045 metros. Aspecto de área queimada. Prática comum em toda a região estudada.



Foto 22. Aspecto de área com solo exposto, horizonte A totalmente erodido, ocorrência de queimada e desmatamento. (nota: não foi anotada a coordenada deste ponto).



Foto23. Localidade conhecida como “GOES” (referenciado no mapa topográfico). Região localizada ao lado da rodovia BR 277, com coordenadas UTM X= 476.458 metros e Y= 7.195.760 metros. Aspecto de área de preservação permanente queimada e desmatada.



Foto 24. Localidade conhecida como “Bairro dos Limas” (referencia no mapa topográfico). Região de nascentes que abastecem o Rio das Mortes, com coordenadas UTM X= 460.482 metros e Y= 7.195.272 metros. Ilustra área de preservação permanente degradada. Visada Norte.



Foto 25. Localidade conhecida como “Bairro dos Limas”. Região de nascentes que abastecem o Rio das Mortes, com coordenadas UTM X= 460.482 metros e Y= 7.195.272 metros. Ilustra área de preservação permanente degradada. Visada Sul.



Foto 26. Localidade conhecida como “Guabiroba”. Uma das vertentes do morro Guabiroba, com coordenadas UTM X= 462.833 metros e Y= 7.189.919 metros. Ilustra o processo erosivo em estágio avançado, provocado por estrada planejada no sentido da declividade. Visada Nordeste.



Foto 27. Localidade próxima ao “Sítio Vale das Palmeiras”. Região da microbacia do rio Guabiroba, com coordenadas UTM X= 463.588 metros e Y= 7.188.853 metros. Ilustra área de preservação permanente degradada.



Foto 28. Localidade conhecida como “Guará”, às margens da BR277. A foto ilustra um acampamento de famílias do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), com coordenadas UTM X= 473.132 metros e Y= 7.193.839 metros. Além do impacto ambiental, um sério problema social e de miserabilidade.



Foto 29. Localidade conhecida como “Guará”. Propriedade rural da empresa Swedish Match, sob esbulho possessório por famílias do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), com coordenadas UTM X= 468.996 metros e Y= 7.191.525 metros. Ilustra desmatamento ilegal.



4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

A análise estatística multivariada não foi utilizada para a geração dos mapeamentos apresentados neste trabalho. Contudo, proporcionou uma melhor compreensão do comportamento a respeito da variância dos dados.

Um aspecto importante, proporcionado pelo manuseio dos dados estatísticos, foi à constatação de algumas inconsistências em dados pontuais, com ocorrência em regiões de “bordas” dos polígonos. Este tipo de situação é muito comum em mapeamentos temáticos, em escalas 1:50.000, ou mais reduzidas. Origina-se de erros seqüenciais, que vão desde a base cartográfica, digitalização e até relacionados à interpretação analógica efetuada sobre a imagem sombreada.

Deste modo, de 90 pontos aleatórios, somente 4 apresentaram inconsistência, num percentual médio de erro de apenas 4,4 %. Um exemplo de inconsistência, foi o ponto de coordenada UTM (SAD 69) com $X= 462.655,62$ m e $Y= 7.199.355,74$ m, nesse caso a classificação de paisagem geoquímica trans-eluvial, localizada em região de meia encosta, esta apresentando incoerência com relação à declividade, apresentando-se no intervalo de 0-3%.

Com a aplicação do sistema de transformação dos dados qualitativos em numéricos e quantitativos médios, conforme explicado no item “material e métodos”, produziu-se os dados do quadro 36 (em anexo), com 84 dados totalmente aleatórios (90 dados iniciais, salvo: 2 inconsistentes da região do arenito, 2 inconsistentes da região da bacia do Rio das Pedras e 2 descartados do Planalto Basáltico, de modo a obter o mesmo número de dados, para cada um dos 3 grandes ambientes). Estes valores foram analisados no ambiente computacional do software “Statgraphics”.

As análises efetuadas:

a) Análise de agrupamento – Cluster: o resultado desta análise demonstrou que ocorre uma confusão nos dados relativos aos ambientes da Bacia do Rio das Pedras e os do Planalto Basáltico. Já para o ambiente influenciado pelos arenitos, de 28 pontos desta região houve um acerto de 25 pontos, ou seja, a análise de cluster com os dados utilizados, valida perfeitamente a separação dos ambientes originários do vulcanismo versus arenitos, com erro de 10%. A diferenciação dos ambientes, com distinção em termos de formação geológica é bem evidente nos mapas apresentados, onde os dados estatísticos apenas confirmam e sustentam esta separação.

b) Também se realizou uma análise das componentes principais. Neste caso, produziu-se o quadro 37 abaixo, com os autovalores, porcentagem da variância e porcentagem acumulada, para as 5 variáveis escolhidas para o estudo:

Quadro 37. Análise de componentes principais de 5 variáveis: altitude, aptidão, declividade, exposição das vertentes e classificação geoquímica da paisagem. Apresenta-se dados dos autovalores, percentual da variância e percentual acumulado.

Componente	Autovalor	% Variância	% Acumulado
Altitude	2,93375	58,675	58,675
Aptidão	0,991693	19,675	78,509
Declividade	0,670865	13,417	91,926
Exposição	0,273856	5,477	97,403
Geoquímica	0,12984	2,597	100,00

O resultado do quadro 37, acima, demonstra que somente há uma componente com um autovalor maior ou igual a 1. Refere-se aos dados de altitude, que respondem com 58,675 % da variância, demonstrando sua importância para o mapeamento proposto, pois as faixas de altitude definem extratos do relevo, que tem plena relação com os polígonos cartografados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

a) O mapeamento geoquímico do Alto Sudoeste Paranaense proporcionou a demonstração de como a paisagem evolui numa abordagem sistêmica, onde vários processos atuam ao mesmo tempo, e como evoluem as vertentes sob as diferenças em termos de substrato e relevo;

b) Destaca-se que, o mapeamento das paisagens geoquímicas consiste-se de uma singularidade para os ambientes subtropicais úmidos de altitude, podendo ser utilizado

para aplicações multifinalitárias, além da proposta voltada para o enfoque da agricultura familiar;

c) O método de associar a ocorrência dos solos, nas unidades mapeadas, produz um detalhamento satisfatório para a escala 1:50.000. Há, também, um custo menor, quando se leva em consideração a dificuldade de se fazer levantamento pedológico detalhado, aliado à dimensão da área (360 quilômetros quadrados);

d) O mapeamento da classificação geoquímica da paisagem representa uma potencialidade de integrar dados e reunir informações mais apropriadas na escala intermediária entre os mapeamentos efetuados nos sistemas de avaliação da aptidão agrícola e capacidade de uso dos solos, adequando-se melhor no nível de micro-bacias hidrográficas;

e) Através da ciência geológica, apresentando um critério mais amplo, abre-se leque para inúmeras aplicações, produzindo-se um mapeamento mais duradouro em contraposição ao caráter mais efêmero da aptidão agrícola, pois esta última é definida em função da tecnologia utilizada, na época de realização;

f) A produção de mapeamento em ambiente de SIG, de maneira totalmente automática, ainda é uma tarefa praticamente impossível. Os contatos com a realidade, em trabalhos de campo e laboratoriais, são fundamentais para a validação do modelo ambiental;

g) No nível institucional, o INCRA, com o auxílio de pedólogos, poderá produzir mapeamentos em todo o território nacional, com relativa rapidez e riqueza de detalhes, visando subsidiar as políticas públicas no campo de ações da Reforma Agrária Brasileira;

h) Este trabalho poderá subsidiar estudos que visam a definição do tamanho da área a ser destinada a cada família (módulo), considerando a força de trabalho e competência da família para a atividade agrossilvopastoril;

i) Em imóveis rurais de grandes dimensões, acima de 15 módulos fiscais, representando áreas superiores a 270 hectares para a região de Guarapuava (onde o módulo fiscal é de 18 hectares), as informações a respeito das exposições das vertentes acabam não se evidenciando, principalmente pela forma tradicional de exploração extensiva (monoculturas, pastagens e reflorestamentos). Já para o caso da agricultura familiar, mais especificamente os Projetos de Assentamentos Rurais implantados pelo INCRA na região, onde as dimensões dos lotes são bem menores, cerca de 15 hectares de área útil em média, a informação das exposições das vertentes apresentam relevância, principalmente quando se leva em consideração que a região apresenta histórico de umidade e nebulosidade elevadas, além do caráter multifinalitário da agricultura familiar. Para cenários futuros, as informações a respeito das exposições das vertentes, poderão integrar dados do sentido da ocorrência das superfícies de erosão;

j) A metodologia IHS, apresentada neste trabalho, demonstrou potencialidade para separação automática das feições do espaço geográfico estudado, aproximando-se do resultado obtido de forma analógica, quando da interpretação efetuado sobre a imagem sombreada, podendo se constituir em ferramenta técnica para agilizar os procedimentos de segmentação de ambientes homogêneos;

k) A imagem de satélite utilizada neste estudo data do ano 2000, quando teve início o desenvolvimento do projeto. Atualmente, há imagens sendo disponibilizadas gratuitamente do satélite CBERS, além de outras opções, facilitando sua utilização com imagens atuais, permitindo análise temporal do uso e ocupação do solo;

l) Atualmente, há possibilidade de utilização de bases digitais que apresentam a propriedade de realizar uma modelagem excepcional do relevo, com dados muito precisos, como exemplo, aqueles advindos de sistemas a laser. A utilização deste tipo de informação,

seguramente irá proporcionar melhorias substanciais na identificação das unidades geoambientais para fins multifinalitários;

m) O estudo detalhado do clima local poderá proporcionar importantes subsídios para o planejamento agrossilvopastoril da região, devendo-se adaptar a interpretação dos resultados da estação meteorológica para as condições locais, onde ocorrem microclimas diferenciados;

n) Abre-se campo para pesquisar possíveis diferenciações nos basaltos desta região, onde observa-se a possibilidade de ocorrência de basaltos de caráter mais andesítico, principalmente na região definida como Planalto Basáltico;

o) Enquanto não houver estudos mais detalhados sobre a evapotranspiração para a região, o valor de 1.372,6 mm/ano de evapotranspiração potencial, calculado conforme o método FAO24-Penman, poderá ser utilizado como um índice regional, pois foi o valor que mais se aproximou dos dados de literatura para regiões do planeta com situação climática semelhante.

p) O sistema apresentado não visa substituir os existentes, mas proporcionar um “olhar” possível, que se baseia nas informações do relevo, como elemento fundamental na definição da aptidão.

6 CONCLUSÕES

Tendo em vista a hipótese formulada, de que os mapeamentos e sistemas existentes não se adequariam bem ao atual enfoque da agricultura familiar, buscou-se a verificação mediante a elaboração de um mapeamento da aptidão agrícola, voltado para a análise das possibilidades e riscos quanto à expansão da agricultura familiar da porção leste do Planalto Basáltico Meridional.

O mapeamento proposto proporcionou a indicação de áreas aptas, restritas, muito restritas e inaptas para a expansão da agricultura familiar no ambiente estudado, isso considerando somente o nível de manejo B e/ou C do sistema de aptidão agrícola de RAMALHO FILHO & BEEK (1995).

As unidades cartografadas tiveram sustentação técnica, nas diferenças e nas similaridades, basicamente quanto: a) a formação geológica; b) a ocorrência dos solos nas toposequências analisadas; c) as características químicas e físicas dos solos e; d) a morfologia da paisagem.

Por fim, ainda em relação à hipótese, embora se tenha produzido um mapeamento voltado para a análise da aptidão, visando à expansão e sustentabilidade da agricultura familiar de um setor específico de uma região maior, para uma completa validação do modelo e de suas proposições, dever-se-á realizar a sua verificação, quando forem feitas tentativas de aplicação. Nesse sentido, o trabalho mostra a necessidade de testar esses métodos em cenários futuros.

ANEXOS

Diagnóstico Sócio-Econômico

Comunidade _____ Data _____

Nome do proprietário _____

Coordenadas Geográficas UTM-SAD 69 _____

Relevo Predominante/Solos _____

1- Histórico da Propriedade (Há quanto tempo a família vem explorando a propriedade, alterações no tamanho da propriedade, eliminação e introdução de novos cultivos e criações, etc...)

2- Descrição do estabelecimento

2.1-Moradia

Moradia		Estado de Conservação (observar)	Nº Cômodos
<input type="checkbox"/> Própria	<input type="checkbox"/> Madeira	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> 0-4
<input type="checkbox"/> Alugada	<input type="checkbox"/> Alvenaria	<input type="checkbox"/> Razoável	<input type="checkbox"/> 5-8
		<input type="checkbox"/> Ruim	<input type="checkbox"/> NI

2.2-Saneamento

Obtenção Água	Destino Esgoto	Destino Lixo doméstico
<input type="checkbox"/> Poço	<input type="checkbox"/> Rio	<input type="checkbox"/> Queima
<input type="checkbox"/> Mina	<input type="checkbox"/> Fossa	<input type="checkbox"/> Enterra
<input type="checkbox"/> Lago, rio	<input type="checkbox"/> Rede de Esgoto	<input type="checkbox"/> Recicla
<input type="checkbox"/> Outros	<input type="checkbox"/> Outros	<input type="checkbox"/> Outros

2.3-Área Produtiva (dados complementares ao histórico da propriedade):

Descrição da Área		Área (alq)	Área (há)		
Própria:					
Arrendada de terceiros:					
Cedida para plantio em parceria:					
Recebida para plantio em parceria:					
Total do Estabelecimento					
Uso	Área (há/alq) Qtde (pés/cabeças)	Volume produção (Cx,Sacas,ton/há,kg/há)			
Cultura anual (principais)		Semanal	Mensal	Anual/Safra	
Cultura Perene					
Reflorestamento					
Animais					

Mão de Obra	Nº	Dias/ano
Familiar		
Contratada temporária		
Contratada permanente		

2.4- Bens, máquinas e implementos

Bens	Nº	Máquinas e implementos, próprio (P) alugado (A)	Nº
Carro		Trator	
Caminhão		Carreta	
		Arado	
		Grade	
		Enxada rotativa	
		Plantadeira	
		Pulverizador costal	
		Pulverizador tracionado	
		Roçadeira	
		Outros	

4-Manejo do solo

PREPARO DO SOLO		
Implementos usados	Tração	Faz Queimada?
() Arado	() Animal	() Sim
() Grade	() Mecânica	() Não
() Enxada rotativa	Conservação do solo	
() Escarificador	() Plantio em nível	() Adubação Verde
() Subsolador	() Terraços	() Cordão vegetado
() Outros	() Patamares	() Outros
	() Plantio direto	
FERTILIDADE DO SOLO		
Análise química/física?	Faz aplicação de calcário?	Faz adubação
() Sim	() Sim	() NPK
() Não	() Não	() Orgânica
() Frequente	() Última vez (anos)?	() NPK + micro
() Pouco	Quem faz a recomendação?	
Frequente		

AGROQUÍMICO () USA () NÃO USA		
Destino embalagem	Captação de água: tipo ?	Lavagem de equipamentos?
() Enterra	() Rio	() Rio
() Depósito	() Fonte	() Fonte
() Queima	() Tanque	() Outros
() Prefeitura	Faz tríplice lavagem? () Sim () Não	
recolhe		
() Outros		
PRODUTOS PRODUZIDOS		
Destino?	Transporte	Tratamento ao produto?
() Ceasa	() Próprio	() Lavagem
() Mercados	() Serviço de terceiros	() Embalagem
() Associação/Cooperativa		() Tipo:
() Direto ao consumidor		
() Outros		

5- Caracterização do relevo

Relevo	% da Área					
	1/4 (25%)	2/4 (50%)	3/4 (75%)	4/4 (100%)	< 1/4 (25%)	Ñ
Topo						
1/2 Encosta						
Fundo de Vale						
Várzea						

Outras observações:

1- Ocorrência de períodos de seca/geada – Frequência, localização?

2- Áreas sujeita à encharcamento (percentual, localização)?

3- Presença de pedras, afloramentos de rocha (percentual da área, localização)?

4- Compactação do solo?

5- Erosão (ocorrência, frequência)?

6- Proteção das nascentes e cursos d'água (quantidade, qualidade)?

7- Utiliza outros insumos (sementes certificadas.....)?

8- A renda da família é obtida somente do trabalho na terra (o que gera mais receita), ou realizam trabalho externo (temporário ou permanente/o que?), sugestões para aumentar a renda?

9- Há assistência técnica (quem presta, frequência, qualidade)?

10- Recebe financiamento ou outros programas de apoio?

11- Lazer, saúde, transporte, educação

12- Qual a principal dificuldade?

13- Outras observações se achar conveniente (usar verso se necessário)?

Problemas Detectados (anotar após entrevista):

Pedregosidade	
Rochosidade	
Inclinação > 45 ° com exposição sul (vertentes mais inclinadas de exposição sul)	
Compactação	
“Andesito”	
Contaminação de águas (agrotóxicos)	
Contaminação de águas (animais)	
Contaminação de águas (urbana)	
Contaminação de águas (humana local)	
Outros	

Tabela 3. Níveis para interpretação dos resultados para pH do solo segundo OLEYNIK et al. (1998).

Classificação da acidez	CaCl₂ 0,01 M
Muito alta	Inferior a 4,3
Alta	De 4,4 a 5,0
Média	De 5,1 a 5,5
Baixa	De 5,6 a 6,0
Muito baixa	Superior a 6,0

Tabela 4. Níveis para interpretação dos resultados para cátions trocáveis. Extração com KCl – 1,0 N segundo OLEYNIK et al. (1998).

Classificação	cmol/dm³ de solo			
	Al⁺⁺⁺	Ca⁺⁺⁺ + Mg⁺⁺⁺	Ca⁺⁺⁺	+ Mg⁺⁺⁺
Baixa	Inferior a 0,5	Inferior a 2,4	Inferior a 2,0	Inferior a 0,4
Média	De 0,51 a 1,0	De 2,41 a 4,8	De 2,1 a 4,0	De 0,41 a 0,8
Alta	Superior a 1,0	Superior a 4,8	Superior a 4,0	Superior a 0,8

Tabela 5. Níveis para interpretação dos resultados para Carbono e Matéria Orgânica (Walkley Black) segundo OLEYNIK et al. (1998).

Carbono g/dm³	Classificação	Matéria Orgânica g/dm³
Inferior a 8,0	Baixa	Inferior a 14,0
De 8,1 a 14,0	Média	De 14,1 a 24,0
Superior a 14,1	Alta	Superior a 24,1

Tabela 6. Níveis para interpretação dos resultados para saturação de bases – V % segundo OLEYNIK et al. (1998).

Níveis	Classificação
Inferior a 25	Muito baixa
De 26 a 50	Baixa
De 51 a 70	Média
De 71 a 90	Alto
Superior a 90	Muito alta

Tabela 7. Níveis para interpretação dos resultados para CTC a pH 7 (T) – $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de solo segundo OLEYNIK et al. (1998).

Níveis	Classificação
Inferiores 5,1	Baixa
De 5,2 a 10,4	Média
Superior a 10,4	Alta

Tabela 8. Níveis para interpretação dos resultados para potássio trocável (Mehlich – 1) - $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de solo segundo OLEYNIK et al. (1998).

Níveis	Classificação
Inferior a 5,1	Baixa
De 5,2 a 10,4	Média
Superior a 10,4	Alta

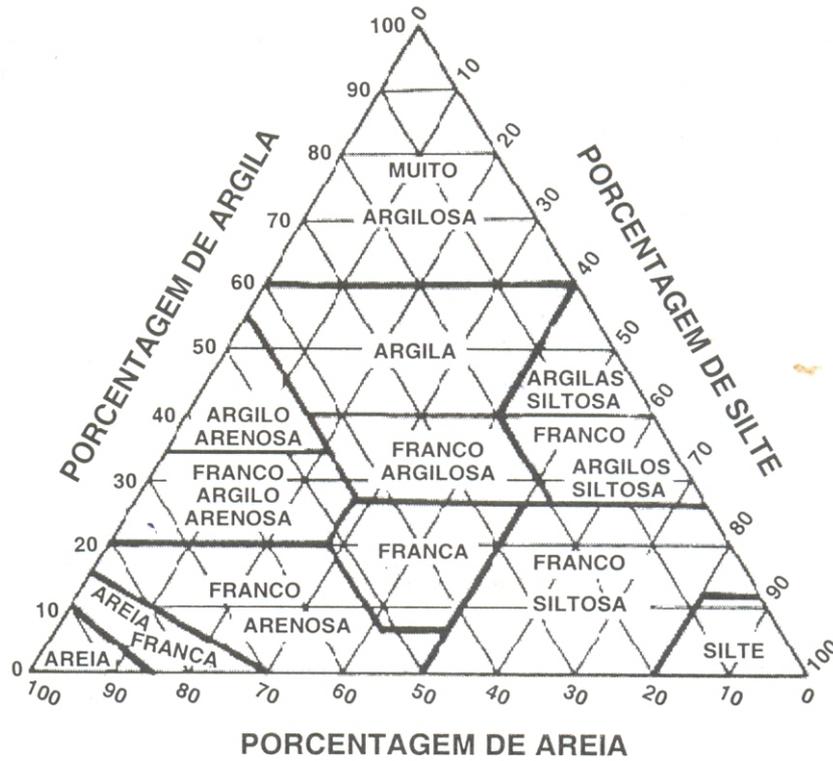
Tabela 9. Níveis para interpretação dos resultados para fósforo extraível (Mehlich – 1) dados em mg/dm^3 de solo segundo OLEYNIK et al. (1998).

Níveis	Classificação
Inferior a 3,0	Baixa
De 3,1 a 6,0	Média
Superior a 6,0	Alta

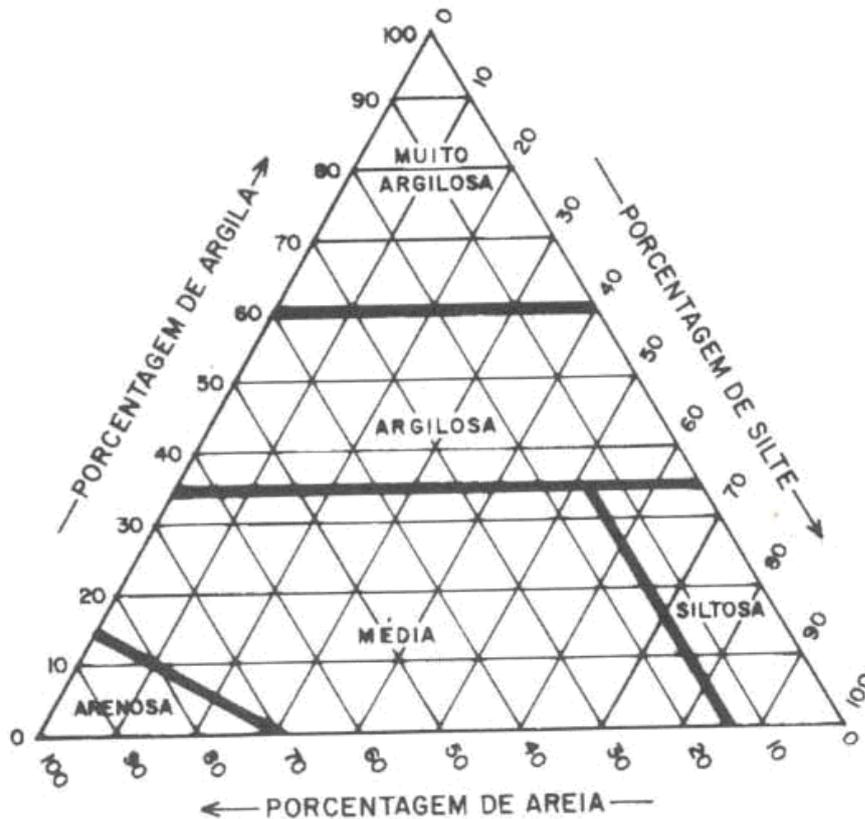
Tabela 10. Níveis para interpretação dos resultados para valores de m % - saturação com alumínio segundo MALAVOLTA (1987).

m %	Classificação
0-15	Baixo (não-prejudicial)
16-35	Médio (levemente prejudicial)
35-50	Alto (prejudicial)
> 50	Muito alto (muito prejudicial) (állicos)

Triângulo Textural conforme LEMOS & SANTOS (2002).



Triângulo textural, conforme EMBRAPA (2006).



Níveis de Manejo conforme RAMALHO FILHO & BEEK (1995):

a) Nível de manejo A (primitivo): baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico-cultural. Praticamente não há capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem fundamentalmente do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples;

b) Nível de manejo B (pouco desenvolvido): baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas neste nível de manejo incluem calagem e adubação com NPK, tratamentos fitossanitários simples, mecanização com base na tração animal ou na tração motorizada, apenas para desbravamento e preparo inicial do solo;

c) Nível de manejo C (desenvolvido): baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Quadro 36. Pontuação atribuída conforme metodologia descrita no item materiais e métodos, referente à análise multivariada. Do ponto 1 ao 28 refere-se ao ambiente da Bacia do Rio da Pedras; do ponto 29 ao 56 refere-se ao Planalto Basáltico e; do ponto 57 ao 84 refere-se ao ambiente do Arenito. Pontos tomados de maneira totalmente aleatória.

Ponto	UTM (X/Y)	Classes de Aptidão	Classes de Declividade	Exposição Vertentes	Classes de Altitude	Paisagem Geoquímica
1	459183/7199593	1	32,5	2	1120	4
2	460835/7199524	10	1,5	10	1160	8
3	464207/7198968	1	32,5	2	1160	4
4	459710/7198373	10	1,5	10	1080	10
5	460596/7197618	8	10,5	5	1160	4
6	462973/7197578	2	32,5	5	1080	4
7	458487/7197608	6	16,5	8	1080	4
8	457691/7196427	3	32,5	8	1040	4
9	458785/7196407	7	10,5	2	1120	4
10	459870/7196248	10	1,5	10	1120	10
11	460944/7196387	4	16,5	2	1120	4
12	462098/7196238	9	10,5	8	1120	4
13	457760/7194869	1	32,5	8	1080	4
14	459144/7194871	3	32,5	8	1120	4
15	460771/7194884	6	16,5	8	1160	4
16	463354/7194915	8	16,5	5	1040	4
17	459442/7193642	4	16,5	2	1040	4
18	462247/7193911	1	32,5	2	1080	4
19	457671/7192761	2	32,5	5	1000	4
20	460943/7192908	10	1,5	10	1000	10
21	463502/7192932	2	32,5	5	1160	8
22	456859/7191488	6	16,5	8	1000	4
23	459467/7191366	5	16,5	5	1040	4
24	460574/7191757	3	32,5	8	1040	4
25	460574/7191782	3	32,5	8	1040	4
26	462173/7191390	3	32,5	8	1060	4

Ponto	UTM (X/Y)	Classes de Aptidão	Classes de Declividade	Exposição Vertentes	Classes de Altitude	Paisagem Geoquímica
27	464978/7191488	8	10,5	5	1200	4
28	467118/7190681	1	32,5	2	1200	4
29	480246/7191009	10	1,5	10	1240	9
30	475366/7190904	6	16,5	8	1200	5
31	472192/7190747	8	5,5	5	1120	5
32	468913/7191480	10	16,5	8	1120	5
33	470723/7192527	3	32,5	8	1160	5
34	477885/7192553	10	1,5	10	1240	9
35	481558/7192553	1	32,5	2	1200	5
36	482161/7194281	3	32,5	8	1160	5
37	478987/7194124	8	5,5	5	1120	10
38	475314/7194176	10	1,5	10	1200	9
39	471720/7194203	7	5,5	2	1200	5
40	468493/7194307	7	5,5	2	1160	5
41	466657/7196061	8	5,5	5	1120	9
42	469621/7196035	1	32,5	2	1120	5
43	472822/7196166	8	5,5	5	1160	5
44	477334/7196244	10	1,5	10	1120	10
45	480351/7196244	8	10,5	5	1120	5
46	481637/7197684	9	10,5	5	1160	5
47	478278/7197762	9	10,5	8	1160	5
48	474973/7197684	10	1,5	10	1160	9
49	471720/7197605	6	16,5	8	1160	5
50	467522/7197187	10	1,5	10	1080	10
51	465004/7197187	10	1,5	10	1120	9
52	466657/7199176	10	1,5	10	1080	10
53	469595/7199202	2	32,5	5	1160	5
54	473399/7199176	1	32,5	2	1160	5
55	476652/7199333	8	5,5	5	1160	5
56	483945/7191611	10	1,5	10	1160	9

Ponto	UTM (X/Y)	Classes de Aptidão	Classes de Declividade	Exposição Vertentes	Classes de Altitude	Paisagem Geoquímica
57	485674/7190606	0	72,5	8	840	1
58	483886/7190522	0	16,5	8	1000	1
59	485148/7191089	0	32,5	2	880	1
60	485422/7192853	0	72,5	5	1080	1
61	484496/7192790	0	32,5	5	1040	1
62	483675/7192748	0	32,5	2	1120	1
63	484033/7193504	0	72,5	8	1080	1
64	488496/7193441	7	10,5	2	880	8
65	485801/7194407	0	32,5	2	1080	1
66	485085/7194344	0	32,5	2	1040	1
67	484306/7194407	6	16,5	8	1000	1
68	485022/7196213	0	32,5	2	1120	1
69	484180/7190108	0	32,5	8	1000	1
70	485380/7197221	0	32,5	8	1120	1
71	484054/7196948	4	16,5	2	1080	7
72	482981/7196906	7	10,5	2	1040	7
73	483212/7197557	0	32,5	8	880	1
74	484622/7198145	0	32,5	8	1120	1
75	485653/7198166	0	72,5	8	960	1
76	485274/7199068	4	16,5	2	920	1
77	484201/7199005	0	32,5	8	840	1
78	483275/7199068	6	16,5	8	880	1
79	482307/7198942	0	32,5	8	1000	1
80	480834/7199005	4	16,5	2	880	1
81	479676/7199383	0	72,5	2	1080	1
82	488518/7199719	0	32,5	8	880	1
83	482518/7199740	0	32,5	8	840	1
84	484370/7199761	0	32,5	5	840	1

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D. & SMITH, M. **Crop evapotranspiration**. FAO Irrigation Paper 56, FAO, Roma, 1998, 301p..
- ALPHANDERY, P.; BITOUN, P. & DUPONT, Y. **O equívoco ecológico: riscos políticos**. São Paulo, Brasiliense, 1992. 189p.
- ANDRADE, S.M. & SOARES, P.C. **Geologia de semidetalle do Centro-Leste Paraná**. Rel. Int. Petrobrás. 1971.
- ARAÚJO, A.G. & ASSAD, M.L.L. Zoneamento pedoclimático por cultura a partir de levantamento de solos de baixa intensidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25: 103-111, 2001.
- ASSAD, M.L.L. & GODOY, M.J.S. Aptidão agrícola de terras com estimativa de risco climático para a cultura do milho utilizando geoprocessamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:685-694, 2002.
- ASSAD, M.L.L.; HAMADA, E. & CAVALIERI, A. Sistema de informações geográfica na avaliação de terras para agricultura. In: ASSAD, E.D. & SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília, EMBRAPA, p.191-232, 1998.
- ASSAD, M.L.L. Uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola de terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 19:133-139, 1995.
- BARTH, F.T. Fundamentos para gestão de recursos hídricos. In.: **Modelos de gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo, Nobel, ABRH. 1987. Cap.1 (Coleção Associação Brasileira de Recursos Hídricos).
- BELLIENI G.; BROTEU, P.; COMIM-CHIARAMONTI, P.; ERNESTO, M.; MELFI, A.J.; PACCA, I.G. & PICCIRILLO, E.M. 1984. **Flood basalt to rhyolite suites in the southern Paraná plateau (Brazil): paleomagnetism, petrogenesis and geodynamic implications**. Journal of Petrology, 25:579-618.
- BERLATO, M.A. & MOLION, L.C.B. **Evaporação e evapotranspiração**. Porto Alegre, IPAGRO, 1981. 95p. (Boletim Técnico n° 7).
- BERTRAND, R. Les structures naturelles de l'espace géographique. L' exemple des montagnes cantabriques centrales (nord – ouest de l' Espagne). **Revue Géographique des Pyrénées et de le Sud-Ouest.**, n. 43, p. 175-206
- BERTRAND, R. Les systèmes des paysages des plaines inondables du delta vif du Niger (Mali). Une application de la cartographie morphopédologique en vue de l' aménagement hydroagricole . **L' Agronomie Tropicale**, n. 29, p. 154 – 210.

- BIBLIOTECA NACIONAL. **Brasil: O Tratado de Tordesilhas**. Disponível em: http://bnd.bn.pt/ed/viagens/brasil/11_tratado_tordesilhas.html. Acessado em 13 de maio de 2006..
- BICHO, C.P. **Processamento digital de imagens aerofísicas. LANDSAT/TM e radar na folha Presidente Médici/RO, com ênfase na caracterização metalogenética da suíte granítica Rio Pardo**. Universidade de Campinas, Campinas. 1994. 103p. (Dissertação de Mestrado em Geociências).
- BOLÓS, M. **Manual de Ciencia del Paisaje. Teoria, metodos y aplicaciones**. Barcelona: Masson edit.; 1992.
- BONISCH, S. **Avaliação dos métodos booleano e classificação contínua para a integração e dados de fenômenos naturais**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, 1998. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acessado em 03 de novembro de 2006.
- BRANDENBURG, A. **Agricultura familiar, ONGs e desenvolvimento sustentável**. Editora da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 1999. 326p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. SECRETARIA GERAL. **Projeto RADAMBRASIL: Folhas SC.24/25 Aracajú/Recife; geologia, geomorfologia, pedologia e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1983. 856p.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M. & GARRIDO, J. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling**. Computers & Graphics, 20:(3), 395-403, may/jun. 1996.
- CARNEIRO, M.J. & MALUF, R.S. **Para além da produção, multifuncionalidade e agricultura familiar**. MAUAD, Rio de Janeiro, 2003. 230p.
- CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O. & YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, 1987. 249p.
- CHANG, M.Y. **Sistema faxinal: uma forma de organização camponesa em desagregação no centro sul do Paraná**. IAPAR, Londrina, bol. Téc. 22, 1988.
- CLEMENTE, C.A. **Alterações de solos desenvolvidos sobre rochas vulcânicas ácidas da formação Serra Geral nos Planaltos de Guarapuava e Palmas, Região Centro Sul do Estado do Paraná**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 1988. 211p. (Tese de Doutorado).
- CLINE, M.G. Basic principles of soil classification. *Soil Science*, v.67, p. 81-91, 1949.
- COCHRANE, T.T., SÂNCHEZ, L.Z., AZEVEDO, L.G. de, PORRAS, J.A. & GAVER, C.L. **Land in Tropical America. The Land System Map and its Legend**. Cali: CIAT,. v.2. 1985.

- COPEL. COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Mapa do potencial eólico do Estado do Paraná**. Escala 1:1.000.000. Projeção Universal Transversa de Mercator-UTM. Projeto Ventar. 1999.
- CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. UNICAMP, Campinas, 1992. 170p.
- CRUZ, J.B.C.; DONHA, A.G.; BERTOL, O.J.; POLISELI, P.C.; FLORIANI, N.; SOUZA, L.C.P. & SOUZA, M.L.P. Utilização de sistema de informação geográfica (SIG) como apoio para classificação da capacidade de uso das terras. **In: Anais XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Ribeirão Preto, 2003. CD-ROM.
- CUNHA, E.R.S. **Integração digital de imagens de radar e LANDSAT-TM com dados geológicos e aerogamaespectrométricos no auxílio ao mapeamento geológico da região do Complexo Granítico Estrela-Pará (PA)**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. 2002. 149p. (Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto).
- D'AGOSTINI, L.R. & SCHLINDWEIN, S.L. **Dialética da avaliação do uso e manejo das terras**. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998. 121p.
- DAKER, A. **A água na agricultura: Manual de hidráulica agrícola: Irrigação e drenagem**. Rio de Janeiro, F. Bastos. 1960, v.3. p. 42-50.
- DEMATTÊ, J.A.M. & DEMÉTRIO, V.A. Fotointerpretação de padrões de drenagem em amostras circulares na caracterização de solos basálticos no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 20:109-115, 1996.
- DEMATTÊ, J.A.M. & DEMÉTRIO, V.A. Padrões de drenagem em áreas de solos desenvolvidos de rochas vulcânicas ácidas na região de Guarapuava-PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 20:305-311, 1996.
- DEMATTÊ, J.A.M. & DEMÉTRIO, V.A. Caracterização de solos por padrões de drenagem e sua relação com índices de intemperismo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.1, p.87-95, 1998.
- DONZELI, P.L.; VALERIANO, M.M.; LOMBARDI NETO, F.; NOGUEIRA, F.P.; PINTO, S.A.; VALÉRIO FILHO, M. & STEIN, D.P. **Diagnóstico de erosão e plano de manejo de bacias hidrográficas utilizando geoprocessamento e modelos de previsão**. Evolução da metodologia. In: ANAIS 8º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. INPE/SELP. Salvador, 1996.
- DONZELI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S.A.F.; NOGUEIRA, F.P.; ROTTA, C.L. & LOMBARDI NETO, F. **Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao diagnóstico básico para planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas**. In: LOMBARDI NETO, F. & CAMARGO, O.A.. Microbacia do córrego São Joaquim (município de Pirassununga). Campinas: IAC, 1992. P. 91-119. (IAC documentos, 29)

- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. **Guidelines for prediction of crop water requirements**. FAO Irrigation and Drainage Paper n° 24, 2° ed., FAO, Roma, 1977. 144p.
- EMATER / EMBRAPA. **Mapa de solos da região do Karst. Colombo**, Curitiba: EMATER, 1996. 1 mapa : preto e branco; 59x102 cm. Escala 1:10.000.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Paraná**. Londrina, 1984. 2 tomos. (Embrapa-SNLCS, Boletim de Pesquisa, 27:IAPAR. Boletim Técnico, 16).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, 1995. 116p.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2° ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos-CNPS, Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª Edição, Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- ERHART, H. **La genèse des sols en tant que phénomène géologique**. 2.ed. Paris: Masson, 1967, 177p.
- EROS Data Center. **Time present, time past, and now time future**. Sioux Fall, South Dakota. 1990.
- FANTON, J.; ROHN, R.; RICARDI-BRANCO, F. & RÖSLER, O. Afloramento de Canoinhas, SC – Única localidade de ocorrência da conífera permiana Krauselcladus da Bacia do Paraná. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN; QUEIROZ, E.T.; CAMPOS, D.A.; SOUZA, C.R.G. & FERNANDES, A.C.S. (eds.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. 2006. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio126/sitio126.pdf>. Acessado em 04 de novembro de 2007.
- FAO/INCRA. **Estudo prospectivo da demanda por terra: Cenários possíveis para a Reforma Agrária**. Projeto UTF/BRA/051. Brasília, 2000. 107 p.
- FAO/INCRA. **Perfil da agricultura familiar no Brasil**: Dossiê estatístico. Projeto UTF/BRA/036. Brasília, 1996.
- FARIA, R.T.; CARAMON, P.H.; CHIBANA, E.Y.; BRITO, L.R.S.; NAKAMURA, A.K. & FERREIRA, A.R. **CLIMA – Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos**. Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR, Londrina, Boletim Técnico 66, 29p. 2002 (CD-ROM).

- FERNANDES, M.F.; BARBOSA, M.P. & SILVA, M.J. O uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola das terras de parte do setor leste da bacia do rio Seridó, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.2, p. 195-198, 1998.
- FOCHT, D. **Influência do avaliador no resultado da classificação de terras em capacidade de uso**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1998. 79p. (Dissertação de Mestrado).
- FORMAGGIO, A.R.; ALVES, D.S. & EPIPHÂNIO, J.C.N. **Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.16, p.249-256, 1992.
- FORMAN, T.T.R. & GODRON, M. Patches and Structural Components For a Landscape Ecology. **BioScience**, Baltimore, v.31, n. 10, p.733-740, 1981.
- FORMAN, T.T.R. & GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619p.
- FORTESCUE, J.A.C. **Environmental Geochemistry**, New York: Springer-Verlag, 1980.
- FRANÇA, G.V. & DEMATTÊ, J.A.M. **Parâmetros da rede de drenagem de solos da região de Iracemápolis-SP**. *ESALQ*, Piracicaba, 47:541-555, 1990.
- FRANCISCO, C.N. Mapeamento das áreas de riscos de deslizamentos e desmoronamentos do Parque Nacional da Tijuca (RJ) e entorno através de sistemas geográficos de informação. **In: I Semana Estadual de Geoprocessamento**. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: http://www.professores.uff.br/cristiane/documentos/segeo_1996b.pdf. Acessado em 01 de outubro de 2006.
- FRANK, D.A. & INOUE, W. Temporal variation in actual evapotranspiration of terrestrial ecosystems: patterns and ecological implications. **Journal of Biogeography**, 21:4001-411. 1994.
- FUKS, S.D.; BHERING, S.B.; TANAKA, A.K. & CHAGAS, C.S. Sistema de informação de solos no Brasil. **In: Anais XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. CD-ROM.
- GALLOWAY, R.W.; GUNN, R.H. & STORY, R. Land Systems Map of Mitchell-Normanby (Queensland). in **Land Research Series**, 26. CSIRO. 1970.
- GIBOSHI, M.L.; LOMBARDI NETO, F. & RODRIGUES, L.H.A. CAP_USO: Uma ferramenta para auxiliar o planejamento do uso da terra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:203-209, 2002.
- GLAZOVSKAYA, M.A. **On geochemical principles of the classification of natural landscapes**. *Intern. Geological Rv.* 5(11), 1403-1431. 1963.

- GOVERNO FEDERAL. **Programa fome zero.** <http://www.brasil.gov.br>. Acessado em 20 de maio de 2004.
- GUANZIROLI, C.H. & CARDIM, S.E.C.S. **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto.** Projeto de Cooperação Técnica INCRA/FAO, Brasília, Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2000. 66p.
- GUARAPUAVA. PREFEITURA MUNICIPAL. **Guarapuava: 179 anos de tradição.** <http://www.pmg.com.br>. Acessado em 12 de março de 2003.
- HARRIS, J.R.; MURRAY, R. & HIROSE, T. HIS Transformation for the integration of radar imagery with others remotely sensed data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.** V.56, n.12, p.1613-1641, dez. 1990.
- HERTER, F.G.; TONIETTO, J. & WREGE, M. **Sistema de produção de pêssego de mesa na região da Serra Gaúcha.** EMBRAPA Uva e Vinho. Versão eletrônica, jan.2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acessado em 24 de outubro de 2006.
- IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná.** IAPAR, Londrina, 2000. CD-ROM.
- INCRA. **Agricultura familiar, reforma agrária e desenvolvimento local para um novo mundo rural.** <http://www.incra.gov.br>. Acessado em 15 de abril de 1999.
- INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Sistema LANDSAT de Referência Universal (WRS) – América do Sul.** Escala aproximada 1:10.000.000. Ministério da Ciência e Tecnologia/Ministério do Exército. 1999.
- INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **SPRING.** <http://www.dpi.inpe.br/spring>. Acessado em 04 de junho de 2004.
- JANASI, V.A.; MONTANHEIRO, T.J.; DANTAS, F.A. REIS, P.M.; FREITAS, V.A. & YAMAMOTO, J.K. Aspectos geológicos, petrográficos e químicos do vulcanismo ácido da Bacia do Paraná na região de Piraju-Ourinhos (SP). **In: III SIMPÓSIO DE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS.** Cabo Frio, RJ. 02 a 07/08/2005.
- JENSEN, M.E. BURNA, R.D. & ALLEN, R.G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements.** ASCE-Manuais and Report on Engineering Practice n° 70, ASCE, New York, 1989. 331p.
- JOHNSON, S.L. Soil thickness processes. In: JUNGRIUS, P.D., Ed. **Soils and geomorphology.** Cremlingen: Catena Verlag, 1985. p.29-40. Catena Supplement 6.
- JOHNSON, R. A. & WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis.** New Jersey, Prentice Hall, 4^a ed., 1998. 816p.

- JOHNSTON, C.A. **Geographic information systems in ecology**. Blackwell Science Ltda., London, 1998. 239p.
- JUNGERIUS, P.D. Soils and geomorphology. In: JUNGERIUS, P.D., Ed. **Soils and geomorphology**. Cremlingen: Catena Verlag, 1985. p.1-18. Catena Supplement 6.
- KLINGEBIEL, A.A. & MONTGOMERY, P.H. **Land capability classification**. Washington, USDA, 1961. 21p. (Agriculture Handbook, 210).
- KOFFLER, N.F.; OLIVETTI, G.S. & ANTONELLO, S.L. Sampa 2.0 - um SIG para o planejamento do uso da terra rural. In: **ANAIS II CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO**. Curitiba, 1996. p.341-351.
- LAMARCHE, H. **Agricultura familiar**. Editora da UNICAMP, 1993. 336 p.
- L'VOVICH, M.J. **World water resources and their future**. Litho Crafters Inc., Chelsea, UK. 1979.
- LEITE, P.F. As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil: proposta de classificação. **Cad.Geoc.**, Rio de Janeiro, nº 15:73-164, jul/set. Rio de Janeiro: IBGE, 1995.
- LEMOS, R.C & SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Campinas, 2º ed. 2002. 45p.
- LEOPOLDO, P.R.; FRANKEN, W.K. & NOVA, N.A.V. Real evapotranspiration through a tropical rain forest in Central Amazonia as estimated by the water balance method. **Forest Ecology and Management**, 73:185-195. 1995.
- LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D. & ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2º edição. Campinas, 1991. 175p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo, Agronômica Ceres. 1987. 496p.
- MANTOVANI, L. E. & FRITZSONS, E. Ambiente climático da floresta ombrófila mista In. **4TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST ECOSYSTEMS -FOREST 96**, 1996, Belo Horizonte, 1996, p. 269-270
- MANTOVANI, L. E. **O geoprocessamento na compreensão de ecossistemas naturais e modificados** Organizado por: Renato Eugenio de Lima; Raquel Negrelle Meio Ambiente e Desenvolvimento no Litoral do Paraná. Diagnóstico:, Curitiba, PR:, Editora da UFPR, 1998, p. 57-62

- MANTOVANI, L. E.; REIS NETO, J. M. & FRITZSONS, E. **Relações entre intrusivas e extrusivas básicas sobre a ocupação e o uso de terras na regiões Sul e Sudeste** In. VII SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA E II ENCONTRO DE GEOLOGIA DO MERCOSUL, 1999, Foz de Iguaçu Anais, Curitiba, PR , 1999, p. 26-26
- MANTOVANI, L.E. & RICHÉ, G.R. Unidades morfopedológicas do Sertão do Araripe: Uma contribuição ao estudo das paisagens rurais do Trópico Semi-Árido. **In.: 1º Simpósio Brasileiro do Trópico Semi-Árido.** 1982, Olinda, PE. Anais. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA. 1982.
- MANTOVANI, L.E. & RICHÉ, G.R.. Mapeamento morfopedológico em áreas do Trópico Semi-Árido. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 19. Curitiba. Programa e Resumos, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983, p. 87.
- MANTOVANI, L.E.; RICHÉ, G. R. & CARRILHO, P.F. **Caracterização do quadro natural da área do Exercício Piloto – PDRI – Nordeste.** Salvador. EMATER/BA, CPATSA, ORSTOM. 1983. v.2.
- MARQUES, H.S. **Uso de geotecnologias no estudo das relações entre solos, orientação de vertentes e o comportamento espectral de áreas cafeeiras em Machado, Minas Gerais.** Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003. 82p. (Dissertação de Mestrado).
- MARTORANO, L.G.; ANGELOCCI, LR.; VETORAZZI, C.A. & VALENTE, R.O.A. Zoneamento agroecológico para a região de Ribeirão Preto utilizando um sistema de informações geográficas. **Scientia Agrícola**, v.56, n.3, Piracicaba, 1999.
- MDA & INCRA. **II Plano Nacional de Reforma Agrária.** Disponível em: <http://www.incra.gov.br>. Acessado em 14 de dezembro de 2005.
- MELFI, A.J. & PÉDRO, G. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil. Parte 1 Caracterização e repartição dos principais tipos de evolução pedogeológica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.7,z p. 271-286, 1977.
- MELFI, A.J. & PÉDRO, G. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil. Parte 2; Considerações sobre os mecanismos geoquímicos envolvidos na alteração superficial e sua repartição no Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.8, p. 11-22, 1978.
- MENDONÇA, F.A. **A contribuição do zoneamento climático na elaboração de diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas: o exemplo da bacia do rio Tibagi/PR.** Boletim Climatológico, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, 1997.
- MENDONÇA, J. B. **Impactos Ambientais e Pesquisas Sísmicas para Hidrocarbonetos na Bacia do Paraná.** Universidade Federal do Paraná. 1999. 139p. (Dissertação de Mestrado).

- MENDONÇA, J. B.; MANTOVANI, L. E. & FERREIRA, F. J. F. **Compartimentação das rochas vulcânicas básicas, intermediárias e ácidas no sul do Paraná, aplicações em estudos de impactos ambientais.** In. L SIMPÓSIO SOBRE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 1999, Gramado - RS Anais, Porto Alegre Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Rio Grande do Sul, 1999
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ SA. **Atlas Geológico do Estado do Paraná.** Versão PDF. CD-ROM, 2001.
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ AS. **Folha de Guarapuava.** Escala 1:250.000. Disponível em <http://www.mineropar.pr.gov.br/>. Acessado em 01 de agosto de 2007.
- MONTEIRO, C.A.F. **O clima da região sul.** Tomo I, Biblioteca Brasileira, Rio de Janeiro: IBGE, 1963.
- MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2001. 250P.
- MÜLLER, I.I. **Métodos de avaliação da evaporação e evapotranspiração. Análise comparativa para o Estado do Paraná.** Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1995.171p. (Dissertação de Mestrado).
- MUNSELL **soil color charts.** Rev. ed. New Windsor: Kollmorgen Instruments Macbeth Division, 1994. Não paginado.
- NARDY, A.F.; MARQUES, L.S.; RAPOSO, M.J. **Aspectos petrológicos das rochas efusivas ácidas da região centro sul do estado do Paraná.** Revista de Geociências, v.16, p. 43-57, 1986.
- NASA. **LANDSAT 7 – Basic information.** Disponível em: http://landsat.gsfc.nasa.gov/main/pdf/17_basics.pdf. Acessado em 21 de maio de 2006.
- NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** 2º ed. Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1992. 308p.
- ODUM, E. P. **Ecologia.** Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 1988. 434p.
- OLEYNIK[†], J.; BRAGAGNOLO, N.; BUBLITZ, U. & SILVA, J.C.C. **Análises de solo: tabelas para transformação de resultados analíticos e interpretação de resultados.** EMATER, 5ª Ed., Curitiba. 1998. 64p.
- OLIVEIRA, J.B. & BERG, M.van der. **Aptidão agrícola das terras do estado de São Paulo: Quadrícula de Araras.** Instituto Agrônomo de Campinas, IAC, n.2, 1985.60p.
- OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T. & CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento.** FUNEP, Jaboticabal, 1992. 201p.

- OLIVEIRA, J.B.; MENK, J.R.F.; BARBIERI, J.L.; ROTTA, C.L. & TREMOCOLDI, W. **Levantamento pedológico semidetalhado do estado de São Paulo: Quadrícula de Araras**. Instituto Agrônomo de Campinas, IAC, Campinas. Boletim Técnico n.71. 1982. 180p.
- PARADELLA, W.R.; SANTOS, A.R.; VENEZIANI, P. & MORAIS, M.C. O sinergismo de imagens standard descendente do RADARSAT-1 e Thematic iMapper do LANDSAT-5 em aplicação geológica na Amazônia. **In.: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10**. Foz do Iguaçu. 2001. (CD-ROM).
- PENMAN, H.L. **Natural evaporation from open water, bare soil and grass**. Proceedings of the Royal Society, London Series (A), Londres, 193:120-145. 1948.
- PEREL'MAN, A.I. **Landscape geochemistry**. (Translation n° 676, Geological Survey of Canada, 1972), Moscow: Vysshaya Shkola, pp. 1-388. 1966.
- PÉREZ, E.G. & MARTINS, A.B.G. Florescimento e frutificação de lichieiras em função do anelamento de ramos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, Jaboticabal. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acessado em 24 de outubro de 2006.
- PICCIRILLO, E.M.; CHIARAMONTI-COMIN, P.; MELFI, A.J.; STOLFA, D.; BELLINI, G.; MARQUES, L.S.; GIARETTA, A.; NARDY, A.J.R.; PINESE, J.P.P.; RAPOSO, M.I.B. & ROISENBERG, A. **Petrochemistry of continental flood basalt-rhyolite suites and related intrusives from the Paraná basin (Brasil)**. In.: PICCIRILLO, E.M. & MELFI, A.J. (Eds.). The Mesozoic flood volcanism of the Paraná basin – petrogenetic and geophysical aspects. USP, Inst. Astron.Geof., p.: 107-156.
- PICCIRILO, E.M. & MELFI, A.J. **Mesozoic Flood Volcanism in the Paraná Basin**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto Astronômico e Geofísico, 1988. 600p.
- POLISELI, P.C. **Avaliação experimental de um modelo numérico para o processo de redistribuição da água no solo**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, UFPR, 1996. 73p. (Dissertação de Mestrado).
- POLISELI, P.C. & MANTOVANI, L.E. Classificação geoquímica da paisagem do planalto basáltico meridional: proposta de método voltado para a adequação de uso rural. **In: Resumos VI Seminário do Curso de Pós-Graduação em Geologia**. Imprensa Universitária, UFPR, Curitiba, 2003, p. 46-47.
- POLISELI, P.C. & MANTOVANI, L.E. Cartografia morfopedológica e unidades geoambientais do Planalto Basáltico Meridional: Porção leste do município de Grarapuava/PR. **In.: VII Seminário do Curso de Pós-Graduação em Geologia da UFPR**. Resumos. Curitiba, UFPR. 2004, p. 28-29.
- POLISELI, P.C. & PREVEDELLO, C.L. Avaliação experimental de um modelo numérico para o processo de redistribuição da água no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Minas Gerais. 23:203-210, 1999.

- PEDRO, G. The superficial alteration in tropical region and the laterisation phenomena. **In Proceedings of the II International Seminar on Laterisation Processes** held in São Paulo, Brazil, July 4-12, 1982. IGCP-129. São Paulo, UNESCO edit., p.3-13.
- RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. EMBRAPA, 3ª edição. Rio de Janeiro, 1995. 65p.
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Editora Manole Ltda., São Paulo, 1990. 186p.
- RIBEIRO, A.G. **As transformações da sociedade e os recursos da natureza na região de Palmas e Guarapuava**. Bol. Geografia, UEM, Maringá, ano 7, 1989.
- RIBEIRO, A. G. **Paisagem e organização espacial na região de Palmas e Guarapuava**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. (Tese de Doutorado)
- RITCHIE, J.T. A user oriented model of the soil water balance. **In: DAY, W. & ATYKIN, R.K. Wheat growth and modeling**. Plenum Press, Londres. 1985.
- ROCHA, H.O. & SCHMIDLIN, D. Application of remote sensing and GIS to compile and update soil maps at the environmental protection area – APA de Guaratuba – PR – Brazil. **In: XVIII CONGRESS ISPRS – International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing**. 1997. v.PART A. P. 207.
- ROCKSTRÖM, J.; GORDON, L.; FOLKE, C.; FALKENMARK, M. & ENGWALL, M. **Linkages among water vapor flows, food production, and terrestrial ecosystem services**. The Resilience Alliance, 1999. <http://www.consecol.org/vol3/iss2/art5>. Acessado em 01 de julho de 2004.
- ROLIM, S.B.A. **Avaliação do uso da transformação IHS na integração de dados geofísicos (aerofotogrametria) e de sensoriamento remoto (TM LANDSAT) para a investigação geológica na área do Pojuca (Serra dos Carajás, PA)**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos. 1993. 133p. (Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto).
- ROUGERIE, G. & BEROUTCHACHVILI, N. **Géosystèmes et Paysages. Bilan et méthodes**. Paris: Armand Colin edit. 1991. 299 p.
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E.G. & BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. SUPLAN/EMBRAPA/SNLCS. Brasília, 1978. 70p.
- SANTOS, H.G.; HOCHMÜLLER, D.P.; CAVALCANTI, A.C.; RÊGO, R.S.; KER, J.C.; PANOSO, L.A. & AMARAL, J.A.M. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 1995. 101p.
- SAVENIJE, H.H.G. New definitions for moisture recycling and the relationship with land-use changes in the Sahel. **Journal of Hydrology**, 167:57-78. 1995.

- SCHWAB, G.O.; FREVERT, R.K.; EDMINSTER, T.W. & BARNES, K.K. **Soil and water conservation engineering**. John Wiley & Sons, 3^a edition. New York, 525P.
- SILVEIRA, S.S. & ANDRADE, E.M. Análise de componentes principais na investigação da estrutura multivariada da evapotranspiração. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, n.2, p171-177. 2002.
- SOUZA, P.A. Late carboniferous palynostratigraphy of the Itararé Subgroup, northeastern Paraná Basin. Brazil. **Rev. Palaeobot. Palyno.**, 138:9-29. 2006.
- SPAROVEK, G. **A qualidade dos assentamentos da reforma agrária brasileira**. Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, Páginas e Letras, 2003. 204p.
- STOLLHOFEN, H.; STANISTREET, I.G.; ROHN, R.; HOLZFÖRSTER, F. & WANKE, A. The Gai-As lake system, northern Namibia and Brazil. In: **GIERLOWSKI-KORDESCH, E.H. & KELTS, K.R. (eds). Lake basin through space and time**. Tulsa, AAPG Studies in Geology, 46:87-108.
- TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R. & TAIOLI, F. (org.). **Decifrando a Terra**. Ed. Oficina de Textos, São Paulo. 2000. 568p.
- THEODOROVICZ, A., THEODOROVICZ, A.M.G. & CANTARINO, S. C. **Projeto Curitiba: Atlas geoambiental da região metropolitana de Curitiba- subsídios ao planejamento territorial**. São Paulo, CPRM, 1999. 48 p; mapa; il. (Programa Informações para Gestão territorial GATE).
- THORNTHWAITE, C.W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geographical Review, 38:55-94, 1948.
- THOMAZ, E.L. Geomorfologia ambiental e agricultura familiar na bacia do rio Iratim – Guarapuava, PR. **Revista RA’EGA**, Editora da UFPR, Curitiba, 4:37-48. 2000 (a).
- THOMAZ, E. L. **Análise empírica da fragilidade potencial da bacia do rio Iratim – Guarapuava-PR**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000 (b). 169p. (Dissertação de Mestrado)
- TRICART, J., KILIAN, J. **L' éco-géographie et l' aménagement du milieu naturel**. Paris: Maspero, 1979. 325p.
- SCARAMUZZA, C. A. M.; PIEROZZI JUNIOR, I.; MATTOS, C. O. & MANTOVANI, L. E. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD/92. Contribuição do NMA** Organizado por: EMPRAPA Meio Ambiente, Desenvolvimento e a EMBRAPA:, Brasília:, EMBRAPA, 1991
- SCHNEIDER, A.W. **Vulcanismo basáltico da bacia do Paraná: perfil Foz do Iguaçu – Serra da Esperança**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., Brasília, 1970. Anais. Brasília, Sociedade Brasileira de Geologia, 1970. p.211-217.

- SIMÃO, M. L. R. **Contribuições potenciais da geoinformação para competitividade em um mundo globalizado.** Revista Informe Agropecuário. EPAMIG. Belo Horizonte. v. 20, nº 199. 1999. p. 38-46.
- STEFANI, F. L.; TOGNON, A. A.; SAAD, A. M. & AGENA, S. S. **Classificação das terras do município de Guaíra, SP, no sistema de capacidade de uso.** In: ANAIS 8º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. INPE/SELPER. Salvador, 1996. (cd rom).
- VALÉRIO FILHO, M. DONZELI, P. L. & PINTO, S. A. F. **Técnicas de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica aplicadas ao plano de manejo de microbacias hidrográficas.** In: ANAIS 9º REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. UNESP. Jaboticabal, 1992.
- VIEIRA, A.J. & MARINGÁ, E. **Geologia de semidetalhe do Leste do Paraná e Sudeste de São Paulo.** Rel. Int. Petrobrás. 1972.
- ZACARIAS, X.B.; CAMPOS, S.; CARDOSO, L.G. & POLLO, R.A. Estatística multivariada e contraste ortogonal aplicados a variáveis do relevo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, p.249-257, 2002.