

# LEVANTAMENTO DE SOLOS PARA O PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DA BACIA DO RIO ACARAY

PATROCINIO ALONSO JARA

Engenheiro-Agrônomo, M. S.

Orientador: Prof. Dr. OCTAVIO FREIRE

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração: "Solos e Nutrição de Plantas".

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Novembro de 1982

À minha esposa e filhos,

*Norma,*

*Alfredo e*

*Hernán,*

OFEREÇO.

## AGRADECIMENTOS

O autor consigna seus agradecimentos às seguintes pessoas e Instituições:

- Prof. Dr. Octavio Freire, pela orientação na condução do trabalho, bem como pelo seu apoio demonstrado em todas as oportunidades;
- Prof. Dr. José Luiz Ioriatti Demattê, pela cessão do Laboratório de Mineralogia de Solos, onde grande parte das análises foram feitas e pela interpretação dos difratogramas de raio-X;
- Prof. Dr. Zilmar Ziller Marcos, pela ajuda na determinação do conteúdo de água do solo e pela permissão do uso do Laboratório de Física do Solo;
- Colega Jairo Gimenez Rueda, pelo auxílio na elaboração da legenda Geomorfológica e identificação de minerais na sub-fração areia fina;
- Prof. Dr. Arary Marconi, pela constante boa disposição em ajudar durante o estudo com microscópio petrográfico.

- Sr. Roberto Forti, pela colaboração na análise de minerais leves e pesados da sub-fração areia fina e pela amizade auferida durante a pesquisa;
- Sr.<sup>a</sup> Maria Elizabeth H. Bette, pela colaboração na realização das análises feitas no Laboratório de Mineralogia do Solo;
- Ministério de Agricultura e Ganadería, pelo apoio e facilidades oferecidas para a realização do curso de pós-graduação;
- Facultad de Ingeniería Agronómica de Universidad Nacional de Asunción, na pessoa do Decano Prof. Atilio Centrón, pela ajuda para a conclusão deste trabalho;
- Organización dos Estados Americanos, (OEA) pelo apoio financeiro para a realização do curso de pós-graduação;
- Sr.<sup>as</sup> Tekla E. Klar e Nelci T. Maniero, pelo trabalho de dactilografia;
- Sr.<sup>ta</sup> Maria Elizabeth Ferreira de Carvalho, pelo correção bibliográfica;
- Desenhista Sr. Pedro Mēza pela elaboração dos mapas;
- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela oportunidade de aperfeiçoamento através do curso de pós-graduação;
- Todos aqueles que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a realização deste trabalho.

## ÍNDICE

|   | Página |
|---|--------|
| RESUMO .....  |        |
| SUMMARY .....   |        |
| RESÚMEN .....   |        |
| PRÓLOGO .....   |        |
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 1      |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA .....                                      | 4      |
| 2.1. Solos .....  | 4      |
| 2.2. Geologia .....   | 10     |
| 2.3. Vegetação .....  | 13     |
| 3. MATERIAL E MÉTODO .....  | 16     |
| 3.1. Material .....   | 16     |
| 3.1.1. Localização da área de estudo.....                           | 16     |
| 3.1.2. Geologia .....   | 20     |
| 3.1.3. Geomorfologia .....  | 24     |
| 3.1.4. Clima .....  | 29     |
| 3.1.5. Vegetação .....  | 42     |
| 3.1.6. Solos .....  | 45     |
| 3.2. Método .....   | 49     |
| 3.2.1. Método de levantamento e de classificação<br>dos solos ..... | 49     |

|  | Página |
|--|--------|
| 3.2.1.1. Trabalho de Gabinete.....   | 50     |
| 3.2.1.1.1. Delimitação das áreas de estudo   | 50     |
| 3.2.1.1.2. Caracterização da bacia e das<br>sub-bacias .....   | 51     |
| 3.2.1.1.3. Elaboração das legendas do le-<br>vantamento dos solos.....                                     | 54     |
| 3.2.1.1.4. Estimativa da erodibilidade<br>dos solos .....  | 58     |
| 3.2.1.2. Trabalho de Campo.....  | 59     |
| 3.2.1.2.1. Delimitação das unidades pedo-<br>lógicas e localização dos locais<br>de amostragem.....        | 59     |
| 3.2.1.2.2. Descrição dos solos.....  | 62     |
| 3.2.1.3. Trabalho de Laboratório.....  | 62     |
| 3.2.1.3.1. Preparo das amostras.....   | 62     |
| 3.2.1.3.2. Análises físicas.....   | 63     |
| 3.2.1.3.3. Análises químicas.....  | 65     |
| 3.2.1.3.4. Análises mineralógicas.....   | 66     |
| 3.2.2. Método de estudo das características das<br>precipitações e comportamento hídrico<br>dos solos..... | 73     |
| 3.2.2.1. Determinação da erosividade da<br>chuva .....   | 74     |
| 3.2.2.2. Probabilidade de ocorrência e<br>período de recorrência da chuva                                  | 75     |

|   | Página |
|---|--------|
| 3.2.2.3. Comportamento hídrico dos solos da bacia - Balanços hídricos.....    | 77     |
| 4. RESULTADOS .....   | 90     |
| 4.1. Solos.....   | 90     |
| 4.1.1. Área de dominância do basalto.....                                     | 91     |
| 4.1.1.1. Terra Roxa Estruturada - Paleudalf Rhódico.....                      | 96     |
| 4.1.1.2. Terra Roxa Estruturada Latossólica Distrófico - Paleudult Óxico..... | 106    |
| 4.1.1.3. Latossolo Vermelho Escuro-Haplustox Típico.....                      | 115    |
| 4.1.2. Área de transição entre o basalto e o arenito .....                    | 127    |
| 4.1.2.1. Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico - Haplustult Óxico.....  | 128    |
| 4.1.2.2. Cambissolo Latossólico - Dystropept Ulstóxico.....                   | 138    |
| 4.1.3. Área de dominância de arenito.....                                     | 147    |
| 4.1.3.1. Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico - Acrustox arênico....         | 148    |
| 4.1.3.2. Latossolo Vermelho-Amarelo Alíco Acrustox Típico.....                | 158    |

|  |     |
|--|-----|
| 4.1.1. Área dos Valores de rios e córregos - Solos Glei Pouco Húmicos - Orthents, Haplaquents Fluvents e Quartzipsamments..... | 167 |
| 4.2. Manejo dos solos.....   | 170 |
| 5. DISCUSSÃO .....   | 177 |
| 5.1. Solos desenvolvidos na área de predominância de rochas basálticas.....  | 178 |
| 5.2. Solos desenvolvidos sobre materiais indiferenciados derivados de arenito e basalto e são de arenito.....                  | 182 |
| 6. CONCLUSÕES .....  |     |
| 6.1. Conclusões parciais.....  |     |
| 6.2. Conclusão geral.....  |     |
| 7. RECOMENDAÇÕES .....   |     |
| 8. LITERATURA CITADA .....   |     |
| APÊNDICE .....   |     |
| 1. MAPAS .....   |     |
| 2. DESCRIÇÃO DOS SOLOS .....   |     |

## LISTA DE FIGURAS

|   | Página |
|---|--------|
| Figura 1 - Mapa da localização e isoietas anuais da área de estudo.....   | 19     |
| Figura 2 - Nomôgrafo para a determinação da erodibilidade do solo.....  | 60     |
| Figura 3 - Distribuição da precipitação anual na Localidade de Pto. Pte. Stroessner .....   | 80     |
| Figura 4 - Distribuição da precipitação anual na Localidade de Villarrica.....  | 81     |
| Figura 5 - Distribuição das chuvas, evapotranspiração potencial e balanço hídrico na Terra Roxa Estruturada (Perfil 1 Am), do sudeste da bacia..... | 87     |
| Figura 6 - Distribuição das chuvas, evapotranspiração potencial e balanço hídrico no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo do oeste da bacia.....         | 89     |
| Figura 7a- Difractograma de Raio-X da fração argila do horizonte B <sub>21</sub> . Terra Roxa Estruturada (Perfil 1 Am).....                        | 105    |

## Página

|   |     |
|---|-----|
| Figura 7b - Difratoograma de Raio-X da fração argila do horizonte B <sub>22</sub> . Terra Roxa Estruturada (Perfil 1 Am).....     | 106 |
| Figura 8 - Fotografia do perfil da Terra Roxa Estruturada Latossólica Distrófico (Perfil 2 Am).....                               | 114 |
| Figura 9 - Aspecto da paisagem do Latossolo Vermelho-Escuro .....   | 124 |
| Figura 10a- Difratoograma de Raio-X da fração argila do horizonte B <sub>21</sub> . Latossolo Vermelho-Escuro (Perfil 1 RY) ..... | 125 |
| Figura 10b- Difratoograma de Raio-X da fração argila do horizonte B <sub>22</sub> . Latossolo Vermelho-Escuro (Perfil 1 RY) ..... | 126 |
| Figura 11a- Difratoograma de Raio-X da fração argila do horizonte do Cambissolo Latossólico Álico (Perfil 2I).....                | 145 |
| Figura 11b- Difratoograma de Raio-X da fração argila do horizonte do Cambissolo Latossólico Álico (Perfil 2I).....                | 146 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 12 - Difratoograma de Raio-X da fração argila do horizonte B <sub>22</sub> . Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Perfil 1Y) ..... | 157 |
| Figura 13 - Difratoograma de Raio-X da fração argila do horizonte B <sub>22</sub> . Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (Perfil 3A).....       | 165 |
| Figura 14 - Fotografia do perfil de Latossolo Vermelho Amarelo Álico (Perfil 3A).....   | 166 |
| Figura 15 - Aspecto da paisagem do Solo Glei Pouco Húmico e do Latossolo-Vermelho-Amarelo.....  | 169 |

## LISTA DE TABELAS

|  | Página |
|--|--------|
| Tabela 1 - Estratigrafia da bacia do Rio Acaray.....   | 25     |
| Tabela 2 - Relação de paisagens geomorfológicas, materiais geológicos, solos e idade aproximada..  | 30     |
| Tabela 3 - Precipitação em três Localidades da Bacia do Rio Acaray .....                           | 32     |
| Tabela 4 - Temperatura em três Localidades da Bacia do Rio Acaray .....                            | 33     |
| Tabela 5 - Evapotranspiração potencial média em três Localidades da Bacia do Rio Acaray .....      | 34     |
| Tabela 6 - Precipitação mensal e anual no Pto. Pte. Stroessner .....                               | 35     |
| Tabela 7 - Precipitação mensal e anual no Posto de Villarrica.....                                 | 36     |
| Tabela 8 - Precipitação mensal e anual no Posto de Salto de Guairá.....                            | 37     |
| Tabela 9 - Características da Bacia do Rio Acaray e de quatro de suas sub-bacias representativas.. | 53     |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 10 - Valores da erodibilidade dos solos obtidos pelo Método de WISCHMEIER <u>et alii</u> (1971....   | 61 |
| Tabela 11 - Índice mensal de erosão (EI) e coeficiente de erosividade (R) da chuva para as Localidades de Pto. Pte. Stroessner e de Villarrica.....         | 76 |
| Tabela 12 - Probabilidade de ocorrência e período de recorrência das chuvas de diferentes intensidades de chuva na Localidade de Pto. Pte. Stroessner ..... | 78 |
| Tabela 13 - Probabilidade de ocorrência e período de recorrência das chuvas de diferentes intensidades de chuva na Localidade de Villarrica .....           | 79 |
| Tabela 14 - Capacidade de armazenamento de água disponível da Terra Roxa Estruturada (Perfil 1 Am)  | 83 |
| Tabela 15 - Capacidade de armazenamento de água disponível do Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico Distrófico (Perfil 5Y) .....                      | 84 |
| Tabela 16 - Capacidade de armazenamento de água disponível do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Perfil 1Y).....  | 85 |

|   | Página |
|---|--------|
| Tabela 17 - Balanço hídrico na Terra Roxa Estruturada<br>Epieutrófica (Perfil 1 Am) do sudeste da<br>bacia .....                          | 86     |
| Tabela 18 - Balanço hídrico no solo Podzólico Vermelho-<br>Amarelo Distrófico (Perfil 5Y) do oeste da<br>bacia .....                      | 88     |
| Tabela 19 - Resultados das análises físicas e químicas<br>da Terra Roxa Estruturada Epieutrófica<br>(Perfil 1 Am).....                    | 102    |
| Tabela 20 - Resultados das análises mineralógicas da<br>Terra Roxa Estruturada (Perfil 1 Am).....   | 103    |
| Tabela 21 - Resultados das análises físicas e químicas<br>da Terra Roxa Latossólica Distrófica (Per-<br>fil 2 Am).....                    | 113    |
| Tabela 22 - Resultados das análises físicas e químicas<br>do Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico<br>(Perfil RY).....                     | 122    |
| Tabela 23 - Resultados das análises mineralógicas do La-<br>tossolo Vermelho-Escuro (Perfil 1 RY).....                                    | 123    |
| Tabela 24 - Resultados das análises físicas e químicas<br>do Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossó-<br>lico Distrófico (Perfil 5Y)..... | 136    |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 25 - Resultados das análises mineralógicas do solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico Distrófico (Perfil 5Y)..... | 137 |
| Tabela 26 - Resultados das análises físicas e químicas do Cambissolo Latossólico Álico (Perfil 2I)                           | 144 |
| Tabela 27 - Resultados das análises físicas e químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Perfil 1Y).....             | 155 |
| Tabela 28 - Resultados das análises mineralógicas do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Perfil 1Y).....                  | 156 |
| Tabela 29 - Resultados das análises físicas e químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (Perfil 3A) .....                 | 163 |
| Tabela 30 - Resultados das análises mineralógicas do Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (Perfil 3A)                            | 164 |
| Tabela 31 - Recomendações específicas de uso e manejo conservacionista dos solos da bacia do Rio Acaray .....                | 198 |

LEVANTAMENTO DE SOLOS PARA O PLANEJAMENTO AGRÍCOLA  
DA BACIA DO RIO ACARAY

Autor: Patrocínio Alonso Jara

Orientador: Prof. Dr. Octavio Freire

RESUMO

A bacia do Rio Acaray, em território do Paraguai, foi estudada com o objetivo de se obterem informações básicas sobre os recursos edáficos para se definir o seu potencial agrícola e florestal.

Nesta bacia, com uma superfície de 10.125,01 km<sup>2</sup> foi realizado um levantamento de reconhecimento dos solos (escala 1:250.000), baseado na Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 1975) e na Classificação Brasileira de Solos.

Para facilidade de estudo, foram selecionadas quatro sub-bacias representativas quanto à estratigrafia, relevo, vegetação natural e solos. Este último componente foi classificado e mapeado semi-detalhadamente (escala 1:50.000) em sub-classes de capacidade de uso

Na sub-bacia do Arroio-Acary-mi do Sul, predomina a Terra Roxa Estruturada de fertilidade média a alta e erodibilidade baixa a média; enquanto que a área alta é ocupada pelo Latossolo Roxo de erodibilidade baixa e fertilidade média. O índice de erosividade regional da chuva é de 680.

A sub-bacia do Arroio-Acaray-mi do Norte é totalmente constituída pelo Latossolo Vermelho-Amarelo, o qual apresenta fertilidade muito baixa e uma erodibilidade média. O índice de erosividade da chuva, nesta área, é de 625.

Na sub-bacia do Arroio Yhú, ocorre o Latossolo Vermelho-Amarelo, cobrindo cerca de 60% da área alta, o qual apresenta fertilidade baixa e erodibilidade média e o Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico que apresenta fertilidade média e alta suscetibilidade à erosão. O índice de erosividade da chuva é 625.

Na sub-bacia do Arroio Itakyry, predomina o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico de fertilidade baixa e erodibilidade média. Cerca de 10% da área apresenta-se coberta pelo Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico de fertilidade baixa e de alta erodibilidade. O índice de erosividade da chuva, nesta área, é de 640.

Por se tratar de uma área que ainda não sofreu muito o impacto das atividades agrícolas, pode-se afirmar que merece um planejamento detalhado baseado em princípios conservacionistas. Esse projeto deverá ser múltiplo, para atender às diferentes combinações de fatores específicos de cada sub-área. Deve-se assinalar, que a aplicação do projeto desenvolvimentista precisa ser feita o mais cedo possível; uma vez que, a pressão mundial pela procura de produtos agrícolas pode intervir de forma a dificultar que a área cumpra satisfatoriamente o seu papel no contexto das expectativas do seu potencial de produção, participando na elevação do nível econômico de sua população.

SOIL SURVEY FOR ACARAY RIVER BASIN  
AGRICULTURAL PROJECT

Candidate: Patrocínio Alonso Jara

Adviser: Prof. Dr. Octavio Freire

SUMMARY

The Acaray River Basin, in Paraguay, was studied in order to yield the basic informations about its edaphic resources.

A cartographically generalized soil map was carried out in four representative watersheds. The identification of the soil map unities were made in terms of taxa at sub-group level of the Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 1975) and according the Brazilian System.

The Acaray-mi of South Brook Watershed is dominated by a Oxic Paleudult, which is low in fertility and about 25% of this area is a Rhodic Paleudalf. The soil has a median and high fertility and moderate erodibility. The rainfall erosivity index is 680.

In the Acaray-mi Brook Watershed there is an Arenic Acrusthox with very low fertility and moderate erodibility. The rainfall erosivity index is 625.

In the Yhú Brook Watershed, about 60% of the area is occupied by an Arenic Acrusthox of low fertility and moderate erodibility and about 40% by a Typic Haplustult with low fertility and high erodibility. The erosivity of the rainfall in this area is 625.

A Typic Acrusthox with low fertility and median erodibility predominates in the Itakyry Brook Watershed. Only 10% of this area is a Typic Haplustult with low fertility and high erodibility. The rainfall erosivity index of this area is 640.

The Acaray River Basin has not been subjected yet to a heavy impact of the agricultural activity and for this reason it deserves a development project based on environmental principles.

The project must include different alternatives to attend to specific agricultural conditions of each area.

There is a good reason to say that a comprehensive development project must be applied to the basin as soon as possible.

LEVANTAMIENTO DE SUELOS PARA LA PLANIFICACIÓN  
AGRÍCOLA DE LA CUENCA DEL RIO ACARAY

Autor: Patrocinio Alonso Jara

Orientador: Prof. Dr. Octavio Freire

RESUMEN

La cuenca del Río Acaray, situada en territorio de la República del Paraguay, fué estudiada con el objetivo de obtener informaciones básicas sobre los recursos edáficos para definir su potencial agrícola y forestal.

La cuenca tiene una superficie de 10.125,01 km<sup>2</sup> y en ella fué realizado un levantamiento de reconocimiento de los suelos (escala 1:250.000), basado en el Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 1975) y en la Clasificación Brasileira de Suelos.

Para facilitar el estudio, dentro de esta, fueron seleccionadas cuatro sub-cuencas representativas en cuanto a la estratigrafía, relieve, vegetación natural y

suelos. Este último componente fue clasificado y mapeado a nivel de semi-detallado (escala 1:50.000) en sub-clases de capacidad de uso.

En la sub-cuenca del Arroyo Acaray-mi del Sur predominan La "Terra Roxa Estructurada Distrófica y Epietrófica de fertilidad moderada a alta y erodibilidad baja a media respectivamente. También se encuentra 10% de las áreas con Latosol Rojo Oscuro Distrófico de fertilidad media y erodibilidad baja. El índice de erosividad regional de la lluvia es de 630.

La sub-cuenca del Arroyo Acaray-mi del Norte está cubierta por Latosol Rojo Amarillo Distrófico y Álico que presenta fertilidad baja y erodibilidad baja. El índice de erosividad de la lluvia es de 625, para este sector de la Cuenca.

En la sub-cuenca del arroyo Yhú se presenta en un 60% de las áreas altas, el Latosol Rojo Amarillo Distrófico; el cual presenta una fertilidad y erodibilidad baja. También se presenta en esta sub-cuenca el suelo Podzólico Rojo Amarillo Latosólico Distrófico de fertilidad media y erodibilidad alta. El índice de erosividad de la lluvia estimada es 625, para este sector de la cuenca.

En la sub-cuenca del Arroyo Itakyry, predomi-

na el Latosol Rojo Amarillo Distrófico de fertilidad baja y erodibilidad media. También se presenta en 10% de las áreas altas el Cambisol Distrófico Latosólico de fertilidad baja y erodibilidad alta. El índice de erosividad de la lluvia es de 640 para este sector de la cuenca.

Por tratarse de un área que aún no sufrió mucho el impacto de las actividades agrícolas, especialmente mecanizadas, se puede afirmar que es necesario una planificación detallada del uso de la tierra basado en principios conservacionistas. Este proyecto debe ser multidisciplinario a fin de considerar todos los factores que participan en la producción agrícola forestal de cada sub-cuenca.

La ejecución de proyecto conservacionista debe ser inmediato y gradual a fin de defender las áreas de suelos frágiles a la erosión y que están amenazadas a degradarse por efecto del uso cada vez más continuo y mecanizada para la producción agrícola. Así se podrá enfrentar la necesidad de producción de alimentos y facilitar que las áreas cumplan satisfactoriamente su papel en el contexto de la expectativa de su potencial de producción, participando en la elevación del nivel económico de su población.

## PRÓLOGO

Nas áreas em desenvolvimento, como é o caso da bacia do rio Acaray no Paraguai, as informações básicas, para suportar tomada de decisões nos planejamentos agrícolas, estão sendo aguardadas pelos técnicos e pelos agricultores com grande expectativa.

Com o intuito de satisfazer essa necessidade, procurou-se obter os resultados que permitissem compor um quadro a partir do qual se pudesse diagnosticar as situações para se fazerem as recomendações específicas para cada caso. Deve-se dizer, no entanto, que os métodos utilizados para a obtenção dos resultados, muitas vezes, foram simplificados e adaptados às condições atuais da região. Essa afirmação não implica na aceitação de que possa ter havido algum comprometimento do cunho científico do trabalho.

## 1. INTRODUÇÃO

A bacia do rio Acaray, situada na região oriental do Paraguai, pelas suas condições de solo, clima e relevo, representa uma área potencialmente muito promissora para a produção agrícola e florestal. Apesar da pressão, que a crescente demanda mundial de alimentos e de matéria-prima vêm exercendo para que todas as áreas agricultáveis sejam postas a serviço da produção, só muito recentemente, a bacia do rio Acaray está começando a ser intensivamente cultivada e assim mesmo, apenas em alguns locais esparsos.

Nessa bacia está funcionando uma usina hidroelétrica, que abastece de energia elétrica uma grande parte da população do país. A barragem dessa usina precisa, para a recuperação do investimento operar prolongada e eficientemente, o que depende, em grande parte, do assoreamento por sedi-

mentos arrastados pela água, que têm origem na erosão hídrica dos solos. Atualmente já se pode observar um aumento de sedimentos produzidos pelo uso agrícola cada vez mais intenso do solo e pelo desmatamento indiscriminado das cabeceiras de nascentes e dos cursos d'água.

Por outro lado, os solos da bacia estão sendo utilizados para a produção de soja, trigo, milho, mandioca, algodão e hortaliças, que são culturas que exigem mobilizações do solo e, portanto, causam alterações em sua estrutura natural.

Por se tratar de uma área de colonização recente estabelecida desde o princípio da década de 60, não tem nenhum programa de manejo conservacionista dos seus recursos naturais, tais como: solo, água e vegetação. Por ser uma área de alta capacidade produtiva, merece que os projetos, em que se baseie o seu desenvolvimento, permitam alta produtividade sem que os efeitos negativos que costumam acompanhá-lo, venham a prejudicar os seus recursos naturais.

Estes projetos de aumento da produtividade devem, portanto, levar em conta, além de considerações técnicas, considerações sócio-econômicas e conservacionistas.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho

é constatar, pelo interpretação do levantamento de solos, a potencialidade agrícola e florestal da bacia do rio Acaray para apresentar algumas recomendações e subsídios quanto ao manejo e à conservação dos seus solos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Na área da bacia do rio Acaray, foram desenvolvidos, até o momento, poucos trabalhos específicos no que se refere a solos, vegetação e outros componentes ambientais. Os trabalhos citados a seguir representam, no entanto, um conjunto de informações básicas indispensáveis para o desenvolvimento de estudos mais específicos.

### 2.1. Solos

Um esboço dos solos, de acordo com o material de origem, vegetação, clima e fisiografia, foi realizado por BERTONI (1918) para toda a região oriental do Paraguai, a nível exploratório. Este trabalho, apesar de ser o primeiro, mostra a paisagem e as condições naturais onde os solos se desenvolveram; assim como apresenta a caracterização

dos materiais geológicos, vegetação natural, culturas mais comuns, clima e fisiografia, resumindo as potencialidades ecológicas regionais.

TIRADO SULSONA et alii (1954) publicaram um trabalho que mostra a distribuição dos solos de todo o território paraguaio a nível exploratório. O trabalho apresenta os grandes grupos, de acordo com o material de origem; no entanto, os limites entre os solos não têm precisão, devido à difícil penetração na área de estudo, em consequência da presença de florestas altas e densas e à escala do levantamento. Entretanto, este trabalho representa a primeira tentativa de classificação dos solos, considerando os materiais de origem e a fertilidade aparente. Na área da bacia em estudo, foram identificadas duas séries de solos: a primeira denominada série "Alto Paranã", derivada de basalto ou diabásio e a outra, série "Asunção", derivada de arenito eólico, que corresponde ao de Botucatu, descrito por ALMEIDA (1955). Para cada série foi apresentada uma descrição morfológica sucinta que inclui: cor (sem usar a notação de Munsell), textura, permeabilidade e fertilidade aparente.

Um levantamento a nível exploratório baseado numa classificação taxonômica, a nível de grandes grupos, segundo o sistema americano de 1949, foi realizado pela (FAO, 1964), com a participação de técnicos do Brasil, Paraguai, Ar-

gentina e Uruguai. Nesse trabalho estão descritos alguns perfís de solo representativos dos grandes grupos identificados como Solo Laterítico Bruno Avermelhado, Latosol Vermelho-Amarelo e Solo Podzólico Vermelho-Amarelo, que são os mais comuns na região oriental do Paraguai. Esse primeiro trabalho teve, no entanto, um apoio descritivo e analítico insuficiente de maneira que os limites entre os solos não podem ser usados como referência para o presente trabalho; senão, apenas como uma indicação da presença daqueles grandes grupos, os quais foram representados cartograficamente em escala de 1:3.000.000.

Um levantamento a nível de reconhecimento, para uma área de 50.000 km<sup>2</sup>, foi realizado pela Secretaria Técnica de Planejamento da Presidência (PARAGUAY, 1966). Neste trabalho foram identificados e classificados os solos em classes de capacidade de uso potencial, considerando preferencialmente a topografia e as redes de drenagem. Este trabalho inclui, apenas, 1% da área em estudo.

Uma informação ao Governo Paraguaio, sobre os solos e o aproveitamento das terras, foi apresentado por APLEWHITE (1969), onde fez uma descrição parcial dos solos da Colônia "Juán León Mallorquin", que está dentro da área de estudo. Nesse trabalho, foram indicados somente os solos predominantes e feita uma relação das espécies vegetais domi-

nantes em cada um deles, não apresentando descrição detalhada, nem resultados de análises de laboratório.

Um trabalho de levantamento em classes de capacidade de uso, a nível de reconhecimento, foi realizado por RICO (1971). O autor estabeleceu sub-classes de capacidade de uso e fez recomendações gerais de uso e de manejo dos solos, assinalando que se prestam principalmente para uso florestal. As características em que se baseou a classificação dos solos foram: tipo da rede de drenagem, textura superficial, tipo da vegetação natural, material de origem e declividade. Este trabalho abarcou uma parte da área em estudo, onde foram identificados solos pertencentes às classes III, IV, V, VI, VII e VIII de capacidade de uso. Utilizaram-se, nesse trabalho, fotomapas e fotografias aéreas, mas a generalização foi muito alta, visando, apenas, uma classificação expedita dos solos.

O mapa básico de solos, com a sua legenda, elaborado em escala detalhada ou semi-detalhada é uma etapa fundamental na pesquisa agropecuária e florestal. Estes mapas básicos devem estar acompanhados da classificação interpretativa de capacidade de uso da terra, na qual são apresentadas informações simples e compreensivas para os usuários (KLINGEBIEL e MONTGOMERY, 1961).

Todas as classificações pedológicas têm por finalidade caracterizar todas as propriedades relevantes do solo, cuja interpretação permita que se tomem decisões para o uso agrícola e para a adoção de medidas de conservação compatíveis com o uso agrícola mais intensivo possível do solo, sem risco de erosão (HUDSON, 1971).

O planejamento científico da produção agroflorestal requer o conhecimento das relações entre aqueles fatores que causam perdas de solo e de água e daqueles fatores que ajudam a reduzir essas perdas. Experimentos, em parcelas e pequenas bacias hidrográficas, deram informações importantes para a compreensão da complexa interrelação desses fatores (FOURNIER, 1960).

O manejo de bacias hidrográficas, de acordo com as suas características, têm como objetivo fundamental aplicar práticas de manejo de solo e da vegetação que contribuam para a manutenção de condições hidrológicas ótimas, tanto do ponto de vista da qualidade da água, como da sua quantidade (LIMA, 1976).

Os benefícios das informações básicas são avaliados quando os conhecimentos são rapidamente convertidos em práticas executáveis na propriedade agrícola. Guias específicos são necessários para ajudar na escolha das melhores práticas

ticas de controle da erosão e de controle das perdas da fertilidade que sejam aplicáveis para resolver as necessidades do agricultor (FAO, 1976).

A interpretação dos levantamentos de solo é uma tarefa da mais alta relevância para a utilização racional desse recurso natural na agricultura e em outros setores que utilizam o solo. Assim, podem ser realizadas interpretações para uso agrícola e florestal, classificando as terras de acordo com a sua aptidão para diversas culturas, sob diversas condições de manejo e práticas de melhoramento, com aplicação de tecnologia nova (RAMALHO FILHO et alii, 1970).

A equação universal de perdas de solo, desenvolvida por WISCHMEIER e SMITH (1965), serve para predizer a perda de solo por erosão, sob distintas formas de uso e manejo. Pode servir, também, como um guia para a seleção de culturas e práticas de manejo mais efetivas para o controle da erosão hídrica. A expressão dessa equação é a seguinte:

$A = R K LS C P$ ; onde, A é a quantidade de solo perdido em t/ha/ano; R é o índice de erosividade da chuva; K é o fator erodibilidade do solo; LS é o fator topográfico (comprimento do declive e declividade); C é o fator manejo da cultura; e P é o fator prática de controle da erosão.

FREIRE e PESSOTTI (1974) indicaram, ao estu

dar a erodibilidade dos solos do Estado de São Paulo, que este fator é o mais importante para a escolha de práticas conservacionistas, além de representar a propriedade do solo que reflete o fato de que diferentes solos perdem quantidades variáveis de sedimento, quando submetidos às mesmas condições de declividade, comprimento de rampa, práticas de manejo e de chuva.

WISCHMEIER et alii (1971), após uma análise de correlação entre as várias propriedades dos solos com as quantidades de perdas por erosão hídrica, interrelacionaram graficamente cinco delas, para desenvolver um método nomográfico.

RANZANI (1966) afirmou que a conservação dos recursos de uma bacia hidrográfica, especialmente do solo, não é decorrência direta de uma classificação de terras para uso e sim, uma atividade posterior à classificação taxonômica de solos. Para a indicação de métodos de conservação de solos, há necessidade de conhecimentos que permitam a eleição das qualidades a serem estimuladas, dos defeitos a serem contornados e o estabelecimento de bases para a aplicação dos sistemas de manejo economicamente plausíveis.

## 2.2. Geologia

Para o estabelecimento das características

geológicas da área de estudo foram consultados vários trabalhos, cujos resumos estão apresentados a seguir.

A descrição física e econômica do Paraguai, executada por BERTONI (1918), apresenta um esboço das formações geológicas e rochas da área em estudo, indicando a existência de rochas vulcânicas, como basaltos amorfos, rochas eruptivas com alto teor de ferro e contendo cobre, do triássico ou cretáceo e rochas sedimentares e metamórficas de arenitos subjacentes ao basalto. Aquele autor, também, cita a presença de sedimentos húmíferos, caolim e areia do quaternário.

Em "Geologia e Recursos Minerais do Paraguai", ECKEL (1959) cita a dominância de rochas eruptivas básicas na zona do rio Acaray, associadas, no extremo oeste da bacia, com arenito de origem eólica do triássico. O mesmo autor afirma que o basalto é rico em ferro e cobre e é resistente à meteorização, constituindo o material de origem dos solos e da base do leito dos rios e córregos da região.

A Geologia da Região Oriental do Paraguai, de HARRINGTON (1950), descreve detalhadamente a estratigrafia daquela região; no entanto, na área da bacia em estudo, só foi indicada a presença de basalto, dominante na parte leste da região, sobreposto ao arenito de origem eólica do triássico. Também foi afirmado que o basalto da bacia do Paraná cor-

responde às chamadas eruptivas da Serra Geral, ou basalto do planalto meridional do território Brasileiro, que do lado Paraguai, se sobrepõe ao arenito vermelho da série Misiones, que por sua vez, corresponde ao arenito da formação Botucatu. O autor descreve, de forma detalhada, as características destes materiais, sem, no entanto, precisar a sua distribuição e os seus limites.

Segundo as informações de Pflugfelder (IICA, 1976), a região em estudo é uma zona de contato de duas formações geológicas, cuja resultante é uma superfície ondulada, devido aos processos efusivos que se manifestaram no Jurássico e Cretáceo, afetando os arenitos preexistentes.

GOMEZ\* (1981) afirmou que os materiais mais comumente encontrados na bacia do rio Acaray são os arenitos eólicos, principalmente do Jurássico e Cretáceo, os basaltos continentais, diabásicos do cretáceo inferior e em pequenas áreas, as areias, conglomerados e xistos do terciário e do quaternário.

NORTHFLEET, MADEROS e MULHLMANN (1969) afirmaram que na bacia do Paraná, a oeste, ou na margem direita do rio, os materiais que possivelmente são responsáveis pela for

---

\* Comunicação pessoal. Asunción, Paraguay, Ministério de Obras Públicas y Comunicaciones.

mação dos solos são os seguintes: arenito da formação Botucatu, róseo-amarelado, com grãos finos e médios, esféricos, com estratificação cruzada, localmente conglomerático, de origem eólica, embora regional e localmente possa fluvial; basalto da formação Serra Geral, constituído de derrames de basalto com inúmeras intercalações de arenito eólico suprajacente de clima árido.

### 2.3. Vegetação

Quanto à vegetação característica da bacia em estudo, vários trabalhos contribuem para o seu conhecimento, dentre os quais destacam-se os que estão relacionados a seguir.

Segundo BERTONI (1918), a vegetação da região em estudo, está condicionada fortemente pelo clima, especialmente nas margens do rio Paran, onde existem condioes de umidade relativa alta, devido  abundância de chuva e orvalho. A partir do rio Paran, apresentam-se mudanças no tipo de floresta, na direção do interior da bacia do rio Acaray, observando-se a seguinte sequência: faixa do litoral - floresta muito densa com elevado número de espécies frondosas dominando os representantes das famílias Laurcea, Cedrelcea, Rubicea, Artocarpcea, Melastomcea, Arcea, Palmcea, das Leguminosas, Orquidceas, Mirtceas, Piperceas e Bambusceas,

acompanhadas de muitas lianas (Ysypō) e samambaias; faixa do interior - floresta diferente da primeira faixa, com densidade baixa, havendo menor quantidade de espécies e onde aparecem campos cerrados ácidos, com inclusões de espécies palmáceas, como coco-yatay, algumas gramíneas, como Paspalum, mirtáceas, alguns cactus e chilcas (Baccharis), de acordo com as condições de solo. Nesta faixa e em condições de floresta natural, apresentam-se as culturas de erva mate (Ilex); que crescem à sombra das árvores; mas que, atualmente, está quase desaparecida na área; faixa serrana - vegetação parecida com a da primeira faixa, quanto às espécies dominantes; porém, de densidade mais baixa, formando florestas frondosas de espécies latifoliadas.

TORTORELLI (1966) considerou as florestas da bacia do Paraná, em território paraguaio, como uma massa florestal densa, termo-hidrófila de clima sub-tropical. Este autor citou as seguintes formações florestais na área em estudo: Selva do Alto Paraná - onde a massa florestal alcança seu volume máximo em madeira explorável e de alto rendimento econômico. Esta massa apresenta grande número de espécies florestais exploráveis, constituindo-se de até quatro estratos: o estrato inferior compreende espécies trepadeiras, como lianas epífitas e samambaias; incluindo, também algumas palmáceas, como o palmito (Euterpe edulis) e o pindó (Arecastrum romanzofianum). Esta massa florestal é contínua, interrompida

somente campos de pequenas dimensões; Selva Central - muito parecida com a anterior; sendo, no entanto, menos densa, com mais campos abertos naturais, com inclusões de palmáceas, yatay (Cocos yatay ou Butia yatay) e gramíneas.

Segundo HOLDRIDGE (1969), o estudo ecológico das florestas do Paraguai indica que a distribuição ou a dominância de espécies depende de duas classes de fatores: os passados e os atuais. A distribuição atual está ligada às idades geológicas passadas, especialmente, às do fim do terciário e início do quaternário.

A abundância de espécies latifoliadas, formando florestas altas com dominância de leguminosas, é própria da área da bacia, perto do litoral do rio Paraná (OEA, 1975).

### 3. MATERIAL E MÉTODO

O material utilizado neste trabalho é constituído pela bacia hidrográfica do rio Acaray, onde foi desenvolvido o levantamento de dados dos seus componentes, utilizando-se os meios disponíveis e aplicando-se, muitas vezes, métodos simples, mas que permitissem que se alcançassem os objetivos propostos com segurança.

#### 3.1. Material

##### 3.1.1. Localização da área em estudo

A bacia hidrográfica do Acaray pertence à grande bacia do Rio Paranã, em território Paraguaio. O Rio Acaray, afluente da margem direita do Paranã, localiza-se entre os paralelos  $24^{\circ}25'$  e  $25^{\circ}30'$  de Latitude Sul e os meridia

nos  $54^{\circ}28'$  e  $56^{\circ}10'$  de Longitude oeste. Sua bacia limita - se ao norte com as dos rios Corrientes, Jejuí Guazú, Itambey, Limoy e Itabó-Guazú; ao sul, com a do rio Monday; a oeste, com as Serranias de San Joaquin e Caagua-zú; a leste, com o rio Paraná, onde desemboca as suas águas.

Para o traçado dos limites, localização geográfica e determinação da área, utilizaram-se mapas cadastrais placo-hipsométricos, fotomapas e fotos, em pares estereoscópicos, sendo a escala de 1:50.000. Além das imagens das bandas 5 e 7 (preto e branco), dos anos 1980 e 1981, do satélite LANDSAT. Esse material foi fornecido pelo Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) do Paraguai, exceto as imagens de satélite, que foram adquiridas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 1981), situado em São José dos Campos, no Estado de São Paulo, Brasil.

A área total da bacia do rio Acaray foi estudada a nível de reconhecimento (escala 1:250.000), com o objetivo de se classificar taxonomicamente os solos.

Dentro desta bacia foram selecionadas quatro sub-bacias representativas da bacia como um todo; usando - se como critério os solos, a vegetação, a geologia, a geomorfologia e as variações climáticas, para se classificarem os solos de acordo com a sua capacidade de uso, a nível de sub-

classes de capacidade de uso. Este levantamento foi realizado a nível semidetalhado em escala de 1:50.000. Estas sub-bacias estão discriminadas a seguir:

Sub-bacia nº 1 (do Arroio Yhú) - localizada na parte oeste da bacia, entre os paralelos 25°00' e 25°08' e os meridianos 55°35' e 56°08'. A área desta sub-bacia é de 640 km<sup>2</sup>.

Sub-bacia nº 2 (do Arroio Acaray-mi do norte) localizada na parte norte da bacia, entre os paralelos 24° 31' e 24°45'S e os meridianos 55°22' e 55°35'W. A área desta sub-bacia é de 361 km<sup>2</sup>.

Sub-bacia nº 3 (do Arroio Itakyry)-localizada ao norte da bacia, entre os paralelos 24°30' e 25°15'S e os meridianos 55°05' e 55°20'W. A área desta sub-bacia é de 729 km<sup>2</sup>.

Sub-bacia nº 4 (do Arroio Acaray-mi do sul)-localizada na parte sudeste da bacia, entre os paralelos 25°20' e 25°30'S e os meridianos 54°45' e 54°57'W.

A localização da área da bacia, apresentando as sub-bacias em estudo, está mostrada na Figura 1.

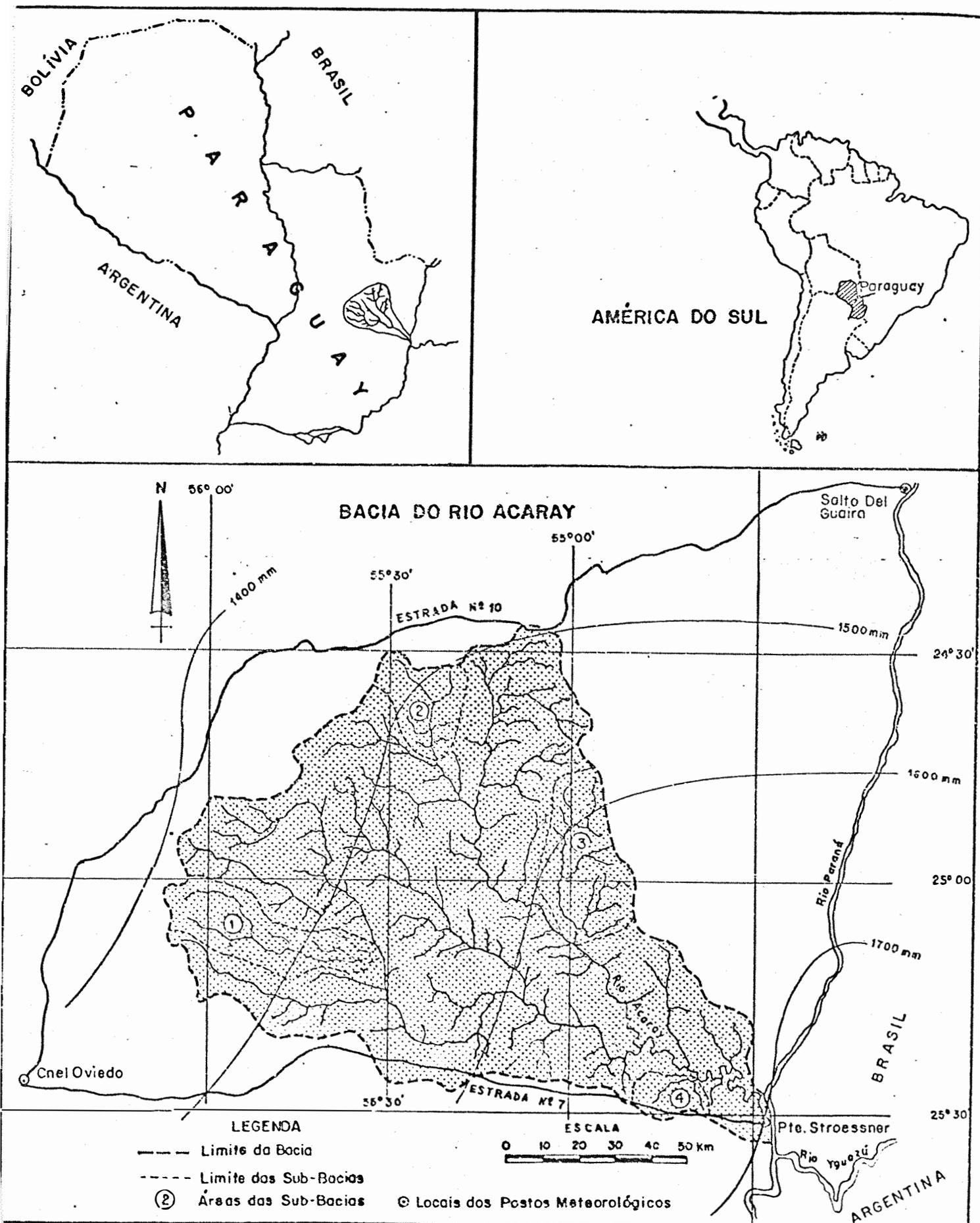


Figura 1 - Mapa de localização e isoietas anuais da área de estudo

### 3.1.2. Geologia

Os estudos geológicos da área baseiam-se, principalmente, na revisão bibliográfica, consultas a geólogos e observações de campo. A análise das informações permitiu a caracterização do material de origem dos solos; porém, os limites e a extensão das formações geológicas não puderam ser muito precisas; especialmente, no que se refere à cobertura superficial.

Aí predominam materiais da era mesozóica e cenozóica, pertencentes às seguintes formações geológicas;

Basaltos - rochas básicas do cretáceo inferior, grupo São Bento, formação Serra Geral. São o produto de vários derrames de lavas, a cada um dos quais corresponde uma camada de arenito da formação Botucatu (ECKEL, 1959). Este mesmo autor indicou que os basaltos (trapp do Paran) são semelhantes aos que ocorrem em território brasileiro e argentino.

Na bacia do rio Acaray, este material ocupa uma terça parte da área que corresponde ao seu setor leste.

São rochas de cores escuras, variando desde o bruno escuro até violeta acinzentada, compactas, de textura

em grãos finos, compostas de plagioclásios (silicatos de cálcio e sódio), piroxênios, do tipo da augita, diapsídios (silicatos ferromagnesianos, alumínicos e cálcicos), magnetita e minerais secundários, tais como: biotita e nontronita. A composição desta rocha, segundo as análises do Laboratório de Indústrias Militares do Paraguai (In: IICA, 1976), é a seguinte: Fe = 2,43%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 3,47%; CaO = 0,15%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 8,78%; Mg = 0,05%; TiO<sub>2</sub> = 0,73%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,04%; Na<sub>2</sub>O = vestígios; K<sub>2</sub>O = vestígios.

Nos níveis superficiais, as camadas basálticas apresentam processos de alteração intensa, até a transformação total do material em compostos argilosos de cor e consistência variáveis, geralmente, arroxeados escuros, que dão origem a solos de textura fina, como os Latossolos Roxos e Terra Roxa Estruturada.

Estas rochas exercem um controle estrutural muito acentuado sobre as redes de drenagem. A água corre sobre as rochas e próximo à desembocadura do rio Acaray no rio Paraná, observa-se, em suas margens, solos litólicos de basalto com matacões arredondados e grandes, com diâmetro maior do que 50 cm.

Arenitos - rochas sedimentares do sistema jurássico inferior e médio, do grupo São Bento e da série

Misiones, denominação paraguaia que corresponde à formação Botucatu. São considerados de origem eólica continental e de ambiente seco; no entanto, a presença de seixos rolados indica que não são, exclusivamente, dessa origem (HARRINGTON, 1950). Segundo NORTHFLEET et alii (1969), localmente, podem ser de origem fluvial. Na bacia, o material ocupa dois terços da área total, no setor centro-oeste e noroeste. São rochas maciças de cor rósea amarelada, estratificação cruzada (eólico fluvial), com grãos médios a grossos, pouco cimentados, muito arredondados, com matriz cimentante de argila hematítica de origem secundária e de formação in situ. Em geral, apresenta baixa porcentagem de mica e de feldspato em sua composição. Segundo FU-TAI WU (1981), os materiais que compõem o arenito Botucatu devem ter sido derivados, predominantemente, das rochas cristalinas e, parcialmente, das rochas sedimentares pré-existentes. Na época da deposição, teve lugar um vulcanismo na área-fonte, o que propiciou o fornecimento de magnetita e ilmenita em grão de forma angular e euédrica. Este arenito foi depositado em ambiente eólico com forte influência fluvial.

A composição desse arenito, de acordo com as análises realizadas no Laboratório de Indústrias Militares do Paraguai (In: IICA, 1976) é a seguinte: Fe = 1,17%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,67%; CaO = 0,15%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2,22%; TiO<sub>2</sub> = 0,5%:

Este material sofreu os efeitos de processos de intemperismo intenso que produziram sedimentos arenosos nos horizontes superiores, com formação e evolução do Latossolo Vermelho-Amarelo, fase arenosa.

Onde os sedimentos do arenito se uniram com as rochas basálticas, apresentam variações na cor, tornando-se mais avermelhados, mais argilosos e dando origem a solos de transição, como os Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Latossólicos e os Latossolos Vermelho-Amarelos Podzolizados.

As duas formações na área de encontro não apresentam limites muito claros, especialmente no que se refere à geologia de superfície; pois, apresentam contato discordante, com limites irregulares.

Os diabásios da formação Serra Geral e os arenitos avermelhados da série Misiones deram origem a detritos ou materiais de origem dos solos na maior parte das áreas bem drenadas da bacia do rio Acaray. No entanto, os sedimentos do cretáceo superior, como as formações Bauru e Caiuã, recobriram, em algumas áreas, os derrames basálticos. Também os movimentos epirogênicos pós-cretáceos condicionaram deposição de outros materiais sedimentares, tais como: siltitos, arenitos e seixos que contribuíram, localmente, para a formação de solos menos desenvolvidos, como os Cambissolos e também, os ma-

teriais do Terciário e do Quaternário que originaram os Solos Aluviais e Hidromórficos.

Os arenitos da Série Misiones, como os sedimentos terciários e quaternários, não exerceram controle estrutural forte sobre as redes de drenagem, originando vales amplos e cursos d'água sem meandros, como ocorre na área da formação basáltica.

Na Tabela 1, está representada a coluna estratigráfica da bacia.

### 3.1.3. Geomorfologia

A bacia sofreu, no modelamento de sua superfície, efeito de processos de sedimentação, derrame basáltico, movimentos epirogênicos e erosão geológica. No presente, corresponde a uma paisagem páleo-aluvial que compreende as seguintes posições:

$P_1$  - Páleo-planícies - que ocorrem na área de basalto e transição para o arenito que, por sua vez, compreende os seguintes terraços:

$P_{11}$  - Terraços baixos - área de derrame basáltico a leste da bacia, próximo ao rio Paraná, é ondulada (até

Tabela 1 - Estratigrafia da Bacia do Rio Acaray\*

| ERA       | SISTEMA     | SÉRIE    | GRUPO     | FORMAÇÃO                       | LITOLOGIA   |
|-----------|-------------|----------|-----------|--------------------------------|---|
| Cenozóica | Quaternário |          |           | Vales e planícies de inundação | Areias e Aluviões não consolidados  |
|           | Terciário   |          |           |                                | Sedimentos areno-argilosos avermelhados                                     |
| Mesozóica | Cretáceo    | Superior | Bauru     | Bauru                          | Arenitos e siltitos de cor marron-avermelhado                               |
|           |             |          |           | Caiuã                          | Arenito vermelho com estratificação cruzada                                 |
|           |             | Inferior | São Bento | Serra Geral                    | Derrames de basalto toleolítico com várias intercalações de arenito eólico  |
|           | Jurássico   | Superior |           |                                |   |
|           |             | Médio    |           | Misiones ou                    | Arenito róseo-amarelado, arredondado, com estratificação cruzada            |
|           |             | Inferior |           | Botucatu                       |   |
| Triássico | Superior    |          |           | Pirambóia                      | Arenito e siltito argiloso vermelho, muito fino, com estratificação cruzada |
|           | Médio       |          |           |                                |   |
|           | Inferior    |          |           |                                |   |

\* Fonte: Elaborada com base nos trabalhos de HARRINGTON (1950); NORTH-FLEET et alii (1969) e ALMEIDA (1981).

7-8 km a partir do rio Paran) com declives curtos de 5 a 10% de declividade e com altitude média de 180 a 200 m acima do nível do mar. Não apresenta altitudes sobressalentes, aparecendo, apenas, afloramentos de rochas basálticas, que originam Litossolos de basalto. Nesta posição, dominam as Terras Roxas Estruturadas, derivadas de basalto, que são bem drenadas. A vegetação primitiva era constituída de floresta latifoliada tropical úmida. Em algumas áreas dos morros mais altos, algumas vezes, ocorre o Latossolo Roxo e o Latossolo Vermelho Escuro.

P<sub>12</sub> - Terraços altos - área de derrame basáltico ligeiramente ondulada, com declividade de 2 a 5% e altitude média de 200 a 250 m sobre o nível do mar, sem altitudes sobressalentes. Nesta rea, predominam os Latossolos Vermelhos Escuros, Distróficos, bem drenados, profundos, na parte baixa das lombadas e proximidades de rios; podendo associar-se com a Terra Roxa Estruturada. A vegetação, nesta área,  semelhante  anterior, aparecendo o palmito (Euterpe edulis), com mais frequência no topo das lombadas.

P<sub>13</sub> - Terraços muito altos - área de derrame basáltico, ligeiramente ondulada, podendo aparecer pequenas áreas de recobrimentos com sedimentos arenosos e algumas inclusões de areia e conglomerados. Esta rea apresenta superfície mais plana do que a anterior, dissecada pela erosão policclica que originou vales de córregos e rios medianamente

largos. São áreas bem drenadas, com ondulações com declividade de 2-4% e altitude média de 250-300 m sobre o nível do mar. Estão cobertas por Latossolos Vermelho-Escuros Distróficos, profundos e bem drenados. A vegetação é semelhante à da área anterior.

P<sub>2</sub> - Platô - área de colinas de topo plano predominantemente de arenitos e área de associação de arenito com basalto, podendo considerar-se as seguintes sub-divisões:

P<sub>21</sub> - Platô ligeiramente ondulado - da parte centro e centro-oeste da bacia, onde se manifesta a associação entre basalto e arenito, originando os Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Latossólicos, bem drenados, profundos e ligeiramente arenosos na superfície. A vegetação nesta área é, floresta latifoliada com algumas manchas de caatinga. Antigamente, foi preferencialmente utilizada com erva mate (Ilex paraguayensi).

P<sub>22</sub> - Platô ligeiramente aplainado - área constituída pelas colinas de domos de arenito da "Série Misiones", com orientação leste-oeste. O aplainamento obedece ao retrabalhamento sofrido pelo efeito da erosão hídrica. A área apresenta vales amplos de rios e córregos, preenchidos por sedimentos quaternários.

Não apresenta afloramentos de rocha, devido à meteorização profunda que as rochas originais sofreram nessa

região. Os solos desenvolvidos são profundos, muito bem drenados, arenosos e com baixa capacidade de retenção de água. São os Latossolos Vermelho-Amarelos arenosos, distróficos, álicos e de baixa fertilidade natural.

A vegetação primitiva varia de floresta latifoliada sub-úmida, associada a campo cerrado de pastagem, a vegetação arbustiva, baixa e área de caatinga.

S. Serrania - compreende a área dos divisores d'água no setor oeste e noroeste da bacia, com cobertura vegetal de floresta latifoliada de densidade média e composição variada. Esta área compreende:

S<sub>1</sub> - Topos agudos - com afloramentos de arenito das formações Botucatu e, possivelmente, Pirambóia, originando Litossolos de arenito. A altitude média é de 380 a 400 metros.

S<sub>2</sub> - "Piedmont", ligeiramente inclinado - área muito dissecada constituída pelas cabeceiras de vários córregos e rios, recoberta por sedimentos de deposição antiga e atual. Os solos desenvolvidos sobre estes materiais são os Solos Podzolizados Vermelho-Amarelos e os Latossolos Vermelho Amarelos, arenosos. A altitude média varia de 350 a 380 m.

Estas unidades geomorfológicas deram origem a

paisagens nas quais se desenvolveram os solos de maior interesse para a exploração agropecuária e florestal; no entanto, deve-se mencionar, também, a planície de inundação.

$P_i$  - Planície de inundação - área coberta por depósitos quaternários nas zonas de dominância dos arenitos. Esta unidade ocupa a maior extensão dentro da bacia. Seu desenvolvimento vem ocorrendo desde o início do ciclo de rejuvenecimento até a atualidade; portanto, a posição que ocupa dentro da coluna estratigráfica é muito ampla, ligando-se com os fatores de desenvolvimento geomorfológico. Os materiais componentes são areias médias e finas intercaladas com argilas bruno-azuladas. Esta coloração é típica de deposição em ambiente redutor. Em alguns casos, apresenta estrias de cor alaranjada, devido à presença de óxidos de ferro férrico ou limonita. A vegetação, em geral, é de campo de pastagem, e nas margens de rios, florestas em galerias, com espécies de altura média, pouco densas e associadas com bambu.

A Tabela 2 apresenta a relação das paisagens geomorfológicas, materiais geológicos, pedologia e respectivas idades aproximadas.

#### 3.1.4. Clima

Os dados, para a análise deste componente da

Tabela 2 - Relação de paisagens geomorfológicas, materiais geológicos, solos e idade aproximada

| Paisagem                                      | Material Geológico                                    | SOLOS   |                             | Idade Aproximada             |
|---|---|---|-----------------------------|------------------------------|
|   |   | Taxonomia brasileira                            | Taxonomia Americana         |                              |
| P - Páleo-Aluvial                             |   |   |                             |                              |
| P1 Páleo-planícies                            | Sedimentos de contri-                                 | Terra Roxa Estruturada                          | Paleudalf Rhódico           | Terciário superior           |
| P11 Terraço baixo ligeiramente ondulado       | buição de Diabásio + Arenito                          | + Litossolo de Basalto                          |                             | Quaternário inferior         |
| P12 Terraço alto ligeiramente ondulado        | Sedimentos de contri-<br>buição de Diabásio + Arenito | Terra Roxa Estruturada<br>Latossólica           | Paleudult Óxico             | Mio-Plioceno                 |
| P13 Terraço muito alto ligeiramente aplainado | Sedimentos de contri-<br>buição de Diabásio + Arenito | Latossolo Vermelho-Es-<br>+ curo argiloso       | Haplustox típico            | Mio-Plioceno                 |
| P2 Platô                                      | Arenito da série "Misiones" - Formação Botucatu       | Latossolo Vermelho-Ama-<br>relo arenoso         | Haplorthox típico           | Mio-Plioceno                 |
| P21 Platôs residuais planos                   |   |   |                             |                              |
| Ligeiramente ondulado                         | Arenito da série "Misiones" e detritos de Diabásio    | Solo Podzólico Vermelho-<br>Amarelo Latossólico | Haplustult óxico            | Mio-Plioceno                 |
| S - Serrania                                  |   |   |                             |                              |
| S1 Com topos agudos                           | Arenito Pirambóia + Botucatu                          | Litossolo de Arenito<br>Podzolizado Latossólico | Orthent<br>Haplustult óxico | Holoceno<br>Pleisto-Holoceno |
| S2 "Piedmont" ligeiramente inclinado          | Sedimento de Arenito                                  |   |                             |                              |
| Pi- Planície de Inundação                     | Sedimentos recentes                                   | Gley Pouco Húmido                               | Fluvent-Quartzisament       | Quaternários recentes        |

baçia, foram obtidos dos registros de três postos meteorológicos da região. Estes postos estão localizadas nos seguintes pontos:

Presidente Stroessner - localizado na parte leste da baçia, próximo à desembocadura do rio Acaray no rio Paraná, que dispõe de dados de precipitação (média, mínima e máxima mensal); temperatura (média, máxima e mínima mensal); evaporação (mensal). Estes dados estão apresentados nas Tabelas 3, 4, 5 e 6.

Villarica - localizado na parte sudoeste da baçia, dispondo de dados de precipitação (média, máxima e mínima mensal); temperatura (média, máxima e mínima mensal); evaporação (mensal). As Tabelas 3, 4, 5 e 7 mostraram esses dados.

Salto de Guaíra - localizado a nordeste da baçia, dispondo de dados de precipitação (média, máxima e mínima mensal); temperatura (média, máxima e mínima mensal). As Tabelas 3, 4, 5, 6 e 8 apresentam esses dados que serviram para definir o clima dominante, estimar a erosividade da chuva e escolher as culturas potencialmente cultiváveis nas distintas partes da baçia.

Tabela 3 - Precipitação em três localidades da Bacia do Rio Acaray

| Local                                    | Precipitação (mm) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Anual  |
|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|  | Mensal            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|  | J                 | F     | M     | A     | M     | J     | J     | A     | S     | O     | N     | D     |        |
| Pto. Pte. Stroessner (período 1966-1980) |                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Média                                    | 188,5             | 147,6 | 137,6 | 118,2 | 133,6 | 125,6 | 80,6  | 123,5 | 132,9 | 192,8 | 163,8 | 149,1 | 1701,6 |
| Máxima absoluta                          | 340,2             | 430,1 | 318,1 | 213,5 | 365,9 | 238,9 | 179,2 | 265,5 | 228,6 | 377,9 | 340,9 | 309,7 | 2223,6 |
| Mínima absoluta                          | 61,7              | 23,1  | 43,9  | 14,9  | 40,3  | 25,1  | 29,7  | 43,0  | 41,4  | 104,1 | 65,5  | 48,3  | 1230,3 |
| Villarrica (período 1960-1980)           |                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Média                                    | 178,3             | 127,7 | 167,3 | 126,7 | 126,7 | 193,3 | 56,9  | 105,0 | 121,2 | 166,3 | 154,4 | 145,4 | 1529,3 |
| Máxima absoluta                          | 367,9             | 449,5 | 343,7 | 278,0 | 274,5 | 360,5 | 158,8 | 249,4 | 357,1 | 274,2 | 302,8 | 496,5 | 2436,3 |
| Mínima absoluta                          | 6,4               | 31,7  | 67,5  | 15,6  | 23,3  | 5,0   | 1,0   | 27,4  | 20,2  | 57,6  | 48,0  | 30,0  | 1072,0 |
| Salto do Guaíra (período 1975-1980)      |                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Média                                    | 142,2             | 107,5 | 77,7  | 83,6  | 142,4 | 83,8  | 69,6  | 69,0  | 161,9 | 184,4 | 213,1 | 216,1 | 1546,3 |
| Máxima absoluta                          | 253,1             | 174,4 | 110,8 | 228,2 | 362,4 | 170,4 | 148,6 | 87,7  | 281,4 | 285,9 | 351,2 | 462,7 |        |
| Mínima absoluta                          | 37,9              | 34,7  | 44,9  | 0,0   | 45,6  | 4,1   | 8,9   | 46,6  | 98,8  | 45,4  | 65,6  | 139,5 |        |

\* Fonte: Serviço Nacional de Meteorologia, do Ministério de Defesa Nacional (Paraguay, 1981).

Tabela 4 - Temperatura em três localidades da Bacia do Rio Acaray\*

| Local                                    | Temperatura °C |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Anual |
|--|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|  | Mensal         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|  | J              | F    | M    | A    | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    |       |
| Pto. Pte. Stroessner (período 1966-1980) |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| Média                                    | 26,7           | 26,4 | 25,1 | 21,7 | 19,0 | 17,2 | 16,6 | 18,4 | 20,4 | 22,5 | 24,6 | 26,3 | 22,0  |
| Máxima absoluta                          | 40,0           | 39,0 | 38,8 | 35,5 | 32,5 | 30,7 | 33,0 | 35,3 | 37,0 | 37,2 | 39,3 | 39,5 | 40,0  |
| Mínima absoluta                          | 8,2            | 5,5  | 4,4  | 3,2  | -5,3 | -4,7 | -3,0 | -3,5 | -1,9 | 4,0  | 4,2  | 8,2  | -5,3  |
| Villarrica (período 1960-1980)           |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| Média                                    | 26,8           | 26,3 | 24,8 | 22,1 | 19,5 | 17,2 | 17,1 | 18,8 | 20,3 | 22,7 | 24,5 | 26,6 | 22,2  |
| Máxima absoluta                          | 41,5           | 40,6 | 38,8 | 35,0 | 32,5 | 31,3 | 32,0 | 36,4 | 38,0 | 39,0 | 38,9 | 41,6 | 41,6  |
| Mínima absoluta                          | 12,0           | 10,4 | 7,5  | 4,9  | -1,0 | -2,5 | -3,0 | -3,4 | 1,0  | 6,3  | 5,6  | 7,6  | -3,4  |
| Salto de Guairá (período 1975-1980)      |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| Média                                    | 25,3           | 25,5 | 24,7 | 20,4 | 17,8 | 15,9 | 17,3 | 17,6 | 18,8 | 23,0 | 23,0 | 24,8 | 21,2  |
| Máxima absoluta                          | 38,8           | 38,2 | 37,2 | 33,8 | 32,6 | 31,0 | 33,4 | 33,0 | 35,0 | 37,0 | 36,2 | 37,4 | 38,8  |
| Mínima absoluta                          | 11,4           | 13,4 | 6,2  | 4,4  | 0,4  | -2,2 | 0,0  | 0,0  | 2,4  | 8,0  | 7,4  | 13,8 | -2,2  |

\* Fonte: Serviço Nacional de Meteorologia, do Ministério de Defesa Nacional (Paraguay, 1981)

Tabela 5 - Evapotranspiração potencial média em três localidades da Bacia do Rio Acaray\*

| Local                | Evapotranspiração potencial (mm) |       |       |       |      |      |      |      |       |       |       |       | Anual  |
|----------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                      | Mensal                           |       |       |       |      |      |      |      |       |       |       |       |        |
|                      | J                                | F     | M     | A     | M    | J    | J    | A    | S     | O     | N     | D     |        |
| Pto. Pte. Stroessner | 131,4                            | 129,9 | 123,5 | 106,8 | 93,5 | 84,6 | 81,7 | 90,5 | 100,4 | 110,7 | 121,0 | 129,4 | 1298,0 |
| Villarrica           | 131,8                            | 129,4 | 122,0 | 108,7 | 95,9 | 84,6 | 84,1 | 92,5 | 99,9  | 111,7 | 120,5 | 130,9 | 1310,0 |
| Salto de Guairá      | 124,4                            | 125,5 | 121,5 | 100,4 | 87,6 | 78,2 | 85,1 | 86,6 | 92,5  | 113,2 | 113,2 | 122,0 | 1250,0 |

\* Elaborada a partir dos dados de temperaturas médias mensais e anuais fornecidos pelo Serviço Nacional de Meteorologia do Ministério de Defesa Nacional (Paraguay, 1981).

Tabela 6 - Precipitação mensal e anual no Pto.Pte.Stroessner\*

| Ano    | Precipitação (mm) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Anual   |
|--------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|        | Mensal            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |         |
|        | J                 | F     | M     | A     | M     | J     | J     | A     | S     | O     | N     | D     |         |
| 1966   | 80,1              | 430,1 | 177,7 | 74,3  | 104,6 | 138,5 | 52,0  | 64,5  | 41,4  | 213,2 | 128,7 | 107,6 | 1.612,7 |
| 1967   | 208,8             | 137,9 | 210,2 | 19,1  | 56,4  | 78,1  | 136,7 | 139,9 | 54,3  | 188,5 | 120,3 | 48,3  | 1.398,5 |
| 1968   | 161,8             | 27,5  | 86,6  | 186,6 | 40,3  | 56,2  | 52,9  | 51,0  | 146,7 | 377,9 | 65,5  | 273,2 | 1.526,2 |
| 1969   | 308,2             | 194,7 | 161,9 | 213,5 | 365,9 | 172,6 | 41,1  | 43,0  | 210,0 | 128,2 | 199,8 | 184,7 | 2.223,6 |
| 1970   | 98,1              | 76,5  | 146,3 | 42,6  | 52,7  | 138,3 | 104,7 | 37,1  | 190,8 | 222,6 | 58,3  | 142,4 | 1.310,4 |
| 1971   | 265,4             | 149,4 | 318,1 | 153,0 | 147,6 | 238,9 | 101,7 | 114,1 | 121,0 | 139,4 | 109,9 | 133,7 | 1.992,2 |
| 1972   | 86,4              | 245,8 | 105,4 | 134,7 | 62,9  | 147,8 | 150,2 | 265,5 | 228,6 | 146,5 | 340,9 | 102,2 | 2.016,9 |
| 1973   | 256,1             | 176,6 | 116,2 | 159,4 | 220,1 | 152,1 | 78,4  | 163,2 | 131,1 | 271,6 | 82,6  | 131,3 | 1.938,7 |
| 1974   | 340,2             | 145,9 | 50,4  | 50,2  | 123,6 | 212,2 | 44,0  | 219,5 | 60,4  | 122,6 | 235,9 | 176,7 | 1.781,6 |
| 1975   | 191,3             | 119,7 | 166,4 | 211,2 | 82,7  | 110,7 | 50,4  | 85,0  | 178,0 | 175,7 | 128,4 | 211,7 | 1.711,2 |
| 1976   | 228,7             | 30,5  | 105,0 | 122,2 | 87,8  | 114,2 | 47,2  | 135,4 | 89,1  | 202,5 | 142,7 | 73,3  | 1.378,6 |
| 1977   | 216,0             | 23,1  | 147,6 | 38,6  | 44,5  | 184,0 | 42,6  | 104,0 | 86,2  | 104,5 | 282,4 | 145,7 | 1.419,2 |
| 1978   | 61,7              | 23,2  | 78,4  | 14,9  | 41,2  | 204,3 | 179,2 | 71,0  | 163,3 | 178,0 | 113,8 | 101,3 | 1.230,3 |
| 1979   | 41,9              | 202,7 | 43,9  | 204,6 | 309,6 | 25,1  | 127,8 | 195,9 | 205,4 | 214,1 | 234,2 | 309,7 | 2.114,9 |
| 1980   | 228,5             | 113,2 | 137,6 | 47,9  | 193,9 | 66,0  | 29,7  | 116,2 | 142,4 | 175,9 | 114,1 | 69,4  | 1.434,8 |
| Média  | 188,5             | 147,6 | 137,6 | 118,2 | 133,6 | 125,6 | 80,6  | 123,5 | 132,9 | 192,8 | 163,8 | 149,1 | 1.701,6 |
| Máxima | 340,2             | 430,1 | 318,1 | 213,5 | 365,9 | 238,9 | 179,2 | 265,5 | 228,6 | 377,9 | 340,9 | 309,7 | 2.223,6 |
| Mínima | 41,7              | 23,1  | 43,9  | 14,9  | 40,3  | 25,1  | 29,7  | 37,1  | 41,4  | 104,1 | 58,3  | 48,3  | 1.230,3 |

\* Fonte: Serviço Nacional de Meteorologia, do Ministério de Defesa Nacional (Paraguay, 1981).

Tabela 7 - Precipitação mensal e anual no Posto de Villarrica.

| Ano    | Precipitação (mm) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Anual   |
|--------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|        | Mensal            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |         |
|        | J                 | F     | M     | A     | M     | J     | J     | A     | S     | O     | N     | D     |         |
| 1960   | 70,7              | 100,2 | 24,0  | 88,5  | 83,3  | 77,1  | 34,0  | 114,4 | 95,3  | 221,5 | 133,0 | 30,0  | 1.072,0 |
| 1961   | 136,0             | 141,0 | 209,5 | 278,0 | 131,5 | 123,5 | 61,5  | 55,0  | 133,5 | 161,0 | 220,0 | 73,0  | 1.723,5 |
| 1962   | 199,8             | 132,2 | 91,0  | 128,8 | 62,3  | 5,0   | 57,0  | 54,9  | 113,2 | 223,2 | 125,4 | 99,4  | 1.292,2 |
| 1963   | 216,7             | 67,9  | 157,3 | 67,8  | 162,6 | 166,3 | 16,8  | 27,4  | 139,3 | 110,6 | 215,3 | 184,5 | 1.532,5 |
| 1964   | 22,6              | 148,2 | 343,7 | 189,1 | 31,0  | 18,7  | 88,6  | 156,7 | 104,9 | 57,6  | 212,7 | 231,8 | 1.605,6 |
| 1965   | 242,7             | 371,5 | 117,9 | 212,8 | 193,9 | 153,6 | 46,0  | 187,8 | 107,0 | 256,1 | 50,5  | 496,5 | 2.436,3 |
| 1966   | 365,5             | 449,5 | 151,8 | 67,9  | 75,0  | 117,3 | 47,6  | 75,0  | 28,9  | 127,8 | 97,4  | 103,7 | 1.707,4 |
| 1967   | 269,1             | 149,3 | 181,0 | 69,4  | 49,6  | 51,4  | 158,8 | 129,7 | 61,0  | 118,4 | 98,2  | 97,2  | 1.433,1 |
| 1968   | 209,4             | 90,4  | 134,1 | 138,3 | 147,3 | 26,8  | 62,0  | 57,4  | 149,2 | 274,2 | 63,1  | 168,6 | 1.520,8 |
| 1969   | 255,7             | 78,3  | 217,3 | 155,0 | 194,3 | 198,8 | 1,0   | 61,9  | 182,7 | 214,1 | 302,8 | 105,3 | 1.967,2 |
| 1970   | 89,5              | 74,2  | 278,1 | 35,1  | 94,3  | 113,4 | 25,9  | 37,7  | 357,1 | 134,7 | 48,0  | 98,6  | 1.386,6 |
| 1971   | 367,9             | 121,6 | 276,6 | 126,2 | 60,9  | 141,0 | 141,5 | 109,3 | 73,1  | 106,7 | 74,7  | 86,4  | 1.685,9 |
| 1972   | 26,7              | 119,5 | 79,4  | 161,0 | 65,9  | 360,5 | 73,0  | 166,1 | 141,8 | 155,5 | 240,3 | 151,1 | 1.740,8 |
| 1973   | 204,3             | 76,6  | 231,6 | 164,0 | 205,8 | 202,7 | 44,5  | 154,3 | 80,0  | 213,9 | 85,1  | 200,4 | 1.863,2 |
| 1974   | 76,1              | 116,3 | 164,7 | 58,0  | 158,3 | 99,0  | 7,1   | 249,4 | 20,2  | 178,3 | 296,0 | 241,6 | 1.665,0 |
| 1975   | 206,2             | 126,8 | 182,2 | 147,9 | 121,4 | 141,2 | 109,2 | 59,7  | 301,7 | 124,2 | 104,8 | 176,3 | 1.801,6 |
| 1976   | 195,7             | 31,7  | 112,3 | 169,8 | 49,9  | 45,9  | 6,7   | 47,5  | 60,6  | 230,5 | 155,3 | 57,8  | 1.163,7 |
| 1977   | 209,2             | 37,8  | 74,3  | 45,2  | 100,9 | 174,1 | 33,3  | 54,5  | 32,9  | 77,1  | 229,3 | 112,9 | 1.181,5 |
| 1978   | 118,8             | 60,1  | 171,9 | 15,6  | 23,3  | 69,2  | 122,0 | 38,3  | 133,8 | 188,9 | 170,3 | 69,1  | 1.181,3 |
| 1979   | 6,4               | 82,9  | 67,5  | 239,7 | 377,5 | 10,2  | 34,3  | 227,6 | 127,7 | 182,3 | 187,2 | 186,2 | 1.729,5 |
| 1980   | 226,6             | 69,5  | 230,9 | 110,7 | 274,5 | 51,3  | 21,2  | 124,5 | 102,2 | 123,3 | 151,5 | 53,0  | 1.535,2 |
| Média  | 178,3             | 127,7 | 167,3 | 126,7 | 126,7 | 113,3 | 56,9  | 105,9 | 121,9 | 166,3 | 154,4 | 145,4 | 1.589,3 |
| Máxima | 367,9             | 449,5 | 343,7 | 278,0 | 377,5 | 360,5 | 158,8 | 249,4 | 357,1 | 274,2 | 302,8 | 496,5 | 2.436,3 |
| Mínima | 6,4               | 31,7  | 24,0  | 15,6  | 23,3  | 5,0   | 1,0   | 27,4  | 20,2  | 57,6  | 48,0  | 30,0  | 1.074,0 |

\* Fonte: Serviço Nacional de Meteorologia, do Ministério de Defensa Nacional (Paraguay, 1981) 36

Tabela 8 - Precipitação mensal e anual no Posto de Salto de Guairá

| Ano    | Precipitação (mm) |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       | Anual   |
|--------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|---------|
|        | Mensal            |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |         |
|        | J                 | F     | M     | A     | M     | J     | J     | A    | S     | O     | N     | D     |         |
| 1975   | -                 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | 114,0 | 196,1 | 277,0 | 175,6 | -       |
| 1976   | 253,1             | 106,9 | 93,5  | 228,2 | 45,6  | 170,4 | 8,9   | 87,7 | 90,8  | 197,3 | 119,6 | 224,4 | 1.632,4 |
| 1977   | 227,2             | 104,4 | 110,8 | 33,6  | 50,2  | 146,0 | 19,8  | 46,6 | 108,4 | 45,4  | 351,2 | 152,3 | 1.395,9 |
| 1978   | 69,9              | 34,7  | 59,2  | 0,0   | 64,6  | 36,5  | 148,6 | 74,2 | 176,9 | 164,0 | 212,3 | 139,5 | 1.180,4 |
| 1979   | 37,9              | 117,2 | 44,9  | 132,9 | 362,4 | 4,1   | 97,0  | 67,8 | 281,4 | 217,7 | 253,0 | 462,7 | 2.079,0 |
| 1980   | 123,0             | 174,4 | 80,1  | 23,1  | 189,2 | 62,0  | 48,9  | 68,9 | 191,9 | 285,9 | 65,6  | 143,8 | 1.456,8 |
| Média  | 142,2             | 107,5 | 77,7  | 83,6  | 142,4 | 83,8  | 64,6  | 69,0 | 161,9 | 184,4 | 213,1 | 216,1 | 1.546,3 |
| Máxima | 253,1             | 174,4 | 110,8 | 228,2 | 362,4 | 170,4 | 148,6 | 87,7 | 281,4 | 285,9 | 351,2 | 462,7 |         |
| Mínima | 37,9              | 34,7  | 44,9  | 0,0   | 45,6  | 4,1   | 8,9   | 46,6 | 98,8  | 45,4  | 65,6  | 139,5 |         |

Fonte: Serviço Nacional de Meteorologia, do Ministério de Defesa Nacional (Paraguay, 1981)

a. Clima do setor sudeste

Segundo o sistema de Thornthwaite, no Porto Presidente Stroessner o clima é úmido de floresta mesotermal, com o período mais chuvoso correspondendo à primavera e verão e o de menor pluviosidade, de junho e julho. O balanço hídrico indica que não existe, normalmente, déficit de água nas estações do ano e conseqüentemente, a umidade no solo não apresenta déficit durante o ano, exceção de alguns períodos curtos de estiagens, especialmente, no inverno.

Aplicando-se a fórmula de Martone, para definir as faixas climáticas, obteve-se o valor de 53, que indica que a área é úmida sem necessidade de irrigação.

O índice de umidade, determinado pela fórmula de Gasparim, dá um valor de 1,63, o que indica que o solo permanece úmido durante todo o ano.

Os índices de erosividade, calculados a partir de dados de chuva pelo método de FOURNIER (1970) e de LOMBARDI (1973), mostram que os valores de alguns meses são altos e também, o anual, que é de 683,84. Os meses com maiores índices de erosividade da chuva são: outubro, janeiro e novembro, respectivamente. Considerando-se que o mês de outubro é o de preparo dos solos para o plantio de soja e de algodão,

a chuva desse mês pode causar muita erosão, quando não se aplicarem práticas adequadas de manejo.

No que se refere à temperatura, os valores registrados e analisados indicaram que a zona é mesotérmica, com temperatura média anual menor do que  $22^{\circ}\text{C}$ , com a máxima menor do que  $40^{\circ}\text{C}$  e a mínima, que pode chegar a menos de  $0^{\circ}\text{C}$ .

Para o manejo das culturas, interessa a variação de temperatura e especialmente, os extremos. Assim, a temperatura mínima seleciona as culturas e a variação indica a época de plantio para que o ciclo vegetativo não coincida com épocas em que ocorrem fenômenos indesejáveis, como as geadas, por exemplo.

Para definir a classificação da temperatura dos solos utilizaram-se os valores das temperaturas médias anuais, médias dos meses de verão e médias dos meses de inverno. A média anual define os solos como mesotérmicos; uma vez que não ultrapassa  $22^{\circ}\text{C}$ . A diferença das temperaturas médias do período de verão e das temperaturas médias do inverno é, no entanto, maior do que  $5^{\circ}\text{C}$ , não conferindo a qualificação de clima isotérmico, como se pode concluir da observação dos dados apresentados a seguir: temperatura média de verão  $25,7^{\circ}\text{C}$ ; temperatura média de inverno  $17,5^{\circ}\text{C}$ ; diferença 8,21.

b. Clima dos setores oeste e noroeste

Para os dados meteorológicos de Villarrica e Salto de Guairá, que correspondem aos setores oeste e noroeste da bacia, aplicaram-se os mesmos critérios, referidas anteriormente.

Pelo sistema de Thornthwaite o clima é sub-úmido de campo e floresta mista, mesotermal de floresta pluvial temperada; sendo os meses mais chuvosos os de março, outubro e janeiro e os meses mais secos, os de junho e julho, inclusive parte de agosto. As estiagens ocorrem no inverno, podendo ocorrer seca edafológica nos solos de textura leve, nesse período.

O índice de Martone é 45, o que indica que a região é exorréica e sub-úmida, podendo apresentar floresta alta e densa.

O índice de Gasparim é 1,34, indicando que os solos podem permencer úmidos na maior parte do ano, dependendo de suas características.

Os valores dos índices da erosividade da chuva são ligeiramente mais baixos do que o especificado para o setor sudeste da bacia. Assim, o valor anual é de 624,90; no en

tanto, a época das chuvas mais erosivas ocorre em abril (R = 69,10), outubro (R = 68,70) e janeiro (R = 68,21). Também neste local, os valores prejudiciais ocorrem nos meses de preparo do solo para as culturas de soja, milho, trigo e algodão.

O balanço hídrico indica que existe déficit de água no solo no final dos meses de inverno, cuja gravidade depende das características do solo.

Os valores de temperatura registrados e analisados indicam que a zona é hipertérmica, com temperatura média mensal superior a 22°C; sendo que a máxima pode ser superior a 40°C e a mínima, até menor do que 0°C. Por essa razão, não são adequadas para culturas sensíveis às geadas, ou para as que apresentem ciclo vegetativo que coincida com os períodos de geada.

Para qualificar o regime térmico do solo em hipertérmico, considerou-se a média anual que é maior do que 22°C. Sendo a média dos meses de verão (26,4°C) e a média de inverno (18,3°C), a diferença dessas médias é maior do que 5°C, o que não lhe confere a qualificação de clima isohipertérmico.

### 3.1.5. Vegetação

Este componente da bacia apresenta certa correlação com os tipos de solo e clima e foi estudado utilizando-se a bibliografia disponível, informações pessoais de técnicos especialistas, observação de campo e interpretação das fotografias aéreas em pares estereoscópicos e imagens da banda 5 (preto e branco) do satélite Landsat. As principais formações vegetais identificadas na bacia são:

Faixa do Litoral - estende-se paralelamente ao rio Paranã, é de largura variável chegando até 100 km, segundo o solo e o material geológico dominante, na parte sudoeste da bacia. Ao norte, vai-se estreitando, seguindo as áreas de solos de maior fertilidade. Trata-se de uma zona com vegetação florestal contínua e de terras altas bem drenadas.

Segundo HOLDRIDGE (1969), a formação florestal da zona corresponde a floresta úmida de região temperada-quente e segundo o Sistema de Beard, a floresta estacional parenífolia.

Em geral, a composição varia de acordo com a drenagem e a natureza do solo. A formação florestal da zona, segundo RUIZ DIAZ (1971), está constituída por mais de 150 espécies florestais latifoliadas de diferentes alturas e diâme-

tros. Segundo o resultado do inventário executado nesta faixa por HUTCHINSON (1974), a floresta contém 192 espécies de árvores que podem alcançar de 25 a 30 m de altura.

HARTSHORN (In: FAO, 1960) afirmou que a dominância de espécies depende do tipo de floresta, sendo que nesta faixa há dominância de árvores altas e pode-se observar espécies de muito interesse comercial, dentre as quais: Ipê (Tabeluia spp.); Petereby (Cordia trichotoma); Cedro (Cedrela sp.P; Trêbol (Amburana cearensis); Peroba (Aspidosperma spp.); Yoyrarô (Pterogine nitens); Guatambu (Balfourodendrou riedelianum); Yvyrapytã (Peltophorum dubium) (LÓPEZ, 1979).

Quando a densidade diminui, pela presença de cursos d'água, má drenagem, ou pelo efeito do homem, aparecem espécies secundárias, como coqueiros (Acrocomia); bambu (Gua-  
duas); pastagens etc.

A faixa do meio - esta faixa se estende desde o limite leste da anterior (litoral) até o limite oeste constituído pela faixa serrana ou "piedmont".

Esta faixa é formada por floresta de altura média, descontínua, de densidade média a baixa e que se alterna com os campos cerrados e a caatinga. No aspecto geral, é parecida com as florestas do litoral; mas, a riqueza de espê-

cies é muito menor, desaparecendo as espécies tropicais para dar lugar às espécies sub-caducifólias de maior rusticidade e às espécies sub-tropicais mais resistentes às geadas. No estrato inferior, podem aparecer, ainda, espécies tropicais sensíveis às geadas. A erva mate cresce muito bem nesta área; no entanto, atualmente, está em vias de extinção. A floresta fica, em muitos pontos, interrompida por campos com vegetação dominante de gramíneas e palmáceas, como Paspalum spp., Panicum spp., Andropogon spp., Cocos spp., Butia spp., Trithrinax spp. e numerosas espécies de ervas baixas indicadoras de baixa fertilidade do solo, forte acidez, excesso de alumínio, etc.

Faixa Serrana ou Ocidental - a faixa ocidental da bacia, mais alta por ser a da cabeceira, apresentava originalmente, floresta alta de densidade média composta de mais de 60 espécies. A altura média era de 25-30 m, sendo parecida à floresta da faixa do litoral; entretanto, as espécies ocorrem em menor número. Segundo RUIZ DIAZ (1971), os estratos inferiores desta floresta são uma mistura densa de várias espécies lenhosas e herbáceas que, em geral, dificultam o processo normal de regeneração natural das espécies florestais comerciais. No setor leste, esta formação perde altura e densidade para confundir-se com a faixa do meio.

As formações florestais das três faixas encontram-se, atualmente, depredadas pela colonização.

Quanto à vegetação cultivada, consultou-se o Censo Agropecuário Nacional (PARAGUAY, 1981), onde estão consignadas as áreas semeadas com as principais culturas, como algodão, soja, trigo, mandioca, fumo, milho e cana-de-açúcar, em ordem decrescente de importância. Estes dados foram confrontados com os fornecidos por técnicos extensionistas locais e com os obtidos pelo levantamento executado especificamente para este trabalho.

### 3.1.6. Solos

O levantamento de solos foi baseado na classificação taxonômica americana (Soil Survey Staff, EUA, 1975) e executado a nível de famílias, pelo sistema taxonômica brasileiro, a nível de fase de Grande Grupo. As unidades taxonômicas identificadas foram as que estão apresentadas a seguir:

#### UNIDADES TAXONÔMICAS

| SISTEMA BRASILEIRO   | SISTEMA AMERICANO  |
|--|--|
| 1. Terra Roxa Estruturada-epieutrófica, argilosa de floresta latifoliada.            | Paleudalf Rhódico, argiloso, mixto, cauli-montmorilonítico, mesotérmico. |
| 2. Terra Roxa Estruturada Latossólica Distrófico, argilosa, de floresta latifoliada. | Paleudult Óxico, argiloso, cauli-oxídico, mesotérmico.                   |
| 3. Latossolo Vermelho-Escuro, Distrófico, argiloso de floresta latifoliada.          | Haplusthox típico - argílico, cauli-oxídico, mesotérmico.                |
| 4. Latossolo Vermelho-Escuro, Distrófico, franco arenoso de floresta latifoliada.    | Acrusthox típico, argiloso, cauli-oxídico, mesotérmico.                  |

- |   |  |
|---|--|
| 5. Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico, Distrófico de floresta latifoliada.   | Haplustult Óxico, caulinítico, hipertérmico.             |
| 6. Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico mesotérmico, arenoso de floresta sub-caducifolia e caatinga.                         | Acrusthox arênico, caulioxídico, hipertérmico.           |
| 7. Latossolo Vermelho-Amarelo, Álico, arenoso, hipertérmico de campo cerrado e caatinga.                                      | Acrusthox típico, caulioxídico hipertérmico.             |
| 8. Cambissol Latossólico Álico, mesotérmico de floresta latifoliada.  | Dystropept ustóxico, caulínito, mesotérmico.             |
| 9. Gley Pouco Húmico de textura franca e argilosa de vales de rios e arroios, vegetação de gramíneas e florestas em galerias. | Fluvents/Psamments Orthents; Ustifluvents e Haplaquents. |

Os fatores levantados e as características identificadas dos solos estudados permitiram a determinação da classe e sub-classe de capacidade de uso, de acordo com o sistema de KLINGEBIEL e MONTGOMERY (1961), adotado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). A seguir, estão apresentadas as classes em que foram incluídos os solos das sub-bacias estudadas.

#### Terras Cultiváveis

Classe II - Terras cultiváveis com problemas simples de conservação, que pode incluir a Terra Roxa Estruturada, o Latossolo Roxo, o Latossolo Vermelho-Escuro e alguns Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos. O fator limitante destes solos é a declividade que pode contribuir para a erosão. Além

do caráter distrófico, a fertilidade natural é um fator limitante para o uso sem melhoramento com fertilizações e correções.

A sub-classe  $II_{est}$  significa que o solo apresenta risco moderado de erosão devido à topografia e à fertilidade natural que é de moderada a baixa.

Classe III - Terras cultiváveis com problemas complexos de conservação, compreendendo o Solo Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico Distrófico, o Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico e o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico com limitações devidas ao risco forte de erosão hídrica, por ser declivoso (mais do que 3%) e apresentar textura superficial arenosa sobre um horizonte mais argiloso.

A sub-classe  $III_{est}$  inclui o efeito do caráter distrófico; na sub-classe  $III_{esk}$ , o K indica um valor alto de erodibilidade ( $K > 0,25$ ) e na  $III_{sef}$ , o solo é de baixa fertilidade, com o valor de saturação em bases baixo ( $V < 25\%$ ).

Classe IV - Terras cultiváveis, apenas, ocasionalmente, ou com extensão limitada, com sérios problemas de conservação, correspondendo ao Solo Podzólico Vermelho-Amarelo, Latossólico Distrófico arenoso e com declividade maior do que 5% e o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico arenoso

com declividade menor do que 6%. As sub-classes em que se inclui esses solos são a  $IV_{est}$  e a  $IV_{sef}$ , respectivamente.

Classe V - Terras cultiváveis, apenas, em casos especiais com algumas culturas permanentes e adaptadas. Em geral, servem para pastagens ou reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação, correspondendo ao Gley Pouco Húmico, textura média e pesada. As sub-classes são  $V_{wd}$  e  $V_{wi}$ ; isto é, solos com perfis úmidos, com deficiência de drenagem e perigo de inundação.

Classe VI - Terras cultiváveis, em casos especiais, com algumas culturas permanentes e adaptadas. Em geral, servem para pastagens ou reflorestamento, com problemas simples de conservação, correspondendo ao Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, arenoso e profundo, com declividade maior do que 6% e ao Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico Distrófico com declividade maior do que 6%. As sub-classes a que correspondem são:  $VI_{est}$  e  $VI_{sef}$ , respectivamente.

Classe VII - Terras cultiváveis apenas em casos especiais, com algumas culturas permanentes e adaptadas. Em geral, servem para pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação, correspondendo a alguns Litossolos de basalto e de arenito, assim como a alguns Latossolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos arenosos e declivo-

com 6 a 10% de declividade.

### 3.2. Método

O método utilizado, neste trabalho, é o interpretativo baseado na convergência de evidências das informações fornecidas pelo levantamento de solos, análise e comparação dos dados climáticos, vegetação e condições humanas. Devido à extensão da área em estudo, os levantamentos mais detalhados foram localizados em quatro sub-bacias consideradas as mais representativas das condições da bacia do rio Acaray.

#### 3.2.1. Método de levantamento e de classificação dos Solos

Como os solos da bacia em estudo não foram, ainda, levantados com base numa classificação taxonômica, embora já tenham sido classificados em vários locais em classes de capacidade de uso, foi realizado um levantamento baseado em unidades cartográficas correspondentes a unidades taxonômicas do Sistema Brasileiro e do Sistema Americano.

Com o intuito de alcançar os objetivos do trabalho, realizou-se o levantamento na escala 1:100.000 e, posteriormente, para publicação, reduziu-se o mapa para a escala de 1:250.000.

As unidades de mapeamento foram definidas ao nível categórico de grandes grupos, pelo "Sistema Brasileiro de Classificação de Solos" (EMBRAPA, 1979 e 1981) e a nível de sub-grupo, pelo "Sistema Americano de Classificação de Solos" (EUA, 1975). A sequência de trabalho está descrita a seguir:

#### 3.2.1.1. Trabalho de Gabinete

##### 3.2.1.1.1. Delimitação das áreas de estudo

Utilizando-se os mapas topográficos, fotomapas, fotos aéreas em pares estereoscópicos, tudo em escala de 1:50.000 e imagens de satélites, em escala de 1:500.000 (bandas 5 e 7, pancromática, preta e branca) foi delimitada a área de estudo. Determinou-se a área total da bacia, com o uso de planímetro. Paralelamente, foram selecionadas as áreas de amostragens de solos, para estudos morfológicos e analíticos de laboratório. Foram feitas várias sondagens dos solos no campo para definir os lugares mais representativos, onde deveriam ser realizadas as descrições dos perfis e a coleta de amostras. Os limites provisórios das unidades de mapeamento foram traçados nas fotografias aéreas e, posteriormente, passados para as cartas plano-hipsométricas.

Uma vez levantados os solos da bacia e conhecendo-se a sua representatividade, levando-se em conta as ou-

tras variáveis da bacia, como população, clima e forma de uso da terra, foram selecionadas quatro sub-bacias para se fazerem estudos mais detalhados de solos e de manejo. As quatro sub-bacias foram caracterizadas pela forma, área, perímetro, sistema de drenagem, declividade, orientação e índice de circularidade (LIMA, 1976; FRANÇA, 1968; ANDERSON, 1957).

Fixou-se a unidade de mapeamento a nível de grande grupo, que admite a predominância de uma unidade taxonômica em 75% da área e inclusões de 25% de outras unidades taxonômicas. Fixou-se, também, como unidade taxonômica, o subgrupo de solo (E.U.A., 1975).

#### 3.2.1.1.2. Caracterização da bacia e das sub-bacias

Foram determinados os seguintes parâmetros: fator de forma, densidade de drenagem, declividade, orientação e razão de ramificação, que são os que apresentam melhor correlação com as unidades pedológicas.

Fator de forma - a bacia é um sistema onde existem interrelações de forma, processo e meio físico, como um todo, incluindo a influência do Homem. Segundo HORTON (1932), o fator forma dá uma idéia da tendência de inundação que relacionado com o índice de Martone mostra a capacidade da bacia

de evacuar a água das enchentes. Este índice foi determinado pelo fórmula idealizada por HORTON (1932), cuja expressão é  $F = A/L^2$ ; onde, F é o fator de forma; A, a área da bacia e L, o comprimento do eixo principal da bacia em km. Valores de F, maiores do que 1,0, indicam perigo de inundação, ou baixa capacidade de deflúvio da bacia; valores de 0,5 a 1,0 indicam moderada capacidade de deflúvio e valores menores do que 0,5 indicam alta capacidade de deflúvio. Os valores deste índice, para a bacia do rio Acaray e para as sub-bacias em estudo, estão apresentados na Tabela 9.

Densidade de drenagem - este índice indica a relação entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica, refletindo as condições topográficas, litológicas, pedológicas e de vegetação, para cuja avaliação utilizou-se a fórmula de Gregory e Walling (HORTON, 1932), que é a seguinte:  $DD = \Sigma L/A$ ; onde, DD é a densidade de drenagem; L, a somatória do comprimento de todos os canais da bacia e A, a área da bacia. Os valores, para o caso da bacia e das sub-bacias em estudo, daqueles parâmetros foram obtidos das cartas planialtimétricas (IGM, 1977). Os valores da densidade de drenagem da bacia do rio Acaray e das sub-bacias estão apresentados na Tabela 9.

Declividade média da bacia - este índice influencia a relação entre a precipitação, deflúvio e controle da velo-

cidade de escoamento superficial. O método para determinar a declividade média das bacias foi o de BETHLAHMY (1973), que utiliza a seguinte expressão  $S\% = 0,77 \times L/C$ ; onde S é a declividade em porcentagem; L, o comprimento do canal principal, desde o espigão até a desembocadura no rio principal, em metros; C, o perímetro da bacia, em metros. Os valores deste índice, para a bacia e as sub-bacias estão na Tabela 9.

Razão de ramificação (Rb) - segundo o método de Horton (LIMA, 1976), este índice mostra quantas vezes diminui o número de segmentos dos rios de uma dada ordem e o número de segmentos de ordem imediatamente mais elevada.

Tabela 9 - Características da bacia do rio Acaray e de quatro de suas sub-bacias representativas.

| Nome da bacia e das sub-bacias | Fator de forma<br>km/km <sup>2</sup> | Densidade de drenagem<br>km/km <sup>2</sup><br>(DD) | Declividade média<br>% | Razão de ramificação<br>(Rb) | Área da bacia<br>km <sup>2</sup> | $\Sigma$ L<br>km |
|--------------------------------|--------------------------------------|---|------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------|
| Rio Acaray                     | 0,42                                 | 0,66  | 0,33                   | 4,58                         | 10.125                           | 6.682,5          |
| Arroio Yhũ                     | 0,20                                 | 0,89  | 0,37                   | 3,28                         | 640                              | 569,6            |
| Arroio Acaray-mi do norte      | 0,44                                 | 0,84  | 0,30                   | 2,92                         | 361                              | 303,2            |
| Arroio Itakyry                 | 0,38                                 | 0,87  | 0,34                   | 4,78                         | 729                              | 634,2            |
| Arroio Acaray-mi do sul        | 0,48                                 | 0,64  | 0,33                   | 4,00                         | 110                              | 70,4             |

### 3.2.1.1.3. Elaboração da legenda do levantamento dos solos

Para a elaboração do mapa de solos, foi estabelecida uma formula cuja legenda explicativa e a seguinte:

#### UNIDADES TAXONÔMICAS

| <u>S</u> ímbolo | <u>C</u> lasses de Solo                                       |   |
|-----------------|---|---|
|                 | Sistema Brasileiro  | Sistema Americano   |
| TR              | Terra Roxa Estruturada  | Paleudalf Rh <u>ô</u> dico                                |
| TRL             | Terra Roxa Estruturada La <u>u</u> toss <u>ô</u> lica         | Paleudult <u>Ó</u> xico                                   |
| LE              | Latossolo Vermelho Escuro                                     | Haplusthox t <u>í</u> pico e<br>Acrusthox t <u>í</u> pico |
| PVL             | Solo Podz <u>ô</u> lico Verm. Amarelo<br>Latoss <u>ô</u> lico | Haplustult <u>ô</u> xico                                  |
| LV              | Latossolo Vermelho Amarelo                                    | Haplustox t <u>í</u> pico                                 |
| CL              | Cambissolo Latoss <u>ô</u> lico                               | Dystropept Ust <u>ô</u> xico                              |
| HGP             | Gley Pouco H <u>ú</u> mico                                    | Fluvaquents<br>Haplaquents<br>Ustipsamments               |

#### Textura superficial do solo

- p = fina - corresponde ãs classes texturais argila e argila-arenosa
- m = media - corresponde ãs classes texturais franco argilo-arenosa e franca
- l = grosseira - corresponde ãs classes texturais franco arenosa; Areia franca e areia

### Material originário

1. Basalto e diabásio do cretáceo inferior.
2. Arenitos, especialmente, da formação Botucatu.
3. Aluvial constituído por areia limo e argila de planícies de rios e arroios, do quaternário e terciário.

### Classes de declividade

- A - corresponde à percentagem de 0 - 2.
- B - corresponde à percentagem de 2 - 5.
- C - corresponde à percentagem de 5 -10.
- D - corresponde à percentagem de 10 - 20.

### Porcentagem de saturação em bases

- d - carater distrófico, saturação em base menor do que 15%.
- e - carater eutrófico, saturação em base maior do que 25%.
- a - carater álico, saturação de alumínio maior do que 50%.

### Tipos de vegetação primária

- f - floresta
- l - latifoliada
- Cr- campo cerrado
- Ca - campo baixo
- Cat- caatinga

Para os mapas de capacidade de uso, utilizou-se a simbologia e a legenda explicativa apresentada a seguir.

Classe de capacidade de uso dos solos

(KLINGEBIEL e MONTGOMERY, 1961)

| <u>Símbolo</u> | <u>Descrição</u>   |
|----------------|--|
| II             | - Terras cultiváveis com problemas simples de conservação  |
| III            | - Terras cultiváveis com problemas complexos de conservação  |
| IV             | - Terras cultiváveis apenas ocasionalmente, ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação   |
| V              | - Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas; servindo, em geral, para pastagens ou reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação                                |
| VI             | - Terras cultiváveis em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas; servindo, em geral, para pastagens ou reflorestamento, com problemas simples de conservação. Inaptas para culturas que exijam lavoura permanente. |
| VII            | - Terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas; servindo, em geral, para pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação.   |

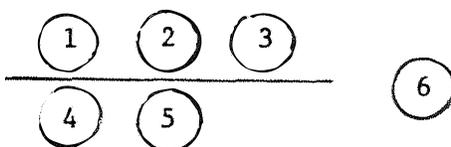
Sub-classes de capacidade de uso

- s - fator solo que inclui os problemas próprios da camada de desenvolvimento radicular, como textura muito argilosa, presença de camadas endurecidas, baixa capacidade de troca iônica e baixa capacidade de saturação em bases, excesso de alumínio trocável e alta capacidade de fixação de fosfato
- e - risco de erosão devido à alta erosividade da chuva, alta erodibilidade e posição topográfica, apresentando declives longos e pronunciados
- w - excesso quase permanente de água

Modificações incluídas para melhor especificação das limitações

- f - fertilidade aparente baixa
- d - drenagem impedida pela topografia plana
- i - perigo de inundação por enchentes
- t - relevo com declives longos e pronunciados
- K - erodibilidade (determinada pelo nomograma de Wischmeier)

Fórmula para a identificação das unidades de mapeamento



onde,

- 1 - Unidade taxonômica
- 2 - Material de origem
- 3 - Caráter eutrófico, álico e distrófico
- 4 - Classe de declividade
- 5 - Classe de textura superficial
- 6 - Tipo de vegetação primária.

#### 3.2.1.1.4. Estimativa da erodibilidade dos solos

Como este fator é muito importante para a escolha das práticas conservacionistas, por representar a qualidade dos solos de resistir à erosão hídrica, tentou-se estimar este fator para os solos da bacia, empregando-se o método nomográfico de WISCHMEIER et alii (1971), que interrelacionou graficamente cinco fatores para a determinação da erodibilidade do solo. Os parâmetros utilizados são os seguintes: porcentagem de limo mais porcentagem de areia muito fina, porcentagem de areia maior do que 0,1 mm; porcentagem de matéria orgânica, estrutura e permeabilidade do solo.

Com foi indicado por FREIRE e PESSOTTI (1974), este método pode ser aplicado para se obter a erodibilidade dos Grandes Grupos de Solos, utilizando-se os valores de características obtidas por análises de amostras dos horizontes de solo.

O método preconizado por esses autores não é muito preciso para o caso de solos ricos em óxidos, foi demonstrado por HENKLAIN (1980).

O processo para a predição do índice de erodibilidade do solo consiste em se aplicar, no nomógrafo (Figura 2), na escala da esquerda, o valor da porcentagem de silte mais a porcentagem de areia muito fina. Continua-se, aplicando o valor da porcentagem de areia maior do que 0,1 mm, porcentagem de matéria orgânica, valor dado à estruturação e à permeabilidade. Estes parâmetros foram determinados para os seguintes solos: Terra Roxa Estruturada Epieutrófica; Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. As características desses solos, utilizadas para a determinação da erodibilidade estão apresentados na Tabela 10.

### 3.2.1.2. Trabalho de Campo

#### 3.2.1.2.1. Delimitação das unidades pedológicas e localização dos locais de amostragem

Por meio de percursos pela bacia, onde os caminhos ou estradas permitiram, foram identificadas as áreas e os limites dos solos que foram traçados nos fotomapas e fotografias aéreas, ajustando-se esses limites sempre que existiam evidências de mudança de solo. Localizaram-se os locais

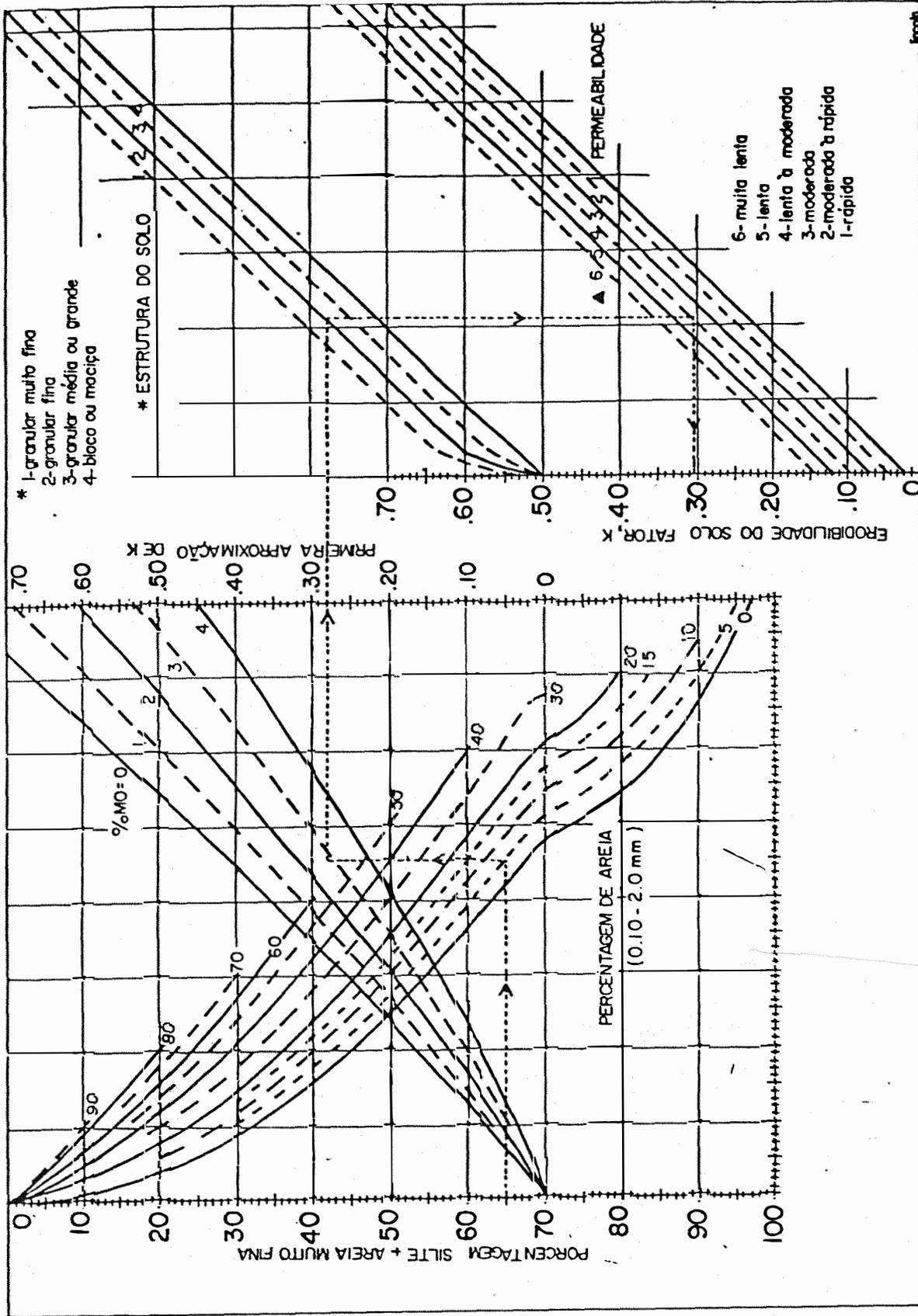


Figura 2 - Nomôgrafo para a determinação da erodibilidade do solo (WISCHMEYER et alii, 1971)

Tabela 10 - Valores da erodibilidade dos solos obtidos pelo Método de WISCHMEIER et alii  
(1971).

| Solo                |                | Silte +<br>Areia mui-<br>to fina<br>( 0,1 mm) | Areia<br>(0,1-2,0<br>mm) | Matéria Or-<br>gânica<br>(%) | Estrutura<br>classe e<br>tipo | Permea-<br>bilida-<br>de | Erodibili-<br>dade do so-<br>lo (K) |
|---------------------|----------------|---|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Símbolo<br>(perfil) | Hori-<br>zonte |   |                          |                              |                               |                          |                                     |
| TE<br>(1Am)         | A1             | 47,50   | 11,10                    | 2,4                          | 2                             | 3                        | 0,24                                |
|                     | B21t           | 17,76   | 10,34                    | 1,4                          | 4                             | 4                        | 0,12                                |
|                     | B22t           | 16,74   | 9,00                     | 0,5                          | 4                             | 4                        | 0,11                                |
| LVA<br>(1Y)         | A1             | 18,70   | 69,30                    | 1,5                          | 1                             | 1                        | 0,28                                |
|                     | A2             | 15,70   | 69,10                    | 0,5                          | 4                             | 1                        | 0,12                                |
|                     | A3             | 11,80   | 73,80                    | 0,5                          | 4                             | 1                        | 0,13                                |
|                     | B1             | 14,70   | 68,70                    | 0,2                          | 4                             | 1                        | 0,13                                |
|                     | B21            | 12,50   | 69,30                    | 0,3                          | 4                             | 1                        | 0,13                                |
| PVL<br>(5Y)         | A1             | 32,10   | 41,10                    | 1,0                          | 3                             | 4                        | 0,28                                |
|                     | A3(A2)         | 32,80   | 41,00                    | 0,5                          | 3                             | 3                        | 0,24                                |
|                     | B21            | 26,30   | 29,50                    | 0,8                          | 4                             | 5                        | 0,25                                |
|                     | B22            | 22,00   | 24,40                    | 0,2                          | 4                             | 5                        | 0,20                                |

de amostragem, onde foram abertas trincheiras sempre que necessário. Quando foi possível, utilizaram-se barrancos de estrada, profundos e sem modificações. Em ambos os casos, a descrição e a amostragem dos perfis foi feita até 1,80 a 2,00 m.

#### 3.2.1.2.2. Descrição dos solos

Os solos foram descritos seguindo as normas do Manual de Levantamento (SOIL SURVEY STAFF, 1960 e Manual de Levantamento de Solos; RANZANI, 1969). Na descrição foram identificados os aspectos gerais, tais como: localização, unidade taxonômica, altitude, litologia, material de origem, pedregosidade, relevo, erosão, drenagem, vegetação, uso atual e morfologia. A descrição morfológica incluiu, sempre, as seguintes características: sequência de horizontes, espessura, cor seco e úmido, estrutura, consistência, cerosidade, transição, raízes e poros.

Terminada a descrição, foram coletadas amostras representativas de 2 a 3 kg de cada horizonte para as análises de laboratório.

#### 3.2.1.3. Trabalho de laboratório

##### 3.2.1.3.1. Preparo das amostras

As amostras de solo foram levadas para o labo-

ratório, secas ao ar, desterroadas e passadas em peneiras de malha de 2 mm, obtendo-se uma quantidade adequada de terra fina seca ao ar (T.F.S.A.) para as análises.

#### 3.2.1.3.2. Análises físicas

Compreendem as seguintes determinações: Granulometria - para esta análise utilizou-se o método do hidrômetro de Bouyoucos (BOUYOUCOS, 1951), usando-se como agente dispersante uma mistura de uma solução de hidróxido de sódio 1N com uma solução saturada de oxalato de sódio, na seguinte proporção: 5 cm<sup>3</sup> de NaOH 1N + 5 cm<sup>3</sup> de Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Sat. A matéria orgânica foi destruída com peróxido de hidrogênio a 30%. Em seguida, procedeu-se à desagregação com agitador mecânico de 1.200 r.p.m. durante 25 min. A suspensão foi transferida para uma proveta de 1,4 ℓ, onde se completou o volume de 1 ℓ, para o caso de solos franco-argilosos e argilosos e a 1,25 ℓ, para o caso de solos franco-arenosos e arenosos. Nesta proveta, determinou-se, por meio de um hidrômetro, a porcentagem de silte + argila e argila, aplicando-se a lei da sedimentação de Stokes.

A suspensão de solo foi passada através de um jogo de tamises, cujos diâmetros eram os seguintes: 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm e 0,10 mm. Determinou-se a quantidade de areia muito fina (0,10 - 0,05 mm) por diferença entre a areia total

e a soma das demais frações da areia.

Densidade aparente - para esta análise, utilizou-se o método do cilindro de Uhland, coletando-se amostras no campo, as quais foram secas em estufa a 105°-110° e pesadas. O cálculo dos valores da densidade aparente foi feito aplicando-se a seguinte fórmula:  $d_a = P_s/V$ ; onde,  $d_a$  = densidade aparente;  $P_s$  = peso da amostra seca em estufa a 105°-110° e  $V$  = volume de cilindro.

Densidade das partículas - para esta análise utilizou-se o método do balão volumétrico (KIEHL, 1979). Tomou-se 20 g de T.F.S.E. e passou-se para um balão volumétrico de 50 ml. Juntou-se, por meio de uma pipeta, 20 ml de álcool anidro. Deixou-se as amostras em contato com o álcool até o dia seguinte, agitando-se várias vezes. Finalmente, completou-se o volume do balão com álcool anidro, usando-se uma bureta. A densidade real foi calculada pela seguinte fórmula:

$$d_r = m / (V_b - V_{aa}) = \frac{20}{50 - V_{aa}} ; \quad \text{onde,}$$

$m$  = massa de amostra em g

$V_b$  = volume do balão em  $\text{cm}^3$

$V_{aa}$  = volume de álcool em  $\text{cm}^3$

$d_r$  = densidade das partículas do solo.

Capacidade de retenção de água - Para a determinação da água retida a 1/3 e a 15 atmosferas, usou-se uma câmara de pressão, segundo RICHARDS (BLACK, 1965).

### 3.2.1.3.3. Análises químicas

Compreendem as seguintes determinações:

Reação do solo - o pH foi determinado em água e em KCl 1 N, numa relação de solo para líquido de 1:1. A leitura do valor do pH foi feita em potenciômetro Fisher mod. 110.

Carbono orgânico - o carbono orgânico foi determinado pelo método de WALKLEY e BLACK (BLACK, 1965), oxidando-se a matéria orgânica com bicromato de potássio e os resultados foram expressos em porcentagem.

Capacidade de troca catiônica - este valor foi determinado pelo método do acetato de amônio a pH = 7,0 e destilação pelo método de Kjeldahl (E.U.A., 1973).

Fósforo assimilável - este elemento foi extraído com uma solução de HCl 0,05 N e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N (North Carolina) e a determinação colorimétrica foi feita utilizando-se ácido sulfomolibdico e cloreto estânico. As leituras foram realizadas em foto-colorímetro Beckman.

Potássio trocável - este elemento foi extraído com HCl 0,05 N e determinado por fotometria de chama, utilizando-se um aparelho Fisher, modelo 210.

Cálcio + Magnésio - estes elementos foram determinados utilizando-se uma solução, em que se determinou a capacidade de troca catiônica, por titulação com EDTA e usando-se eriocromo T como indicador.

Alumínio trocável - este elemento foi extraído com uma solução de KCl 1 N na proporção entre solo e reativo de 1:1. Numa alíquota, por titulação com NaOH 0,1 N obteve-se a quantidade de alumínio, usando-se o azul de Bromotimol como indicador.

Bases trocáveis (S) - este valor foi obtido pela soma de Ca + Mg + K; uma vez que os solos não apresentavam uma quantidade apreciável de Na<sup>+</sup>.

Saturação de bases (V%) - este valor foi calculado pela fórmula  $V\% = \frac{S \times 100}{CTC}$ .

#### 3.2.1.3.4. Análise mineralógica

##### Preparo das amostras

Para os solos argilosos ou com muito ferro, usou-se amostras de 10 g para solos arenosos, amostras de 20g.

- Passou-se para Erlenmeyer de 280 ml, com tampa de borracha e
- adicionou-se Na (OAC) 1 N com pH = 5,0, até 10 cm do fundo;
  - agitou-se no agitador horizontal por 1/2 hora;
  - passou-se para tubo de centrífuga, usando-se metanol (o mínimo possível) e aqueceu-se em banho-maria, a 40-45°C, para favorecer a floculação (durante 5 minutos);
  - esperou-se esfriar para se por para centrifugar a 2.400 rpm durante 10 minutos;
  - o sobrenadante límpido foi guardado para a análise dos sais solúveis e cátions trocáveis;
  - se o sobrenadante estivesse turvo, resuspendia-se a amostra e adicionava-se 10 ml de acetona, aquecendo-se, novamente, durante 5 minutos e centrifugando-se por 5 minutos a 2.500 rpm;
  - repetiu-se a lavagem por 3 vezes;
  - transferiram-se as amostras, livres de sais e de carbonatos, dos tubos da centrífuga para um bēquer de 600 ml. utilizando-se o mínimo de água.

#### Remoção da matéria orgânica

A suspensão de solo livre de sais solúveis e de carbonatos, em NaOH 1 N de pH 5,0, do bēquer, quando havia excesso de água, foi coberta com um vidro de relógio, colocando-se em banho-maria ou placa aquecedora e deixando - se evaporar até a relação 1:1. O volume foi reduzido para evi-

tar diluição do  $H_2O_2$ ,

- removeu-se do banho-maria e deixou-se esfriar;
- colocou-se 5 ml de  $H_2O_2$ , misturando-se com um bastão de vidro, tampou-se e deixou-se, por 10 minutos, em repouso;
- se houvesse efervescência, acalmava-se o borbulhamento com jatos de água;
- quando a reação a frio terminava, colocava-se o béquer sobre placa de aquecimento ou em banho de areia ( $70^{\circ}C$ ), misturava-se e deixava-se em digestão;
- acalmando-se a fervura com jatos d'água;
- ao término da reação, lavava-se as paredes do béquer com 5 ml de  $H_2O_2$ ;
- depois, adicionou-se 10 ml de  $H_2O_2$ , cobriu-se com tampa e deixou-se em repouso por 2 a 4 horas;
- evaporou-se no banho de areia até ficar uma pasta fina; sem, no entanto, deixar secar;
- transferiu-se para tubos de centrífuga de 100 ml com NaOH 1 N a pH 5,0;
- lavou-se e centrifugou-se a suspensão de solo com NaOAC 1N a pH 5,0, por 3 vezes, para remover os cátions liberados;
- lavouse, uma vez, com metanol a 95% e outra, com metanol a 99%.

#### Remoção de óxidos de Ferro livre

Empregou-se Ditionito de sódio para a reação,

bicarbonato de sódio como tampão e citrato de sódio como agente complexante.

- Nas amostras que estavam nos tubos de centrífuga, foram adicionadas 40 ml de citrato Na + 5 ml de bicarbonato de Na;
- aqueceu-se a 75-80°C em banho-maria, sem que a temperatura ultrapassasse 80°C para evitar a formação de FeS;
- adicionou-se 1 g de ditonito de Na e agitou-se por um minuto e depois, por mais 5 minutos;
- repetiu-se a aplicação de ditonito por 2 vezes;
- retirou-se do banho-maria e adicionou-se 10 ml de uma solução de NaCl saturada e 10 ml de acetona;
- misturou-se bem, aqueceu-se e levou-se à centrifuga, por 5 minutos, a 2.200 rpm;
- decantou-se o sobrenadante límpido para frasco volumétrico de 500 ml e guardou-se para a determinação de Fe (MEHRA e JACKSON, 1969).

#### Saturação das amostras com sódio

Após a remoção dos óxidos de ferro, as amostras foram saturadas com sódio para facilitar a dispersão antes do fracionamento.

- lavou-se as amostras no tubo da centrífuga, 4 vezes, com NaCl 1N;
- centrifugou-se e decantou-se o sobrenadante límpido;

### Separação da fração silte e argila

As frações do filtrado que foram recebidas num bēquer, foram passadas para tubos de centrífuga e centrifugadas a 750 rpm, durante 4 minutos. Lavou-se o centrifugado com uma solução de NaOH de pH 10,0, no máximo 8 vezes, para retirar toda a argila, ficando, apenas, o silte no tubo.

### Saturação da argila com Magnésio

Transferiu-se uma alíquota da suspensão de argila dispersa contendo cerca de 25 mg de argila para um bēquer e adicionou-se HCl, gota a gota, até que o pH alcançasse de 3,5 a 4,0.

Transferiu-se a suspensão para um tubo de centrífuga de 15 ml e centrifugou-se durante 5 minutos, a 1.500 rpm, e eliminou-se o sobrenadante. Repetiu-se este tratamento 3 vezes, lavando-se a suspensão com  $Mg(OAc)_2$  1N e  $MgCl_2$  1N para a remoção dos íons H da suspensão acidificada. Em cada lavagem, adicionou-se 10 ml de uma solução de sal, misturando-se bem e centrifugando-se. Decantou-se o sobrenadante límpido e após a saturação estar completa, removeu-se o excesso de sais da amostra, lavando-se com etanol a 50% e uma vez, com metanol a 95%. Em seguida, lavou-se com acetona até que o líquido límpido desse um teste negativo para cloreto com  $AgNO_3$  0,1N (JACKSON, 1956).

De cada amostra saturada, tomou-se, aproximadamente 1 ml da suspensão de argila e transferiu-se para lâminas de vidro colocadas numa mesa plana e deixando-se secar, a 25°C, o que facilita a orientação das micelas antes de se as levar ao aparelho de raio-X.

As mesmas amostras foram usadas para serem saturadas, também com etileno glicol. Foram transferidas para lâminas de vidro e levadas ao aparelho de raio-X.

As amostras foram irradiadas entre 3 e 32° 29' para identificar os argilo-minerais, em função dos espaçamentos basais de primeira ordem (WARSHAW e ROY, 1963; BROWN, 1961 e NEVES, 1968).

#### Saturação das argilas com potássio

Foi transferida uma alíquota da suspensão de argila para um tubo de centrífuga de 15 ml, adicionando-se HCl 1N suficiente para floculá-la. Após centrifugação, decantou-se o sobrenadante e lavou-se a amostra 4 vezes com HCl 1N, para completar a saturação com potássio. Removeu-se o excesso de sais, lavando-se a amostra uma vez com metanol a 50%, uma vez com metanol a 95% e com acetona, até que o decantado desse um teste negativo para cloreto com AgNO<sub>3</sub> 1N.

De cada amostra saturada tomou-se aproximadamente 1 ml da suspensão de argila e transferiu-se para lâminas de vidro colocadas sobre uma mesa plana, deixando-se secar, a 25°C para facilitar a orientação das micelas.

As amostras saturadas com potássio foram levadas ao aparelho de raio-X e irradiadas no intervalo de 3 a 32°20.

Em seguida, as lâminas foram aquecidas a 550°C, recebendo a mesma irradiação no intervalo de 3 a 32°20 (WHITTIG, 1965).

#### Separação dos minerais pesados e leves

A fração areia foi fracionada com auxílio de tamises em cinco classes: areia muito grossa, grossa, média, fina e muito fina.

Após a separação, verificou-se que a moda foi a fração areia fina, onde foram separados os minerais leves dos pesados.

Para esta separação usou-se bromofórmio (densidade 2,84). Depois, as amostras foram lavadas com acetona para remover o bromofórmio aderente à superfície dos grãos.

Fez-se a montagem das lâminas dos minerais leves e pesados, segundo as técnicas adotadas por MARCONI(1969), utilizando resina Lackside, de índice de refração conhecido. Os grânulos foram recobertos por lamínulas de vidro, tendo-se o máximo cuidado para eliminar as bolhas de ar. O reconhecimento microscópico dos minerais componentes da -ração leve e pesada, sob luz polarizada, se fez com base nas características óticas apresentadas pelos minerais (MILNER, 1962).

### 3.2.2. Método de estudo das características das precipitações e comportamento hídrico dos solos

Os dados pluviométricos registados nos postos meteorológicos anteriormente indicados permitiram caracterizar as precipitações na área que variam de leste para oeste, diminuindo o total anual de 1.700 mm no setor leste, para 1.500 mm no setor oeste.

As precipitações concentram-se nos meses de verão e diminuem nos meses de inverno. Especialmente, em alguns meses do ano, são muito intensas e de longa duração, ocorrendo, geralmente, nos meses de outubro, dezembro, janeiro e abril. Os meses com mais possibilidades de menor quantidade de chuva são: maio, julho e agosto. Esta diferença acentua-se mais no setor oeste da bacia.

Utilizando-se os dados das precipitações dos três locais e estimando-se a evapotranspiração potencial, pelo método de Holdridge, que utiliza apenas os dados de temperatura média anual e mensal, empregou-se a seguinte fórmula:

$$E_p = 59T; \quad \text{onde,}$$

T é a temperatura média anual e  $E_p = 4,92t$ ; sendo t a temperatura média mensal, segundo HOLDRIDGE (in HARDY, 1976).

### 3.2.2.1. Determinação da erosividade da chuva

Visando uma estimativa da perda anual de solo por ha, sob as condições específicas de manejo de solo e das culturas, utilizaram-se os dados de precipitações média mensal das estações meteorológicas de Porto Presidente Stroessner e Villarrica, determinando-se os índices de erosividade da chuva, pela aplicação da equação desenvolvida por LOMBARDI (1977), baseada em FORNIER (1960).

Esta equação é a seguinte:

$$EI = 6,872 \left(\frac{p}{P}\right)^{0,850}; \quad \text{onde,}$$

EI = índice de erosividade mensal da chuva; p = precipitação média mensal em mm; e P = precipitação média anual em mm.

A partir desses dados, obteve-se o índice de erosão mensal e anual, ou fator "R" da fórmula universal de

WISCHMEIER (1959).

Como LOMBARDI (1977) assinalou, o valor obtido por este método é muito semelhante aos obtidos com dados de pluviôgrafos, que podem ser utilizados quando se dispõem de registros de mais de 20 ano.

Os valores de erosividade da chuva nas duas estações da bacia estão apresentados na Tabela 11.

#### 3.2.2.2. Probabilidade de ocorrência e período de recorrência da chuva

O método utilizado para se determinar a probabilidade de ocorrência de um evento, como chuvas consideradas erosivas, preconizado por vários autores, como CHOW (1964) e HARROLD et alii (1975), é o de Hazen, que utiliza a seguinte equação:

$$P = \frac{100 (2n - 1)}{2y} ; \quad \text{onde,}$$

P = probabilidade de ocorrência do evento em %; y = número total dos eventos em sequência descendente de intensidade; n = número de ordem do evento.

Para o evento máximo,  $n = 1$  e para o evento mínimo  $n = y$ .

Tabela 11 - Índice mensal de erosão (EI) e coeficiente de erosividade (R) da chuva para as localidades de Pto. Pte. Stroessner e de Villarrica.

| Mês          | Estação Pto. Pte. Stroessner |                               | Estação Villarrica           |                               |
|--------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|              | EI das chuvas médias mensais | EI das chuvas máximas mensais | EI das chuvas médias mensais | EI das chuvas máximas mensais |
| J            | 90,96                        | 197,7                         | 68,20                        | 208,9                         |
| F            | 59,90                        | 294,4                         | 60,25                        | 293,7                         |
| M            | 53,27                        | 191,8                         | 69,12                        | 186,1                         |
| A            | 41,11                        | 89,5                          | 64,60                        | 129,8                         |
| M            | 50,55                        | 223,8                         | 67,10                        | 127,0                         |
| J            | 45,60                        | 108,4                         | 44,91                        | 201,9                         |
| J            | 22,13                        | 66,5                          | 28,82                        | 50,1                          |
| A            | 43,60                        | 129,7                         | 19,10                        | 107,9                         |
| S            | 50,11                        | 100,6                         | 38,35                        | 198,6                         |
| O            | 94,40                        | 236,4                         | 68,71                        | 126,8                         |
| N            | 71,61                        | 198,4                         | 53,20                        | 150,1                         |
| D            | 60,90                        | 168,5                         | 42,81                        | 349,9                         |
| Anual<br>(R) | 683,84                       |                               | 624,9                        |                               |

Também foram calculados os períodos de recorrência das chuvas pela fórmula:

$$Tr = \frac{1}{P}; \quad \text{onde,}$$

Tr = tempo de recorrência; e P = probabilidade de ocorrência, em percentagem.

A partir dos dados de precipitação, registrados nas Estações Meteorológicas de Porto Presidente Stroessner e Villarrica, foram calculados os valores de P e de Tr para as chuvas da bacia do rio Acaray. Os valores estão contidos nas Tabelas 12 e 13 e representados nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

#### 3.2.2.3. Comportamento hídrico dos solos da bacia e balanços hídricos

O balanço hídrico estima a capacidade de suprimento de água disponível (CAD) na camada útil do solo.

Para se obter esse valor, empregou-se o método de RANZANI (1961) que utiliza dados climáticos, tais como precipitação mensal, anual, temperatura média mensal, evapotranspiração potencial e atributos edafológicos.

A evapotranspiração foi determinada pelo méto-

Tabela 12 - Probabilidade de ocorrência e período de recorrência de diferentes intensidades de chuva na localidade de Pt. Pte. Stroessner.

| Ordem<br>(n) | Precipitação<br>(mm) | Probabilidade<br>de ocorrência<br>(%) | Período de ocorrência<br>(anos) |
|--------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1            | 2.223,6              | 3,3                                   | 30,00                           |
| 2            | 2.114,9              | 10,0                                  | 10,00                           |
| 3            | 2.016,9              | 16,6                                  | 6,02                            |
| 4            | 1.992,2              | 23,3                                  | 4,29                            |
| 5            | 1.938,7              | 30,0                                  | 3,33                            |
| 6            | 1.781,6              | 36,6                                  | 2,73                            |
| 7            | 1.744,3              | 43,3                                  | 2,31                            |
| 8            | 1.711,2              | 50,0                                  | 2,00                            |
| 9            | 1.612,7              | 56,6                                  | 1,76                            |
| 10           | 1.526,2              | 63,3                                  | 1,58                            |
| 11           | 1.434,8              | 70,0                                  | 1,48                            |
| 12           | 1.419,2              | 76,6                                  | 1,30                            |
| 13           | 1.398,5              | 83,3                                  | 1,20                            |
| 14           | 1.378,6              | 90,0                                  | 1,11                            |
| 15           | 1.230,3              | 96,6                                  | 1,03                            |

Tabela 13 - Probabilidade de ocorrência e período de recorrência de diferentes intensidades de chuva na localidade de Villarrica.

| Ordem<br>(n) | Precipitação<br>(mm) | Probabilidade<br>de ocorrência<br>(%) | Período de<br>ocorrência<br>(anos) |
|--------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1            | 2.411,2              | 2,07                                  | 48,00                              |
| 2            | 2.239,4              | 6,25                                  | 16,00                              |
| 3            | 2.224,4              | 10,41                                 | 9,60                               |
| 4            | 2.114,4              | 14,58                                 | 6,80                               |
| 5            | 1.967,2              | 18,75                                 | 5,30                               |
| 6            | 1.768,5              | 22,91                                 | 4,30                               |
| 7            | 1.697,0              | 27,08                                 | 3,60                               |
| 8            | 1.577,8              | 31,25                                 | 3,20                               |
| 9            | 1.566,8              | 35,41                                 | 2,80                               |
| 10           | 1.486,7              | 39,58                                 | 2,50                               |
| 11           | 1.460,6              | 43,75                                 | 2,20                               |
| 12           | 1.455,7              | 47,91                                 | 2,10                               |
| 13           | 1.441,0              | 52,08                                 | 1,90                               |
| 14           | 1.421,0              | 56,25                                 | 1,70                               |
| 15           | 1.401,0              | 60,41                                 | 1,60                               |
| 16           | 1.378,4              | 64,58                                 | 1,54                               |
| 17           | 1.356,8              | 68,75                                 | 1,45                               |
| 18           | 1.327,7              | 72,91                                 | 1,37                               |
| 19           | 1.297,3              | 77,08                                 | 1,29                               |
| 20           | 1.276,8              | 81,25                                 | 1,23                               |
| 21           | 1.246,8              | 81,48                                 | 1,17                               |
| 22           | 1.238,6              | 89,58                                 | 1,11                               |
| 23           | 1.056,2              | 93,75                                 | 1,06                               |
| 24           | 987,9                | 97,91                                 | 1,02                               |

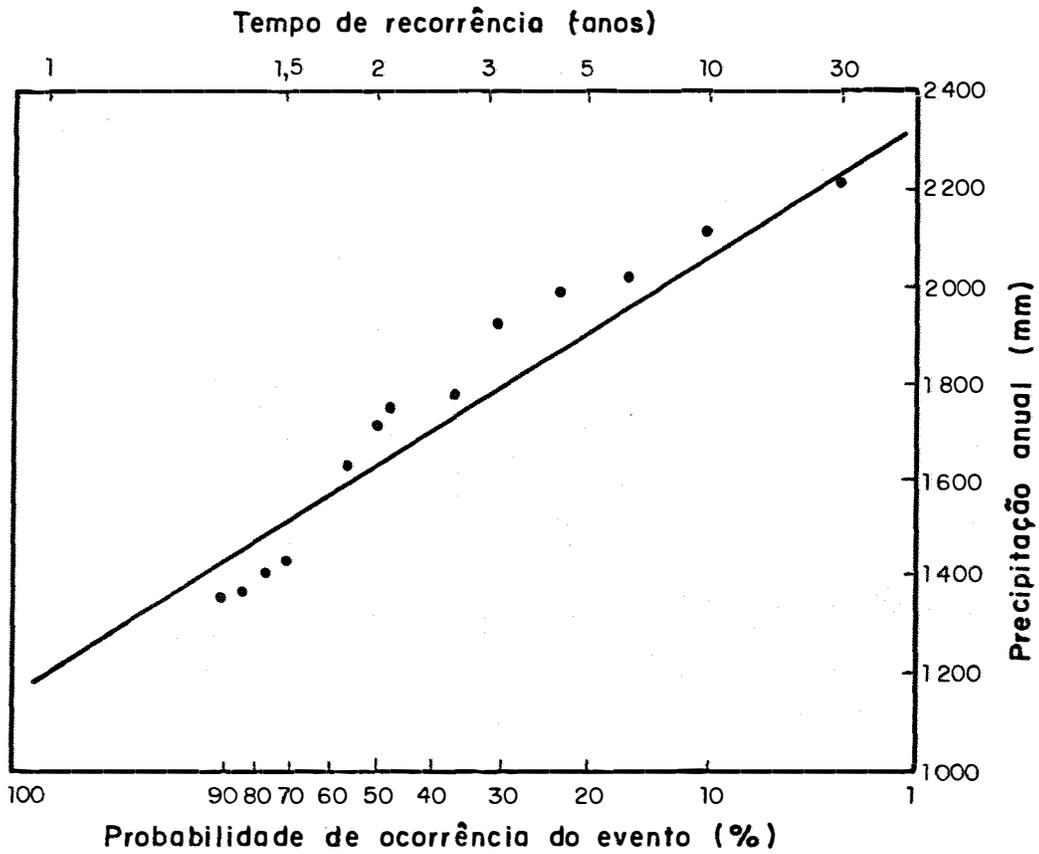


Figura 3 - Distribuição da precipitação anual na localidade de Pto. Pte. Stroessner.

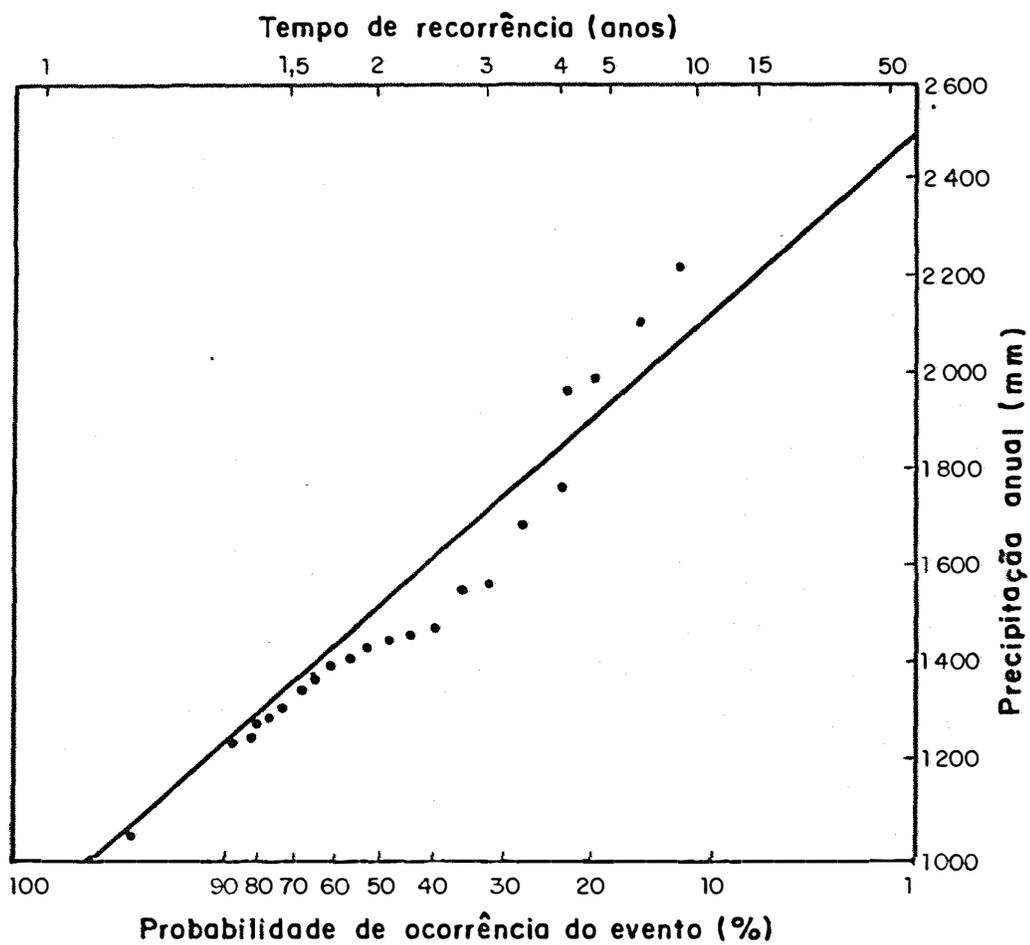


Figura 4 - Distribuição da precipitação anual na localidade de Villarrica

do de Holdridge (HARDY, 1976).

Para obter a lâmina de água disponível nos distintos horizontes, empregou-se a fórmula:

$$b_A = \frac{AD\% \times D_a \times H}{100}, \quad \text{onde:}$$

$b_A$  = lâmina de água disponível no horizonte A em cm;  $AD\%$  = conteúdo de água disponível (g/100 g de T.F.S.E.), compreendido entre 1/3 e 15 atmosferas de tensão;  $D_a$  = densidade aparente da terra;  $H$  = espessura do horizonte A em cm.

Para se determinar a capacidade de água disponível no perfil do solo, deve-se somar os valores das alturas de água de todos os horizontes como está indicado na seguinte fórmula:

$$CAD = (h_A + h_3 + h_C) \times 10 \quad (\text{mm}); \quad \text{onde,}$$

$CAD$  = soma das lâminas de água disponível.

Nas Tabelas 14, 15 e 16 estão apresentados os atributos climáticos e os dados edafológicos dos solos mais representativos da bacia.

Tabela 14 - Capacidade de armazenamento de água disponível da Terra Roxa Estruturada.  
(Perfil 1Am).

| Símbolo | Horizontes             |   | AD<br>Água<br>disponível<br>(%) | Da<br>Densidade<br>aparente<br>(mm) | h<br>Espessura<br>da camada<br>de água<br>(mm) | ha<br>Espessura<br>acumulada<br>de água(mm) | $\frac{h}{H}$ |
|---------|------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|---|---------------|
|         | H<br>Espessura<br>(mm) | Ha<br>Profundidade<br>acumulada<br>(mm) |                                 |                                     |  |   |               |
| A1      | 350                    | 350                                     | 7,4                             | 1,25                                | 32,38  | 32,38                                       | 0,09          |
| B21     | 350                    | 700                                     | 7,1                             | 1,31                                | 32,55  | 64,93                                       | 0,18          |
| B22     | 500                    | 1200                                    | 7,9                             | 1,30                                | 51,35  | 116,25                                      | 0,23          |
| B23     | 800                    | 2000                                    | 8,2                             | 1,28                                | 83,97  | 200,25                                      | 0,25          |

Tabela 15 - Capacidade de armazenamento de água disponível do Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico Distrófico. (Perfil 5Y).

| Símbolo | Horizontes     |                             | AD                  | Da                 | h                                | ha                               | h             |
|---------|----------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------|
|         | H              | Ha                          |                     |                    |                                  |                                  |               |
|         | Espessura (mm) | Profundidade acumulada (mm) | Água disponível (%) | Densidade aparente | Espessura da camada de água (mm) | Espessura acumulada de água (mm) | $\frac{h}{H}$ |
| A11     | 180            | 180                         | 2,61                | 1,15               | 5,40                             | 5,40                             | 0,030         |
| A12     | 170            | 350                         | 1,30                | 1,12               | 2,47                             | 7,87                             | 0,015         |
| B1      | 210            | 560                         | 3,14                | 1,31               | 8,64                             | 16,51                            | 0,040         |
| B21     | 240            | 800                         | 4,11                | 1,28               | 12,62                            | 29,13                            | 0,053         |
| B2      | 300            | 1100                        | 5,78                | 1,25               | 21,60                            | 50,80                            | 0,072         |

Tabela 16 - Capacidade de armazenamento de água disponível do Latossolo Vermelho-Amarelo  
Distrófico. (Perfil 1Y).

| Horizontes |                        | AD<br>Água<br>disponível<br>(%) | Da<br>Densidade<br>aparente | h<br>Espessura<br>da camada<br>de água<br>(mm) | ha<br>Espessura<br>acumulada<br>de água<br>(mm) | $\frac{h}{H}$ |
|------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|---|---------------|
| Símbolo    | H<br>Espessura<br>(mm) |                                 |                             |  |   |               |
| A1         | 140                    | 2,39                            | 1,29                        | 4,35   | 4,35  | 0,031         |
| A2         | 180                    | 1,40                            | 1,32                        | 3,33   | 7,68  | 0,019         |
| A3         | 200                    | 1,63                            | 1,35                        | 3,01   | 10,69   | 0,015         |
| B1         | 200                    | 1,03                            | 1,33                        | 2,74   | 13,43   | 0,014         |
| B21        | 680                    | 2,88                            | 1,29                        | 25,45  | 38,88   | 0,037         |
| B22        | 400                    | -                               | 1,31                        | -  | -   | -             |

Tabela 17 - Balanço Hídrico na Terra Roxa Estruturada Epieutrófica (Perfil 1 Am)  
do Sudeste da bacia

| Meses | Temp.<br>OC | Evap.<br>Potenc. Precip.<br>(EP)<br>mm | Precip.<br>(P)<br>mm | P - EP<br>mm | Camada de Solo<br>mm |            |             | A<br>mm | Exc<br>mm | u<br>mm | D<br>mm |
|-------|-------------|--|----------------------|--------------|----------------------|------------|-------------|---------|-----------|---------|---------|
|       |             |  |                      |              | com AD               | sem AD     | AD          |         |           |         |         |
| J     | 26,7        | 131,4                                  | 188,5                | -            | 57,1                 | 0 - 2000   | -           | -       | 57,1      | -       | -       |
| F     | 26,4        | 129,9                                  | 147,6                | -            | 17,7                 | 0 - 2000   | -           | -       | 17,7      | -       | -       |
| M     | 25,1        | 123,4                                  | 137,6                | -            | 14,2                 | 0 - 2000   | -           | -       | 14,2      | -       | -       |
| A     | 21,7        | 106,8                                  | 118,2                | -            | 11,4                 | 0 - 2000   | -           | -       | 11,4      | -       | -       |
| M     | 19,0        | 93,5                                   | 133,6                | -            | 40,1                 | 0 - 2000   | -           | -       | 40,1      | -       | -       |
| J     | 17,2        | 84,6                                   | 125,6                | -            | 41,0                 | 0 - 2000   | -           | -       | 41,0      | -       | -       |
| J     | 16,6        | 81,7                                   | 80,6                 | 1,1          | -                    | 319 - 2000 | 0 - 319     | -       | -         | 1,1     | -       |
| A     | 18,4        | 90,5                                   | 123,5                | -            | 33,0                 | 0 - 357    | 357 - 2000  | 33,0    | -         | -       | -       |
| S     | 20,4        | 100,4                                  | 132,9                | -            | 32,5                 | 0 - 608    | 608 - 2000  | 32,5    | -         | -       | -       |
| O     | 22,5        | 110,7                                  | 192,8                | -            | 82,1                 | 0 - 1325   | 1325 - 2000 | 82,1    | -         | -       | -       |
| N     | 24,6        | 121,0                                  | 163,8                | -            | 42,8                 | 0 - 1736   | 1736 - 2000 | 42,8    | -         | -       | -       |
| D     | 26,3        | 129,4                                  | 149,1                | -            | 19,7                 | 0 - 2000   | -           | 19,7    | -         | -       | -       |
| Ano   | 22,0        | 1298,0                                 | 1701,6               | -            | 395,6                | -          | -           | 210,1   | 181,5     | 1,1     | -       |

AD = Água disponível; A = Acumulada; Exc = Excesso; u = Utilizada; D = Déficit

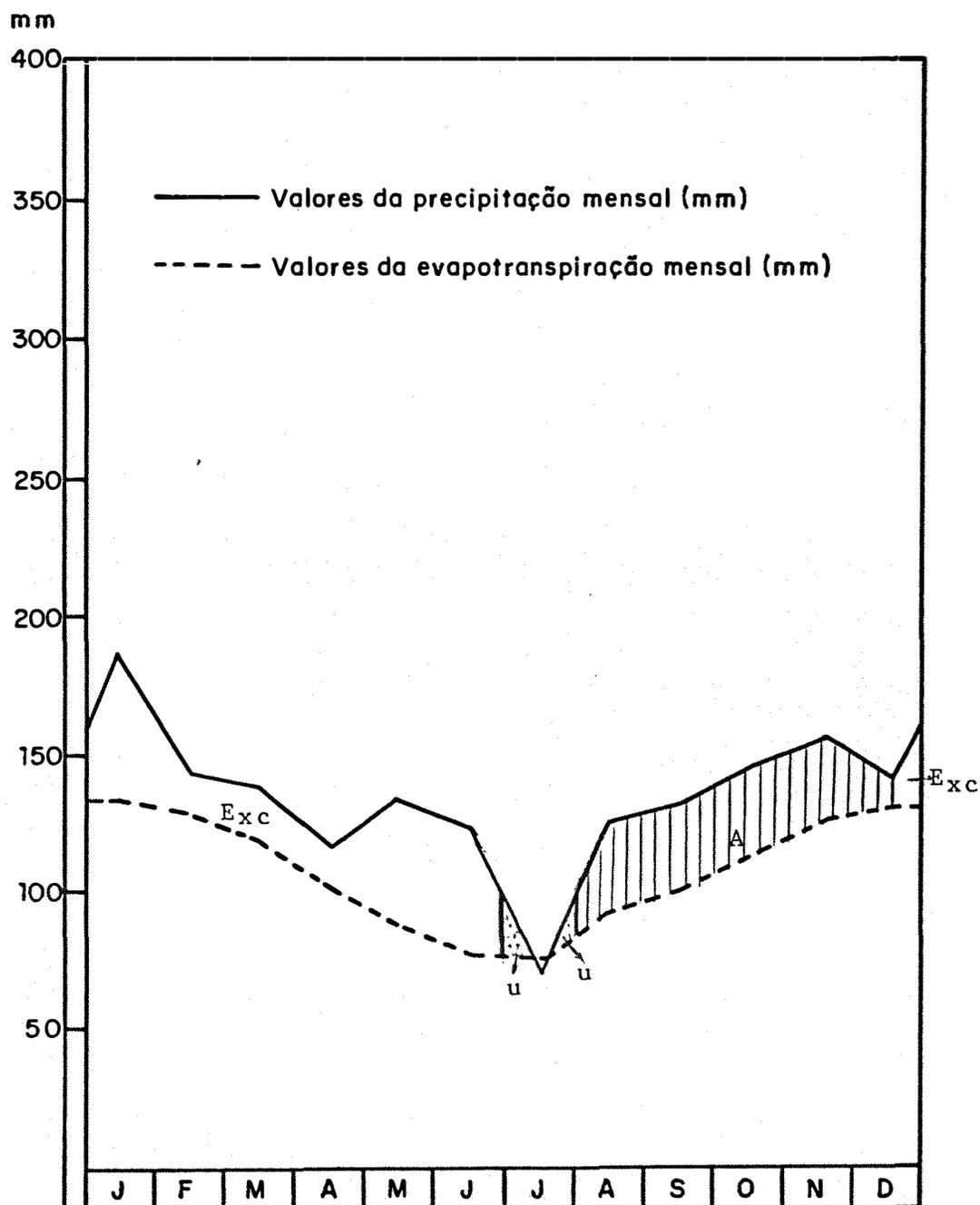


Figura 5 - Distribuição das chuvas, evapotranspiração potencial e balanço hídrico na Terra Roxa Estruturada (Perfil 1 A<sub>m</sub>), do Sudeste da bacia.

Tabela 18 - Balanço Hídrico no Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico Distrófico (Perfil 5Y) do Oeste da Bacia

| Meses | Temp. OC | Evap. Potenc. (EC) mm | Precip. (P) mm | P - EP mm |       | Camada de Solo mm |             | A     | Exc  | u    | D |
|-------|----------|-----------------------|----------------|-----------|-------|-------------------|-------------|-------|------|------|---|
|       |          |                       |                | -         | +     | com AD            | sem AD      |       |      |      |   |
| J     | 26,8     | 131,8                 | 178,3          | -         | 46,5  | 0 - 1100          | -           | -     | 46,5 | -    | - |
| F     | 26,3     | 129,4                 | 127,7          | 1,7       | -     | 710 - 1100        | 0 - 731     | -     | -    | 1,7  | - |
| M     | 24,8     | 122,0                 | 167,3          | -         | 45,3  | 0 - 1031          | 1031 - 1100 | 45,3  | -    | -    | - |
| A     | 22,1     | 108,7                 | 126,7          | -         | 18,0  | 0 - 1100          | -           | 18,0  | -    | -    | - |
| M     | 19,5     | 95,9                  | 126,7          | -         | 30,8  | 0 - 1100          | -           | 30,8  | -    | -    | - |
| J     | 17,2     | 84,6                  | 193,3          | -         | 108,7 | 0 - 1100          | -           | 50,8  | 47,9 | -    | - |
| J     | 17,1     | 84,1                  | 56,9           | 27,2      | -     | 777 - 1100        | 0 - 777     | -     | -    | 27,2 | - |
| A     | 18,8     | 92,5                  | 105,0          | -         | 12,5  | 0 - 445           | 445 - 1110  | 12,5  | -    | -    | - |
| S     | 20,3     | 99,9                  | 121,2          | -         | 21,3  | 0 - 1100          | -           | 21,3  | -    | -    | - |
| O     | 22,7     | 111,7                 | 166,3          | -         | 54,6  | 0 - 1100          | -           | 50,8  | 3,8  | -    | - |
| N     | 24,5     | 120,5                 | 154,4          | -         | 33,9  | 0 - 1100          | -           | 33,9  | -    | -    | - |
| D     | 26,6     | 130,9                 | 145,4          | -         | 14,5  | 0 - 1100          | -           | 14,5  | -    | -    | - |
| Ano   | 22,2     | 1310,0                | 1529,3         | -         | 386,1 |                   |             | 287,9 | 98,2 | 28,9 |   |

AD = Água disponível; A = Acumulada; Exc = Excesso; u = Utilizada; D = Déficit

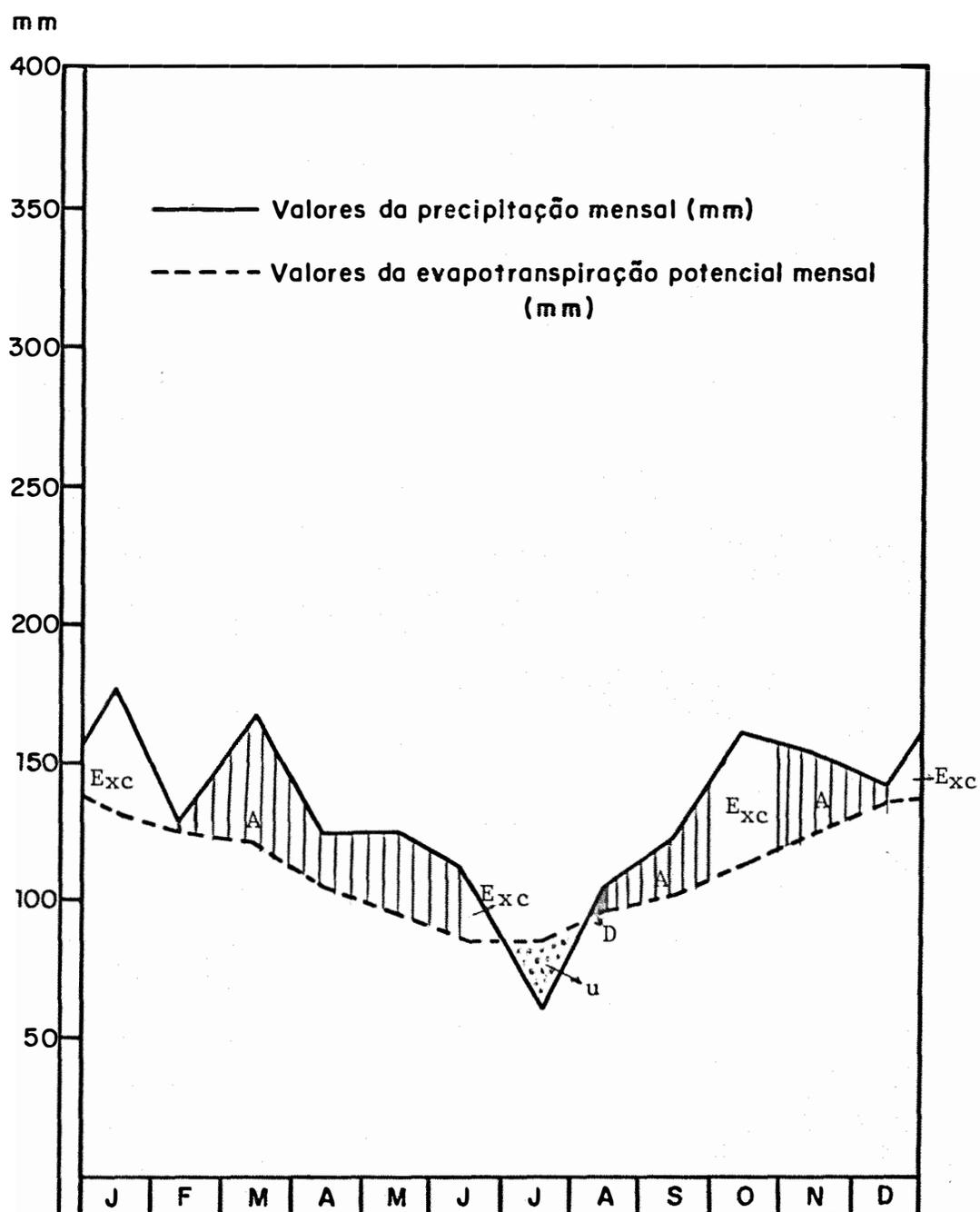


Figura 6 - Distribuição das chuvas, evapotranspiração potencial e balanço hídrico no Solo Podzólico Vermelho Amarelo do Oeste da bacia.

## 4. RESULTADOS

Os dados obtidos das informações básicas e dos levantamentos foram interpretados individualmente e conduziram aos resultados apresentados a seguir.

### 4.1. Solos

Este recurso natural foi estudado em toda a área da bacia do rio Acaray e classificado taxonomicamente e mapeado a nível de reconhecimento detalhado.

Foram selecionadas quatro sub-bacias representativas quanto à natureza e uso dos solos, vegetação e condições humanas. Realizou-se um levantamento semidetalhado de solos com o objetivo de classificação em classes de capacidade de uso para posteriormente, se proceder à recomendação das

práticas de manejo conservacionista em dois níveis tecnológicos.

Dentre os fatores pedogenéticos estudados, encontrou-se correlação mais alta entre materiais geológicos e natureza dos solos. Em segundo lugar, a correlação mais alta foi entre as formas do relevo e solo e, em terceiro lugar, o solo se correlacionou com o clima e a vegetação. Por essa razão, considerou-se o solo em áreas geológicas, e em unidades geomorfológicas para a apresentação dos resultados.

#### 4.1.1. Área de dominância do basalto

Na área onde predominam as rochas basálticas, o relevo se apresenta suavemente ondulado, com declives medianos a longos e declividade de 3 a 8%. A densidade de drenagem é baixa e os cursos d'água são pouco orientados, com controle estrutural alto, sendo a sua angularidade alta e a drenagem do tipo sub-paralelo. Nas proximidades do Rio Paraná, as ondulações são cortadas pelos cursos d'água, originando cascatas. Esta unidade denomina-se "Paleo-planície com terraços baixos, médios e altos", ou "área de sedimentos basálticos", que compreende a terça parte das terras altas da bacia do Rio Acaray (Figura 1 - Apêndice). Para uma descrição mais precisa e para recomendações de práticos de manejo foi selecionada a sub-bacia do Arroio-mi do Sul (sub-bacia número 4)

apresentada na Figura 5 do Apêndice.

Nesta unidade geomorfológica foram identificadas e caracterizadas as seguintes Unidades de solo.

- Terra Roxa Estruturada Epieutrófica, argilosa de floresta latifoliada, o que corresponde a um Paleudalf Rhódico, argiloso, cauli-montmorilonítico, mesotérmico.
- Terra Roxa Estruturada Latossólica, Distrófica, argilosa, de floresta latifoliada, o que corresponde a um Paleudult Óxico, argiloso, cauli-oxídico, mesotérmico.
- Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, argiloso de floresta latifoliada, o que corresponde a um Haplorthox Típico, argiloso, cauli-oxídico, mesotérmico.

Todos os solos citados são de relevo suavemente ondulado, com declividades de 2 a 8%, declives longos, com exceção da Terra Roxa que apresenta declive mais curto.

São solos profundos, especialmente os Latossolos. A Terra Roxa, nas proximidades do Rio Paran, encontra-se associada a Litossolos de basalto, na parte alta das encostas, sendo bem drenadas, de boa aeração, alta porosidade e boa penetrabilidade às raízes. Os horizontes são pouco dife -

renciados e de cor uniforme em todo o perfil. A sequência de horizontes normalmente é A<sub>1</sub>; A<sub>3</sub>/B<sub>1</sub>; B<sub>2</sub>; B<sub>3</sub>; C, sendo raro encontrar-se o horizonte C por estar, em geral, a mais de 300 cm de profundidade. A transição entre o horizonte A e o B é clara e gradual e entre os sub-horizontes B é difusa, ou não identificável. A textura é argilosa, desde a superfície, exceto para o caso do Latossolo Vermelho-Escuro que, em muitas áreas apresenta um horizonte A arenoso. A estrutura é em blocos subangulares, bem desenvolvida na Terra Roxa, com cerosidade ou cutans moderados de argila, cuja espessura apresenta certa orientação nas faces laterais dos agregados. Para o Latossolo Roxo a estrutura é em blocos subangulares, fracamente desenvolvida e sem cutans ou cerosidade nas faces dos elementos estruturais.

A Terra Roxa é ligeiramente ácida, embora, a Terra Roxa Latossólica e o Latossolo Vermelho-Escuro sejam, respectivamente, ácido e fortemente ácido. O pH em água sempre é mais elevado do que o pH em Cloreto de potássio normal (KCl 1N), dando em todos uma diferença negativa, que indica sua característica oxídica e caulinítica, com um potencial de fixação de fosfato de médio a alto, de acordo com MEKARU e UEHARA (1972) e CENTURIÓN (1973). Apresentam efervescência com água oxigenada, tanto a Terra Roxa Estruturada quanto Terra Roxa Estruturada Latossólica em todo o perfil, devido à presença de nódulos de precipitados de manganês. O Latossolo

Vermelho-Escuro, no entanto, não apresenta efervescência, servindo aquela reação, como indicador para separar os solos derivados de basalto dos derivados de outras rochas (DEMATTE, 1981; OLIVEIRA, MENK e ROTTA, 1979). Esses solos são bem supridos de cálcio e de magnésio e sem problemas de excesso de alumínio solúvel, com exceção daqueles que ocorrem em algumas microáreas especiais. O nível de potássio disponível de médio a baixo. A saturação em bases do complexo sortivo é maior, em geral, do que 35% e no caso da Terra Roxa, no horizonte A, está acima de 50%, o que indica uma boa fertilidade.

A composição mineral da fração grosseira deste solo é dominada por minerais pesados como a turmalina, zircônio e pelos opacos (como Magnetita, Silimanita, Estauroлита e outros, Tabelas 20 e 23).

Quanto à fração argila, a Terra Roxa Estruturada apresenta a seguinte sequência de argilo minerais: caulinita, montmorilonita, vermiculita, clorita e mica (Figuras 7a e 7b), o que muda para os Oxissolos que apresentam a seguinte ordem: caolinita, vermiculita, clorita e mica. Entre a Terra Roxa Estruturada e o Latossolo Roxo, mineralogicamente existem poucas diferenças; apenas, a presença de mais óxidos de ferro no último; o que se evidencia pela quantidade de liminha de minerais magnéticos que se acumula nos sulcos de erosão no Latossolo Roxo. Para diferenciar os dois solos dever-

se-ia realizar, também, a determinação da gibbsita (ANDRADE et alii, 1975 e MONIZ e OLIVEIRA, 1973). O Latossolo Vermelho Escuro aparentemente, tem menos óxido de ferro, porque nos sulcos, quase não aparecem minerais magnéticos. Este solo, também, apresenta dominância de caulinita na fração argila, como está indicado na Figura 10a e 10b.

A capacidade de armazenamento de água, no perfil, é alta. No caso de Terra Roxa Estruturada, é muito alta em relação aos Latossolos. Os dados de capacidade armazenamento de água estão apresentados na Tabela 15.

O índice de erodibilidade (K) varia entre estes solos. Para a Terra Roxa Estruturada, o valor no horizonte superior é de 0,24 e para os Latossolos, é menor do que 0,20. Estes valores foram obtidos pelo método do nomograma de WISCHMEIER et alii (1971). Estes valores são mais altos do que os obtidos por HENKLAIN (1980); mas, são mais baixos do que os obtidos pela medição direta da erodibilidade sob chuva natural e simulada. Estas discrepâncias precisam ser tratadas com mais experimentação e estudo do comportamento dos solos.

Para uma análise mais detalhada dos resultados de cada solo, para se indicar as limitações para o seu uso agropecuário e florestal e para a recomendação de uso e de manejo conservacionista os solos serão descritos individualmente a seguir:

4.1.1.1. TERRA ROXA ESTRUTURADA Epieutrófica,  
argilosa de floresta latifoliada, ou  
Paleudalf Rhódico, argiloso, cauli-  
montmorilonítico, mesotérmico

Apresenta-se nas margens do Rio Paran , ou set-  
tor leste da bacia, dentro da Unidade Geomorfológica do "Ter-  
raço Baixo" da Paleoplan cie. Ocupa uma faixa de largura va-  
ri vel de 12 a 15 km no setor leste ou marginal do rio Paran ;  
no entanto, a presença deste solo pode aparecer nas margens  
do rio Acaray aquém da linha de 20 km do Rio Paran , dependen-  
do da sua posi o topográfica.

Desenvolveu-se sob vegeta o de floresta em  
clima que varia de tropical úmido a temperado úmido, mesot r-  
mico sem défice de água no perfil durante o ano, exce o de  
alguns períodos muito curtos no inverno.

Estende-se numa área contínua interrompida,  
apenas, por alguns córregos e arroios encaixados e alguns  
aflorentos de rocha nas partes mais altas.

O uso atual   de 50% para agricultura, com cul-  
turas de milho, soja, trigo, mandioca e pastagens, cultivada  
num sistema de semimecaniza o com baixa aplica o de pr ti-  
cas simples e intensivas de conserva o dos solos, de acordo

com a capacidade de uso.

São de boa produtividade agrícola; no entanto, apresentaram sintomas de deficiências de fósforo. Apresentam média a baixa susceptibilidade à erosão hídrica; no entanto, a erosividade da chuva, para a área é maior do que na parte oeste da bacia. A adaptação para o uso agrícola foi realizada, na maioria dos casos, com máquinas pesadas com trator-de esteira com lâmina, observando-se desvantagens, como a de aumentar a densidade do solo e remover a matéria orgânica da camada superficial.

Os seus fatores limitantes ao uso agrícola são: susceptibilidade à erosão e deficiência de fertilidade, devido à alta capacidade de fixação de fosfatos (CENTURIÓN, 1973). Estas limitações manifestam-se nos níveis naturais e em condições de melhoramento e uso intensivo.

Algumas práticas que poderiam ser sugeridas para melhorar a utilização intensiva e contínua para exploração agrícola deste solo são:

- práticas simples e intensivas de controle da erosão, desde o início da exploração;
- adubação de manutenção e correção, quando necessárias;

- recomendação de culturas cujo ciclo vegetativo não seja prejudicado pelas geadas moderadamente fortes e periódicas, especialmente, nas áreas a mais de 3 km do Rio Paraná.

Em continuação, apresentam-se os dados resultantes de estudos descritivos e analíticos da unidade taxonômica denominada Terra Roxa Estruturada Epieutrôfica de floresta latifoliada. Os resultados das análises físicas e químicas estão contidos na Tabela 19, os resultados das análises mineralógicas, na Tabela 20 e os difratogramas de raio-X nas Figuras 7a e 7b, respectivamente.

## DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 1 Am.

DATA: 21 de agosto de 1977.

CLASSIFICAÇÃO: TERRA ROXA ESTRUTURADA Epieutrófica, argilosa de floresta latifoliada.

Paleudult Óxico, argiloso, cauli-montmorilonítico, mesotérmico.

UNIDADE DE MAPEAMENTO:  $\frac{TE1}{B p}$  ep - fl

LOCALIZAÇÃO: Distrito de Colônia Presidente Stroessner. Departamento Alto Paraná, setor sudoeste da bacia do Rio Acaray a 8,5 km da entrada nº 7

SITUAÇÃO: Parte superior e média com declividade de 3 % , cobertura vegetal retirada, tendo a destoca sido feita manualmente.

ALTITUDE: 240 m.s.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas eruptivas básicas do grupo São Bento, Formação Serra Geral, do Cretáceo Inferior.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da meteorização ou saprófito resultante das rochas acima mencionadas.

- RELEVO: Suavemente ondulado, com declives longos de 0,5 a 0,6 km de comprimento.
- EROSÃO: Não aparente nas áreas de uso agrícola por mais de 5 anos e nas estradas aparecem sulcos de erosão superficiais e comuns.
- DRENAGEM: Bem drenado.
- VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical de clima úmido latifoliada, sub-perenifólia.
- USO ATUAL: A serem incorporados para a agricultura, com culturas de milho, mandioca e soja.
- CLIMA: Sub-tropical úmido sem déficit de água.
- DESCRITO E COLETADO POR: Patrocínio Alonso Jara.
- DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:
- A1 0- 35 cm; bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4, úmido); argilo-siltosa; blocos subangulares, médios moderados; cerosidade moderada e comum; ligeiramente duro, firme; plástico e pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B21t 35- 70 cm; vermelho acinzentado escuro (10R 3/4, úmido); argiloso; blocos subangulares médios, forte; cerosidade forte e comum; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição ondulada e gradual.

B22t 70-120 cm; vermelho escuro (10R 3/6, úmido); argiloso; blocos subangulares, médios, fortes; cerosidade forte e abundante; duro, firme, muito plástico e pegajoso; transição ondulada e difusa.

B23t 120-200+cm; vermelho escuro (10R 3/6, úmido); argiloso; blocos subangulares, médios, fortes; cerosidade forte e abundante; duro, firme, muito plástico e pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Muitas raízes médias e grossas nos A1 e B21, poucas no B22 e raras no B3. Todo o perfil é muito poroso, sendo o tamanho dos poros variável de pequenos a médios.

Tabela 19 - Resultados das análises físicas e químicas da Terra Roxa Estruturada Epieutrófica (Perfil 1Am).

| Símbolo | Horizonte<br>Profundidade<br>(cm) | Densidade |      | VPT<br>(%) | Água retida |        | Capacidade<br>de água dispo-<br>nível (cm <sup>3</sup> /100<br>cm <sup>3</sup> de TFSE) |
|---------|-----------------------------------|-----------|------|------------|-------------|--------|---|
|         |                                   | Aparente  | Real |            | 1/3 atm     | 15 atm |   |
| A1      | 0- 35                             | 1,25      | 2,62 | 52         | 28,8        | 21,4   | 9,2   |
| B21t    | 35- 70                            | 1,31      | 2,55 | 49         | 32,6        | 25,5   | 9,2   |
| B22t    | 70-120                            | 1,30      | 2,58 | 49         | 36,5        | 28,6   | 10,2  |
| B23t    | 120-200                           | 1,28      | 2,41 | 47         | 38,0        | 29,8   | 10,5  |

| Composição granulométrica<br>Dispersão com NaOH 5 % + Oxalato de Na Saturado |      |      |      |      |       |       |        | Classe<br>Textural |
|--|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------------------|
| Areia  |      |      |      |      |       | Silte | Argila |                    |
| mg   | g    | m    | f    | mf   | total |       |        |                    |
| 0,70   | 0,50 | 5,65 | 4,20 | 5,30 | 16,40 | 42,20 | 41,40  | Argilo-siltosa     |
| 0,40   | 0,70 | 2,50 | 6,70 | 2,60 | 12,94 | 15,16 | 71,90  | Argilosa           |
| 0,20   | 0,80 | 2,80 | 5,30 | 2,70 | 11,78 | 14,04 | 74,18  | Argilosa           |
| 0,20   | 1,90 | 3,20 | 1,90 | 4,02 | 11,22 | 16,08 | 72,70  | Argilosa           |

| CTC   | Complexo sortivo (e.mg/100 g)       |                |                   |     |     | V<br>(%) | 100 x Al <sup>+++</sup><br>Al <sup>+++</sup> + S |
|-------|-------------------------------------|----------------|-------------------|-----|-----|----------|--|
|       | Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | P   | S   |          |  |
| 18,20 | 8,8                                 | 0,9            | 0,0               | 0,1 | 9,7 | 53       | 0  |
| 18,40 | 7,9                                 | 0,6            | 0,0               | 0,1 | 8,5 | 46       | 0  |
| 18,35 | 5,6                                 | 0,4            | 1,1               | 0,1 | 4,0 | 33       | 21   |
| 16,30 | 6,4                                 | 0,2            | 0,7               | 0,1 | 6,6 | 41       | 10   |

| H <sub>2</sub> O | pH  |     | Δ pH | C<br>% | M.O.<br>% |
|------------------|-----|-----|------|--------|-----------|
|                  | KCl | 1 N |      |        |           |
| 6,2              | 5,8 |     | -0,4 | 1,4    | 2,4       |
| 6,1              | 5,9 |     | -0,2 | 0,8    | 1,4       |
| 6,0              | 4,8 |     | -1,2 | 0,3    | 0,5       |
| 6,0              | 5,5 |     | -0,5 | 0,1    | 0,2       |

Tabela 20 - Resultados das análises mineralógicas da Terra Roxa Estruturada. (Perfil 1Am).

| Minerais<br>Pesados |    | Horizontes |     |     |     |     |     |     |     |    | Minerais<br>Leves      |
|---------------------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------------------------|
|                     |    | A1         | B21 | B22 | B23 | B23 | B22 | B21 | A1  |    |                        |
| Zirconita           | Nº | 30         | 44  | 30  | 19  | 287 | 198 | 190 | 224 | Nº | Quartzo                |
|                     | %  | 14         | 24  | 14  | 6   |     |     |     |     | %  |                        |
| Turmalina           | Nº | 30         | 10  | 16  | 32  | 35  | 25  | 27  | 32  | Nº | Feldspato<br>Potássico |
|                     | %  | 14         | 5   | 7   | 9   |     |     |     |     | %  |                        |
| Magnetita           | Nº | 58         | 4   | 3   | 42  |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  | 28         | 2   | 1   | 12  |     |     |     |     |    |                        |
| Rutilo              | Nº | 6          | -   | -   | 12  |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  | 3          |     |     | 3   |     |     |     |     |    |                        |
| Estaurolita         | Nº | 11         | 17  | 23  | 40  |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  | 5          | 9   | 10  | 12  |     |     |     |     |    |                        |
| Ilmenita            | Nº | -          | -   | -   | -   |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  |            |     |     |     |     |     |     |     |    |                        |
| Muscovita           | Nº | 3          | -   | 22  | 26  |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  | 2          |     | 10  | 8   |     |     |     |     |    |                        |
| Hornblenda          | Nº | 11         | 9   | 12  | 30  |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  | 5          | 5   | 5   | 9   |     |     |     |     |    |                        |
| Silimanita          | Nº | 11         | -   | 13  | 20  |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  | 5          |     | 6   | 6   |     |     |     |     |    |                        |
| Cianita             | Nº | 16         | 32  | 47  | 36  |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  | 8          | 18  | 21  | 10  |     |     |     |     |    |                        |
| Monazita            | Nº | 4          | 12  | 12  | 10  |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  | 2          | 7   | 5   | 3   |     |     |     |     |    |                        |
| Titanita            | Nº | 11         | -   | 2   | 2   |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  | 5          |     | 1   | 1   |     |     |     |     |    |                        |
| Cloritóides         | Nº | 18         | 10  | 10  | 22  |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  | 9          | 6   | 5   | 6   |     |     |     |     |    |                        |
| Opacos              | Nº | -          | 44  | 30  | 54  |     |     |     |     |    |                        |
|                     | %  |            | 24  | 14  | 16  |     |     |     |     |    |                        |

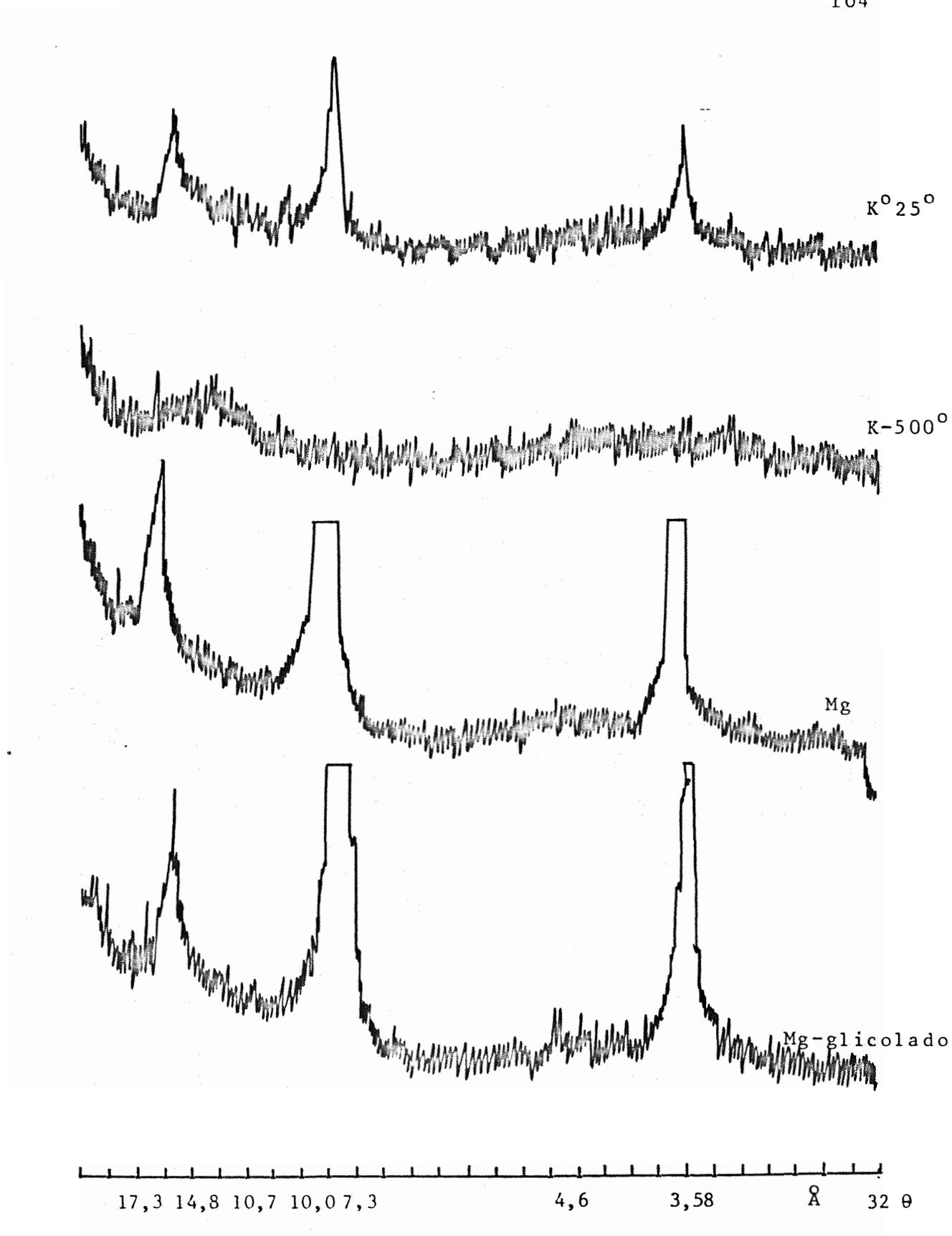


Figura 7a - Difratoograma de Raio X da fração argila do horizonte B21.  
Terra Roxa Estruturada (Perfil 1Am).

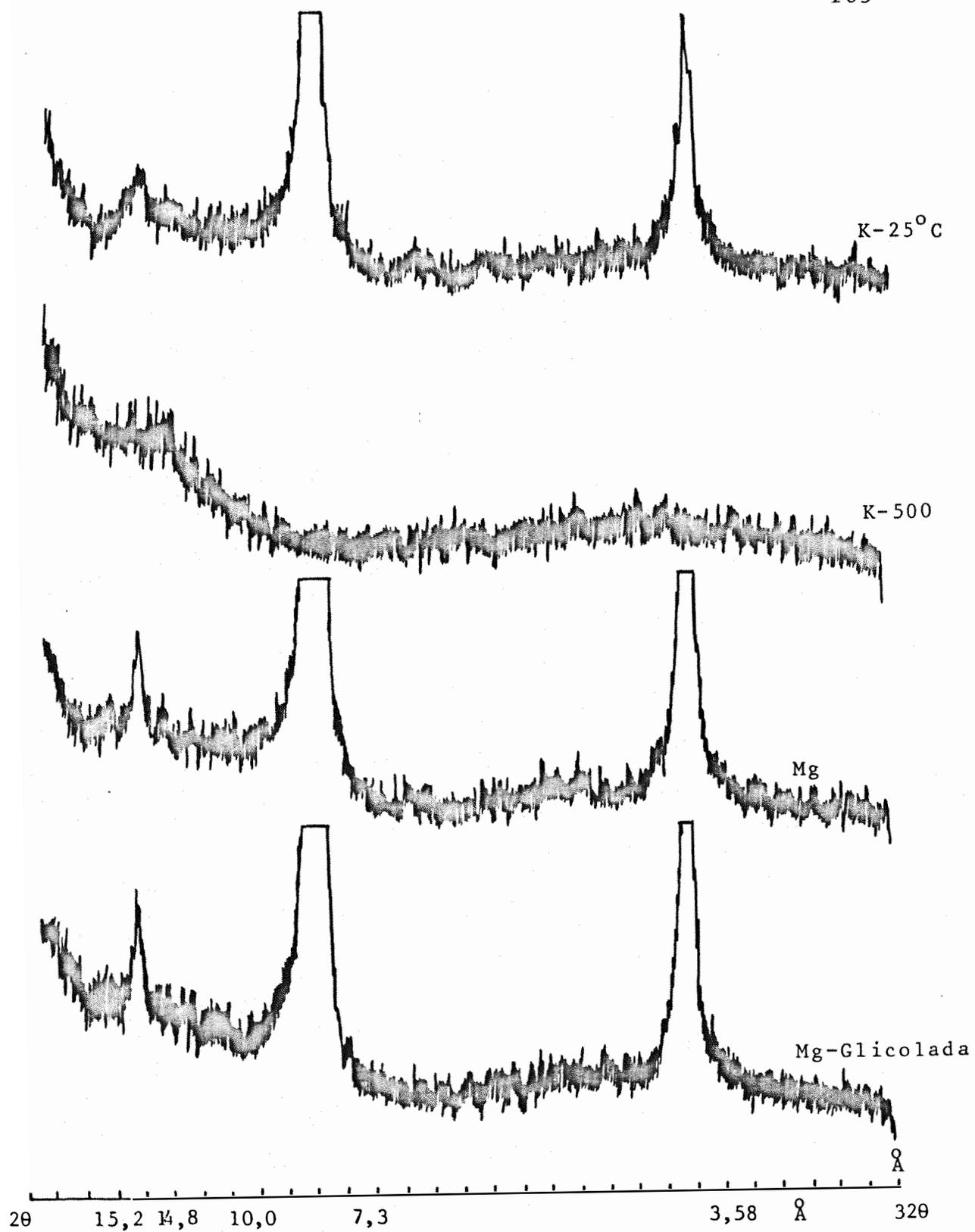


Figura 7b - Difratoograma de Raios-X, da fração argila do horizonte B22.  
Terra Roxa Estruturada (Perfil 1Am).

## 4.1.1.2. TERRA ROXA ESTRUTURADA LATOSSÓLICA

Distrófica, argilosa, de floresta latifoliada ou Paleudult Óxico, argiloso, cauli-oxídico mesotérmico

É o solo que se apresenta na faixa oeste à Terra Roxa Estruturada, sendo o limite muito difuso entre as duas unidades. Também desenvolve-se na área de dominância basáltica da bacia do Rio Acaray na unidade geomorfológica "Terraço Alto" que é ligeiramente ondulado.

Solo muito profundo, formado a partir dos detritos de rochas eruptivas básicas, com sequência de horizontes A, B e C, de difícil diferenciação devido à transição difusa ou gradual entre os horizontes. As cores vermelho escuro e bruno avermelhado escuro são normais para estes solos, assim como os matizes 2,5YR no horizonte superficial e 10R nos horizontes inferiores. A tonalidade é sempre de 3 e a intensidade varia de 3 a 6. Com os tratamentos preliminares, a cor das amostras varia muito. A textura varia pouco entre os horizontes sendo predominantemente argilosa, com pequeno gradiente textural. Apresenta estruturação granular ou em blocos subangulares médios que sempre se desfazem em grânulos. São muito porosos, com consistência moderada, quase macia, quando seco; friável, quando úmido e plástica e pegajosa, quando molhado.

Apresentam minerais magnéticos em abundância na superfície exposta à erosão hídrica ou nos leitos de drenagem superficial.

A sua formação se deu sob a influência de clima mesotérmico úmido a sub-úmido e sem estação seca; porém, podendo ter curtos períodos de déficit de água no perfil durante as estiagens de inverno.

A vegetação primária foi de floresta tropical e transição para sub-tropical, com dominância de espécies de árvores altas sub-caducifolias, tais como: peroba (Aspidosperma australe), petereby (Cordia trichotoma), yvyra-rô (Pterogyne nitens), cedro (Cedrela tubiflora), Ipê (Tabebuia sp.) e geralmente, palmito (Euterpe edulis)

O uso atual é de agricultura cada vez mais intensiva, sendo as principais culturas a da soja, milho, mandioca, trigo, menta e hortaliças, quase todas semimecanizadas e com baixa aplicação de práticas de manejo e conservação de solo.

A população que trabalha este solo é heterogênea; compõe-se de empresários de origem alemã, brasileira, japonesa e paraguaia, cuja tecnologia e capital são de nível médio e alto. As propriedades variam em tamanho desde 25 até

mais de 1000 ha. Atualmente, 50% da área está sendo utilizada para a agricultura, com tecnologia semimecanizada, 25% com pastagens e os outros 25% não estão sendo utilizados.

A pressão demográfica na região desses solos assim como sobre os Latossolos Vermelho-Escuros é forte, atualmente, razão porque o nível tecnológico de manejo deve mudar para um nível mais alto e mais eficiente para minorar a degradação do solo.

A erodibilidade deste solo é igual, ou menor do que a da Terra Roxa Estruturada, devido às condições físicas e profundidade efetiva. O valor dessa propriedade baixa, quando o horizonte A diminui ou está misturado com o horizonte B, no momento da derrubada da floresta que é feita com trator equipado com lâmina.

Para a mecanização, não apresenta nenhum impedimento.

Os fatores limitantes para o uso agrícola são a suscetibilidade à erosão, principalmente, em condições de manejo a nível alto; além da deficiência de fertilidade, que pode se apresentar desde um nível forte a ligeiro e deficiência de água ligeira, em algum período de alguns anos.

As práticas básicas para melhorar a sua utilização agrícola devem incluir:

- Controle da erosão hídrica, desde o início da exploração agrícola.

- Adubação de manutenção e de correção. Dever-se-á prestar especial atenção à adubação fosfatada devido à possibilidade de ocorrer fixação.

- Controle das geadas ou evitar cultura que, em algum período do ciclo vegetativo, sejam sensíveis às baixas temperaturas.

- Controle da acidez, uma vez que a acidificação, geralmente, é rápida, devido ao uso do solo e perda da matéria orgânica do horizonte A.

Em continuação, apresentam-se os dados dos estudos descritivos e analíticos desta unidade taxonômica denominada Terra Roxa Estruturada Latossólico Distrófica. Os resultados das análises físicas e químicas encontram-se na Tabela 21 os quais referem-se ao Perfil 2 Am.

## DESCRIBÇÃO GERAL

PERFIL: 2Am

DATA: 21 de agosto de 1977.

CLASSIFICAÇÃO: TERRA ROXA ESTRUTURADA LATOSSÓLICA Distrófica, argilosa de floresta latifoliada. Paleudult Óxico, argiloso, cauli-oxídico mesotérmico.

UNIDADE DE MAPEAMENTO:  $\frac{L R 1}{B - p}$  d-f1

LOCALIZAÇÃO: Distrito e Colonia Presidente Stroessner, Departamento do Alto Paraná, setor sudeste da bacia do Rio Acaray, dentro da sub-bacia do Arroio Acaray-mi.

SITUAÇÃO: Meia encosta inferior com declividade de 3 %, no km 17 da Estrada nº 7. Trincheira de 1,5 m. Cobertura vegetal constituída de culturas, tendo a derrubada sido feita há mais de dez anos.

ALTITUDE: 250 m.d.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas eruptivas básicas do grupo São Bento, Formação Serra Geral, do Cretáceo Inferior.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da meteorização ou saprólito resultante das rochas acima mencionadas.

- RELEVO: Suavemente ondulado, com declives medianamente longos de 1 a 1,5 km.
- EROSÃO: Laminar ligeira e sulcos superficiais pouco frequentes.
- DRENAGEM: Bem drenado.
- VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical úmido, latifoliada.
- USO ATUAL: Agrícola, com culturas de mandioca, soja, menta e milho.
- CLIMA: Sub-tropical úmido sem déficit de água.
- DESCRITO E COLETADO POR: Patrocínio Alonso Jara.
- DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:
- Ap 0- 28 cm; bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4, úmido) ; franca argilosa; blocos subangulares médios a finos moderados, que se rompem granular médio ; cerosidade moderada comum; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B21t 28- 59 cm; vermelho escuro (10R 3/6 úmido); argila; blocos subangulares, médios, moderados que se rompe em granular médio moderado; cerosidade forte e comum; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição ondulada e gradual a difuso.

B22t 59- 80 cm; bruno avermelhado (10R 3/4 úmido); argila ; blocos subangulares médios fortes; cerosidade forte e abundante; duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; transição ondulada e difusa.

B23t 80-120+cm; bruno avermelhado (10R 3/4, úmido); argila; blocos subangulares médios, fortes, que se desfazem em granular média, moderada; cerosidade abundante e forte; duro, friável, muito plástico e pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Nos horizontes Ap e B21t apresenta alta porosidade de tamanho médio e grande. No horizonte B22t apresenta poros pequenos. As raízes são grandes e médias, nos horizontes Ap, B21t e B22t.

Tabela 21 - Resultados das análises físicas e químicas da Terra Roxa Latossólica Distrófica (Perfil 2Am)

| Símbolo | Horizonte         | Densidade |      | VPT (%) | Água retida |        | Capacidade de água disponível (cm <sup>3</sup> /100 cm <sup>3</sup> de TFSE) |
|---------|-------------------|-----------|------|---------|-------------|--------|--|
|         | Profundidade (cm) | Aparente  | Real |         | 1/3 atm     | 15 atm |  |
| Ap      | 0- 28             | 1,31      | 2,68 | 51      | 41,26       | 26,26  | 19,65  |
| B21t    | 28- 59            | 1,34      | 2,53 | 47      | 35,82       | 24,20  | 15,57  |
| B22t    | 59- 80            | 1,32      | 2,49 | 47      | 39,80       | 23,73  | 21,21  |
| B23t    | 80-120            | 1,28      | 2,45 | 48      | 38,18       | 21,85  | 20,90  |

| Composição granulométrica (%)<br>Dispersão com NaOH 5 % + Oxalato de Na Saturado |       |        | Classe Textural |
|--|-------|--------|-----------------|
| Areia total  | Silte | Argila |                 |
| 21,29  | 41,75 | 36,96  | Franco argilosa |
| 18,57  | 33,70 | 47,73  | Argila          |
| 28,02  | 30,80 | 41,18  | Argila          |
| 22,40  | 27,40 | 50,20  | Argila          |

| CTC  | Complexo sortivo (e.mg/100 g)       |                |                   |      |     | V (%) | 100 Al <sup>+++</sup><br>Al <sup>+++</sup> +S |
|------|-------------------------------------|----------------|-------------------|------|-----|-------|---|
|      | Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | P    | S   |       |   |
| 11,4 | 4,0                                 | 0,2            | 0,0               | 0,01 | 4,2 | 37    | 0,0   |
| 11,9 | 3,9                                 | 0,2            | 0,3               | 0,02 | 4,1 | 35    | 6,8   |
| 12,1 | 4,0                                 | 0,1            | 0,7               | 0,02 | 4,1 | 34    | 14,5  |
| 10,0 | 2,5                                 | 0,1            | 1,2               | 0,03 | 2,6 | 26    | 22,6  |

| pH 1:1           |         |  | Δ pH | C % | M.O. % |
|------------------|---------|--|------|-----|--------|
| H <sub>2</sub> O | KCl 1 N |  |      |     |        |
| 6,1              | 5,8     |  | -0,3 | 0,8 | 1,4    |
| 5,9              | 5,6     |  | -0,3 | 0,7 | 1,3    |
| 5,8              | 4,8     |  | -1,0 | 0,5 | 0,8    |
| 5,6              | 5,0     |  | -0,6 | 0,1 | 0,2    |

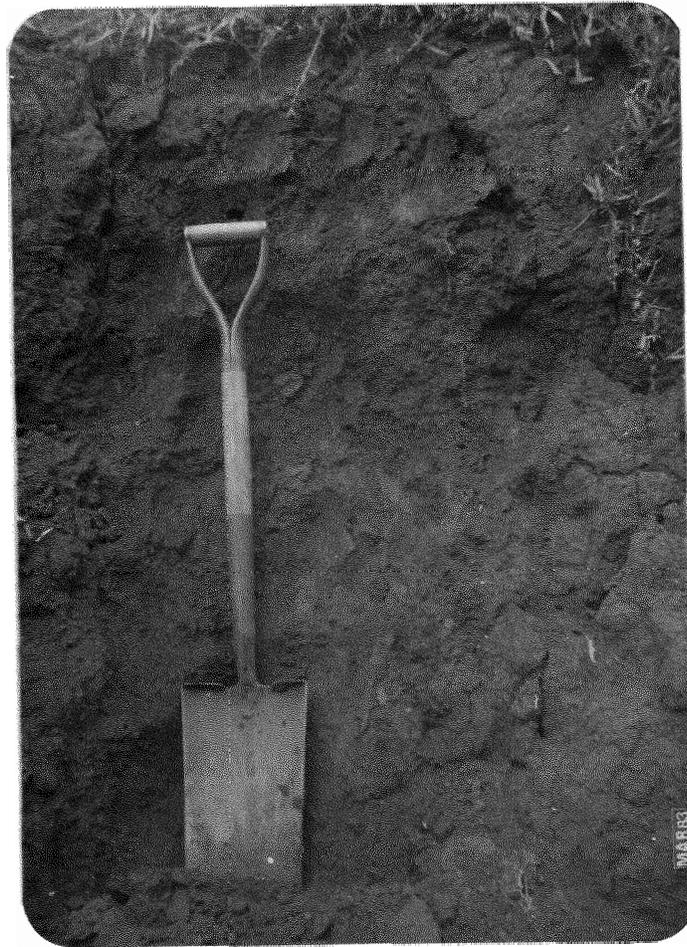


Figura 8 - Fotografia de perfil da  
Terra Roxa Estruturada  
Latossôlica Distrôfica  
(Perfil 2Am)

4.1.1.3. LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO Distrófico,  
A moderado, argiloso, de floresta la-  
tifoliada, ou Haplusthox Típico, argi-  
loso, cauli-oxídico, mesotérmico

Esta unidade taxonômica apresenta-se no centro sul e nordeste da bacia, sobre materiais derivados de basaltos, da unidade geomorfológica "Terraço muito alto, ligeiramente ondulado e aplainado". Esta unidade em algumas áreas apresenta uma transição entre o basalto e o arenito. São solos parecidos com o Latossolo Roxo, profundo, argiloso, de coloração vermelho-escura, com pouca diferenciação entre os sub-horizontes e que apresentam uma sequência de horizontes A, B e C.

A cor, ao longo do perfil, é de matiz 2,5 YR, podendo no horizonte B<sub>2t</sub> apresentar matiz 10R, tonalidade em torno de 3 e intensidade que varia de 3 a 4, no horizonte A e de 4 a 6 no horizonte B. A variação da cor entre a amostra natural e desterrada é menor do que no Latossolo Roxo.

A textura no horizonte A é de franco arenosa a franco argilo-arenosa e no horizonte B é argilosa; variando pouco a quantidade de argila ao longo do perfil. A estrutura varia de fraca e moderada granular, média a pequena no horizonte A e blocos subangulares pequenos, fracos, no horizonte

B. A porosidade é alta em todo o perfil, com poros médios e grandes. A consistência é macia ou ligeiramente dura, quando o solo está seco; friável em estado úmido, plástico e pegajoso, quando o solo está molhado.

A capacidade de troca iônica e a saturação em bases são médias, é ácido e com um conteúdo de matéria orgânica, médio, não apresentando saturação em alumínio alta nos solos recentemente desbravados.

O clima varia pouco na área onde se desenvolvem os Latossolos Roxo e Vermelho-Escuro. A precipitação anual média está entre 1600 e 1700 mm, sem estação seca no inverno; mas, no solo pode haver déficit ocasional de água.

A vegetação primária predominante é floresta sub-tropical, sub-perenifolia com espécies de árvores altas em menor número de espécies do que na área do Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada.

Este solo é intensamente utilizado com culturas de mandioca, algodão, soja, milho e fumo. A população humana é heterogênea, sendo constituída de japoneses, brasileiros, alemães, menonitas canadenses e paraguaios. O tamanho das propriedades agrícolas varia de 10 a 100 hectares.

Os fatores limitantes para o uso agrícola são semelhantes aos do Latossolo Roxo Distrófico, tais como:

Deficiência ligeira de fertilidade;

Deficiência de água de ligeira ou nula no perfil;

Suscetibilidade ligeira à erosão hídrica:

Limitação nula ao uso de implementos motomecanizados.

As práticas básicas para melhorar a sua utilização agrícola são semelhantes às que foram sugeridas para a Terra Roca Estruturada.

Controle da erosão hídrica, desde o início da exploração agrícola;

Adubação de correção e de manutenção, calagem periódica, quando necessário. Dever-se-á prestar especial atenção à adubação fosfatada pelo risco de fixação:

Seleção de culturas não sensíveis a baixas temperaturas ou a geadas de inverno.

Em continuação, apresentam-se os dados dos estudos descritivos e analíticos da unidade taxonômica denominada Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico A moderado, argiloso, da floresta latifoliada. Os resultados das análises fís

e químicas estão apresentados na Tabela 22, os resultados de análise mineralógica, na Tabela 23 e os difratogramas, nas Figuras 10a e 10b.

## DESCRIPÇÃO GERAL

PERFIL: Rio Iguazú (RY).

DATA: 20 de novembro de 1981.

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO Distrófico argiloso, de floresta latifoliada .  
Haplustox Típico, argiloso cauli-oxídico meso-térmico.

UNIDADE DE MAPEAMENTO:  $\frac{LE\ 1}{B - p}$  d - fl

LOCALIZAÇÃO: Distrito J.E. O'Leary no km 210 da Estrada nº 7: Assunção a Pto. Stroessner. Departamento Alto Paraná, setor centro sul da bacia do Rio Yguazú, afluente do Rio Acaray.

SITUAÇÃO: Meia encosta superior, com declividade menor 4 % a cobertura vegetal inexistente, devido à derubada, que foi completada por destoca manual. A cultura predominante é a de mandioca. A trincheira era de 1,80 m (1 RY).

ALTITUDE: 280 m.s.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Rochas eruptivas básicas do grupo São Bento, Formação Serra Geral, do Cretáceo Inferior. Aparentemente, recobertas por arenito.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Mistura de material resultante da decomposição das rochas acima mencionadas.

RELEVO: Suavemente ondulado, quase plano.

EROSÃO: Não apresenta. Nas áreas utilizadas por mais de 5 anos na agricultura e quando o declive é maior do que 3 %, aparecem sulcos superficiais comuns.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta subtropical com espécies latifoliadas.

USO ATUAL: Agricultura por 5 anos.

CLIMA: Subtropical úmido, com déficit leve de água no perfil, durante o ano.

DESCRITO E COLETADO POR: Patrocínio Alonso Jara.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

- Ap 0- 20 cm; bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4, úmido) ; vermelho escuro (2,5YR 3/5, seco); franco argilo arenosa granular média , moderada ; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B1 20- 38 cm; vermelho acinzentado (10R 3/4, úmido); franco argilo arenosa; blocos subangulares, médios moderados; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.

- B21 38- 59 cm; vermelho escuro (10R 3/6, úmido), argilo are-  
nosa, blocos subangulares médios e grandes mode-  
rados; cerosidade descontínua, comum; ligeira -  
mente duro, friável, plástico e pegajoso; tran-  
sição ondulada e difusa.
- B22 59-105 cm; vermelho escuro (10R 4/6, úmido) e vermelho  
(2,5YR 4/5 seco); argila; blocos subangulares  
pequenos desfazendo-se em granular média, mode-  
rada cerosidade descontínua, moderada; duro ,  
friável, plástico e pegajoso; transição ondula-  
da e difusa.
- B23 105-160+cm; vermelho escuro (10R 4/6, úmido) e vermelho  
(2,5YR 4/6, seco); franco argiloso; blocos sub-  
angulares moderados médios, cerosidade moderada  
comum, forte; duro, friável, ligeiramente plás-  
tico e pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Raízes comuns nos horizontes A e B1 e poucas no  
B21. Todo o perfil é muito poroso, com poros mē-  
dios e pequenos.

Tabela 22 - Resultados das análises físicas e químicas do Latos solo Vermelho Escuro, Distrôfico. (Perfil RY).

| Símbolo | Horizonte         | Densidade |      | VTP (%) | Água retida |        | Capacidade de água disponível (cm <sup>3</sup> /100 cm <sup>3</sup> de TFSE) |
|---------|-------------------|-----------|------|---------|-------------|--------|--|
|         | Profundidade (cm) | Aparente  | Real |         | 1/3 atm     | 15 atm |  |
| Ap      | 0- 20             | 1,05      | 2,45 | 57      | 29,1        | 20,3   | 9,2  |
| B1      | 20- 38            | 1,16      | 2,60 | 55      | 23,2        | 18,1   | 5,9  |
| B21     | 38- 59            | 1,20      | 2,62 | 54      | 21,4        | 16,2   | 6,2  |
| B22     | 59-105            | 1,42      | 2,51 | 43      | 22,8        | 19,4   | 4,8  |
| B23     | 105-160+          | 1,32      | 2,38 | 44      | 26,7        | 20,2   | 8,6  |

| Composição granulométrica                       |     |     |      |      |       | Classe |        |                 |
|---|-----|-----|------|------|-------|--------|--------|-----------------|
| Dispersão com NaOH 5 % + Oxalato de Na saturado |     |     |      |      |       |        |        |                 |
| Areia   |     |     |      |      |       | Silte  | Argila | Textural        |
| mg  | g   | m   | f    | mf   | total |        |        |                 |
| 0,81  | 1,3 | 7,3 | 26,3 | 4,59 | 40,3  | 23,4   | 36,3   | Franco argilosa |
| 0,15  | 2,9 | 8,2 | 21,3 | 7,25 | 40,2  | 11,3   | 48,5   | Argilosa        |
| 0,62  | 2,1 | 6,7 | 23,1 | 4,18 | 36,7  | 15,3   | 48,0   | Argilosa        |
| 0,31  | 1,9 | 5,3 | 20,0 | 6,79 | 34,3  | 18,4   | 47,3   | Argilosa        |
| 0,21  | 1,6 | 4,1 | 19,1 | 8,09 | 33,1  | 20,2   | 46,4   | Argilosa        |

| CTC  | Complexo sortivo (e.mg/100 g)       |                |                   |      |     | V (%) | 100 x Al <sup>+++</sup> / Al <sup>+++</sup> + S |
|------|-------------------------------------|----------------|-------------------|------|-----|-------|---|
|      | Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | P    | S   |       |   |
| 12,8 | 2,4                                 | 0,1            | 0,1               | 0,04 | 2,5 | 19,5  | 3,8   |
| 8,4  | 3,2                                 | 0,5            | 0,2               | 0,04 | 3,7 | 44,0  | 5,1   |
| 9,2  | 2,8                                 | 0,8            | 0,2               | 0,03 | 3,6 | 39,1  | 5,2   |
| 8,4  | 1,5                                 | 0,4            | 0,4               | 0,04 | 1,9 | 23,0  | 17,4  |
| 7,3  | 2,1                                 | 0,2            | 1,3               | 0,04 | 2,3 | 31,5  | 36,0  |

| pH 1:1           |        | Δ pH | C % | M.O. % |
|------------------|--------|------|-----|--------|
| H <sub>2</sub> O | KCl 1N |      |     |        |
| 5,4              | 5,2    | -0,2 | 0,8 | 1,4    |
| 5,3              | 5,0    | -0,3 | 0,5 | 0,9    |
| 5,0              | 4,8    | -0,2 | 0,3 | 0,5    |
| 5,1              | 4,7    | -0,4 | 0,2 | 0,3    |

Tabela 23 - Resultados das análises mineralógicas do Latossolo Vermelho Escuro. (Perfil 1RY).

| Minerais<br>Pesados |    | Horizontes |     |     |     |     |     |     |    | Minerais<br>Leves |                        |
|---------------------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------------------|------------------------|
|                     |    | A1         | B21 | B22 | B23 | B23 | B22 | B21 | A1 |                   |                        |
| Zirconita           | Nº | 14         | 17  | 54  | 23  | 87  | 120 | 68  | 36 | Nº                | Quartzo                |
|                     | %  | 19         | 18  | 39  | 32  | 88  | 63  | 80  | 73 |                   |                        |
| Turmalina           | Nº | 11         | 22  | 20  | 20  | 12  | 72  | 17  | 13 | Nº                | Feldspato<br>Potássico |
|                     | %  | 15         | 23  | 14  | 28  | 12  | 37  | 20  | 27 |                   |                        |
| Magnetita           | Nº | 10         | 16  | 5   | 7   |     |     |     |    |                   |                        |
|                     | %  | 14         | 17  | 3   | 10  |     |     |     |    |                   |                        |
| Rutilo              | Nº |            | 2   | 9   | 7   |     |     |     |    |                   |                        |
|                     | %  |            | 2   | 6   | 10  |     |     |     |    |                   |                        |
| Estauroлита         | Nº | 10         | 9   | 5   | -   |     |     |     |    |                   |                        |
|                     | %  | 14         | 9   | 4   |     |     |     |     |    |                   |                        |
| Muscovita           | Nº | 4          | 14  | 10  | 4   |     |     |     |    |                   |                        |
|                     | %  | 5          | 15  | 7   | 6   |     |     |     |    |                   |                        |
| Hornblenda          | Nº | 2          | -   | 4   | 4   |     |     |     |    |                   |                        |
|                     | %  | 3          |     | 3   | 6   |     |     |     |    |                   |                        |
| Silimanita          | Nº | -          | -   | 5   | -   |     |     |     |    |                   |                        |
|                     | %  |            |     | 4   |     |     |     |     |    |                   |                        |
| Cianita             | Nº | 18         | 14  | 17  | -   |     |     |     |    |                   |                        |
|                     | %  | 25         | 15  | 12  |     |     |     |     |    |                   |                        |
| Monazita            | Nº |            |     | 8   | 6   |     |     |     |    |                   |                        |
|                     | %  |            |     | 6   | 8   |     |     |     |    |                   |                        |
| Cloritóide          | Nº | 4          | 2   | 6   | -   |     |     |     |    |                   |                        |
|                     | %  | 5          | 2   | 4   |     |     |     |     |    |                   |                        |



Figura 9 - Aspecto da paisagem do Latossolo Vermelho-Escuro

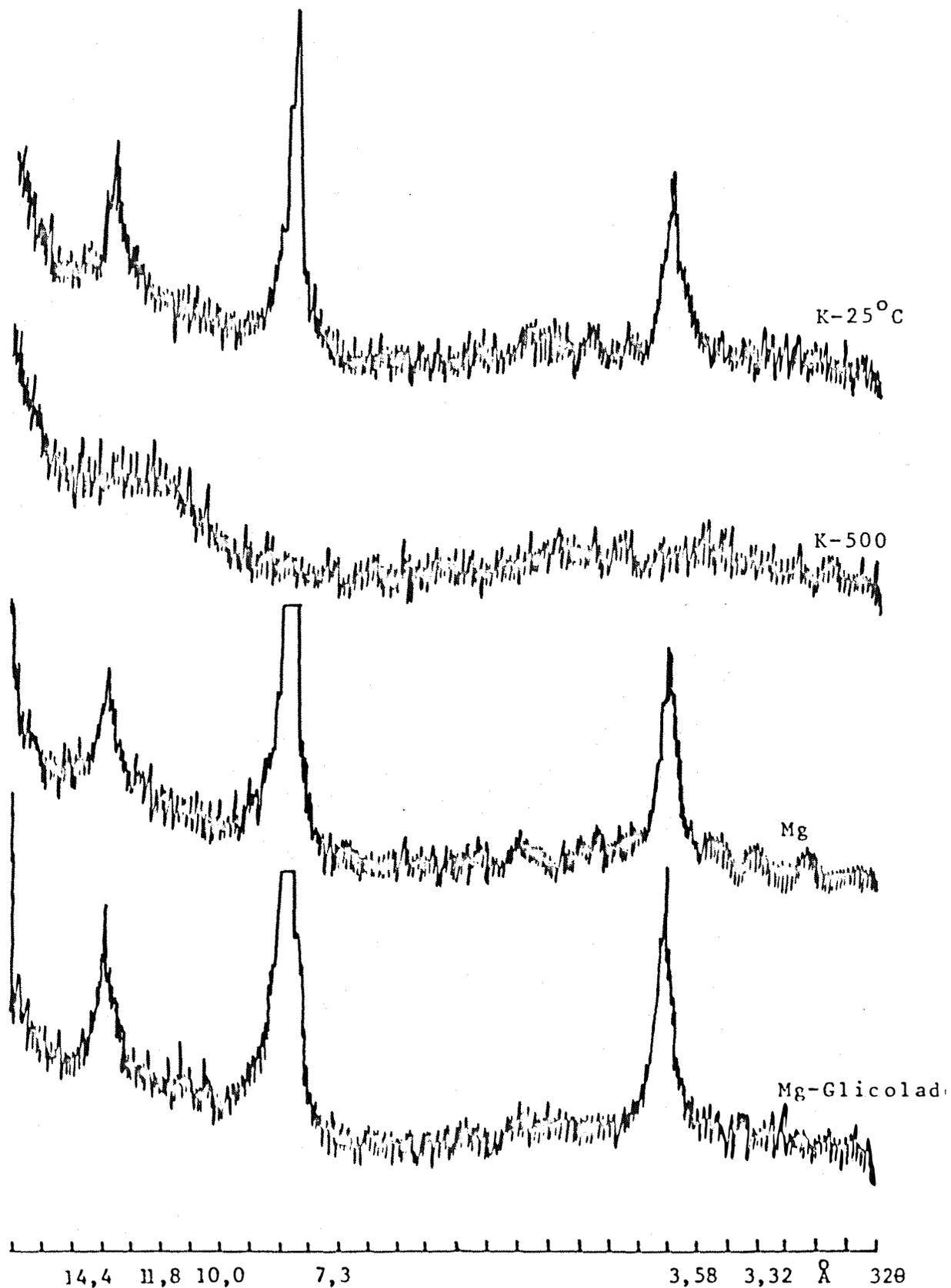


Figura 10a - Difratoograma de Raio -X da fração argila do horizonte B21.  
Latossolo Vermelho Escuro (Perfil 1Ry)

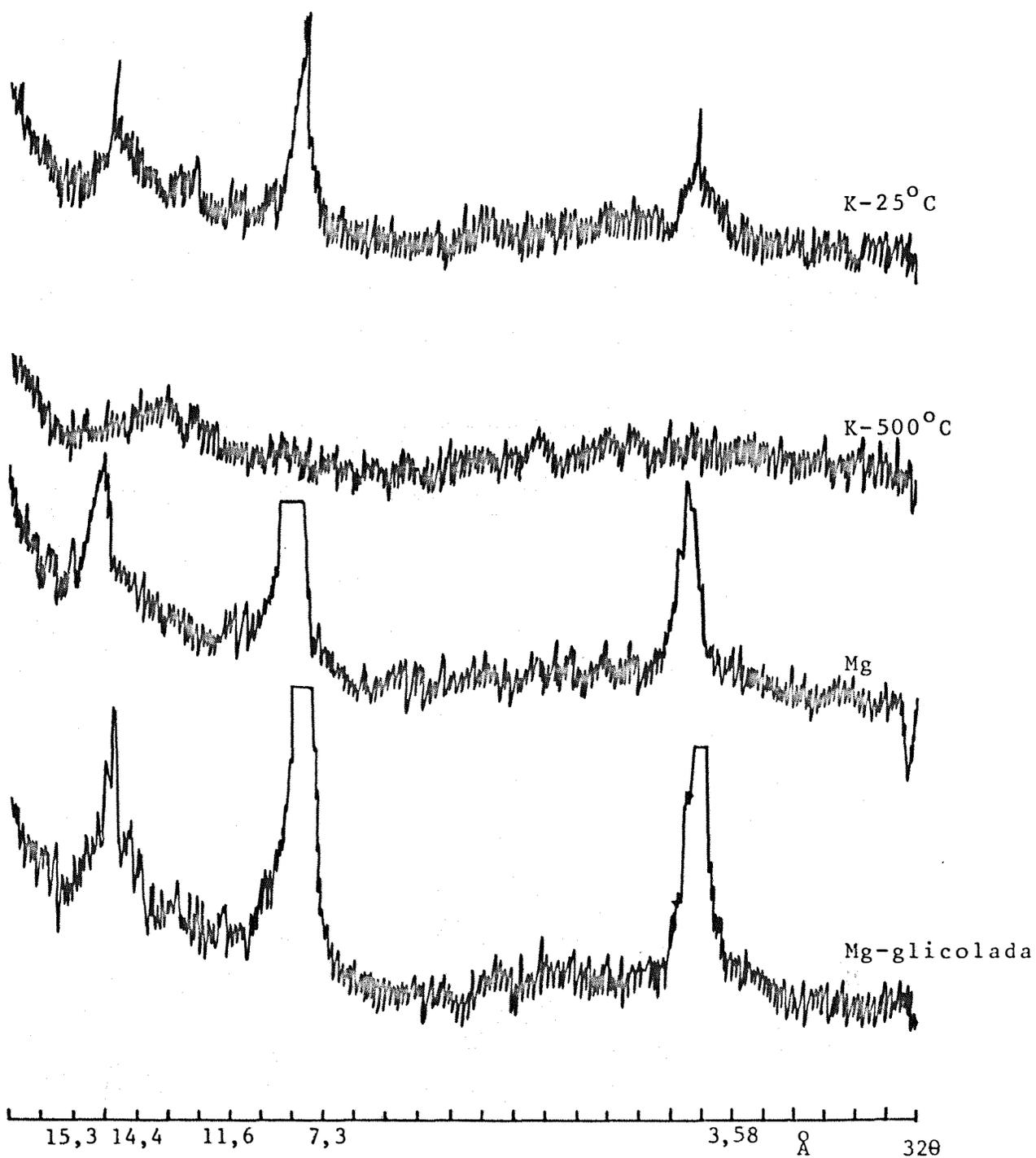


Figura 10b - Difratoograma de Raio -X da fração argila do horizonte B22.  
Latossolo Vermelho Escuro (Perfil 1Ry).

#### 4.1.2. Área de transição entre o basalto e o arenito

Esta área está compreendida na transição entre as unidades geomorfológicas "Páleo planície com terraço muito alto ligeiramente aplainado", onde desenvolveram-se os Latossolos Vermelho-Escuro Distróficos, franco arenoso e o "Platô ligeiramente ondulado" onde desenvolveram-se os "Podzólicos Vermelho-Amarelo Latossólicos Distróficos franco arenosos", que no setor norte apresenta pequena área com "Cambissolo Latossólico Álico franco arenoso". Todos estes solos apresentam-se na área de transição entre o basalto e o arenito, podendo alguns deles ter mais influência do basalto, como os Latossolos Vermelho-Escuro, com declives longos de orientação norte sul, e os solos com mais influência do arenito, que apresentam declives medianamente longos e com orientação de leste para oeste.

Os solos desenvolvidos neste setor estão sendo intensamente utilizados para a agricultura com tecnologia de nível médio.

Para uma análise mais detalhada apresentam-se os resultados analíticos de cada um destes solos, exceto para o Latossolo Vermelho-Escuro que apresenta muita semelhança com o já descrito no item 4.1.1.3., cuja diferença se refere, apenas, a textura do horizonte superficial.

## 4.1.2.1. SOLO PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO

LATOSSÓLICO Distrófico, de floresta latifoliada ou Haplustult, óxico, caulinitico hipertérmico

Esta unidade taxonômica ocorre no centro-oeste da bacia, sobre materiais derivados da mistura do arenito, da formação Botucatu, com rochas básicas basálticas. São solos profundos, franco argilo-arenosos, com coloração vermelho escura na superfície, diferenciação clara entre os horizontes A e B e difusa, e gradual, entre os sub-horizontes B.

Apresentam um horizonte B textural no qual se observa um aumento do conteúdo de argila, presença de cerosidade e estruturação em blocos subangulares. No entanto, o conteúdo de argila, nesse horizonte, diminui com a profundidade e a estruturação muda para granular, quase solta, típica de um horizonte latossólico.

Na área de estudo, os solos desta classe são de baixa saturação em bases, de coloração vermelho escura, porosos e bem drenados. A cor, ao longo do perfil, varia gradualmente, sendo que no A o matiz é 5YR com tonalidade variando de 3 a 4 e a intensidade de 4. No horizonte Bt, o matiz é 2,5YR, variando a tonalidade de 3 a 4 e a intensidade de 4 a 6. A consistência, quando úmido, é sempre friável a longo

do perfil; exceção, apenas, quando tem sub-horizonte A<sub>2</sub> que não é coerente, ou é quase solto. Molhado, é de ligeiramente plástico e plástico a ligeiramente pegajoso a pegajoso, no horizonte B.

O clima desta área é do tipo sub tropical, sub úmido, hipertérmico com baixa probabilidade de seca edafológica; exceção, em períodos curtos no inverno.

A vegetação é, predominantemente, do tipo floresta sub-tropical, sub-perenifolia, com menor riqueza de espécies do que a da unidade anterior, exibindo algumas manchas de campos cerrados, em pequena proporção.

São ácidos e de baixa saturação em bases, apresentam variação de saturação de alumínio dentro do perfil, com valores que oscilam de médios a altos.

O uso para a agricultura é intenso, com culturas de milho, mandioca, soja, trigo e fumo. A população neste tipo de solo, está constituída, basicamente, de paraguaios (mais de 60%), mennonitas (30%) e (10%) de colonos de origem brasileira. O tamanho das propriedades varia de 20-100 hectares; comumente, são, em menor número, as de tamanho maior. O nível tecnológico dos agricultores paraguaios é, apenas, médio; assim como seus recursos de capital e de mecanização. Os

colonos mennonitas têm capacidade de mecanização e de capital maior; embora, seus recursos não sejam maiores quanto à tecnologia de uso e de manejo conservacionista do solo.

Os fatores limitantes para o uso agrícola são semelhantes aos do Latossolo Vermelho Escuro.

Estas limitações estão apresentadas a seguir, juntamente com as técnicas exigidas em dois níveis de exploração agrícola:

- Deficiência de fertilidade: moderada a forte para o nível médio de exploração e leve para o nível alto.
- Deficiência de água: ligeira para os dois níveis de exploração.
- Suscetibilidade à erosão: moderada para o nível de exploração média e moderada a forte para o nível de exploração alto.
- Uso de implementos agrícolas: moderado para os dois níveis de exploração.
- Erodibilidade varia de média a alta: esses valores variam de 0,28 a 0,30, de acordo com determinações feitas segundo WISCHEMEIER et alii (1971).

Algumas práticas gerais básicas para melhorar a sua utilização agrícola são as seguintes:

- Controle da erosão hídrica, desde o início da exploração agrícola, com práticas intensivas de rotação-de-culturas, incluindo vegetação permanente nas áreas com declividade pronunciada e boa cobertura durante os meses de alta pluviosidade (como outubro, dezembro, janeiro e abril).

Como práticas específicas, recomendam-se os cultivos em curvas de nível e culturas-em-faixas de largura adequada. Adicionalmente, deve-se escolher espécies que melhor protejam o solo e a adoção de máquinas que não destruam a agregação.

Não se recomendam os sistemas de terraços de base estreita, quando o horizonte A apresentar textura franco arenosa e horizonte B de textura muito argilosa (mais de 45% de argila). Nesse caso, é necessário recomendar, apenas, terraços de base larga com gradientes laterais progressivos, quando necessário.

- A calagem é sempre necessário; pois, a acidez é moderadamente forte a forte, especialmente quando a matéria orgânica da superfície diminui. A quantidade de calcário a aplicar deve ser calculada considerando-se a textura do horizonte A.

- Recomenda-se, ainda, a manutenção de um teor apropriado de matéria orgânica, a fim de melhorar a retenção de bases.
- As adubações devem ser feitas com o objetivo de elevar o conteúdo e nutrientes; pois, os solos são de baixa reserva mineral, predominando argilas cauliníticas e sesquióxidos.
- A seleção das culturas deve basear-se nos seus ciclos vegetativos, os quais não devem coincidir com o período de geadas, ou deve-se escolher culturas que não sejam sensíveis a temperaturas inferiores a 0°C, porque a frequência daquele fenômeno é alta.
- A rotação-de-culturas, com pastagem e a incorporação de adubos verdes são práticas que devem ser sempre encorajadas.

O perfil que representa esta unidade taxonômica é o 5Y, da sub-bacia do Arroio Yhú, que está descrito a seguir.

## DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 5Y

DATA: 21 de novembro de 1981.

CLASSIFICAÇÃO: SOLO PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO LATOSSÓLICO Distrófico, franco arenoso, de floresta latifoliada, associada com caatinga.  
Haplustult Óxico, caulínítico, hipertérmico.

UNIDADE DE MAPEAMENTO:  $\frac{\text{PVL } 2(1)}{B_1}$  d-fl/Cat

LOCALIZAÇÃO: Distrito de "Juan Manuel Frutos", Departamento de Caaguazú, a leste da sub-bacia do arroio Ihú, na localidade denominada Tarobai.

SITUAÇÃO: Meia encosta superior, com declividade menor do que 3 %. Cobertura vegetal de floresta latifoliada sub-perenifólia.

ALTITUDE: 290 m.s.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO: Arenito de origem eólica, retrabalhado localmente pela água e misturado com produto derivado do Basalto. O arenito da "Série Misiones" corresponde à formação Botucatu.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produtos da meteorização da rocha acima descrita.

RELEVO: Suavemente ondulado, com declividade média e de clives longos, apresentando topo horizontal.

EROSÃO: Geológica forte atual, na área de floresta, não aparente. Na área com culturas, a erosão laminar varia de moderada a forte e nas estradas ob servam-se sulcos profundos.

DRENAGEM. Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta sub-tropical com espécies latifoliadas sub-perenifólias, associadas a bosques espalhadas de caatingas.

USO ATUAL: Incorporada à exploração agrícola, com cultivos anuais, como: algodão, milho, fumo, soja e tri go.

CLIMA: Sub-tropical sub-úmido, hipertérmico, com proba bilidade de déficit de água no perfil.

DESCRITO E COLETADO POR: Patrocínio Alonso Jara.

#### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

All 0- 18 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido); franco argilo-arenoso, blocos subangulares, médios a pequenos, fracos desfazendo-se em granular; solto, friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.

A12(A2) 18- 35 cm; bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4 úmido); franco argilo-arenoso; granular, pequeno, fracos; solto, muito friável, não plástico, ligeiramente pegajoso; transição ondulada e clara.

B1 35- 56 cm; vermelho acinzentado (10R 3/4, úmido); franco argilo arenoso; blocos subangulares, médios, moderados; cerosidade comum a moderada; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.

B21 56- 80 cm; vermelho (10R 4/6, úmido); argilo arenosa ; blocos subangulares, médios, moderados; cerosidade comum a moderada; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e difusa.

B22 80-110 cm; vermelho (10R 4/6, úmido); argilo arenoso ; blocos subangulares, médios, moderados cerosidade comum a forte; duro, friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e gradual.

B23 110-150+cm; vermelho (10R 4/6, úmido); argilo arenoso ; blocos subangulares, médios, moderados, cerosidade comum, forte; duro, friável, plástico e pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Raízes médias e grossas abundantes nos horizontes A, finas no B1 e B21.

O horizonte A12 tende a reunir as condições de um A2, mas a cor e a consistência, ligeiramente pegajosa, levam-no a ser classificado como A12.

Tabela 24 - Resultados das análises físicas e químicas do Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico Distrófico (Perfil 5Y)

| Símbolo | Horizonte         |  | Densidade |      | VPT (%) | Água retida |        | Capacidade de água disponível (cm <sup>3</sup> /100 cm <sup>3</sup> de TFSE) |
|---------|-------------------|--|-----------|------|---------|-------------|--------|--|
|         | Profundidade (cm) |  | Aparente  | Real |         | 1/3 atm     | 15 atm |  |
| A11     | 0-18              |  | 1,15      | 2,66 | 57      | 14,8        | 12,2   | 3,0  |
| A12     | 18-35             |  | 1,12      | 2,65 | 58      | 12,3        | 11,0   | 1,5  |
| B1      | 35-56             |  | 1,31      | 2,54 | 49      | 18,4        | 15,3   | 4,1  |
| B21     | 56-80             |  | 1,28      | 2,38 | 46      | 19,0        | 14,8   | 5,4  |
| B22     | 80-110            |  | 1,25      | 2,30 | 46      | 18,5        | 12,7   | 7,3  |
| B23     | 110-150           |  | 1,20      | 2,30 | 48      | -           | -      | -  |

| Composição granulométrica                       |     |      |      |      |       |       |        | Classe   | Grupo    |
|---|-----|------|------|------|-------|-------|--------|----------|----------|
| Dispersão com NaOH 5 % + Oxalato de Na saturado |     |      |      |      |       |       |        |          |          |
| Areia   |     |      |      |      |       | Silte | Argila | Textural | Textural |
| mg  | g   | m    | f    | mf   | total |       |        |          |          |
| 0,9   | 2,8 | 11,4 | 16,4 | 24,1 | 55,6  | 16,8  | 27,6   | F A a    | médio    |
| 0,3   | 3,2 | 18,5 | 15,2 | 22,0 | 59,6  | 13,9  | 26,5   | F A a    | médio    |
| 0,6   | 5,1 | 16,3 | 13,2 | 20,2 | 55,4  | 15,0  | 29,6   | F A a    | médio    |
| 0,7   | 6,2 | 10,2 | 11,3 | 23,2 | 51,6  | 13,2  | 35,2   | A a      | pesado   |
| 1,1   | 5,1 | 8,0  | 12,3 | 23,5 | 50,0  | 8,8   | 41,2   | A a      | pesado   |
| 0,3   | 5,0 | 9,3  | 18,4 | 16,5 | 49,5  | 10,9  | 39,6   | A a      | pesado   |

| Complexo sortivo (e.mg/100 g) |                                     |                |                   |      |      |    | V % | 100 + Al <sup>+++</sup><br>Al <sup>+++</sup> + S |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------|------|------|----|-----|--|
| CTC                           | Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | P    | S    |    |     |  |
| 8,9                           | 2,8                                 | 0,05           | 1,6               | 0,10 | 2,85 | 32 | 36  |  |
| 12,1                          | 2,0                                 | 0,05           | 1,8               | 0,05 | 2,05 | 17 | 47  |  |
| 9,6                           | 2,0                                 | 0,05           | 2,4               | 0,05 | 2,05 | 21 | 54  |  |
| 12,0                          | 2,2                                 | 0,05           | 2,2               | 0,01 | 2,25 | 19 | 49  |  |
| 13,2                          | 2,5                                 | 0,05           | 2,1               | 0,01 | 2,50 | 19 | 45  |  |
| 9,2                           | 2,3                                 | 0,05           | 1,6               | 0,01 | 2,35 | 26 | 48  |  |

| pH 1:1           |     | Δ pH | C %  | M.O. % |
|------------------|-----|------|------|--------|
| H <sub>2</sub> O | KCl |      |      |        |
| 5,1              | 3,9 | -1,2 | 0,75 | 1,3    |
| 5,2              | 4,1 | -1,1 | 0,52 | 0,9    |
| 4,8              | 4,0 | -0,8 | 0,35 | 0,6    |
| 4,9              | 4,1 | -0,8 | 0,23 | 0,4    |
| 4,8              | 4,1 | -0,7 | 0,11 | 0,2    |
| 4,9              | 4,2 | -0,7 | 0,05 | 0,1    |

Tabela 25 - Resultados das análises mineralógicas, do Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico Distrófico (Perfil 5Y).

| Minerais    | Horizontes |          |          |          |          |          |          |           | Minerais  |         |                        |
|-------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|---------|------------------------|
|             | Pesados    | A1       | A2       | B21      | B22      | B22      | B21      | A2        |           | A1      | Leves                  |
| Zirconita   | Nº<br>%    | 4<br>6   | 3<br>3   | 2<br>2   | 30<br>15 | 78<br>82 | 83<br>75 | 192<br>91 | 161<br>92 | Nº<br>% | Quartzo                |
| Turmalina   | Nº<br>%    | 14<br>21 | 29<br>24 | 23<br>25 | 30<br>15 | 17<br>18 | 27<br>25 | 20<br>9   | 14<br>8   | Nº<br>% | Feldspato<br>Potássico |
| Magnetita   | Nº<br>%    | 17<br>25 | 36<br>30 | 17<br>18 | 58<br>29 |          |          |           |           |         |                        |
| Rutilo      | Nº<br>%    | -        | 4<br>3   | 5<br>5   | 6<br>3   |          |          |           |           |         |                        |
| Estaurolita | Nº<br>%    | 3<br>5   | 9<br>8   | 6<br>6   | 11<br>6  |          |          |           |           |         |                        |
| Muscovita   | Nº<br>%    | 5<br>8   | 8<br>7   | 8<br>9   | 3<br>2   |          |          |           |           |         |                        |
| Hornblenda  | Nº<br>%    | 4<br>6   | 3<br>3   | 4<br>4   | 11<br>6  |          |          |           |           |         |                        |
| Silimanita  | Nº<br>%    | -        | 2<br>2   | 2<br>2   | 11<br>6  |          |          |           |           |         |                        |
| Cianita     | Nº<br>%    | 15<br>22 | 14<br>12 | 15<br>16 | 16<br>8  |          |          |           |           |         |                        |
| Monazita    | Nº<br>%    | 2<br>3   | 10<br>8  | 4<br>4   | 4<br>2   |          |          |           |           |         |                        |
| Cloritóide  | Nº<br>%    | 2<br>3   | 1<br>1   | 8<br>6   | 18<br>9  |          |          |           |           |         |                        |

4.1.2.2. CAMBISSOLO LATOSSÓLICO Álico, franco arenoso de floresta latifoliada, associada com caatinga, ou Dystropept Ustóxico, caulinitico, mesotérmico

Esta unidade taxonômica de solo se apresenta ao norte da bacia e a leste da sub-bacia do Arroio Itakry, sobre materiais de arenito, da formação correspondente ao Bauru ou Caiuã (denominação brasileira), em algumas áreas misturado com os materiais derivados do basalto.

São solos relativamente profundos, franco-argilo-arenosos em todo o perfil, com conteúdo de argila uniforme em todos os horizontes, sem desenvolvimento de horizonte diagnóstico e pouca diferenciação entre horizontes. Não apresentam cerosidade, estruturação muito pouco desenvolvida quase maciço ou em blocos subangulares fracos, que se desfazem em grânulos médios a finos, muito fracos, muito friável não plástico e não pegajoso. A cor é fortemente avermelhada em todo o perfil com a matiz dominante de 2,5YR e no B22, com a de 10R; a tonalidade dominante é 4 e a intensidade varia de 4 a 6, pelo que tende para um Latossolo Vermelho-Amarelo Álico.

O clima de área é "sub-úmido" com chuva anual média < 1600 mm, com pequena estiagem no inverno e "mesotér-

mico", com temperatura média anual de 21,5°C.

A vegetação predominante é a de floresta subtropical, latifoliada sub-caducifolia, com menor riqueza em espécies do que a unidade da faixa média de vegetação da bacia, citada no item 3.1.5.

São solos fortemente ácidos, com baixa saturação em bases e conteúdo baixo em carbono orgânico, alta saturação com alumínio, muito baixo conteúdo de potássio e de fósforo.

Conteúdo de argila ao redor de 20% em todo o perfil, com baixa capacidade de retenção de água.

O tipo de argilas dominante é a caulinita, mica, clorita e possivelmente, vermiculita, segundo o difratograma de raio-X dos horizontes B<sub>21</sub> e B<sub>22</sub>.

O uso atual é de floresta natural e reflorestamento com pinheiros e pastagens naturais. Ocupam uma superfície relativamente pequena da bacia do arroio Itakyry.

Devido às fortes limitações físicas e químicas não se recomenda para exploração agrícola. As áreas não derrubadas servem como proteção contra a degradação do solo por

erosão, podendo ser combinada com a implantação de pastagens sob a floresta natural. Também recomenda-se o reflorestamento nas áreas desmatadas.

O perfil que representa esta unidade taxonômica é o 2I da sub-bacia do arroio Itakyry que está descrito a seguir:

## DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 2I

DATA: 09 de novembro de 1981

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO LATOSSÓLICO Álico franco arenoso de floresta latifoliada associada à caatinga. Dystropept Ustóxico caulínítico, mesotérmico.

UNIDADE DE MAPEAMENTO:  $\frac{CL2}{B 1}$  a - fl + Cat

LOCALIZAÇÃO: Distrito de Itakyry. Departamento de Alto Paraná, setor leste da sub-bacia do Arroio Itakyry.

SITUAÇÃO: Meia encosta superior. Trincheira de 2 metros.

ALTITUDE: 285 m.s.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Arenito de origem eólico, localmente de origem fluvial de cor avermelhado, textura média poroso, pouco cimentado e ácido.

MATERIAL DE ORIGEM: Produtos da meteorização do arenito.

RELEVO: Suavemente ondulado.

EROSÃO: Não aparente sob floresta. Em sulcos superficiais frequentes nas estradas e áreas cultivadas por mais de 2 anos.

DRENAGEM: Bem drenado, poroso.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta sub-tropical sub-perenifólia associada a caatinga.

USO ATUAL: Floresta natural.

CLIMA: Sub-tropical sub-úmido mesotérmico, com leve estiagem no inverno e déficit de água no perfil.

DESCRITO E COLETADO POR: Patrocínio Alonso Jara.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

A11 0- 16 cm; vermelho (2,5YR 4/6 úmido); franco argilo arenoso; blocos subangulares médios e pequenos, fracos, desfazendo-se em granular; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.

A12 16- 30 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6 úmido); franco argilo arenoso; blocos subangulares médios a pequenos, fracos e granular fraca, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição ondulada e difusa.

A3(B1) 30- 48 cm; bruno-avermelhado escuro (2,5YR 3/4, seco) e vermelho escuro (2,5YR 3/6 úmido); franco argilo arenoso, granular média fraca, tendendo para apédica moderada; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, transição ondulada e difusa.

- (B) 48-110 cm; bruno avermelhado escuro (2,5Y 3/4 úmido) e vermelho (2,5YR 4/6, seco); feanco argilo-arenoso, blocos subangulares, médios a pequenos, moderados; cerosidade incipiente, comum; moderadamente friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.
- (B)/C 110-180+cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido) e bruno avermelhado (2,5Y 3/4, seco) franco argilo-arenoso; blocos subangulares, médios, fracos; tendência a maciça, porosa; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.
- OBSERVAÇÕES: Nos horizontes A existem raízes grossas e médias abundantes, no horizonte (B), raízes finas comuns. Em todo o perfil aparecem poros médios abundantes.

Tabela 26 - Resultados das análises físicas e químicas do Cambissolo Latossólico Álico (Perfil 2I).

| Horizonte<br>Símbolo | Profundidade<br>(cm) | Densidade |      | VPT<br>(%) | Água retida |        | Capacidade de<br>água disponível<br>(cm <sup>3</sup> /100<br>cm <sup>3</sup> de TFSE) |
|----------------------|----------------------|-----------|------|------------|-------------|--------|---|
|                      |                      | Aparente  | Real |            | 1/3 atm     | 15 atm |   |
| A11                  | 0- 16                | 1,21      | 2,40 | 49,6       | 4,8         | 3,5    | 1,6   |
| A12                  | 16- 30               | 1,24      | 2,51 | 50,6       | 4,2         | 2,3    | 2,4   |
| A3                   | 30- 48               | 1,26      | 2,48 | 49,2       | 5,2         | 3,0    | 2,8   |
| (B)                  | 48-110               | 1,20      | 2,36 | 49,2       | 4,9         | 3,6    | 1,6   |
| B/C                  | 110-180              | 1,20      | 2,45 | 51,0       | 5,0         | 3,8    | 1,4   |

| Composição granulométrica<br>Dispersão com NaOH + Oxalato de Na |     |      |      |      |       |       | Classe<br>Textural | Grupo<br>Textural |
|---|-----|------|------|------|-------|-------|--------------------|-------------------|
| Areia   |     |      |      |      |       | Silte |                    |                   |
| mg  | g   | m    | f    | mf   | total |       |                    |                   |
| 0,3   | 2,2 | 20,5 | 32,8 | 5,8  | 61,6  | 17,2  | 21,2               | F A a Média       |
| 0,5   | 3,2 | 10,4 | 35,5 | 22,4 | 72,0  | 5,4   | 22,6               | F A a Média       |
| 0,3   | 6,9 | 16,6 | 29,7 | 12,5 | 66,0  | 12,4  | 21,6               | F A a Média       |
| 0,0   | 0,9 | 16,5 | 28,5 | 22,1 | 68,0  | 4,0   | 28,0               | F A a Média       |
| 0,0   | 2,2 | 9,5  | 26,1 | 22,2 | 60,0  | 14,0  | 26,0               | F A a Média       |

| CTC  | Complexo sortivo (e.mg/100 g)       |                |                   |      |     | V<br>(%) | 100 Al <sup>+++</sup><br>Al <sup>+++</sup> + S |
|------|-------------------------------------|----------------|-------------------|------|-----|----------|--|
|      | Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | P    | S   |          |  |
| 10,1 | 1,5                                 | 0,01           | 1,9               | 0,01 | 1,5 | 15       | 56   |
| 5,9  | 0,6                                 | 0,01           | 1,6               | 0,01 | 1,6 | 10       | 61   |
| 5,2  | 0,6                                 | 0,01           | 1,8               | 0,01 | 0,6 | 12       | 75   |
| 6,1  | 0,6                                 | 0,01           | 1,8               | 0,01 | 0,6 | 10       | 75   |
| 8,2  | 1,6                                 | 0,01           | 1,7               | 0,01 | 1,6 | 20       | 51   |

| pH<br>H <sub>2</sub> O | pH<br>1:1<br>KCl | Δ pH | C<br>% | M.O.<br>% |
|------------------------|------------------|------|--------|-----------|
|                        |                  |      |        |           |
| 4,9                    | 4,1              | -0,8 | 0,52   | 0,9       |
| 4,7                    | 4,1              | -0,6 | 0,41   | 0,7       |
| 4,7                    | 4,1              | -0,6 | 0,23   | 0,6       |
| 4,8                    | 4,1              | -0,7 | 0,12   | 0,2       |

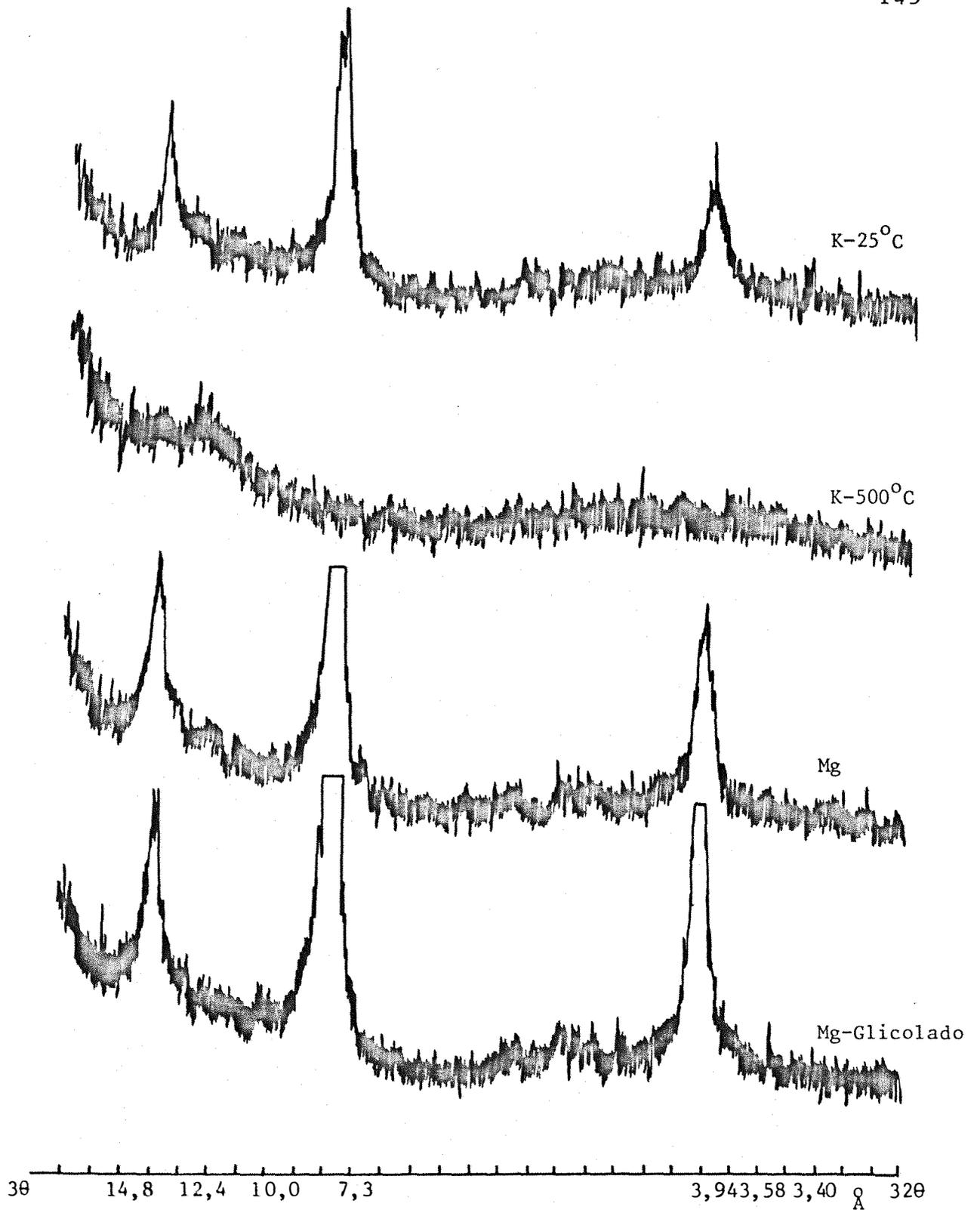


Figura 11a - Difratoograma de Raio -X da fração argila do horizonte do Cambissolo Latossólico Álico (perfil 2I).

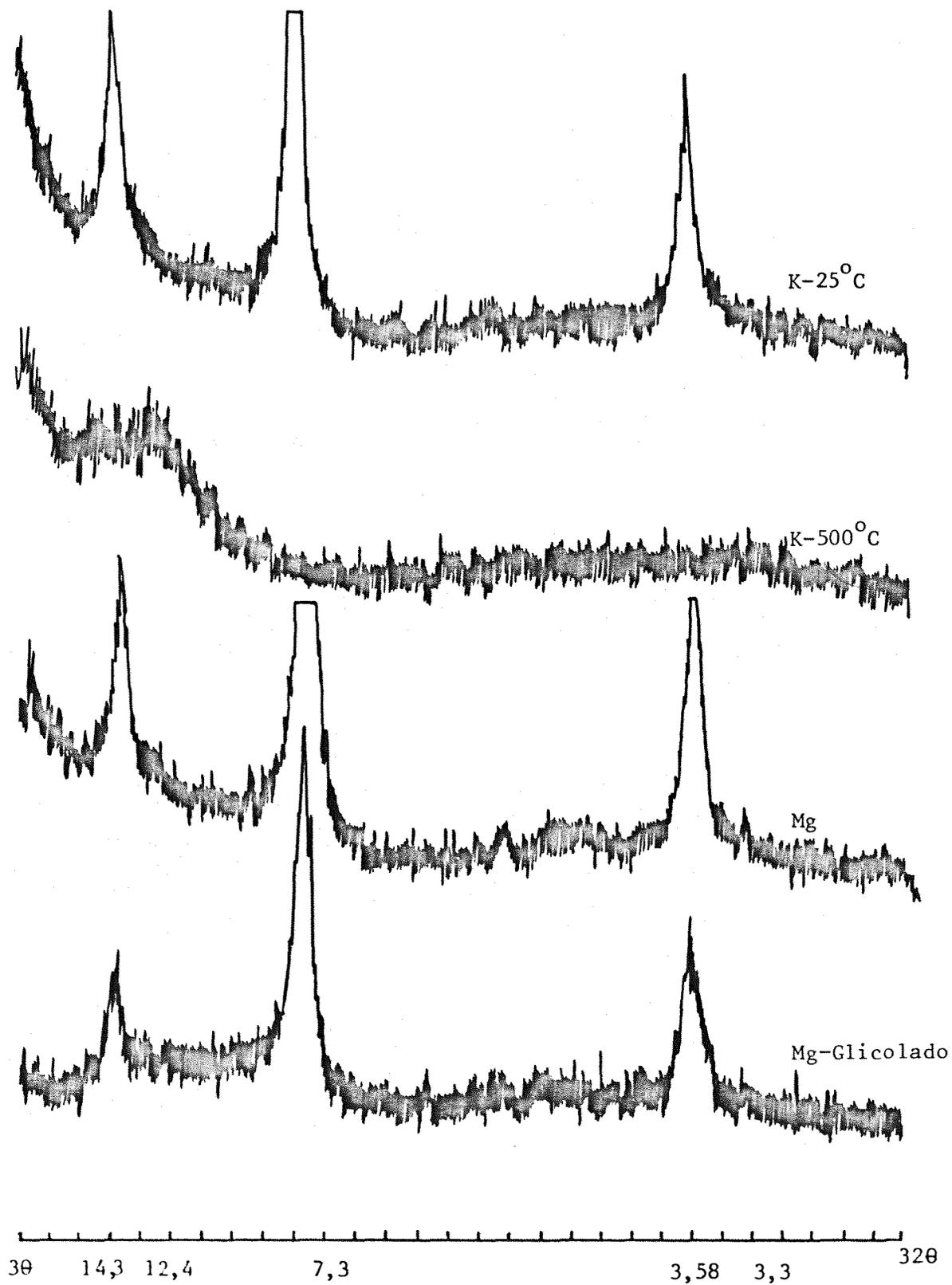


Figura 11 b - Difratoograma do Raio-X da fração argila do horizonte do Cambissolo Latossólico Álico (Perfil 2I).

#### 4.1.3. Área de dominância do arenito

Esta área compreende três quartas partes das terras altas da bacia e está localizada nas unidades geomorfológicas denominadas "colinas arenosas suavemente onduladas ou Platô aplainado" do setor centro-oeste e noroeste e o "sopê da serra" ou "piedmont" da serra de São Joaquim. As colinas são do tipo aplainado, com declividade média e declives longos, cujas orientações são de leste para oeste.

A litologia desta área é constituída pelo arenito do grupo São Bento, "Séries Misiones" correspondente ao arenito formação Botucatu, e alguns afloramentos da formação Pirambóia, nas proximidades do divisor de águas da bacia.

O clima desta área difere do das anteriores, sendo sub-úmido, hipertérmico, com estiagens no inverno e com déficit de água nos meses de julho e agosto. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C. A precipitação média anual está entre 1600 e 1500 mm, concentrando-se na primavera, verão e outono.

O Índice de erosividade anual da chuva é de 624,9, sendo que os meses de outubro, janeiro, novembro, dezembro e fevereiro, apresentam os índices mais elevados.

As sub-bacias números 1, 2 e 3 ocupam esta parte da formação e caracterizam-se por apresentar densidade de drenagem baixa a média, com vales planos, rios largos e que não sofrem um controle estrutural forte.

Os solos desenvolvidos nesta área são muito intemperizados, arenosos e com baixo conteúdo de argila; porém, contêm o mínimo de 15% para serem incluídos nos latossolos. São solos ácidos, com alto teor de alumínio trocável e pobres em matéria orgânica. Os solos estão compreendidos em no Grande Grupo, de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, álico e de textura arenosa.

#### 4.1.3.1. LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico ou Acrustox arênico, cauli-oxídico, hipertérmico

Esta unidade apresenta-se na área das colinas de topo aplainado das formações de arenito cujos declives são longos, com declividade menor do que 6%. Esta formação, a leste, se confunde com a formação do basalto e na parte oeste com o afloramento do arenito Botucatu e Pirambóia da Serrania de São Joaquim

Esta unidade encontra-se sob a influência de clima sub-tropical sub-úmido, hipertérmico, com estiagens no

inverno e déficit de água no perfil nos meses de julho e agosto. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a precipitação média anual é de 1500 a 1600 mm.

A vegetação primária predominante é a de floresta sub-tropical, sub-perenifolia, associada à caatinga e campos cerrados. Quando estes fatores interagem, ocorre solo com caráter álico. Esta vegetação primária protege os solos contra a erosão hídrica. Quando se faz o desmatamento e se realizam os cultivos, com mecanização contínua, os solos se tornam improdutivos e erodidos, adquirindo, inclusive, o caráter álico forte.

Os solos são bem drenados, profundos, sem afloramentos de rocha, baixa capacidade de retenção de água, especialmente nos mais arenosos ou que se aproximam do Quartzipsamment óxico que apresenta conteúdo de areia maior do que 80%, no horizonte superficial.

Os solos de recente incorporação à atividade agrícola perderam muito rapidamente as suas boas condições físicas e a matéria orgânica da superfície, devido à exposição do horizonte A arenoso.

Os valores da capacidade de troca catiônica são baixos, assim como o conteúdo dos nutrientes para as

plantas: cálcio, magnésio, potássio e fósforo. A porcentagem de saturação em bases é inferior a 35% nos horizontes A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>, o que indica o seu caráter distrófico.

São solos intemperizados, com conteúdo alto de minerais de argila 1:1 (caulinítico) e 2:2:1 (clorítico e algumas micas. Entre os minerais da sub-fração areia fina predomina a Turmalina e o Zircônio muito arredondados e outros minerais de resistência alta à meteorização como a Silimanita, a Estauroлита e o Rutilo.

As limitações para o uso agrícola são altas, tais como:

- Suscetibilidade à erosão moderada para os níveis de uso médio
- Deficiência de fertilidade moderada para o nível baixo de uso e forte para o nível alto
- Limitações ao uso de implementos agrícolas moderado ou restrito para os dois níveis de manejo.

As práticas que devem ser adotadas para o uso destes solos são:

- Controle da derrubada da floresta, que pode ser realizada só na área de declividade menor do que 3%.

- Reflorestamento, quando as áreas começam a perder matéria orgânica dos horizontes A.
- Correção do pH, ajustando-o aos limites ótimos para as culturas que se realizam.
- Adubação de correção e de manutenção, quando necessárias, devendo-se prestar atenção especial à adubação verde ou à utilização de adubos orgânicos e à adubação fosfatada. Deve-se aplicar os adubos em forma fracionada.
- Evitar a execução de cultivos contínuos na mesma parcela, praticar a rotação-de-culturas, incluindo culturas anuais, permanentes, pastagens e reflorestamento com espécies adaptadas à região.
- Controle da erosão desde o início da exploração agrícola, com práticas intensivas.
- Nas terras com mais de 4% de declividade, não se deve realizar cultivos anuais; mas, utilizá-las para pastagens naturais ou artificiais e reflorestamento.
- Controle das geadas, evitando-se culturas sensíveis, ou utilizando-se aquelas cujo ciclo não seja prejudicado pelas geadas periódicas que são moderadamente fortes em toda a área.

Esta unidade, através de um perfil representativo está descrita a seguir:

## DESCRIÇÃO GERAL

- PERFIL: 1Y
- DATA: 16 de outubro de 1981.
- CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, arenoso ,  
de floresta latifoliada associada com caatinga ,  
relevo suavemente ondulado.  
Acrustox Arenico cauli-oxídico hipertérmico.
- UNIDADE DE MAPEAMENTO:  $\frac{LV2}{B 1}$  d fl-Cat
- LOCALIZAÇÃO: Distrito de Yhú, Departamento de Caaguazú, a 5 km  
ao Sul do Arroio Yhú e a 1,5 km da Estrada Caaguazú-Yhú.
- SITUAÇÃO: Meia encosta, com declividade de 3 % e cobertura  
vegetal de floresta secundária.
- ALTITUDE: 338 m.s.m.m.
- LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Arenito de origem eólica, tex-  
tura fina, grãos médios, poroso , pouco cimentado,  
com caráter ácido da "Série Misiones" correspon-  
dente a formação Botucatú.
- MATERIAL ORIGINÁRIO: Produtos da meteorização do arenito.
- RELEVO: Suavemente ondulado, com declive médio a longo  
de 1 a 1,5 km de comprimento.
- EROSÃO: Laminar moderada e sulcos profundos nas estra-  
das.

DRENAGEM: Bem a excessivamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta sub-tropical, com espécies latifoliadas sub-perenifólias e algumas áreas com caatinga.

USO ATUAL: Agrícola, com culturas de mandioca, algodão, milho e criação extensiva de gado.

CLIMA: Sub-tropical, sub-úmido, mesotérmico com estiagens no inverno e déficit de água no perfil do solo.

DESCRITO E COLETADO POR: Patrocínio Alonso Jara.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

- A11 0- 14 cm; bruno avermelhado escuro (5YR 3/4 úmido); e bruno avermelhado escuro (5YR 4/4, seco); franco arenoso; granular pequeno e grãos simples, fracos; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e clara.
- A12 14- 32 cm; bruno avermelhado (5YR 5/4, úmido); franco arenoso, grãos simples; macio, friável, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e clara.
- A3 32- 52 cm; bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/6, úmido), franco arenoso; granular, média a pequena, fraca; macio, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e clara.

B1 52- 72 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido); vermelho (2,5YR 4/6, seco); franco-arenoso; granular, média, fracas; macio, friável não plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.

B21 72-140 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido); vermelho (2,5YR 4/6 seco, destorroadado); franco arenoso; blocos subangulares médios, fracas; friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição ondulada e gradual.

B22 140-180 cm<sup>+</sup>; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido); franco arenoso, blocos subangulares, médios fracas; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Apresenta, em todo o perfil, poros grandes e médios abundantes.  
Raízes abundantes nos horizontes A e B1 e médias a grandes, comuns e finas no horizonte B21.

Tabela 27 - Resultados das análises físicas e químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Perfil 1Y).

| Símbolo | Horizonte<br>Profun-<br>didade<br>(cm) | Densidade |      | VPT<br>% | Água retida |        | Capacidade de<br>água disponí-<br>vel cm <sup>3</sup> /100<br>cm <sup>3</sup> TFSE |
|---------|--|-----------|------|----------|-------------|--------|--|
|         |  | Aparente  | Real |          | 1/3 atm     | 15 atm |  |
| A11     | 0- 14                                  | 1,29      | 2,56 | 49       | 4,38        | 1,99   | 3,08   |
| A12     | 14- 32                                 | 1,32      | 2,58 | 49       | 2,00        | 0,64   | 1,79   |
| A3      | 32- 52                                 | 1,35      | 2,60 | 48       | -           | -      | -  |
| B1      | 52- 72                                 | 1,33      | 2,68 | 50       | 4,97        | 3,94   | 1,37   |
| B21     | 72-140                                 | 1,29      | 2,48 | 48       | 5,16        | 2,28   | 3,80   |
| B22     | 140-180+                               | 1,31      | 2,28 | 45       | -           | -      | -  |

| Composição granulométrica (%)      |      |      |      |     |       |       |        | Classe       | Grupo |
|------------------------------------|------|------|------|-----|-------|-------|--------|--------------|-------|
| Dispersão com NaOH + Oxalato de Na |      |      |      |     |       | Silte | Argila |              |       |
| Areia %                            |      |      |      |     |       |       |        | %            | %     |
| mg                                 | g    | m    | f    | mg  | total |       |        |              |       |
| 2,0                                | 20,2 | 27,9 | 19,2 | 6,7 | 76,0  | 12,0  | 12,0   | Franco aren. | Leve  |
| 0,2                                | 20,8 | 24,7 | 17,4 | 8,5 | 77,6  | 7,2   | 15,2   | Franco aren. | Leve  |
| 0,5                                | 20,3 | 30,0 | 24,0 | 5,2 | 79,0  | 6,6   | 14,4   | Franco aren. | Leve  |
| 1,5                                | 29,2 | 23,0 | 14,9 | 6,9 | 75,6  | 7,8   | 16,6   | Franco aren. | Leve  |
| 1,3                                | 26,2 | 25,6 | 16,2 | 4,3 | 73,6  | 8,2   | 18,2   | Franco aren. | Leve  |
| 0,8                                | 29,2 | 17,7 | 23,2 | 4,3 | 75,2  | 8,0   | 16,8   | Franco aren. | Leve  |

| CTC  | Complexo sortivo (e.mg/100 g)       |                |                   |      |     | V<br>(%) | 100 Al <sup>+++</sup> |
|------|-------------------------------------|----------------|-------------------|------|-----|----------|-----------------------|
|      | Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | P    | S   |          | Al <sup>+++</sup> + S |
| 5,2  | 3,3                                 | 0,2            | 0,0               | 0,01 | 3,5 | 67       | 0                     |
| 7,4  | 1,8                                 | 0,2            | 0,0               | 0,01 | 2,0 | 27       | 0                     |
| 6,0  | 1,5                                 | 0,05           | 0,0               | 0,01 | 1,5 | 25       | 0                     |
| 7,6  | 1,8                                 | 0,05           | 1,3               | 0,01 | 1,8 | 24       | 40                    |
| 9,1  | 1,1                                 | 0,05           | 0,0               | 0,01 | 1,6 | 18       | 0                     |
| 12,0 | 1,6                                 | 0,04           | 0,0               | 0,01 | 1,6 | 13       | 0                     |

| H <sub>2</sub> O | pH | 1:1    | ΔpH  | C<br>% | M.O.<br>% |
|------------------|----|--------|------|--------|-----------|
|                  |    | KCl 1N |      |        |           |
| 6,6              |    | 5,1    | -1,5 | 0,87   | 1,5       |
| 6,5              |    | 4,9    | -1,6 | 0,29   | 0,5       |
| 6,5              |    | 5,0    | -1,5 | 0,29   | 0,5       |
| 6,4              |    | 5,1    | -1,3 | 0,12   | 0,2       |
| 5,1              |    | 4,8    | -0,3 | 0,17   | 0,3       |
| 6,2              |    | 4,8    | -1,4 | 0,17   | 0,3       |

Tabela 28 - Resultados das análises mineralógicas do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. (Perfil 1Y).

| Minerais         | Horizontes |     |    |     |     |     |     |    | Minerais |     |           |
|------------------|------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|----------|-----|-----------|
|                  | Pesados    | All | A2 | B22 | B23 | B23 | B22 | A2 |          | All | Leves     |
| Zirconita        | Nº         | 10  | 24 | 20  | 20  | 138 | 48  | 40 | 60       | Nº  | Quartzo   |
|                  | %          | 16  | 26 | 26  | 24  | 84  | 75  | 85 | 61       | %   |           |
| Turmalina        | Nº         | 15  | 14 | 23  | 21  | 27  | 16  | 22 | 38       | Nº  | Feldspato |
|                  | %          | 24  | 15 | 30  | 25  | 16  | 25  | 35 | 39       | %   | Potássico |
| Magnetita        | Nº         | 9   | 14 | 11  | 10  |     |     |    |          |     |           |
|                  | %          | 15  | 15 | 14  | 12  |     |     |    |          |     |           |
| Rutilo           | Nº         | -   | -  | -   | -   |     |     |    |          |     |           |
|                  | %          | -   | -  | -   | -   |     |     |    |          |     |           |
| Estauro-<br>lita | Nº         | 10  | 6  | 10  | 11  |     |     |    |          |     |           |
|                  | %          | 16  | 7  | 13  | 13  |     |     |    |          |     |           |
| Muscovita        | Nº         | 1   | 5  | 2   | 5   |     |     |    |          |     |           |
|                  | %          | 2   | 5  | 3   | 6   |     |     |    |          |     |           |
| Hornblen-<br>da  | Nº         | 1   | 2  | -   | 1   |     |     |    |          |     |           |
|                  | %          | 2   | 2  |     | 1   |     |     |    |          |     |           |
| Silimani-<br>ta  | Nº         | -   | -  | -   | -   |     |     |    |          |     |           |
|                  | %          | -   | -  | -   | -   |     |     |    |          |     |           |
| Cianita          | Nº         | 15  | 25 | 10  | 12  |     |     |    |          |     |           |
|                  | %          | 24  | 27 | 13  | 14  |     |     |    |          |     |           |
| Monazita         | Nº         | 1   | 1  | 1   | 2   |     |     |    |          |     |           |
|                  | %          | 2   | 1  | 1   | 2   |     |     |    |          |     |           |
| Cloritói<br>de   | Nº         | -   | 1  | -   | 2   |     |     |    |          |     |           |
|                  | %          | -   | 1  | -   | 2   |     |     |    |          |     |           |

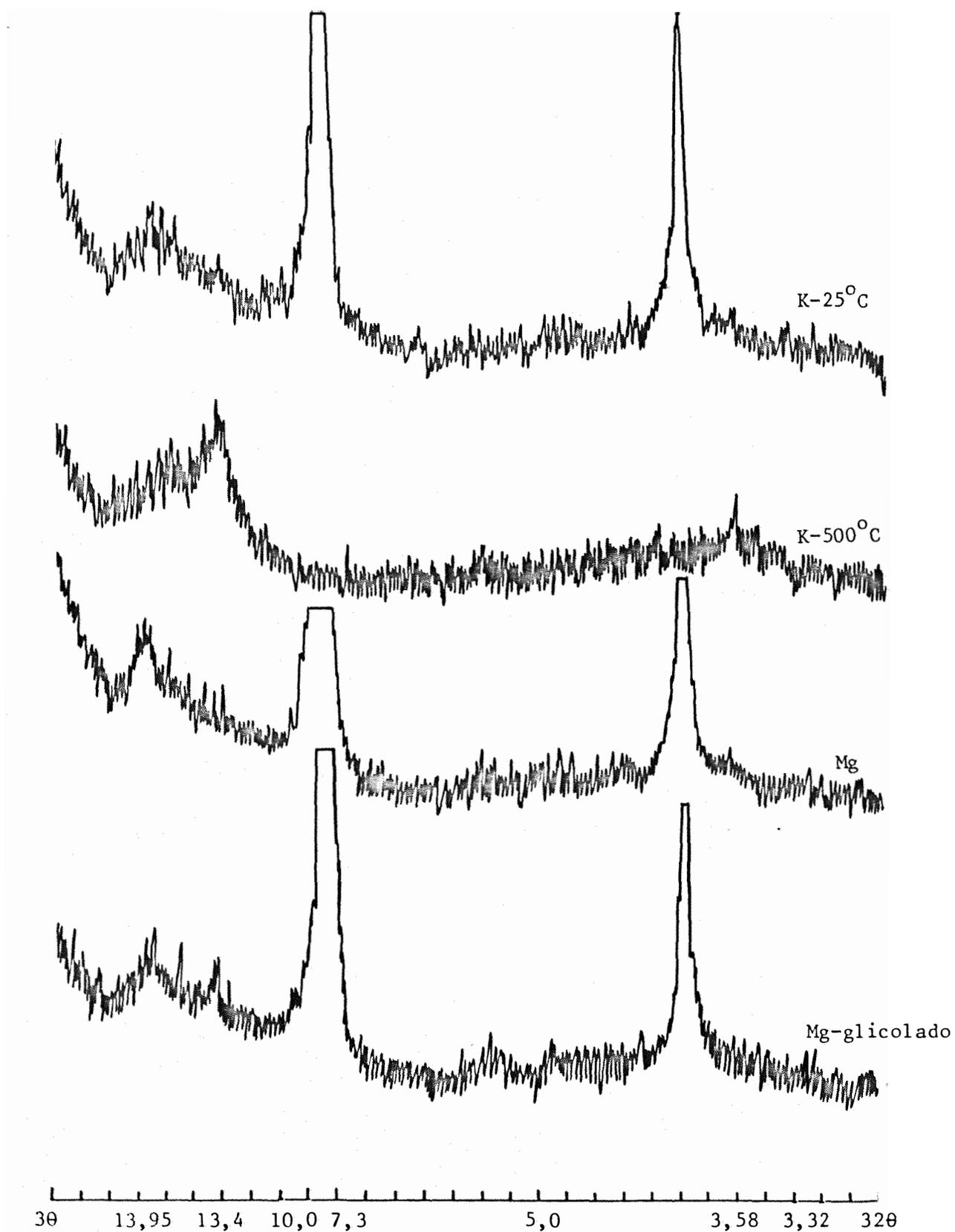


Figura 12 - Difratoograma de Raio -X da fração argila do horizonte B22 .  
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Perfil 1Y).

4.1.3.2. LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Álico, arenoso de campo cerrado associado com caatinga, ou Acrustox típico, caulioxídico, hipertérmico

É uma variação do Latossolo Vermelho-Amarelo, que apresenta caráter álico, devido à saturação mais alta com alumínio.

As limitações para o uso agrícola são muito fortes, inclusive para as condições de melhoramento intensivo. O uso destes solos se restringe à exploração extensiva de gado com pastagens implantadas ou com reflorestamento permanente.

A drenagem é muito rápida, devido à alta porosidade e à textura areno-franca dos solos que são profundos, com sequência de horizontes A, B e C, de difícil diferenciação entre si. A estruturação é quase nula ou apédica para todos os horizontes.

A saturação de base é baixa, o pH fortemente ácido e o conteúdo de cálcio e de magnésio são muito baixos.

Mineralogicamente as argilas são de natureza

caulinítica e oxídica. A sub-fração areia fina apresenta riqueza de minerais pesados resistentes ao intemperismo, como o zircônio e a turmalina

O perfil representativo dessa unidade é o 3 A da sub-bacia do arroio Acaray-mi do norte, que está descrito a seguir. Também são representativos os perfis 1A e 2A da mesma sub-bacia, 3Y da sub-bacia do arroio Yhú e I<sub>1</sub> da sub-bacia do arroio Itakyry, cujas descrições serão apresentadas no apêndice.

## DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 3A.

DATA: 06 de abril de 1981.

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Álico fase arenosa de campo cerrado associado com caatinga. Acrusthox típico, caulínítico hipertérmico.

UNIDADE DE MAPEAMENTO:  $\frac{LV2}{B t}$  a - Cr/Cat

LOCALIZAÇÃO: Distrito de Ihú, Departamento de Caaguazú, setor sudeste da sub-bacia do Arroio Acaray-mi do Norte localizado a 2,5 km do córrego principal, em área pertencente à Companhia Santa Ana.

SITUAÇÃO: Meia encosta com declividade de 1 a 2 % e declives longos.

ALTITUDE: 310 m.s.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Arenito de origem eólica, textura média a fina, grãos médios, poroso pouco, cimentado e com caráter ácido da "Série Misiones", cor respondente a formação Botucatu.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produtos da meteorização intensa das rochas acima mencionadas.

RELEVO: Suavemente ondulado, com declive médio, de comprimento menor do que 1 km.

**EROSÃO:** Nas áreas de vegetação natural ou cobertura de pastagens e reflorestamento, a erosão é moderada. Na área trabalhada para culturas e nas estradas, aparecem sulcos frequentes e profundos.

**DRENAGEM:** Bem a excessivamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Campo cerrado com caatinga

**USO ATUAL:** Campo natural de pastagem.

**CLIMA:** Sub-tropical sub-úmido hipertérmico, com estiagem no inverno.

**DESCRITO E COLETADO POR:** Patrocínio Alonso Jara.

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:**

- A11 0- 30 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6 úmido), vermelho amarelo (5YR 5/6, seco); franco argilo arenoso; apédico; não plástico e não pegajoso; transição ondulada e difusa.
- A12 30- 48 cm; vermelho amarelo (5YR 4/6 úmido); bruno avermelhado escuro (5YR 3/5, seco); franco arenoso; apédico; não plástico e não pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B1 48- 68 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido); vermelho (2,5YR 4/6, seco); franco argilo-arenoso; granular, pequena, fraca; macio, muito friável, ligeiramente plástico e não pegajoso; transição ondulada e gradual.

B2 68- 96 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido), vermelho (2,5YR 4/6, seco); franco argilo-arenoso; blocos subangulares, médios, fracos, macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.

B3 96-120+cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido), vermelho (2,5YR 4/6, seco); franco argilo arenoso; blocos subangulares, médios e finos, fracos; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Raízes abundantes, médias e finas no horizonte A11 e A12; raízes finas comuns no B1 e escassas no B2. A estruturação é muito fraca em todos os horizontes.

Tabela 29 - Resultados das análises físicas e químicas do Latosol Vermelho-Amarelo Álico. (Perfil 3A).

| Horizonte<br>Símbolo | Profun-<br>didade<br>(cm) | Densidade |      | VPT<br>% | Água retida |        | Capacidade de<br>água disponí-<br>vel cm <sup>3</sup> /100<br>cm <sup>3</sup> TFSE |
|----------------------|---------------------------|-----------|------|----------|-------------|--------|--|
|                      |                           | Aparente  | Real |          | 1/3 atm     | 15 atm |  |
| A11                  | 0- 30                     | 1,25      | 2,62 | 52       | 5,31        | 3,81   | 1,88   |
| A12                  | 30- 48                    | 1,41      | 2,52 | 44       | 5,93        | 5,54   | 0,59   |
| B1                   | 48- 68                    | 1,30      | 2,48 | 47       | 7,23        | 5,25   | 2,57   |
| B2                   | 68- 96                    | 1,22      | 2,49 | 51       | 5,62        | 4,42   | 1,46   |
| B3                   | 96-120+                   | 1,26      | 2,50 | 50       | 5,86        | 5,42   | 0,55   |

| Composição granulométrica %<br>Dispersão com NaOH + Oxalato de Na |     |      |      |      |       | Classe | Grupo |          |          |
|---|-----|------|------|------|-------|--------|-------|----------|----------|
| Areia   |     |      |      |      |       |        |       | Silte    | Argila   |
| mg  | g   | m    | f    | mf   | total | %      | %     | Textural | Textural |
| 0,1   | 3,2 | 10,1 | 55,5 | 4,3  | 73,2  | 5,8    | 21,0  | F A a    | Média    |
| 0,2   | 3,1 | 24,1 | 38,4 | 10,2 | 76,0  | 6,0    | 18,0  | F a      | Grossa   |
| 0,2   | 1,0 | 22,2 | 35,4 | 30,0 | 74,4  | 5,6    | 20,0  | F A a    | Média    |
| 0,4   | 1,8 | 14,6 | 13,6 | 31,0 | 60,4  | 15,6   | 24,0  | F A a    | Média    |
| 0,8   | 2,1 | 8,2  | 36,2 | 26,3 | 73,6  | 4,4    | 22,0  | F A a    | Média    |

| Complexo sortivo (e.mg/100 g) |                                     |                |                   |      |     |    | V<br>(%) | 100 Al <sup>+++</sup><br>Al <sup>+++</sup> + S |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------|------|-----|----|----------|--|
| CTC                           | Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | P    | S   |    |          |  |
| 7,2                           | 1,3                                 | 0,01           | 1,2               | 0,01 | 1,3 | 18 | 48       |  |
| 7,6                           | 1,3                                 | 0,01           | 1,3               | 0,01 | 1,3 | 17 | 50       |  |
| 8,1                           | 0,6                                 | 0,01           | 1,6               | 0,01 | 0,6 | 8  | 72       |  |
| 6,4                           | 0,6                                 | 0,01           | 1,6               | 0,01 | 0,6 | 9  | 72       |  |
| 6,8                           | 0,2                                 | 0,01           | 1,6               | 0,01 | 1,2 | 3  | 89       |  |

| H <sub>2</sub> O | pH 1:1 |     | Δ pH | C<br>% | M.O.<br>% |
|------------------|--------|-----|------|--------|-----------|
|                  |        | KCl |      |        |           |
| 4,5              |        | 4,1 | -0,4 | 0,3    | 0,6       |
| 4,7              |        | 4,1 | -0,6 | 0,2    | 0,4       |
| 4,2              |        | 4,0 | -0,2 | 0,2    | 0,3       |
| 4,1              |        | 3,9 | -0,2 | 0,1    | 0,2       |
| 4,2              |        | 4,1 | -0,1 | 0,2    | 0,3       |

Tabela 30 - Resultados das análises mineralógicas do Latossolo Vermelho-Amarelo Álico. (Perfil 3A).

| Minerais<br>Pesados | Horizontes |    |    |    |    |     |    |     | Minerais<br>leves |    |           |
|---------------------|------------|----|----|----|----|-----|----|-----|-------------------|----|-----------|
|                     | All        | B1 | B2 | B3 | B3 | B2  | B1 | All |                   |    |           |
| Zirconita           | Nº         | 12 | 20 | -  | 23 | 105 | -  | 136 | 264               | Nº | Quartzo   |
|                     | %          |    | 23 | -  | 24 | 95  | -  | 95  | 92                | %  |           |
| Turmalina           | Nº         | 10 | 18 | -  | 28 | 5   | -  | 7   | 22                | Nº | Feldspato |
|                     | %          |    | 21 | -  | 29 | 5   | -  | 5   | 8                 | %  | Potássico |
| Magnetita           | Nº         | 10 | 16 | -  | 8  |     |    |     |                   |    |           |
|                     | %          |    | 19 | -  | 8  |     |    |     |                   |    |           |
| Estauroli<br>ta     | Nº         | 14 | 6  | -  | 8  |     |    |     |                   |    |           |
|                     | %          |    | 7  | -  | 8  |     |    |     |                   |    |           |
| Muscovita           | Nº         | 1  | 3  |    | 2  |     |    |     |                   |    |           |
|                     | %          |    |    |    | 2  |     |    |     |                   |    |           |
| Hornblen-<br>da     | Nº         | 1  | 2  | -  | 2  |     |    |     |                   |    |           |
|                     | %          |    | 3  | -  | 2  |     |    |     |                   |    |           |
| Cianita             | Nº         | 12 | 20 |    | 24 |     |    |     |                   |    |           |
|                     | %          |    | 23 |    | 25 |     |    |     |                   |    |           |
| Monazita            | Nº         | 2  | 1  |    | 2  |     |    |     |                   |    |           |
|                     | %          |    | 1  |    | 2  |     |    |     |                   |    |           |

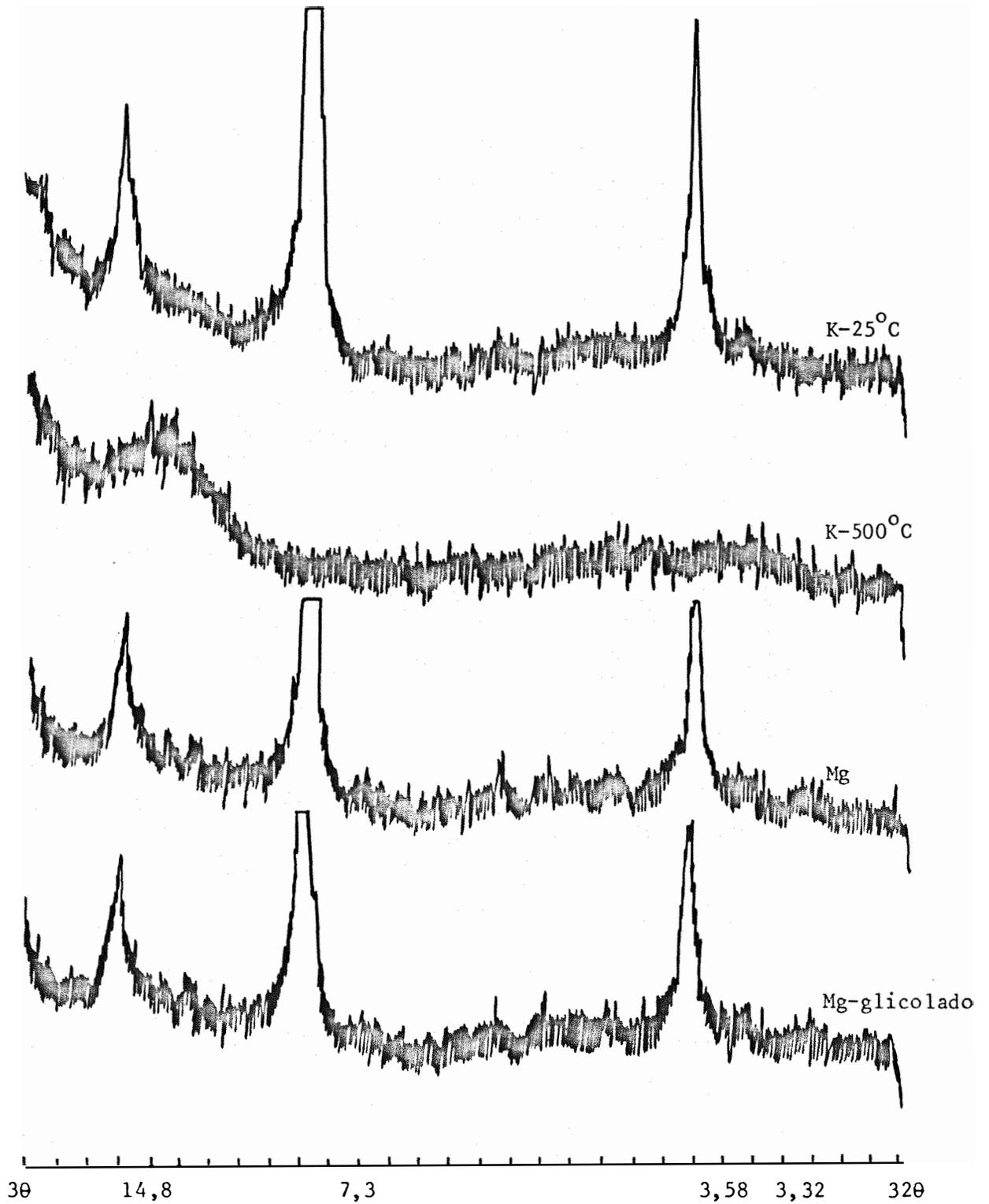


Figura 13 - Difratoograma de Raio -X da fração argila do horizonte B22.  
Latossolo Vermelho-Amarelo Álico. (Perfil 3A).

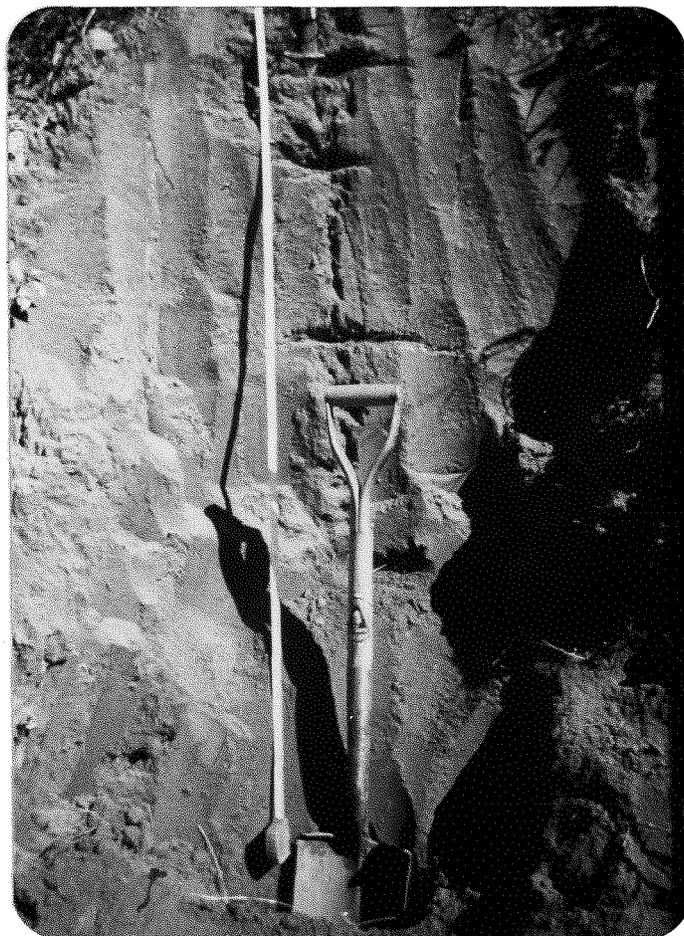


Figura 14 - Fotografia do Perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (Perfil 3A).

4.1.4. Áreas dos vales de rios e córregos - Solos  
Glei Pouco Húmicos - Orthents, Haplaquents,  
Fluents e Quartzipsamments

Esta área ocupa uma extensão considerável (>30%) da área total da bacia do Rio Acaray e compreende: a) terras ligeiramente onduladas e planas, sujeitas permanentemente a excesso de água. Essas terras são compostas de materiais aluviais recentes. O lençol de água é flutuante, entre 1 e 2 m, sendo que em época de enchente fluvial e pluvial alcança a superfície. Os solos desenvolvidos nesta área são Alúvios Hidromórficos ou Glei Pouco Húmicos de textura diversa, incluindo Quartzipsamments, Orthents e Haplaquents, os quais não foram separados a nível de subgrupos, devido à complexidade quanto à textura e grau de evolução. Esses solos podem ser encontrados em pequenas áreas dentro da de solos mais evoluídos, como a de Planossolos.

A vegetação está constituída por pastagens e ervas baixas, sendo o uso atual o de pastagem extensiva para gado.

b) Terras baixas planas ou côncavas, sujeitas a inundações e permanentemente molhadas durante o ano. São compostas de materiais aluviais de adição permanente e atual

dos rios e arroios, compreendendo a área dos meandros dos cursos d'água.

Os solos estão, também, relacionados com as condições de deficiência de drenagem, ou processos de hidromorfismos permanentes, não apresentando evolução pedogenética. São os Gleis Húmicos e Pouco Húmicos ou Fluvaquents, Ha-plaquents e Quartzipsamments. Apresentam variações grandes na sua textura e conteúdo de matéria orgânica no horizonte superficial. Nas margens dos rios encontram-se materiais estratificados, predominando os de textura grossas que permitem o desenvolvimento de vegetação arbórea, como a das florestas em galeria. No entanto, a vegetação predominante é a de pastagens.

A utilização destas terras é a de pastagens para a criação de gado.

Deve-se notar que dentre estas terras encontram-se áreas potencialmente boas para o desenvolvimento de culturas específicas, como arroz irrigado, com a aplicação de práticas complexas de drenagem e melhoramento da fertilidade.

No mapa 1 do Apêndice está indicada a distribuição destes solos, identificados com o seguinte símbolo:

$$\frac{HGP_4}{A_m} a - Ca.$$



Figura 15 - Aspecto da paisagem do Solo Gleí Pouco  
e do Latossolo Vermelho-Amarelo

#### 4.2. Manejo dos solos

A forma de uso e de manejo atual dos solos, ainda, está longe do que se entende que seja o adequado, devido à incorporação muito recente para o desenvolvimento agrícola, especialmente no setor sudeste da bacia, como as colônias de Juan E O'Leary, Juan L. Mallorquín e Presidente Stroessner, com colonos paraguaios, a Colonia de Iguazú com japoneses e as colônias de Santa Teresa, Hernandarias e Mbaracayú com colonos de origem brasileira.

Todas estas colônias não dispõem de plano de manejo dos solos; valendo-se apenas, da experiência dos agricultores.

No setor centro-oeste e noroeste, tem-se colônias mais antigas com tecnologia tradicional, para a exploração agrícola, de gado e florestal. No entanto, comparando-se os níveis tecnológicos de produção, constata-se que o mais alto degrada o solo mais rapidamente do que os demais deixando-os com pouca possibilidade de recuperação.

Nas sub-bacias do Arroio Yhú e Arroio Itakyry os agricultores estão utilizando, apenas, tração animal e trabalho manual; conseqüentemente, as perdas de solo por

erosão não são alarmantes, uma vez que a degradação é insignificante, devido à baixa mobilização do solo. A degradação química é, no entanto, mais séria, porque a exportação de nutrientes torna os solos mais ácidos. Estas situações são comuns nas localidades de San Joaquim, Yhú; San Blás, Itakyry, Juan M. Frutos, Yuquyry e Santo Domingo, no setor oeste, sudoeste e noroeste da bacia, onde predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Álicos, e os Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Latossólicos Distróficos. O mapa 1, do Apêndice, indica a distribuição destes solos. As classes de capacidade de uso destes solos variam de acordo com os tipos e graus de limitação. Os resultados dessa classificação estão apresentados nos mapas 2, 3, 4 e 5, do Apêndice.

A zona mais recentemente incorporada à exploração agrícola é constituída pelos melhores solos da bacia, como os Latossolos Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro e Terra Roxa. Estes solos estão sendo explorados por colonos de origens distintas e com maior capacidade tecnológica. Estes colonos pertencem às Colônias Iguazú, Santa Rosa, Hernandarias, Santa Teresa, Mbaracayú e Três Palmas. Os solos destas Colônias estão se degradando mais rapidamente do ponto de vista físico do que do químico, devido aos tratamentos inadequados que estão recebendo desde o início da sua

exploração. As operações de adaptação do solo às culturas estão sendo realizadas com máquinas pesadas que eliminam a matéria orgânica do horizonte A e aumentam a compactação do solo.

De acordo com os resultados do levantamento sobre o nível e o tipo de manejo que se está praticando na bacia do Rio Acaray, observa-se que não há orientação técnica adequada. A tecnologia de manejo de solos é ainda pouco desenvolvido, o que conduz a se terem áreas com diferentes graus de erosão e problemas variados de degradação da fertilidade. Estes solos foram adaptados ao uso agrícola na mesma época e alguns mais recentemente; no entanto, estes últimos estão apresentando maior degradação.

Esta situação demonstra o efeito do nível tecnológico aplicado e os seus efeitos positivos e negativos sobre o solo. Mesmo que os efeitos das práticas sejam teoricamente iguais, pode-se encontrar na bacia variações muito grandes de resultado. Isso ocorre porque as características dos componentes da bacia que servem de critério para a adoção das práticas de manejo, tais como solo, população, chuva, etc. são muito heterogêneas.

Considerando, apenas, os fatores que influem sobre a erosão, tentou-se demonstrar, com a aplicação da

equação universal de perdas de solo, a variação em quantidade de solo perdido por hectares e por ano, segundo a natureza do solo em cada setor da bacia.

A Equação de Wischmeier et alii (HUDSON, 1973) é a seguinte:

$$A = R.K.LS.C.P; \quad \text{onde,}$$

A = quantidade de solo erodido em t/ha/ano; R = fator de chuva ou erosividade; K = fator erodibilidade; LS = fator topográfico (S = declividade e L comprimento do declive); sendo o valor de LS dado pela seguinte expressão:

$$LS = \frac{\sqrt{L}}{100} (1,36 + 0,975s + 0,1385s^2);$$

C = fator manejo da cultura, ou da cobertura vegetal.

Para esse fator, utilizou-se os seguintes valores apresentados por SILVA (1978) e HUDSON (1973):

| <u>Cobertura vegetal</u>        | <u>Valor médio anual de C</u> |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Floresta densa                  | 0,001                         |
| Pastagens de crescimento rápido | 0,01                          |
| Capim de corte                  | 0,1                           |
| Soja em cobertura               | 0,2                           |
| Trigo em cobertura              | 0,3                           |
| Milho em cobertura              | 0,4                           |

|         |     |
|---------|-----|
| Algodão | 0,5 |
| Fumo    | 0,4 |

P = fator práticas conservacionistas, cujo valor é variável, de acordo com o seguinte critério que foi indicado por WISCHMEIER e SMITH (1965) e BEALEY (1972):

- cultivo em nível = 0,50 a 0,60
- cultivo em terraços = 0,15 a 0,20
- cultivo no sentido do declive = 1,0

Com estes valores foi calculada a quantidade de solo perdida em duas condições de solo e chuva.

Condição 1 - Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico  
Distrófico  
Distrito de "Juan Manuel Frutos"

A. com floresta densa

|                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| - fator chuva (R)                     | = 650   |
| - fator erodibilidade do solo (K)     | = 0,35  |
| - fator topográfico (LS)              |         |
| comprimento L = 500 m                 |         |
| declividade S = 4%                    | = 1,67  |
| - fator vegetação (C)                 | = 0,001 |
| - fator prática de controle da erosão | = 0,15  |
| A ou E (t/ha/ano)                     | = 0,057 |

|  |          |
|--|----------|
| B. com cultura de algodão de novembro a março                                |          |
| - fator chuva (R) de outubro até março                                       | = 363,29 |
| - fator vegetal (C)  | = 0,5    |
| - fator prática de controle da erosão, com cultivo no sentido da declividade | = 1,0    |
| A ou E (t/ha/6 meses)  | = 105,87 |

Condição 2 - Latossolo Roxo Distrófico

Distrito Colônia de Presidente Stroessner

|  |          |
|--|----------|
| A. Com floresta densa                            |          |
| - fator chuva (R)                                | = 670,00 |
| - fator erodibilidade (K)                        | = 0,20   |
| - fator topográfico (LS)                         |          |
| comprimento L = 500 m                            |          |
| declividade S = 4%                               | = 1,67   |
| - fator vegetação (C)                            | = 0,001  |
| - fator prática de controle da erosão (P)        | = 0,15   |
| A ou E (t/ha/ano)                                | = 0,033  |
| B. com cultura de soja                           |          |
| - fator chuva (R) de outubro a março             | = 431,1  |
| - fator vegetação                                | = 0,30   |
| - fator prática, cultura em contorno sem terraço | = 0,60   |
| A ou E (t/ha/6 meses)                            | = 17,28  |

Estes cálculos só se prestam para observações teóricas, mostrando que: nas duas condições quando se faz cultura anual, as perdas de solo aumentam até níveis não toleráveis. Conseqüentemente, requerem a aplicação de práticas mais intensivas de manejo.

## 5. DISCUSSÃO

Os estudos de caracterização dos componentes da bacia que definem o seu comportamento produtivo e hídrico conduziram à obtenção dos resultados que são discutidos neste capítulo.

Visando a compreensão de cada um desses componentes e a definição do manejo que se deve aplicar para permitir que se obtenham resultados econômicos, sociais e ambientais satisfatórios e para que seja mantida a produtividade dos solos, executou-se a análise dos resultados na ordem de sua importância.

Os solos da bacia do Rio Acaray são heterogêneos, em função da variação do material de origem e das condições de relevo. Por esta razão os solos são analisados

por áreas geomórfica e geologicamente semelhantes.

#### 5.1. Solos desenvolvidos na área de predominância das rochas basálticas

Os solos desta área são a Terra Roxa Estruturada, a Terra Roxa Latossólica e o Latossolo Vermelho-Escuro.

As características gerais da fração argila destes solos são as seguintes: a caulinita, a vermiculita, a clorita e os óxidos de ferro livres são os seus principais minerais. No caso da Terra Roxa aparece, ainda, a montmorillonita em pequenas proporções. Entre os minerais da sub-fração areia fina, encontram-se predominantemente a turmalina, a zirconita, o quartzo e os minerais opacos.

Pela composição mineral e a morfologia, estes solos parecem ter sofrido fortes processos de intemperismo, que os levaram à degradação total do material autóctone; talvez acompanhado por um processo de retrabalhamento, pela água, uma vez que contêm vermiculita e montmorillonita, especialmente na Terra Roxa Estruturada e, possivelmente, na Terra Roxa Estruturada Latossóliva.

A dominância da caulinita, demonstrada pela

difratometria de raio-X e pela variação da saturação de bases entre os solos, indicaria a ação de processo de dessilicatização parcial ou diferencial e não uma caulinitização completa, que levaria à formação de gibbsita que aparece em pequena quantidade. Este critério é confirmado pela conclusão de ANDRADE et alii (1975), que verificaram a predominância de caulinita na Terra Roxa Latossólica, Latossolo Vermelho-Escuro e Terra Roxa, juntamente com alofanas (sílica amorfa). Encontraram baixa teor de gibbsita, apenas, no Latossolo Vermelho-Amarelo. Os mesmos autores comprovaram que os minerais de argila do tipo 2:1 como mica, vermiculita e montmorillonita ocorrem em concentrações baixas, havendo um decréscimo considerável nos perfis de Terra Roxa Estruturada Latossólica, em relação aos de Terra Roxa Estruturada.

A presença de minerais de camadas mistas do tipo 2:1 e 2:2:1 como é o caso da vermiculita, montmorillonita e clorita, faz supor que os processos pedogenéticos não foram de intensidade contínua e que permitiram o acúmulo de hidróxidos de ferro, de manganês e de magnésio nos silicatos expansivos como montmorillonita, illita e vermiculita (ALEXIADES e JACKSON, 1965). A ausência de gibbsita indica uma moderada intensidade de intemperização que permite o acúmulo de material amorfo indicador de valores médio ou mo

derado de capacidade de troca catiônica, mantendo a caulinita, clorita e metahaloisita. Isto confirmaria a suspeita levantada por KAMPF e KLANT (1978) e GOEDERT, SYERS e COREY (1975).

A presença de grãos de turmalina, zircônio e quartzo rolados e com bordos arredondados aumenta da Terra Roxa para a Terra Roxa Latossólica e Latossolo Vermelho-Escuro, sugerindo um processo de erosão e redeposição com formação de solos sobre material alóctone. Pelo mesmo fato, pode-se afirmar que os solos mais distantes do Rio Paraná, como os Latossolos Vermelho-Escuros, receberam mais materiais quartzosos devido à proximidade da fonte de areia derivada de arenito suprajacente. Em algumas áreas, estes solos apresentam acúmulo de areia na superfície, originando Latossolos Vermelho-Escuros com horizonte A de textura franco arenosa.

Deve-se observar, também, que os materiais basálticos não eram homogêneos, como foi indicado por BERTONI (1918) e SCHNEIDER (1964), originando materiais de origem variados, como no caso da Terra Roxa Latossólica que é mais ácido do que a Terra Roxa e o Latossolo Vermelho-Escuro. Esta variação nas características dos solos indicaria uma evolução policíclica, policlimática e, possivelmente, um

efeito de basculamento epirogênico do Pós-Cretáceo na área de contato entre o basalto e os arenitos.

A evolução dos solos, analisados a partir das idéias anteriores, pode conduzir a uma formação acelerada de gibbsita, caulinita e haloisita a partir do material amorfo e restos de vermiculita, clorita e montmorillonita, devido principalmente ao efeito do uso pelo homem, que provoca desmatamento e remoção da matéria orgânica e mistura dos horizontes. Conseqüentemente, tem-se uma gradativa diminuição da fertilidade na seguinte seqüência: Terra Roxa Estruturada, Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Escuro, devido à diminuição de argilas 2:1 e à acidificação. Isto ocorre especialmente quando a matéria orgânica dos horizontes superficial vai sendo perdida por lixiviação, queimada e arrastada pela erosão hídrica.

Por outro lado, a presença de minerais opacos como a magnetita, hematita e limonita nos Latossolos, conduz à dedução de que deve haver um aumento relativo da riqueza de óxidos no solo e, conseqüentemente, uma mais alta capacidade de fixação de fosfatos que é máxima para a Terra Roxa Latossólica (CENTURIÓN, 1973 e MEKARU e UEHARA, 1972). Este fato apoiado pelo efeito climático (pluviosidade superior a 1600 mm e temperatura média de 20-21°C) ocasionou li

xíviação contínua no material básico, tornando os solos cada vez mais ácidos.

Quanto à morfologia, os solos desenvolvidos sobre este material basáltico, são profundos, exceção Terra Roxa Estruturada que quando está associada ao Litossolo de basalto. A Terra Roxa apresenta horizonte B textural com cerosiade abundante revestindo os agregados, pequena variação de cor entre os horizontes A e B, textura argila, tanto no A como no B, estabilidade dos microagregados, friabilidade, plasticidade, pegajosidade e permeabilidade à água moderada.

Quimicamente, possuem média a alta capacidade de troca catiônica e saturação de bases maior do que 50% no horizonte A, que pode, no entanto, ser menor no horizonte B. O pH destes solos é fracamente ácido e sua erodibilidade é baixa, chegando a ser menor do que 0,25 no horizonte A.

## 5.2. Solos desenvolvidos sobre materiais indiferenciados derivados de arenito e basalto e são de arenito.

Nesta área desenvolveram-se os Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Latossólicos Distróficos e os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Álicos.

Os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos intergrade para Latossólico (PVL) apresentam-se na Unidade geomórfica denominada Platô suavemente ondulado da Paleoplanície do Rio Paranã, onde os materiais basálticos misturam-se com os arenitos da Formação Misiones.

Estes solos são, também, policíclicos devido à ocorrência de policlimas na região. A área apresenta solos indiferenciados em algumas microáreas, aparecendo solos com características semelhantes às dos Latossolos Vermelho-Amarelos. Mas, nas áreas de posição intermediariamente altas dominam os Podzólicos Vermelho-Amarelos Latossólicos Distróficos, com sequência de horizontes A, B e C. Morfologicamente, são bem desenvolvidos, com horizonte A variando de 20 a 35 cm de espessura, franco arenosos e franco argilo-arenosos, com transição abrupta entre o horizonte A e o B. Em alguns perfís, aparece um horizonte A<sub>2</sub> de cor cinza claro, semi-endurecido. O horizonte B se sub-divide em B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e B<sub>3</sub>, mostrando maior porcentagem de argila no B<sub>2</sub>. A porcentagem de argila maior do que 35% indica um horizonte argílico iluvial, com cutans nas faces dos elementos estruturais com pequena espessura e descontínuos. A diminuição da porcentagem de argila com a profundidade leva a se classificar o solo no sub-grupo (E.U.A., 1975) Haplustult Típico e não em Paleustult como seria pelo grau e evolução do perfil.

Quanto à evolução pedogenética o solo é bem evoluído, alcançando quantidade de argila maior do que 35% no horizonte argílico e pela presença dominante de caulinita; porém, a porcentagem de gibbsita é baixa e aparece pequena quantidade de mica, o que faz com que este solo seja de maturidade moderada. Seria necessário fazer-se uma análise mineralógica e geoquímica mais detalhada para se definir o grau de intemperização e identificar a existência de possíveis descontinuidades litológicas. No entanto, comparativamente, é um solo mais maduro do que os derivados de basalto, o que pode ser devido à sua posição geomórfica e às mudanças do nível d'água ocorridas em várias épocas geológicas. Comparando-se com o Solo Podzólico Vermelho-Amarelo, variação Piracicaba (DEMATTE, 1981), observa-se que estes solos, também, são mais evoluídos.

A acentuada lixiviação deve levar os solos a uma dessilicatização e alitização da caulinita em proporção não determinada e que deveria ser pesquisada através da determinação da sílica na solução e da gibbsita no complexo cristalino (GOEDERT et alii, 1975). A gibbsita, também, pode vir de minerais primários, como indica (FU-TAI.WU, 1981), os quais contribuem para a ocorrência do caráter álico dos solos. Este fato foi confirmado, também, por BONIFAS (In: GALLEGO e ESPÍNDOLA, 1975).

Quimicamente, os solos apresentam variabilidade; no entanto, apresentam valores de capacidade troca catiônica ao redor de 10 e.mg/100 g, uma saturação em bases menor do que 35%, conteúdo de cálcio e de magnésio médio, conteúdo de fósforo e potássio muito baixo e saturação de alumínio moderada. Apresentam um conteúdo de matéria orgânica baixo, menor do que 1,8%; porém, nos perfis sob floresta apresenta conteúdo de matéria orgânica de médio a alto. Os valores do pH indicam acidez moderada a forte em todos os horizontes. Estes valores mostram que a fertilização de manutenção e melhoramento deve começar imediatamente após o início da utilização ou incorporação à produção agrícola.

Tendo, os Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos, a camada arável de textura arenosa, são muito erodíveis. O manejo destes solos requer práticas agrícolas cuidadosas e considerando-se que a pressão demográfica é forte nesta área, torna-se necessária a recomendação urgente de práticas de manejo e de conservação de solo, como: rotação-de-culturas, plantio em curvas de nível e culturas-em-faixas, que são práticas agrícolas eficientes para culturas anuais.

Quando usado para pastagem, deve ser evitado um excessivo pastoreio, a fim de não expor a camada superior do solo à ação da erosão e não se produzir compactação.

Se a declividade for maior do que 10%, recomenda-se reflorestamento.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos arenosos são os solos predominantes na área da unidade geomorfológica Platô Ligeiramente Aplainado da Paleo-Planície. Estão desenvolvidos sobre o material proveniente do intemperismo e retrabalhamento de sedimentos de arenitos da série Misiones da Formação Botucatu, num regime atual de clima hiper-térmico, com precipitação média anual de 1500 mm, sub-úmido, com leves estiagens no inverno e déficit de água.

Morfologicamente, são bem desenvolvidos com horizontes pouco diferenciados e com uma sequência A, B e C. São solos profundos, sem se observar, na área o material de origem intacto. Apresentam drenagem muito rápida e textura leve ao longo do perfil. A estrutura é apédica, maciça ou fracamente desenvolvida em alguns sub-horizontes do B, como no B<sub>2</sub>, por exemplo.

A fraqueza estrutural provém do material de origem, já que o arenito da formação Botucatu é de pouca ou nenhuma cimentação calcária. Apresentam muito baixo teor de cálcio e de magnésio. Os grãos são, apenas, envolvidos por finas películas de óxido ou de hidróxido de fer-

ro precipitado de águas capilares, que lhes conferem coloração avermelhada (FU-TAI-WU, 1981). Este material de origem contém, predominantemente, minerais opacos ultra e meta-estáveis, como a magnetita, a ilmenita, a hematita, a limonita, a turmalina e o zircônio, todos bem arredondados. Dentre os minerais leves, aparecem: quartzo, feldspato e fragmentos de rochas, em menor proporção.

A composição mineral da argila está dominada pela caulinita, aparecendo traços de mica, clorita e, possivelmente, de gibbsita. Isto indica um grau de intemperização de moderado a forte.

Quimicamente, apresenta grande variabilidade. A capacidade de troca catiônica ( $CTC-NH_4OAc$  pH 7,0) varia de 5 a 8 e.mg/100 g, a saturação de bases é menor do que 30% nas fases distróficas e menor do que 20% nas álicas. O pH é fortemente ácido, sempre menor do que 5,2, quando medido em água.

O conteúdo de Alumínio é médio a alto; porém, a baixa capacidade de troca de cátions faz com que os valores de saturação em Alumínio sejam elevados e os solos apresentem caráter álico. Pelas características citadas, estes solos são considerados de baixa fertilidade natural e sua capacidade de armazenar água é baixa, especialmente quando

se localizam em áreas declivosas.

Podem ser utilizados para culturas, por curtos períodos, quando a posição topográfica permitir e quando as práticas de manejo não ocasionarem a sua degradação.

## 6. CONCLUSÕES

### 6.1. Conclusão geral

A bacia do Rio Acaray é uma área heterogênea, devido à ocorrência de diferentes combinações dos seus fatores ambientais, podendo-se afirmar que necessita de um projeto conservacionista específico para cada uma das sub-bacias estudadas.

As atividades agrícolas, nesta área, não têm causado problemas ambientais de grande significado devido à interação da erosividade da chuva, erodibilidade do solo e capacidade de agressão condicionada pelo capital empregado nos empreendimentos. A aplicação de uma política desenvolvimentista à área, devido à pressão mundial de demanda de alimentos, energia e fibras, pode acelerar o processo de degradação dos

solos, a menos que seja estabelecido com base em projetos criteriosamente executados.

## 6.2. Conclusões específicas

Todos os solos derivados de arenitos são mais evoluídos pedogeneticamente do que os derivados do basalto.

Os solos mostraram alta correlação com o material de origem; assim, do basalto se originou a Terra Roxa Estruturada, Terra Roxa Estruturada Latossólica, Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Escuro e dos Arenitos, o Latossolo Vermelho-Amarelo, o Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico e o Cambissolo Latossólico. As variações que estes solos apresentam referem-se à sua fertilidade natural e à erodibilidade.

A fertilidade dessas Unidades Taxonômicas segue a seguinte sequência:

TE > TRL > LE

Quanto à erodibilidade, a sequência é:

TRL > TE > LE.

Os solos desenvolvidos sobre materiais deriva

dos de arenitos são: Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo, Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico e Cambissolo Latossólico. Estes solos apresentam variações em fertilidade natural e erodibilidade.

A fertilidade aparente das Unidades Taxonômicas segue a seguinte sequência:

$$LE > PVL > LVAd > LVAa > CLa.$$

Quanto à erodibilidade, a sequência dessas unidades é a seguinte:

$$PVL > CL > LVA > LE.$$

Nas planícies dos rios e dos córregos, onde depositaram materiais sedimentares recentes, desenvolveram-se os solos Glei Pouco Húmicos.

Na sub-bacia do Arroio Yhū (1), as áreas altas são de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Álico, que correspondem às sub-classes de capacidade de uso III<sub>sef</sub>, IV<sub>sef</sub> e VI<sub>sef</sub>; de Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico Distrófico que pertencem às sub-classes de capacidade de uso II<sub>sef</sub>, III<sub>efk</sub> e IV<sub>est</sub>, respectivamente. As áreas baixas desta sub-bacia estão constituídas por solos Glei Pouco Húmicos, que se incluem na sub-classe de capacidade de uso V<sub>wd</sub>. O índice de erosividade da chuva nesta sub-bacia foi estimado em 640.

Na sub-bacia do Arroio Acaray-mi do norte (2) nas áreas altas desenvolvem-se os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Álicos que pertencem às sub-classes de capacidade de uso  $III_{sef}$ ,  $III_{esk}$ ,  $IV_{est}$  e  $VI_{sef}$ , respectivamente. Nas áreas de planície de córregos desenvolvem-se os solos Glei Pouco Húmicos, que se incluem nas sub-classes de capacidade de uso  $V_{wi}$  e  $V_{wd}$ , respectivamente. O índice de erosividade da chuva neste setor da bacia foi estimado em 625.

Na sub-bacia do Arroio Itakyry (3), encontram-se os seguintes solos, nas áreas altas: Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Álicos, que se incluem nas sub-classes de capacidade de uso  $III_{sef}$ ,  $IV_{est}$  e  $VI_{est}$ , e os Cambissolos Latossólicos Álicos das sub-classes  $III_{sef}$ ,  $IV_{est}$ ,  $VI_{est}$  e  $VII_{est}$ , respectivamente. Na área baixa do vale dos córregos e arroios predominam os Solos Glei Pouco Húmicos, que correspondem às sub-classes de capacidade de uso  $V_{wd}$  e  $V_{wi}$ . O índice de erosividade da chuva neste setor da bacia foi estimado em 640.

Na sub-bacia do Arroio Acaray-mi do Sul (4), domina a Terra Roxa Latossólica Distrófica que pertence às sub-classes de capacidade de uso  $II_{sf}$ ,  $III_{sf}$  e  $IV_{est}$ . Os cursos d'água nesta área do basalto estão muito encaixados pelo que não apresentam vales com solos Glei, os quais

ocorrem, apenas, nas cabeceiras. O índice de erosividade da chuva neste setor da bacia foi estimado em 680.

## 7. RECOMENDAÇÕES

A exploração agrícola dos solos da bacia do Rio Acaray deve, prioritariamente, ajustar-se a um plano de manejo conservacionista.

- As alternativas de uso e de manejo das terras para a agricultura devem limitar-se às classes II e III de capacidade de uso, considerando-se as distintas subclasses. Quando a incidência de tecnologia e de capital não aumentar o perigo de degradação acelerada dos solos, poderá-se recomendar, sob supervisão especial, que as terras que pertençam às classes IV de capacidade de uso sejam utilizadas para uma agricultura periódica ou em alternância com a exploração de gado e floresta. Em cada propriedade agrícola, a exploração agro-pastoril deverá ajustar-se às unidades de capacidade de uso; pelo mesmo, quanto à recomendação de prá-

ticas de manejo conservacionista, as quais deverão considerar os níveis técnicos mais comumente encontrados na região.

- Em todos os casos, deve-se analisar o custo da aplicação das práticas de manejo conservacionista, segundo o nível de manejo que se deseja aplicar.

- A orientação dos sistemas de produção e aplicação de um grupo de práticas de manejo conservacionista deve estar em correspondência e em equilíbrio com as limitações dos solos; especialmente, aquelas que contribuem para acelerar a degradação deste recurso.

As terras devem ser:

- preparadas e trabalhadas em nível, com cultivos em contorno e as áreas devem ser protegidas com faixas-de-retenção:

- mantidas com a vegetação natural, quando a declividade ultrapassar 12%;

- protegidas, no início da sua adaptação para o uso agrícola, incluindo-se, na rotação, a incorporação de pastagens, reflorestamento ou a combinação destas práticas;

- preparadas inicialmente para as culturas com mobilizações (aração, gradagem) efetuadas adequadamente (em função das propriedades dos solos); no entanto, as operações posteriores devem basear-se no cultivo mínimo;

- exploradas aplicando-se sistemas rentáveis de cultivo e de acordo com o desenvolvimento das propriedades e o nível tecnológico do produtor, devidamente orientado.

Além disso, é necessário que:

- o reflorestamento seja intensificado nas áreas críticas de degradação dos solos, tais como nas cabeceiras de cursos d'água. As espécies de árvores a serem utilizadas devem ser bem estudadas quanto à adaptação, proteção e rapidez de crescimento;

- a promoção da experimentação agrícola, por meio de ensaios de fertilidade, deve ser dirigida, preferencialmente aos solos das classes II - III- IV de capacidade de uso. Estas experiências poderiam ser executadas com a ajuda de empresários particulares, assessorados por técnicos do setor oficial;

- a realização de estudos de controle da erosão hídrica nas áreas dos solos pertencentes às classes III-

IV - VI, aplicando-se, preferencialmente, métodos de controle da erosão, de restauração e de melhoramento. A tecnologia de manejo e conservação dos solos a ser difundida deve ser idealizada em função do nível técnico e a disponibilidade de capital do produtor. Na Tabela 31 estão apresentadas as recomendações para o uso e o manejo conservacionista dos solos da bacia.

TABELA 31 - RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS DE USO E MANEJO CONSERVACIONISTA DOS SOLOS DA BACIA DO RIO ACARAY

| GRANDE GRUPO  | FASE         | SUB-CLASSE DE CAPACIDADE DE USO | GRUPO RECOMENDADO DE PRÁTICAS DE MANEJO                                     |  |
|---|--------------|---------------------------------|---|--|
|   |              |                                 | NÍVEL MEDIO   | NÍVEL ALTO   |
| Terra Roxa Estruturada                                      | Epieutrófica | IIeft                           | 1. Práticas simples de controle da erosão hídrica.                          | 1. Práticas intensivas de controle da erosão.  |
|   |              |                                 | 2. Práticas simples de manutenção da fertilidade.                           | 2. Práticas intensivas de manutenção da fertilidade.   |
|   |              |                                 | 3. Práticas simples de rotação de cultivos.                                 | 3. Práticas de rotação intensivas e programadas.   |
| Terra Roxa Latossolo Roxo e Vermelho Escuro                 | Distrófica   | IIeft                           | 1. Práticas simples de controle da erosão hídrica.                          | 1. Práticas intensivas de controle da erosão.  |
|   |              |                                 | 2. Práticas intensivas de melhoramento e manutenção.                        | 2. Práticas complexas de melhoramento e manutenção da fertilidade.   |
|   |              |                                 | 3. Práticas simples de rotação-de-cultivos.                                 | 3. Práticas de rotação intensivas e programadas.   |
| Podzólico Vermelho Latossólico e Latossolo Vermelho-Amarelo | Distrófica   | IIIeft                          | 1. Práticas intensivas de controle da erosão hídrica.                       | 1. Práticas complexas de controle da erosão.   |
|   |              |                                 | 2. Práticas intensivas de melhoramento e manutenção da fertilidade.         | 2. Práticas complexas de melhoramento e manutenção da fertilidade.   |
|   |              |                                 | 3. Práticas intensivas de rotação-de-cultivos.                              | 3. Práticas de rotação intensivas e programadas.   |
| Latossolo Vermelho-Amarelo                                  | Alta         | IVsef                           | 1. Práticas complexas de controle de erosão hídrica.                        | 1. Práticas muito complexas de controle de erosão.   |
|   |              |                                 | 2. Práticas complexas de melhoramento e manutenção da fertilidade.          | 2. Práticas muito complexas de melhoramento e manutenção da fertilidade.   |
|   |              |                                 | 3. Práticas intensivas de rotação-de-cultivos.                              | 3. Práticas de rotação intensivas e programadas.   |
| Latossolo Vermelho-Amarelo Cambissolo Latossolizado         | Alta         | IVsef                           | 1. Práticas complexas de controle de erosão hídrica.                        | 1. Práticas apenas ocasionalmente. Quando forem realizados cultivos anuais, devem-se aplicar as mesmas práticas recomendadas para a IIsef. |
|   |              |                                 | 2. Práticas complexas de melhoramento e manutenção da fertilidade.          | 2. Práticas apenas ocasionalmente. Quando forem realizados cultivos anuais, devem-se aplicar as mesmas práticas recomendadas para a IIsef. |
|   |              |                                 | 3. Práticas muito intensivas de rotação-de-cultivos, pastagens e florestas. | 3. Práticas apenas ocasionalmente. Quando forem realizados cultivos anuais, devem-se aplicar as mesmas práticas recomendadas para a IIsef. |

\* Práticas programadas: São plano de manejo de solo, onde estabelece a rotação de cultivos de acordo com as condições sócio-econômicas da região, possibilidades de mercado dos produtos e, prioritariamente, em função a características dos solos e da empresa agrícola.

## 8. LITERATURA CITADA

- ANDERSON, H.W., 1957. Relating sediment yield to watershed variables. Transactions of the American Geophysical Union, Washington, DC, 38:921-4.
- ANDRADE, S.S. de; A. MONIZ; H.G. dos SANTOS e H. DA C. ALMEIDA, 1975. Sequência de evolução de solos bem drenados originados de rochas eruptivas básicas da região fisiográfica de Campo Grande, M.T. In: Anais do XV congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, p.517-523.
- ALEXIADES, C.A. e M.L. JACKSON, 1965. Quantitative determination of vermiculite on soils. Proceedings of the Soil Science Society of America, Madison, 29:522-7.
- ALMEIDA, F.M. de, 1955. Geologia do sudoeste matogrossense. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro, 116p.

- ALMEIDA, F.M. de, 1964. Grupo São Bento: Geologia do Estado de São Paulo. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo, n. 41.
- ALMEIDA, F.M. de, 1981. Estratigrafia e tectônica da bacia do Paraná e pré-cambriano paraguaio. In: Seminário de la Asociación de Geólogos del Paraguay y el Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Anotaciones personales.
- APLEWHITE, C.C., 1969. Informe sobre suelos de la Colonia "Juan León Mallorquín". Asunción, Paraguay, 16p.
- BEASLEY, R.P., 1972. Erosion and sediment pollution control. Ames, Iowa, The Iowa State University Press. 320p.
- BERTONI, M.S., 1918. Condiciones generales de la vida orgánica: Puerto Bertoni. Alto Paraná, Paraguay nº 12:1. 174p.
- BETHLAHMY, N., 1973. Estimating the land slope of mountain watersheds. Journal of Soil and Water Conservation, Baltimore, 28(5):229-30.
- BLACK, C.A., ed., 1965. Methods of soil analysis. Madison, Wisc., American Society of Agronomy. 2v. (Agronomy, v.9).
- BOUYOUCOS, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, Madison, Wisc., 43:434-439.

- BROWN, G., 1961. The X-ray identification and crystal structures of clay mineral. Lóndon, Mineralogical Society. 544p.
- CARVALHO, W.A. 1977. Fotointerpretação de bacias hidrográficas e amostras circulares de redes de drenagem de solos com horizonte B textural. Piracicaba, ESALQ/USP, 126p. (Tese de Doutorado).
- CARVALHO, W.A.; G.C.R. PIEDADE e G.V. FRANÇA, 1977. Redes de drenagem em duas áreas de solos diferentes. Campinas, Revista Bras. Ci. Solo 2:204-209.
- CENTURIÓN, C., 1973. Fixação de fósforo por alguns solos da região oriental do Paraguai. Piracicaba, ESALQ/USP, 65p. (Tese de Mestrado).
- CHOW, V.T., 1964. Statistical and probability analysis of precipitation on experimental watershed. In: CHOW, V.T., ed. Handbook of applied hydrology. New York, McGraw-Hill, p.8-42.
- DEMATTE, J.L.T., 1981. Curso de gênese e classificação de solos: 2.<sup>a</sup> parte
- ECKEL, E.B., 1959. Geological and mineral resources of Paraguay: a reconnaissance U.S. Geological Survey Profesional Paper nº 327. Asunción-Paraguay.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1979. Súmula da X Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS. 83p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1981. 2.<sup>a</sup> Aproximação. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS. 107p.
- EUA. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1973. Soil Survey Laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Traducción de Agustín Contin. México, Ed. Trillas. 90p.
- EUA. Soil Survey Staff, 1975. Soil taxonomy; a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office. 754p. (Agriculture Handbook, n. 436).
- FAO, 1960. Una estrategia de desarrollo para el sector forestal del Paraguay. Asunción, Paraguay, FAO: DP/PAR/76/005. 111p. (Informe técnico n. 9).
- FAO, 1964. Report on the soils of Paraguay. 2.<sup>a</sup> ed. Rome, FAO/UNESCO. 50p. (World soil resources reports, 24).
- FAO, 1976. A framework for land evaluation. Rome, FAO. p. (Soils bulletin, 32).
- FOURNIER, F., 1960. Climat et érosion. Paris, Presses Universitaires de France. 201p.

- FRANÇA, G.V. de., 1968. Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP. 151p. (Tese de Doutorado).
- FREIRE, O. e J. PESSOTTI, 1974. Erodibilidade dos solos de Piracicaba. Revista de Agricultura, Piracicaba, 51:195-202.
- FU-TAI-WU, 1981. Minerais pesados das sequências arenosas paleozóica e mesozóica no centro-leste do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto de Geociências/USP. 78p. (Tese de Mestrado).
- GALLEGO, H.R. e C.R. ESPÍNDOLA, 1975. Estudo mineralógico de solos da região Botucatu-São Manoel, SP. I. A fração argila de perfis de Latossolo Vermelho Escuro fase-arenosa. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, SP., p.439-44.
- GOEDERT, W.J.; J.K. SYERS e R.B. COREY, 1975. Relações caulinita-quartzo-gibbsita em solos desenvolvidos de basaltos no Rio Grande do Sul. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas, SP., p.495-8.

- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN AGRÍCOLA, 1976. Proyecto de empresas asociativas de producción agropecuarias con concriptos de las Fuerzas Armadas del Paraguay. Asunción, Paraguay. Inventário de Recursos Naturales - Suelos. 51p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 1981. Imagens do Satélite Lansat, preto e branca, pancromática. Escala 1:500.00. São José dos Campos, SP.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1977. Cartas planialtimétricas del área de la cuenca del rio Aracaray. Escala 1:50.000. Asunción, Paraguay.
- HARDY, F., 1976. Edafologia tropical. México, D.F., Ed. Herrero Hermanos. 356p.
- HARRINGTON, H., 1950. Geologia del Paraguay Oriental. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exatas, Físicas y Naturales. t.1, 82p. (Série E. Geologia).
- HARROLD, L.L.; G.O. SCHWAB e B.L. BONDURANT, 1974. Agricultural and forest hydrology. Columbus, Ohio State University. 273p.
- HENKLAIN, J.C. 1980. Erodibilidade de latossolos do Estado do Paraná; aplicabilidade do método nomográfico. Piracicaba, ESALQ/USP. 83p. (Tese de Mestrado).

- HOLDRIDGE, L.R., 1969. Estudio ecológico de los bosques de la región oriental del Paraguay. Asunción, FAO:SF/PAR 15. 19p. (Documento de trabajo nº 1).
- HORTON, R.E., 1932. Drainage basin characteristics. Transaction of the American Geophysical Union, Washington, D.C., 13:350-61.
- HUDSON, N., 1973. Soil conservation. Ithaca, NY, Cornell University Press. 320p.
- HUTCHINSON, I.D., 1974. Inventário forestal de reconhecimento. Asunción, Paraguay, FAO:DP/PAR/66/575. 35p. (Informe técnico, n. 1).
- JACKSON, M.L., 1956. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, NY, Prentice Hall. 498p.
- JACKSON, M.L., 1964. Análisis químicos de suelos. Traducción de José Beltran Martinez. Barcelona, Ed. Omega. 565p.
- KAMPF, N. e E. KLANT, 1978. Mineralogia e gênese de latossolos (oxisols) e solos podzólicos da região nordeste do planalto sul-riograndense. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 2:68-73.
- KIEHL, E.J., 1979. Manual de Edafologia; relações solo-planta. São Paulo, Ed. Agron. Ceres. 264p.

- KLINGEBIEL, A.A. e P.H. MONTGOMERY, 1961. Land capability classification. Washington, D.C., USDA-SCS. 121p. (Agriculture Handbook, n. 210).
- LIMA, W.de P., 1976. Princípios de manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba, ESALQ, Dep. de Silvicultura. v.1
- LOMBARDI NETO, F. 1977. Rainfall erosivity: its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil. West Lafayette, Ind., Purdue University. 53p. (Thesis - Master of Science).
- LOPEZ, J.A., 1979. Arboles de la región oriental del Paraguay. Asunción, Paraguay, Ed. Mitami. 277p.
- MARCONI, A., 1969. Contribuição ao estudo da mineralogia de solos do Município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP. 101p. (Tese de Doutorado).
- MEHRA, O.P. e M.L. JACKSON, 1960. Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and clay mineralogy, Washington, D.C., 7:317-27.
- MEKARU, T. e G. UEHARA, 1972. Anion adsorption in ferruginous tropical soils. Proceedings of Soil Science Society of America, Madison, 30:296-300.

- MILNER, H.B., 1962. Sedimentary petrography. 4. ed. London, George Allen. 2v.
- MONIZ, A.C. e J.B. OLIVEIRA, 1973. Estudo mineralógico de solos derivados de rochas ígneas básicas da Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP. In: Anais do XIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Santa Maria, RS., p.591-601.
- MUNSELL COLOR COMPANY, 1954. Munsell soil color charts. Baltimore, Md. 1v.
- NEVES, L.E., 1968. Estudo prático de argilas por difratômetro de Raios-X. Boletim técnico da Petrobrás, Rio de Janeiro, 11(1):123-5.
- NORTHFLEET, A.A.; R.A. MADEROS e H. MUHLMANN, 1969. Reavaliação dos dados geológicos da bacia do Paraná. Boletim técnico da Petrobrás, Rio de Janeiro, 12(3):291-346.
- ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS, 1975. Estudio para su planificación y desarrollo: Proyecto Aquidaban. Asunción, Paraguay. 196p.
- OLIVEIRA, J.B.de; J.R.F. MENK e C.L. ROTTH, 1979. Levantamento pedológico semi-detalhado dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, FIBGE/SUPREN. 169p.

PARAGUAY. Secretaria Técnica de Planificación, 1966. Diagnóstico del sector agropecuario y forestal: Plan Triángulo. Asunción, Paraguay. 259p.

PARAGUAY. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1981. Datos del censo agropecuario. Asunción, Paraguay, Dep. de Censo y Estadística.

PARAGUAY. Ministerio de Defensa Nacional, 1981. Registros de datos meteorológicos de las Estaciones Porto Presidente Stroessner, Villarrica e Salto del Guairá. Asunción, Paraguay. Sección Archivo del Servicio Nacional de Meteorología.

RAMALHO FILHO, A. et alii, 1970. Interpretação para uso agrícola dos solos da Zona de Iguatemi, Mato Grosso. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, EPE, EPFS. ip. (Boletim técnico, n. 10).

RANZANI, G., 1961. Marcha anual da água no solo. Piracicaba, ESALQ/USP, Centro de Estudos de Solos. 15p.

RANZANI, G. 1966. Origem e desenvolvimento do solo. Piracicaba, ESALQ/USP. Centro Acadêmico Luiz de Queiroz, vol. 1. 217p.

RANZANI, G., 1969. Manual de levantamento de solos. 2a. ed. São Paulo, Ed. USP, Ed. Edgard Blucher. 167p.

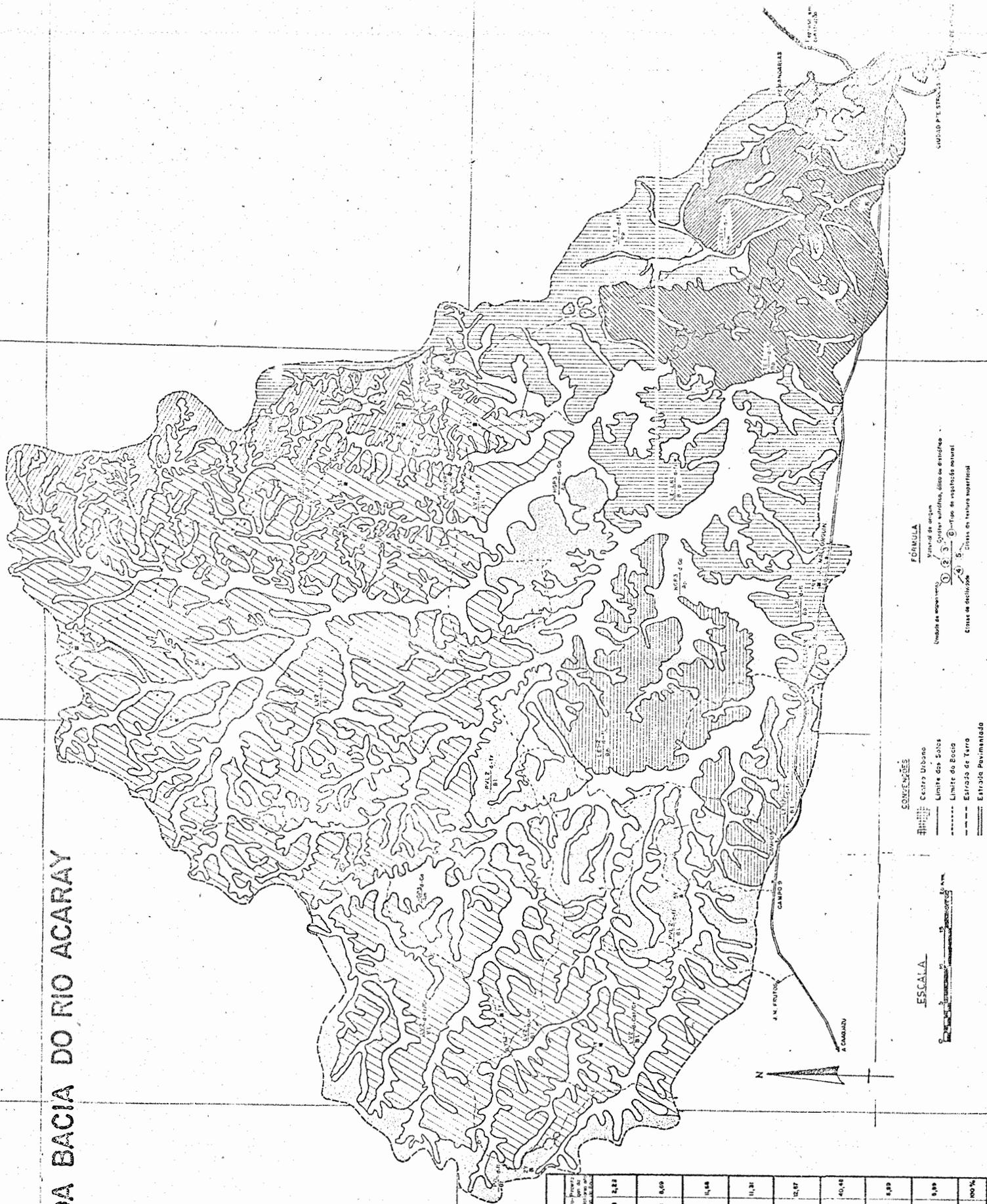
- RICO, M.A., 1971. Paraguay: suelos y uso de la tierra. Asunción, Paraguay, FAO:DP/PAR/66/515. 40p. (Informe técnico, n. 3).
- RUIZ DIAZ, R.C.W., 1971. Frecuencia de las principales especies forestales en bosques naturales de la zona de Curuguaty. Asunción, Paraguay, FAO:SF/PAR/74. 23p. (Documento de trabajo, n. 14).
- SCHNEIDER, A.W., 1964. Contribuição a petrologia dos derrames basálticos da Bacia do Paran . Porto Alegre, Escola de Geologia da UFRGS. (Publica o avulsa n  1).
- SILVA, J.R., 1978. Perdas de solo e produ o de sedimentos, estimativas em uma pequena bacia hidrográfica localizada em Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP. 65p. (Tese de Mestrado).
- SOIL SURVEY STAFF, 1960. . Soil Survey Manual. Washington, D.C. USDA-SCS. 505p. (Agriculture Handbook, n. 18).
- STRAHLER, A.N., 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union, Washington, D.C., 38:913-20.
- TIRADO SULSONA, P.; J.B. HAMMON e J.R. RAMIREZ, 1954. Classificaci n preliminar de los suelos y tierras del Paraguay. Asunción, Paraguay, STICA. 165p (Boletín 119).

- TORTORELLI, L.A. , 1966. Formaciones forestales y maderas del Paraguay. Asunción, Paraguay. Facultad de Agronomía y Veterinária/UNA. 63p.
- VETTORI, L., 1969. Métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. 24p. (Boletim n. 7).
- WARSHAW, M.C. e R. ROY, 1963. Classification and a scheme for identification of layers silicates. Bulletin of the Geological Society of America, Rochester, NY, 72:1455-92.
- WISCHMEIER, W.H. 1959. A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation. Proceedings of the Soil Science Society of America, Madison, Wisc., 23:246-9.
- WISCHMEIER, W.H. e D.O. SMITH, 1965. Predicting rainfall-erosion from copland east of the Rocky Mountains. Washington, D.C., USDA. 47p. (Agriculture Handbook, n. 282).
- WISCHMEIER, W.H.; C.B. JOHNSON e B.V. CROSS, 1971. A soil erodibility; nomograph for farmland and constrution sites. Journal of Soil and Water Conservation, Baltimore, 26:189-93.
- WHITTIG, L.D., 1965. X-ray difrations techniques for mineral identification and mineralogical composition. In: BLACK, C.A. ed. Methods of soil analysis. Madison, Wisc., American Society of Agronomy. v. 1, p.671-98. (Agronomy, v. 9.

A P Ê N D I C E

1. M A P A S

Fig.1-MAPA DE SOLOS DA BACIA DO RIO ACARAY



BACIA DO RIO ACARAY  
CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA DOS SOLOS  
LEGENDA

| UNIDADE DE MAPEAMENTO | SISTEMA AMERICANO | SISTEMA BRASILEIRO | SISTEMA AMERICANO | Superfície (ha) | Porcentagem (%) |
|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 11-1-1                | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 12.000,0        | 1,00            |
| 11-1-2                | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-3                | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-4                | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-5                | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-6                | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-7                | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-8                | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-9                | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-10               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-11               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-12               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-13               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-14               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-15               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-16               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-17               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-18               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-19               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-20               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-21               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-22               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-23               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-24               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-25               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-26               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-27               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-28               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-29               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-30               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-31               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-32               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-33               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-34               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-35               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-36               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-37               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-38               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-39               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-40               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-41               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-42               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-43               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-44               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-45               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-46               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-47               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-48               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-49               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |
| 11-1-50               | Ustic Cambisol    | Ustic Cambisol     | Ustic Cambisol    | 10.000,0        | 0,80            |

**CONVENÇÕES**

Centro Urbano  
Limite das Solas  
Limite do Estado  
Estrada de Terra  
Estrada Pavimentada  
Trincheira

**FÓRMULA**  
Unidade de origem  
1 2 3 4 5 6  
Classe de fertilidade  
Classe de textura superficial



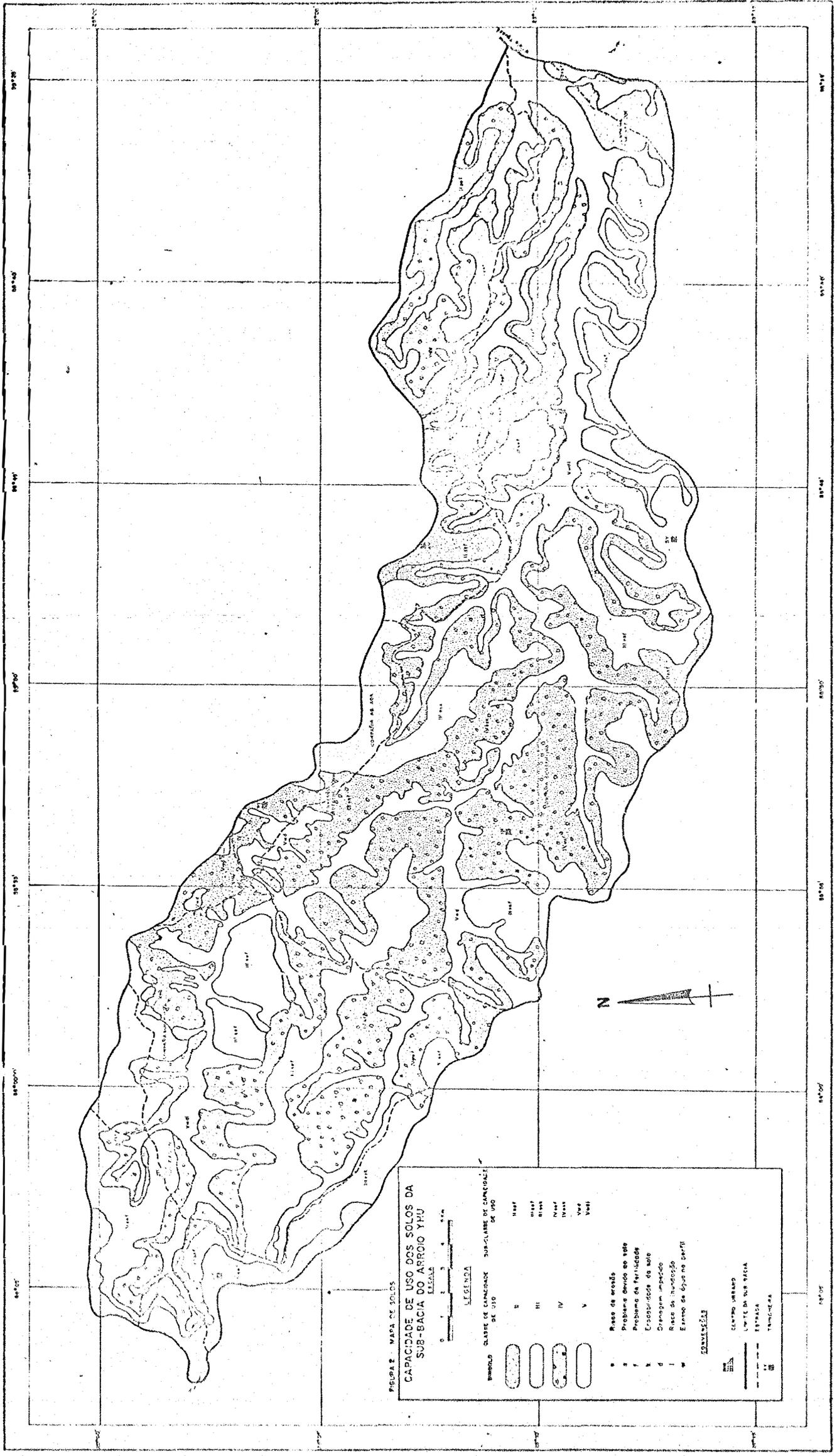


FIGURA 2. MAPA DE SOLOS  
 CAPACIDADE DE USO DOS SOLOS DA  
 SUB-BACIA DO ARROIO YHU  
 LEGENDA

| SÍMBOLO  | CLASSE DE CAPACIDADE DE USO | SUB-CLASSE DE CAPACIDADE DE USO |
|----------|-----------------------------|---------------------------------|
| [Symbol] | I                           | IIIa                            |
| [Symbol] | II                          | IIIb                            |
| [Symbol] | III                         | IIIc                            |
| [Symbol] | IV                          | IIIId                           |
| [Symbol] | V                           | IIIIf                           |

- Risco de erosão
- Problema devido ao solo
- Problema de fertilidade
- Errosividade do solo
- Drenagem impedida
- Risco de inundação
- Estado de água no perfil

Estrada  
 Rio  
 Limite da sub-bacia  
 Estrada  
 Tanque

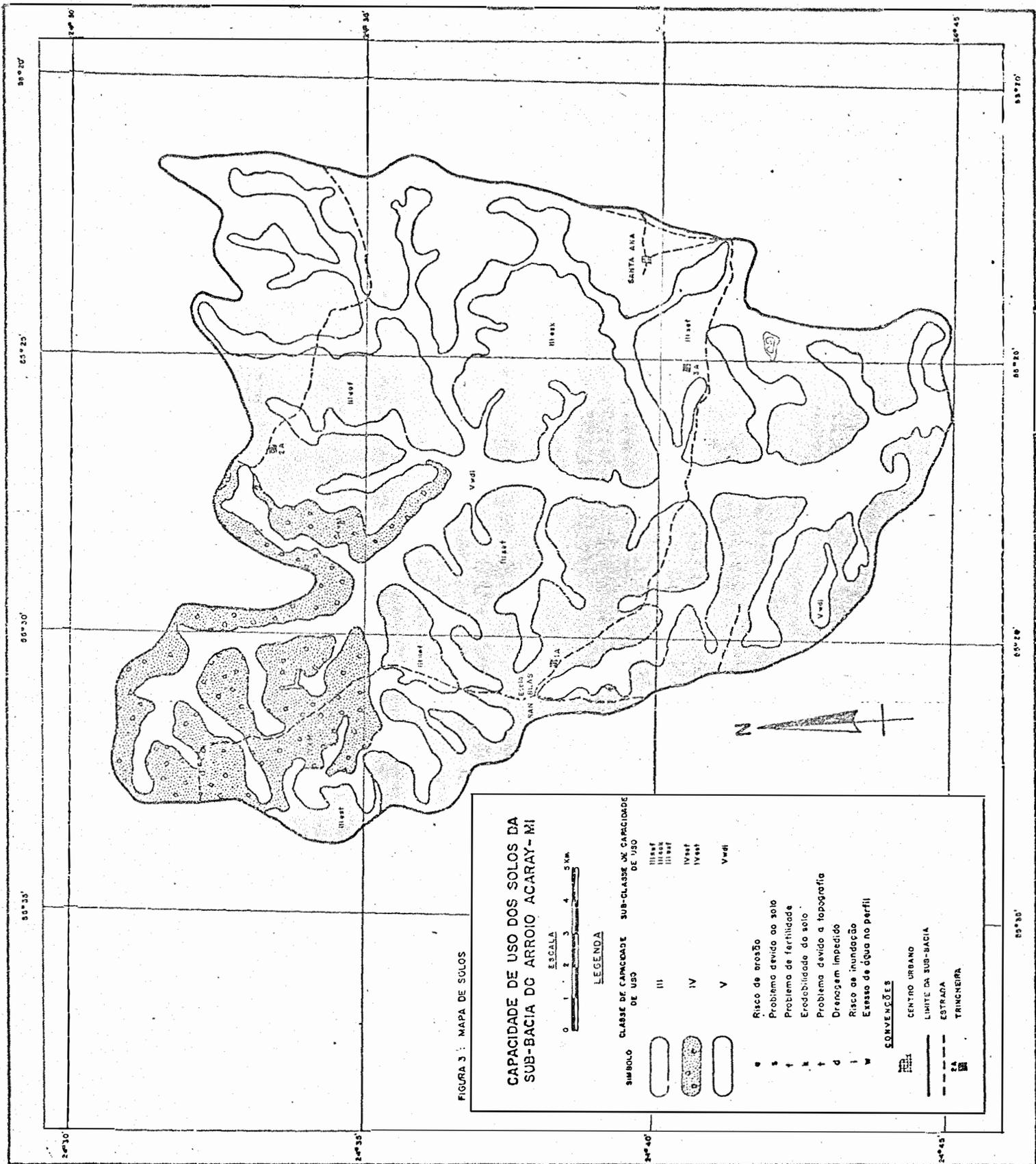
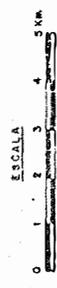


FIGURA 3 : MAPA DE SOLOS

**CAPACIDADE DE USO DOS SOLOS DA SUB-BACIA DO ARROIO ACARAY-MI**



**LEGENDA**

| SÍMBOLO | CLASSE DE CAPACIDADE DE USO | SUB-CLASSE DE CAPACIDADE DE USO |
|---------|-----------------------------|---------------------------------|
|         | III                         | IIIaef<br>IIIbex<br>IIIcuf      |
|         | IV                          | IVaef<br>IVbaf                  |
|         | V                           | Vaef                            |

| SÍMBOLO | CONVENÇÕES                   |
|---------|------------------------------|
|         | Risco de erosão              |
|         | Problema devido ao solo      |
|         | Problema de fertilidade      |
|         | Erodibilidade do solo        |
|         | Problema devido a topografia |
|         | Drenagem impedido            |
|         | Risco de inundação           |
|         | Excesso de água no perfil    |

| SÍMBOLO | CONVENÇÕES          |
|---------|---------------------|
|         | CENTRO URBANO       |
|         | LIMITE DA SUB-BACIA |
|         | ESTRADA             |
|         | TRINCHEIRA          |

FIGURA 4: MAPA DE SOLOS

CAPACIDADE DE USO DOS SOLOS DA  
SUB-BACIA DO ARROIO ITAKYRY

0 1 2 3 4 5 km

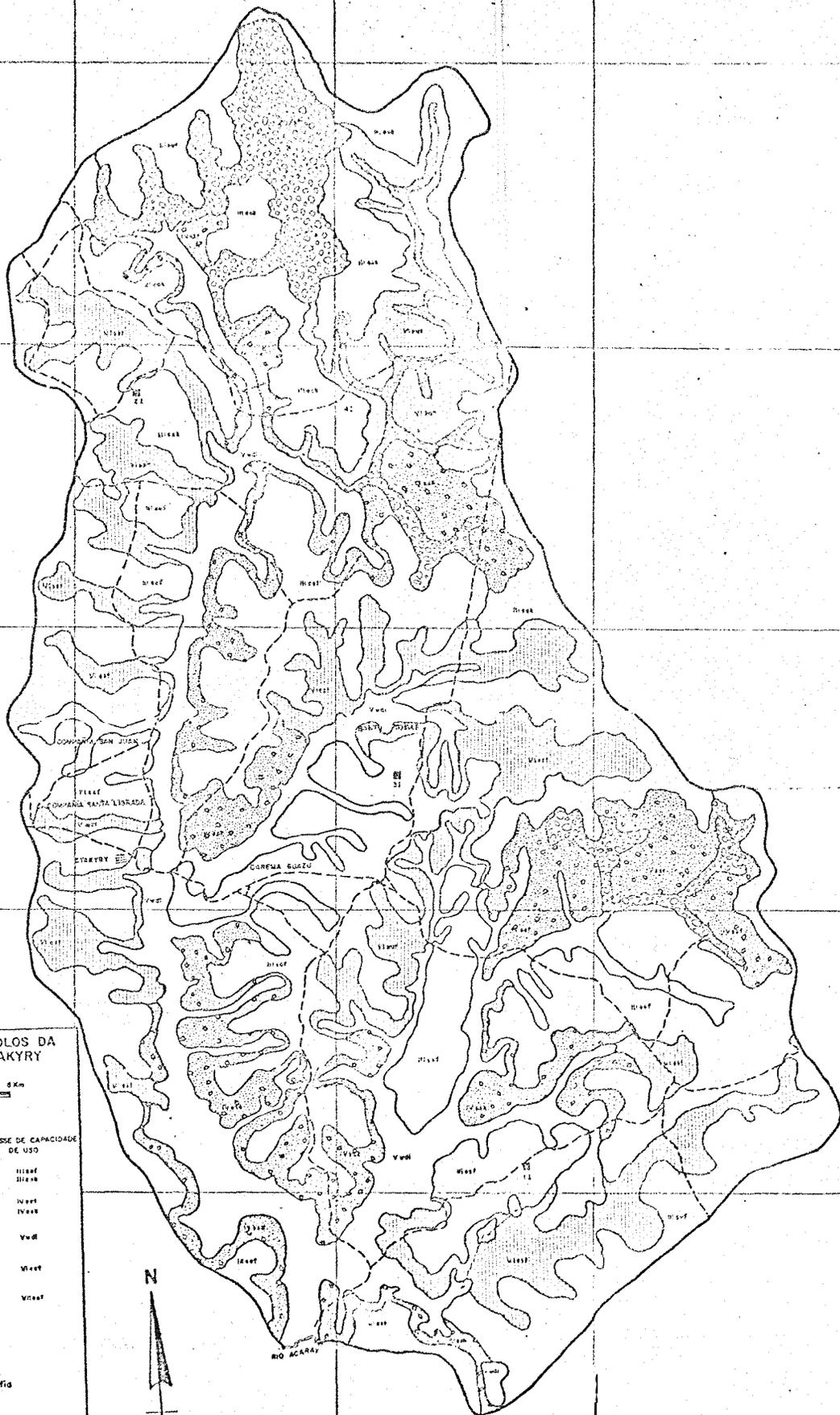
LEGENDA

| SÍMBOLO | CLASSE DE CAPACIDADE DE USO | SUB-CLASSE DE CAPACIDADE DE USO |
|---------|-----------------------------|---------------------------------|
|         | II                          | IIaef<br>IIbaf                  |
|         | IV                          | IVaef<br>IVbaf                  |
|         | V                           | Vaef                            |
|         | VI                          | VIaef                           |
|         | VII                         | VIIaef<br>VIIbaf                |

- e Risco de erosão
- s Problema devido ao solo
- f Problema de fertilidade
- k Erupção de solo
- t Problema devido a topografia
- d Drenagem impedida
- i Risco de inundação
- w Excesso de água no perfil

CONVENÇÕES

- EHh CENTRO URBANO
- LIMITE DA SUB-BACIA
- ESTRADA
- ▣ TRINCHERA



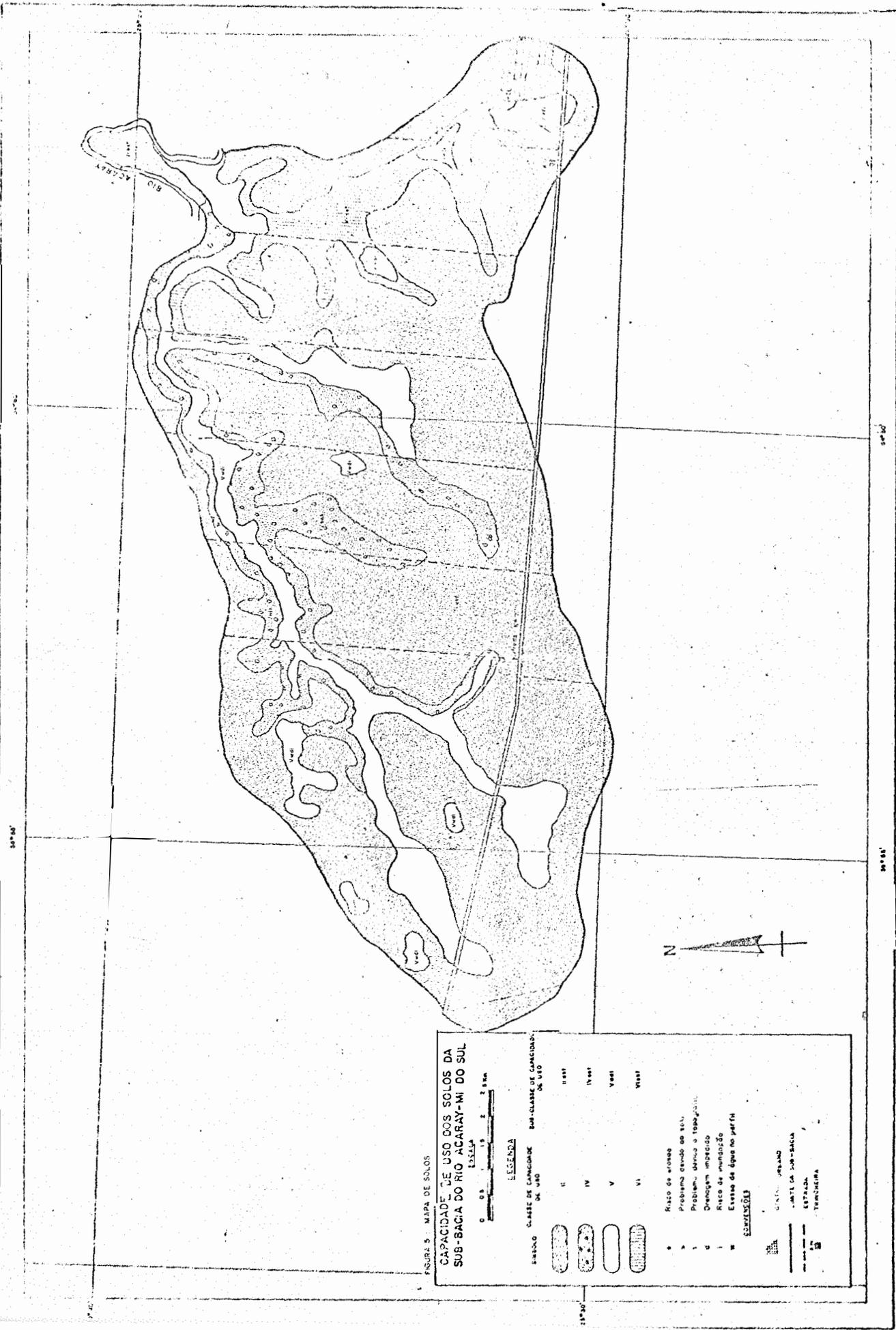


FIGURA 5. MAPA DE SOLOS  
CAPACIDADE DE USO DOS SOLOS DA  
SUB-BACIA DO RIO ACARAY-MI DO SUL

0 0,5 1 2 km  
ESCALA

LEGENDA

| SERVOÇO | CLASSE DE CAPACIDADE DE USO | SUB-CLASSE DE CAPACIDADE DE USO   |
|---------|-----------------------------|---|
|         | II                          | IIA, IIB, IIC   |
|         | IV                          | IVa, IVb, IVc   |
|         | V                           | Va, Vb, Vc, Vd, Ve  |
|         | VI                          | VIa, VIb, VIc, VId, VIe, VIf, VIg, VIh, VIi, VIj, VIk, VIl, VIo, VIp, VIq, VIr, VIs, VIu, VIv, VIt, VIx, VIs, VIz |

\* Risco de erosão  
 1 Problema devido ao nível  
 2 Problema devido à topografia  
 3 Drenagem inadequada  
 4 Risco de inundação  
 5 Excesso de água no perfil  
 6 Salinidade

--- CANTO URBANO  
 --- LIMITE DA SUB-BACIA  
 --- ESTRADA  
 --- TRONCALHA

## 2. DESCRIÇÃO DOS SOLOS

## 2.1 Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (Perfil 1A)

## 2.1.1 Morfologia

## DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 1A

DATA: 06/03/81

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho-Amarelo, Álico, arenoso, de floresta Lati  
foliada associada à caatinga.

LOCALIZAÇÃO: Distrito de Noranjito; Departamento Caaguarú; setor noroeste  
da sub-bacia Arroio Acaray-mi do norte a 5,5 Km da Estância  
"Sau Blás".

SITUAÇÃO: Média encosta, com declividade menor de 2%, cobertura vegetal  
floresta associada com caatinga.

ALTITUDE: 275 m.s.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Arenito de origem eólico, Série Misiones da  
formação Botucatu, de textura fina, grãos médios, porosos, mui  
to baixa cimentação.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produtos da meteorização do arenito

RELEVO: Suavemente ondulado, platô aplainado.

EROSÃO: Laminar moderado, quando há vegetação natural e forte nas áreas derrubadas e cultivadas. Nas estradas sulcos profundos.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta sub-tropical litifoliada sub-perennifolias e caatinga.

USO ATUAL: Floresta, e pastagens sob floresta.

CLIMA: Sub-tropical, sub-úmido, hipertérmico com estangiens no inverno.

DESCRITO E COLETADO POR: Patrocínio Alonso Jara.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

A1: -0-19 cm; vermelho amarelado (5YR s/6, seco), e vermelho (2,5 YR 4/6 úmido), franco-arenoso; granular; finos, fracos; muito débil muito friável, não plástico, não pegajoso; transição ondulada e clara.

- A3 -19-37 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, seco) e vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido); franco-arenoso; granular, fino, fracos tendência apédica; débil friável, não plástico e não pegajoso; transição, ondulada e gradual.
- B21 -37-70 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, seco) e vermelho escuro (2,5 YR 4/6, úmido); franco argilo-arenoso; granular, médios, fracos; débil, friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.
- B22 -70-110 cm; vermelho (2,5 YR 4/6 seco), vermelho escuro (2,5 YR 3/6 úmido), franco argilo-arenoso; blocos subangulares, finos desfazendo a granular, médios, fracos; débil, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.
- B23 -110-150 cm; vermelho (2,5 YR 4/6, seco), e vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); franco-arenoso; blocos subangulares, finos fracos, débil, friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Nos horizontes A1 e A3 apresenta raízes médias a finas abundantes, os poros são grandes e se apresentam em todo o perfil.

2.1.2 Tabela 1 - Resultados das Análises Físicas e Químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (Perfil 1A).

| Horizonte |              | Densidade |      | VPT |
|-----------|--------------|-----------|------|-----|
| Símbolo   | Profundidade | Aparente  | Real | %   |
| A1        | 0 - 19       | 1,27      | 2,53 | 50  |
| A3        | - 37         | 1,24      | 2,56 | 51  |
| B21       | - 70         | 1,31      | 2,61 | 50  |
| B22       | -110         | 1,30      | 2,58 | 49  |
| B23       | -150+        | 1,29      | 2,53 | 49  |

Composição Granulométrica  
Dispersão com Na(OH) 5% + oxalato de Na sat.

| Areia |      |      |      |      |       | Silte | Argila | Classe Textural |
|-------|------|------|------|------|-------|-------|--------|-----------------|
| mg    | g    | m    | f    | mf   | total |       |        |                 |
| 0,1   | 19,5 | 20,9 | 26,2 | 12,9 | 79,6  | 6,8   | 15,6   | Fa              |
| 0,6   | 19,4 | 22,3 | 24,8 | 10,5 | 77,6  | 7,2   | 15,2   | Fa              |
| 0,8   | 19,5 | 26,3 | 14,3 | 12,7 | 73,6  | 6,5   | 19,9   | FAa             |
| 0,9   | 19,6 | 17,3 | 16,4 | 12,4 | 66,6  | 11,4  | 22,0   | FAa             |
| 0,2   | 26,2 | 13,2 | 21,8 | 5,6  | 67,0  | 12,8  | 20,2   | FAa             |

| T.F.S.A.         |                                     |                |                   |       |      |    |    |   |
|------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------|-------|------|----|----|---|
| Complexo Sortivo |                                     | e.mg./100 g    |                   |       |      |    |    | $\frac{100 \times \text{Al}}{\text{S} + \text{Al}}$ |
| C.T.A.           | Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | P     | S    | V% |    |   |
| 4,28             | 0,6                                 | 0,01           | 0,9               | 0,001 | 0,61 | 14 | 59 |   |
| 4,04             | 0,6                                 | 0,01           | 1,1               | 0,01  | 0,61 | 15 | 64 |   |
| 7,44             | 0,8                                 | 0,01           | 1,0               | 0,01  | 0,81 | 11 | 55 |   |
| 6,40             | 0,8                                 | 0,01           | 1,1               | 0,01  | 0,80 | 12 | 58 |   |
| 5,44             | 0,8                                 | 0,01           | 1,0               | 0,01  | 0,81 | 15 | 55 |   |

| pH 1:1           |     | pH   | C    | M.O. |
|------------------|-----|------|------|------|
| H <sub>2</sub> O | KCl |      | %    | %    |
| 5,4              | 4,1 | -1,3 | 0,35 | 0,6  |
| 5,0              | 4,2 | -0,8 | 0,35 | 0,6  |
| 5,0              | 4,2 | -0,8 | 0,06 | 0,1  |
| 4,9              | 4,2 | -0,7 | 0,17 | 0,3  |
| 4,8              | 4,2 | -0,6 | 0,12 | 0,2  |

2.2.1 Morfologia

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 2A

DATA: 06/04/81

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, Álico, arenoso, de Floresta Latifoliada associada a caatinga.

UNIDADE DE MAPEAMENTO:  $\frac{L V 2}{B L}$  a -fl/cat

LOCALIZAÇÃO: Distrito de Thú, Departamento de Caaguazú, setor norte da sub-bacia do Arroio de Acaray.

SITUAÇÃO: Média encosta baixa, com declividade de 2%, cobertura vegetal caatinga.

ALTITUDE: 310 m.s.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Arenito de origem cólico; Série "Misiones", Formação "Botucatu".

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produtos da meteorização do material citado acima.

RELEVO LOCAL: Suavemente ondulado com pendente geral de 1-2% de declividade.

EROSÃO: Laminar moderado em área com cobertura vegetal; nas estradas sulcos profundos.

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta sub-tropical com espécies latifoliadas, associada a caatinga.

USO ATUAL: Floresta natural e pastagens natural

CLIMA: Sub-tropical sub-úmido hipertérmico, com estagiens no inverno

DESCRITO E COLETADO POR: Patrocínio Alonso Jara

#### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A11 0-17 cm; bruno avermelhado (2,5 YR 4/4, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); franco-argilo-arenoso; granular; finos, fracos; débil, muito friável, não plástico, não pegajoso, transição ondulada e gradual.
- A12 17-60 cm; bruno avermelhado (2,5 YR 4/4, úmido) vermelho (2,5 YR 3/6, seco); franco-argilo-arenoso; granular finos, fracos, tendência a apédica, macia não plástico, não pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B1 60-81 cm; vermelho (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho amarelo (2,5 YR 5/6, seco); franco-argilo-arenoso; granular finos, fracos,; débil, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B21 81-109 cm; bruno avermelhado (10 R 4/4, úmido); vermelho (10 R

3/6 seco); franco-argilo-arenoso; granular, médios, fraco; dé  
bil, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso;  
transição ondulada e difuso.

B22 109-180 cm; vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); vermelho  
(10 R 4/6, seco); franco-argilo-arenoso; blocos subangulares,  
finos, fracos; débil, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente  
te pegajoso; transição ondulada e difusa.

B3 180-210 cm ; <sup>+</sup>vermelho (10 R 4/6, úmido); franco-arenoso; gra  
nular, finos, fracos, débil tendência a apédica; não plástico  
e não pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Nos horizontes A11 e A12, raízes médias e finas abundantes, nos  
horizontes B1 e B21 raízes finas, comuns.  
Em todo o perfil poros grandes, abundantes.

2.2.2 Tabela 2. Resultados das Análises Físicas e Químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (perfil 2A).

| Horizonte |                   | Densidade |      | VPT |
|-----------|-------------------|-----------|------|-----|
| Simbolo   | Profundidade (cm) | Aparente  | Real | %   |
| A11       | 0 - 17            | 1,26      | 2,67 | 53  |
| A12       | 17 - 60           | 1,28      | 2,80 | 54  |
| B1        | 60 - 81           | 1,23      | 2,61 | 53  |
| B21       | 81 - 109          | 1,22      | 2,52 | 52  |
| B22       | 109 - 180         | 1,24      | 2,42 | 49  |
| B1        | 180 - 210+        | 1,21      | 2,42 | 50  |

| Composição Granulométrica             |      |      |      |      |       |      |      |   |       |        |                 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|---|-------|--------|-----------------|
| Dispersão com NaOH 5% + Oxalato de Na |      |      |      |      |       |      |      |   |       |        |                 |
| Areia                                 |      | mg   |      |      |       |      | g    |   | Silte | Argila | Classe textural |
| mg                                    | g    | m    | f.   | mf   | total | %    | %    | % | %     |        |                 |
| 1,2                                   | 3,5  | 16,3 | 34,0 | 17,8 | 72,8  | 4,0  | 23,2 |   |       | F A a  |                 |
| 1,8                                   | 3,7  | 17,1 | 39,8 | 9,4  | 71,8  | 4,6  | 23,6 |   |       | F A a  |                 |
| 1,7                                   | 6,1  | 25,8 | 33,2 | 6,0  | 72,8  | 4,0  | 23,2 |   |       | F A a  |                 |
| 1,4                                   | 10,3 | 19,4 | 29,5 | 8,2  | 68,8  | 8,4  | 22,8 |   |       | F A a  |                 |
| 1,5                                   | 6,3  | 21,2 | 29,2 | 10,6 | 68,8  | 6,4  | 24,8 |   |       | F A a  |                 |
| 0,8                                   | 10,4 | 20,9 | 25,8 | 12,9 | 70,0  | 10,2 | 19,8 |   |       | F a    |                 |

| Complexo Sorativo emg/100 g de T.F.S.A. |    |      |    |      |     |      |      |    |   |                    |
|---|----|------|----|------|-----|------|------|----|---|--------------------|
| CTC                                     | ++ |      | ++ |      | K   | Al   | P    | S  | V | Al x 100<br>Al + S |
|   | Ca | + Mg |    |      |     |      |      |    |   |                    |
| 5,28                                    |    | 0,6  |    | 0,08 | 1,5 | 0,01 | 0,61 | 12 |   | 71                 |
| 6,04                                    |    | 0,6  |    | 0,01 | 1,5 | 0,01 | 0,61 | 10 |   | 71                 |
| 8,32                                    |    | 0,2  |    | 0,01 | 1,6 | 0,01 | 0,21 | 3  |   | 88                 |
| 6,64                                    |    | 0,6  |    | 0,01 | 1,3 | 0,01 | 0,61 | 9  |   | 68                 |
| 4,96                                    |    | 0,2  |    | 0,01 | 1,6 | 0,01 | 0,21 | 4  |   | 88                 |
| 7,96                                    |    | 1,5  |    | 0,1  | 0,3 | 0,01 | 1,6  | 32 |   | 16                 |

| pH 1:1           |     | C    |     |   | MO  |   |
|------------------|-----|------|-----|---|-----|---|
| H <sub>2</sub> O | KCl | pH   | %   | % | %   | % |
| 4,3              | 4,0 | -0,3 | 0,4 |   | 0,7 |   |
| 4,2              | 4,1 | -0,1 | 0,2 |   | 0,4 |   |
| 4,3              | 4,1 | -0,2 | 0,2 |   | 0,3 |   |
| 4,3              | 4,1 | -0,2 | 0,1 |   | 0,2 |   |
| 4,5              | 4,2 | -0,3 | 0,1 |   | 0,2 |   |
| 4,9              | 4,5 | -0,1 | 0,1 |   | 0,2 |   |

## 2.3 Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (Perfil 1I)

### 2.3.1 Morfologia

#### DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 1 I

DATA: 9/11/81

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, Álico, arenoso, de floresta latifoliada associado com manchas de caatinga.

UNIDADE DE MAPEAMENTO:  $\frac{L V 2}{B I}$  a - fl/cat

LOCALIZAÇÃO: Distrito de Itakyry; Departamento Alto Paraná; setor sudeste da sub-bacia do arroio Itakyry; sobre o caminho a "Porto Juanita".

SITUAÇÃO: Ladera do caminho, média encosta da pendente, declividade de 2%, cobertura vegetal floresta latifoliada.

ALTITUDE: 275 m.s.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Arenito de origem eólico e fluvial. Série "Misiones" da formação Botucatu e possivelmente associado com o arenito da formação Bauru.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produtos da meteorização dos arenitos acima citado.

RELEVO: Suavemente ondulado, platô aplainado.

EROSÃO: Laminar moderada, na área com cobertura vegetal, e sulcos profundos nos caminhos.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta sub-tropical, com espécies latifoliadas associadas com caatinga.

USO ATUAL: Floresta em exploração comercial e áreas pequenas com cultivos de mandiocas, milho e cana-de-açúcar.

CLIMA: Sub-tropical, sub-úmido, mesotérmico com leve estagiens no inverno.

DESCRITO E COLETADO POR: Patrocinio Alonso Jara

#### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Am 0-22 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); franco, arenoso; granular, finos, fracos; muito débil, friável; não plástico, ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.

A12 22-39 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmido), franco-arenoso; granu

lar, médios, fracos; débil friável; não plástico, ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.

A3 39-55 cm; bruno avermelhado (2,5 YR 3/6, úmido); franco-arenoso; granular, finos, fracos; débil muito friável, não plástico, não pegajoso; transição ondulada e clara.

B21 55-104 cm; vermelho (2,5 YR 4/6 úmido); franco-argilo-arenoso; blocos subangulares, médios fracos; débil, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.

B22 104-152 cm; vermelho (2,5 YR úmido); franco-argilo-arenoso; blocos subangulares, médios, moderados; débil, friável; ligeiramente plástico, e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.

B3 152-178 cm; vermelho (10 R 4/8 úmido); franco-argilo arenoso; blocos subangulares, finos fracos; débil, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Nos horizontes A11 e A12, raízes médias e grossas abundantes; no horizontes A3 e B21 finas comuns. Poros médios e grandes, abundantes em todo o perfil.

2.3.2 Tabela 3. Resultados das Análises Físicos e Químicos do Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (Perfil 1 I).

| Horizonte |               | Densidade |      | VPT |
|-----------|---------------|-----------|------|-----|
| Símbolo   | Profund. (cm) | Aparente  | Real | %   |
| A11       | 0 - 22        | 1,50      | 2,65 | 43  |
| A12       | 22 - 39       | 1,42      | 2,71 | 48  |
| A3        | 39 - 55       | 1,31      | 2,68 | 51  |
| B21       | 55 - 104      | 1,32      | 2,50 | 47  |
| B22       | 104 - 152     | 1,28      | 2,55 | 49  |
| B3        | 152 - 178+    | 1,35      | 2,48 | 45  |

Composição Granulométrica  
Dispersão com Na(OH) 5% + Oxalato de Na sat.

|     |     |       |      |      |       |       |        | Classe   |
|-----|-----|-------|------|------|-------|-------|--------|----------|
|     |     |       |      |      |       |       |        | Textural |
|     |     | Areia |      |      |       | Silte | Argila |          |
| mg. | g.  | m.    | f    | mf   | total |       |        |          |
| 0,8 | 2,4 | 17,0  | 38,4 | 17,8 | 76,4  | 9,6   | 14,0   | F a      |
| 0,1 | 3,9 | 28,7  | 36,1 | 5,8  | 74,4  | 5,2   | 16,8   | F a      |
| 0,1 | 0,9 | 11,6  | 27,6 | 31,0 | 71,2  | 14,0  | 14,8   | F a      |
| 0,0 | 1,9 | 11,4  | 26,3 | 30,0 | 70,0  | 11,2  | 18,8   | F a      |
| 0,0 | 2,4 | 10,6  | 25,5 | 20,3 | 58,8  | 20,7  | 20,5   | F A a    |
| 0,0 | 1,6 | 9,6   | 26,0 | 23,2 | 60,4  | 17,6  | 22,0   | F A a    |

Complexo Sortivo e.mg/100 g T.F. S.A.

| C.T.C. | ++ |      | +    | +++ | P    | S    | V<br>% | +++   |      |
|--------|----|------|------|-----|------|------|--------|-------|------|
|        | Ca | + Mg | K    | Al  |      |      |        | Al+++ | + S  |
| 8,64   |    | 2,5  | 0,01 | 0,2 | 0,01 | 2,51 | 29     |       | 7,4  |
| 3,32   |    | 0,7  | 0,01 | 1,1 | 0,01 | 0,71 | 21     |       | 60,8 |
| 8,40   |    | 0,9  | 0,01 | 2,1 | 0,01 | 0,91 | 11     |       | 69,7 |
| 6,24   |    | 1,0  | 0,01 | 1,9 | 0,01 | 1,01 | 16     |       | 65,3 |
| 6,20   |    | 0,6  | 0,01 | 1,5 | 0,01 | 0,61 | 10     |       | 71,1 |
| 4,76   |    | 0,6  | 0,01 | 1,3 | 0,01 | 0,61 | 13     |       | 67,7 |

pH (1:1)

| H 0 | KCl | pH   | % C | % MO |
|-----|-----|------|-----|------|
| 2   |     |      |     |      |
| 5,2 | 4,9 | -0,3 | 0,9 | 1,6  |
| 5,8 | 4,2 | -1,6 | 0,2 | 0,3  |
| 5,2 | 4,0 | -1,2 | 0,3 | 0,6  |
| 5,5 | 4,0 | -1,5 | 0,2 | 0,3  |
| 5,3 | 4,1 | -1,2 | 0,2 | 0,3  |
| 5,4 | 4,1 | -1,3 | 0,2 | 0,3  |

## 2.4 Podzólico Vermelho-Amarelo Epientrífico (Perfil 2Y).

### 2.4.1 Morfologia

#### DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 2 Y

DATA: 16/10/81

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO, Epientrífico de floresta latifolia  
da.

UNIDADE DE MAPEAMENTO P V 2 ep. - fl.  
B 1

LOCALIZAÇÃO: Distrito de São Joaquim, Departamento Caaguazú, setor sudoeste da sub-bacia do Arroio Ihú, a 4 km do arroio.

SITUAÇÃO: Média encosta, com pendente longa, declividade de 3%, com comprimento de 1,5 km. Cobertura vegetal cultivos de mandioca.

ALTITUDE: 345 m.s.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Arenito de origem eólica "Série Misiones", formação Botucatu, com grãos médios, poroso, pouco cimentado carãter ácido.

**MATERIAL ORIGINÁRIO:** Produtos da meteorização do arenito acima citado.

**RELEVO:** Suavemente ondulado, piedmont.

**EROSÃO:** Laminar forte, sulcos poderados, frequentes.

**DRENAGEM:** Bem drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Floresta sub-tropical com espécies latifoliadas dominantes.

**USO ATUAL:** Agricultura, com culturas de mandioca, milho, algodão, mani, poroto e outras.

**CLIMA:** Sub-tropical, sub-úmido, hipertérmico com leves estagiens no inverno.

**DESCRITO E COLETADO POR:** Patrocínio Alonso Jara

#### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A. 0 - 20 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6 úmido); franco-arenoso, granular, médios, fracos; débil, friável; não plástico e não pegajoso; transição ondulada e difusa.

A2 20 - 33 cm, bruno avermelhada escuro (2,5 YR 4/4, úmido)

franco-arenoso, granular, finos, fracos; muito débil, macio; não plástico, não pegajoso; transição ondulada e clara.

- B1 33- 49 cm; bruno avermelhado escuro (10 R 4/4, úmido); franco-argilo-arenoso; granular, médios, fracos; débil, friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B21 49 - 88 cm; bruno avermelhado escuro (10 R 4/4, úmido); franco-argilo-arenoso; blocos subangulares, médios, fracos; débil, friável; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, cerosidades, finas, escassas; transição ondulada e gradual.
- B22 88 - 122 cm; bruno avermelhado escuro (10 R 4/4 úmido); argilo-arenoso; blocos subangulares médios, fracos; débil, friável; plástico, pegajoso; cerosidades, finas, comuns; transição ondulada e gradual.
- B3 122 - 210 cm<sup>+</sup>; vermelho escuro (10 R 3/6, úmido); franco-argilo-arenoso; blocos subangulares, médios, fracos; débil, friável; plástico e pegajoso; cerosidades finas e escassas.

OBSERVAÇÕES: Nos horizontes A1 e A2 raízes médias e finas comuns; nos horizontes B1 e B21 finas comuns. Poros grandes e abundante nos horizontes A1; A2 e B1 e médios a finos nos horizontes B21 e B22.

2.4.2 Tabela 4. Resultados das Análises Físicos e Químicos do Podzólico Vermelho-Amarelo Epientrófico. (Perfil 2 Y).

| Horizonte<br>Símbolo | Profund. (cm) | Densidade |      | VPT<br>% |
|----------------------|---------------|-----------|------|----------|
|                      |               | Aparente  | Real |          |
| A1                   | 0 - 20        | 1,18      | 2,50 | 53       |
| A2                   | 20 - 33       | 1,12      | 2,49 | 55       |
| B1                   | 33 - 49       | 1,20      | 2,61 | 54       |
| B21                  | 49 - 88       | 1,22      | 2,50 | 51       |
| B22                  | 88 - 122      | 1,20      | 2,55 | 53       |
| B3                   | 122 - 210+    | 1,19      | 2,60 | 54       |

Composição Granulométrica

Dispersão com Na(OH) 5% + Oxalato de Na Sat.

| Areia | mg   | g    | m    | f    | mf   | Total | Silte% | Argila% | Classe<br>Textural |
|-------|------|------|------|------|------|-------|--------|---------|--------------------|
| 0,1   | 20,7 | 21,8 | 20,8 | 6,8  | 70,0 | 12,4  | 17,6   | F a     |                    |
| 0,3   | 16,3 | 20,4 | 24,3 | 8,7  | 70,0 | 12,0  | 18,0   | F a     |                    |
| 0,8   | 8,1  | 17,5 | 23,5 | 14,7 | 64,6 | 10,0  | 25,4   | F A a   |                    |
| 0,3   | 9,5  | 21,1 | 25,3 | 10,6 | 67,2 | 8,6   | 24,2   | F A a   |                    |
| 1,6   | 8,4  | 18,5 | 23,4 | 11,6 | 63,5 | 6,0   | 30,5   | F A a   |                    |
| 1,5   | 8,9  | 20,7 | 23,3 | 12,6 | 66,0 | 6,4   | 27,6   | F A a   |                    |

Complexo Sortivo e.mg/100 g T. F. S.A.

| C.T.C. | Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | P    | Al <sup>+++</sup> | S   | V% | Al <sup>+++</sup> .100/Al <sup>+++</sup> + S |
|--------|-------------------------------------|----------------|------|-------------------|-----|----|--|
| 7,48   | 2,6                                 | 0,01           | 0,01 | 0,2               | 4,6 | 61 | 4,2  |
| 6,82   | 1,8                                 | 0,01           | 0,01 | 0,2               | 3,8 | 55 | 5,3  |
| 13,20  | 2,7                                 | 0,01           | 0,01 | 0,4               | 4,7 | 36 | 7,8  |
| 7,96   | 2,8                                 | 0,01           | 0,01 | 0,4               | 4,8 | 60 | 5,2  |
| 8,92   | 1,3                                 | 0,01           | 0,01 | 1,2               | 3,3 | 42 | 26,6   |
| 17,32  | 1,5                                 | 0,01           | 0,01 | 1,6               | 3,5 | 20 | 31,4   |

| H 0 | pH 1:1<br>KCl | pH   | %C   | % M.O. |
|-----|---------------|------|------|--------|
| 2   |               |      |      |        |
| 5,1 | 4,6           | -0,5 | 0,35 | 0,6    |
| 4,9 | 4,5           | -0,4 | 0,17 | 0,3    |
| 5,0 | 4,4           | -0,6 | 0,12 | 0,2    |
| 4,9 | 4,2           | -0,7 | 0,06 | 0,1    |
| 4,5 | 4,0           | -0,5 | 0,06 | 0,1    |
| 4,6 | 4,0           | -0,6 | 0,12 | 0,2    |

## 2.5 Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (Perfil 3 Y)

### 2.5.1 Morfologia

#### DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 3Y

DATA: 16/10/81

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Álico, arenoso de campo cerrado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO:  $\frac{L V 2}{B 1}$  a - Cr

LOCALIZAÇÃO: Distrito de Ithú, Departamento de Caaguazú, setor noroeste, a 3,5 km do Arroio Yhú, divisória d'água entre a sub-bacia dos arroios Yhú e Ybycuí.

SITUAÇÃO: Topo da colina, no platô, com declividade de 0,5%. Cobertura vegetal, gramíneas de campo cerrado.

ALTITUDE: 350 m.s.n.m.

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Arenito de origem eólico, "Série Misiones", Formação Botucatu de textura fina, grãos médios, porosos muito baixa cimentação.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto da meteorização do arenito.

- RELEVO: Suavemente ondulado, platô, aplainado
- EROSÃO: Laminar moderado, nas estradas sulcos profundos.
- DRENAGEM: Bem drenado.
- VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo cerrado, espécies dominante gramíneas.
- USO ATUAL: Campo natural de pastagens, com baixa densidade de cobertura vegetal-
- CLIMA: Sub-tropical, sub-úmido, hipertêmico com estagio no inverno.
- DESCRITO E COLETADO POR: Patrocínio Alonso Jara

#### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A11 0 - 18 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); franco-arenoso, granular, médios, fracos; débil, friável; não plástico, não pegajoso, transição ondulada e difusa.
- A12 18 - 74 cm; vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/6, seco); franco-arenoso, grãos simples a apédica; não plástico não pegajoso, transição ondulada e difusa.
- B1 74 - 100 cm; vermelho (2,5 YR 4/6 úmido); franco-arenoso, granu

lar, finos, fracos e grãos simples; friável a macio, não plástico, não pegajoso, transição ondulada e gradual.

B21 100 - 135 cm; bruno avermelhado (2,5 YR 4/4, úmido); franco arenoso, blocos subangulares, finos, débil que rompem a grãos simples, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.

B22 135 - 250 cm ; <sup>+</sup>vermelho escuro (10 R 4/6, úmido); franco-argiloso-arenoso; blocos subangulares, finos, fracos; débil, friável, ligeiramente plástico, e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Nos horizontes All e Al2 raízes médias e grossas abundantes, no B1 finas. Comum. Presença de poros grossos abundantes em todo o perfil.

## 2.5.2 Tabela 5. Resultados das Análises Físicas e Químicas do Latossolo

Vermelho-Amarelo Álico (Perfil 3 Y).

| Horizonte<br>Símbolo | Profund. (cm) | Densidade |      | VPT<br>% |
|----------------------|---------------|-----------|------|----------|
|                      |               | Aparente  | Real |          |
| A11                  | 0 - 18        | 1,30      | 2,48 | 48       |
| A12                  | 18 - 74       | 1,25      | 2,51 | 50       |
| B1                   | 74 - 100      | 1,18      | 2,58 | 54       |
| B21                  | 100 - 135     | 1,42      | 2,49 | 43       |
| B22                  | 135 - 250+    | 1,35      | 2,52 | 46       |

## Composição Granulométrica

Dispersão com Na(OH) 5% + Oxalato de Na sat.

| mg  | Areia |      |      |      | mf   | Total | Silte% | Argila% | Classe<br>Textural |
|-----|-------|------|------|------|------|-------|--------|---------|--------------------|
|     | g     | m    | f    | mf   |      |       |        |         |                    |
| 0,1 | 12,0  | 22,0 | 24,1 | 21,2 | 79,4 | 8,0   | 12,6   | F a     |                    |
| 0,9 | 13,4  | 20,0 | 23,4 | 20,9 | 78,6 | 8,0   | 13,4   | F a     |                    |
| 1,6 | 11,2  | 29,8 | 27,9 | 4,9  | 75,4 | 9,2   | 15,6   | F a     |                    |
| 0,1 | 14,8  | 22,4 | 24,8 | 10,1 | 72,2 | 8,3   | 19,5   | F a     |                    |
| 0,9 | 10,3  | 26,2 | 24,7 | 9,5  | 71,6 | 7,9   | 20,5   | F A a   |                    |

## Complexo Sortivo e.mg/100 g T.F.S.A.

| CTC | Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | P    | S   | V%   | +++<br>Al x 100 |        |
|-----|-------------------------------------|----------------|-------------------|------|-----|------|-----------------|--------|
|     |                                     |                |                   |      |     |      | Al              | Al + S |
| 4,8 | 1,0                                 | 0,05           | 0,8               | 0,01 | 1,0 | 20,8 | 44,0            |        |
| 5,3 | 0,6                                 | 0,05           | 1,3               | 0,02 | 0,6 | 11,3 | 68,4            |        |
| 4,5 | 0,7                                 | 0,05           | 1,1               | 0,01 | 0,7 | 15,5 | 61,1            |        |
| 4,7 | 0,6                                 | 1,10           | 1,2               | 0,01 | 0,7 | 14,8 | 63,1            |        |
| 7,4 | 0,6                                 | 0,13           | 0,9               | 0,01 | 0,7 | 9,5  | 56,2            |        |
| 8,2 | 1,4                                 | 0,11           | 0,0               | 0,01 | 1,5 | 18,3 | 0,\$            |        |

## pH 1:1

| H <sub>2</sub> O | KCl | pH   | % C | M.O. |
|------------------|-----|------|-----|------|
| 5,3              | 4,2 | -1,1 | 0,7 | 1,3  |
| 5,1              | 4,2 | -0,9 | 0,5 | 0,8  |
| 5,1              | 4,2 | -0,9 | 0,3 | 0,5  |
| 4,9              | 4,2 | -0,7 | 0,2 | 0,3  |
| 5,2              | 4,2 | -1,0 | 0,1 | 0,2  |
| 5,9              | 5,0 | -0,9 | 0,1 | 0,1  |