

IMPACTO AMBIENTAL DE ITAIPU
VOLUME II
ANEXOS

MINISTÉRIO DO INTERIOR
SUDESUL/PRODOPAR
SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO
FUNDAÇÃO INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES

IMPACTO AMBIENTAL DE ITAIPU
VOLUME II
ANEXOS

CURITIBA
NOVEMBRO/1981

F981i Fundação IPARDES
Impacto ambiental de Itaipu. Curitiba, 1981.
3v.

Convênio Ministério do Interior. SUDESUL, Secretaria de Estado do Planejamento. Fundação IPARDES.

1.Paraná - Extremo-Oeste. 2.Usina hidrelétrica. 3.Itaipu. 4.Meio ambiente. 5.Clima. 6.Agricultura. I.Título.

CDU 621.311.21:55:63(255)(816.221)

SUMÁRIO

VOLUME I.....	i
EQUIPE TÉCNICA.....	ii
INTRODUÇÃO.....	1
1 O IMPACTO AMBIENTAL - ANÁLISE E CONCLUSÕES.....	5
1.1 ÁREA DE INFLUÊNCIA E ÁREA DE ESTUDO.....	8
1.2 O IMPACTO DO RESERVATÓRIO NO CLIMA DO SUDOESTE DO PARANÁ.....	11
1.2.1 Níveis de Avaliação.....	11
1.2.2 A Interação da Atmosfera com os Grandes Corpos d'Água.....	13
1.2.3 Clima Regional.....	18
1.2.4 Impacto no Clima Local.....	19
1.2.4.1 Temperatura.....	19
1.2.4.2 Umidade do Ar.....	20
1.2.4.3 Precipitação.....	20
1.2.4.4 Ventos.....	21
1.2.4.5 Nebulosidade.....	22
1.2.5 Impacto no Microclima.....	23
1.2.5.1 Balanço de Energia.....	23
1.2.5.2 Evaporação.....	24
1.2.6 Desenvolvimento das Pragas e Doenças dos Vegetais Cultivados.....	25
1.2.6.1 A Influência Ambiental na Relação Patógeno- Hospedeiro das Doenças Vegetais.....	25

1.2.6.2	Influência dos Fatores Ambientais no Desenvolvimento dos Patógenos.....	26
1.2.6.3	Fatores Ambientais do Crescimento e Desenvolvimento dos Insetos.....	27
1.3	IMPACTO DO RESERVATÓRIO NO SISTEMA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL..	29
1.4	INFLUÊNCIA DO RESERVATÓRIO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS....	34
1.5	O IMPACTO DA AGRICULTURA NO RESERVATÓRIO.....	37
1.5.1	A Erosividade das Chuvas.....	38
1.5.2	O Relevo e a Erosão.....	40
1.5.3	A Erodibilidade dos Solos.....	41
1.5.3.1	Latossolos Roxos	41
1.5.3.2	Terra Roxa Estruturada.....	43
1.5.3.3	Outros Solos.....	43
1.5.4	Uso, Manejo e Erosão.....	44
1.5.5	Sedimentos: Produção, Transporte e Deposição.....	50
1.5.5.1	Transporte dos Sedimentos.....	51
1.5.5.2	Deposição dos Sedimentos.....	52
1.5.6	Estimativa Anual.....	53
1.6	A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS IMPACTOS-ÁREAS CRÍTICAS	56
1.6.1	Impacto do Lago na Área Agrícola.....	56
1.6.1.1	Aumento da Umidade Ambiental e Formação de Nevoeiros	56
1.6.1.2	Recarga dos Aquíferos.....	57
1.6.2	O Impacto no Sistema do escoamento Superficial.....	57
1.6.3	O Impacto da Agricultura no Lago.....	58
2	RECOMENDAÇÕES E NORMAS PARA O MANEJO DO IMPACTO AMBIENTAL.....	60
2.1	IMPACTO CLIMÁTICO DO RESERVATÓRIO.....	60
2.1.1	Características de um Posto de Observação Micrometeorológico.....	62
2.2	O IMPACTO DA AGRICULTURA NO LAGO.....	63

2.2.1	A Bacia Hidrológica como Unidade Conceitual e de Gestão do Território.....	65
2.2.2	Normas de Manejo para a Conservação do Solo a Nível de Agroecossistema.....	68
2.2.2.1	Práticas Conservacionistas - Culturais.....	69
2.2.2.2	Práticas Conservacionistas - Mecânicas.....	71
2.2.2.3	Sistemas de Preparo do Solo.....	72
2.2.2.4	Alternativas de Manejo por Agroecossistema.....	73
2.2.3	Recomendações Para os Agroecossistemas.....	80
2.3	RECOMENDAÇÕES GERAIS.....	81
	VOLUME II - ANEXOS.....	ii
	LISTA DE TABELAS.....	viii
	LISTA DE QUADROS.....	ix
	LISTA DE FIGURAS.....	xii
	LISTA DE MAPAS.....	xiv
	ANEXO 1 - TEORIA.....	84
1.1	NÍVEIS DO IMPACTO.....	85
1.2	ENFOQUE TEÓRICO METODOLÓGICO.....	86
1.3	O ECOSISTEMA.....	87
1.4	DEFINIÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	92
1.5	O AGROECOSSISTEMA.....	93
1.6	A BACIA HIDROLÓGICA COMO UNIDADE DE ANÁLISE E ORGA- NIZAÇÃO DO USO DO ESPAÇO.....	96
	ANEXO 2 - CLIMA.....	102
2.1	A CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA NA AMÉRICA DO SUL E OS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS PREDOMINANTES NO SUDOESTE DO PARANÁ.....	102
2.2	ELEMENTOS DO CLIMA REGIONAL.....	110

2.2.1	Insolação, Radiação Solar e Nebulosidade.....	110
2.2.2	Temperatura.....	112
2.2.3	Pluviosidade.....	113
2.2.4	Impacto Pluvial.....	114
2.2.5	Regime, Variabilidade e Probabilidades Mensais das Chuvas em Guaíra e Foz do Iguaçu.....	115
2.2.6	Umidade, Evapotranspiração e Balanço Hídrico.....	119
2.3	VARIAÇÕES MENSAIS E DIÁRIAS DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS.....	120
2.3.1	Variação Mensal dos Atributos Climáticos para Foz do Iguaçu.....	120
2.3.2	Variações Diárias dos Atributos Climáticos para Palotina e Cascavel.....	122
2.3.3	Situação de Verão (Janeiro de 1977).....	123
2.3.4	Situação de Inverno (Agosto de 1977).....	128
ANEXO 3 - O IMPACTO CLIMÁTICO DAS BARRAGENS DE JUPIÃ E ILHA SOLTEIRA.....		132
3.1	ANÁLISE COMPARATIVA DA TEMPERATURA DO AR E DA ÁGUA NO RESERVATÓRIO DE ILHA SOLTEIRA.....	133
3.2	VARIAÇÕES DA PLUVIOSIDADE, UMIDADE E TEMPERATURA EM TRÊS LAGOAS, NO PERÍODO 1950-79.....	136
3.3	VARIAÇÕES ANUAIS.....	143
3.3.1	Pluviosidade.....	143
3.3.2	Umidade Relativa.....	144
3.3.3	Temperatura.....	144
3.4	VARIAÇÕES NA SITUAÇÃO DE VERÃO (JANEIRO).....	144
3.4.1	Pluviosidade.....	145
3.4.2	Umidade Relativa.....	145
3.4.3	Temperatura.....	145

3.5	VARIAÇÕES NA SITUAÇÃO DE INVERNO (JULHO).....	146
3.5.1	Pluviosidade.....	146
3.5.2	Umidade Relativa.....	146
3.5.3	Temperatura.....	146
ANEXO 4	- GEOLOGIA.....	147
4.1	LITOLOGIA.....	147
4.2	CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS.....	150
4.3	MANTO DE DECOMPOSIÇÃO (REGOLITO).....	151
ANEXO 5	- GEOFORMAS.....	156
5.1	AS GEOFORMAS E O SUBSTRATO GEOLÓGICO.....	156
5.2	BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	162
5.3	AS UNIDADES GEOMÓRFICAS.....	164
5.3.1	Unidade Geomórfica Cascavel.....	164
5.3.2	Unidade Geomórfica São Francisco.....	166
5.3.3	Unidade Geomórfica Santa Helena.....	167
5.3.4	Unidade Geomórfica Paleovale do Rio Paranã.....	167
5.3.5	Unidade Geomórfica "Canyon" do Rio Paranã.....	168
5.3.6	Unidade Geomórfica Sul do Arenito Caiuã.....	169
ANEXO 6	- HIDROGEOLOGIA.....	170
6.1	CARACTERÍSTICAS DOS AQUIFEROS.....	170
6.2	CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS ESTUDADOS.....	172
6.2.1	Entradas de Água.....	175
6.2.2	Vazões.....	176
6.2.3	Utilização Atual.....	177
6.2.4	Infiltração e Escoamento Superficial.....	177
ANEXO 7	- USO AGRÍCOLA ATUAL E TIPOLOGIA DE AGROECOS-	
	SISTEMAS.....	182
7.1	ANÁLISE DO USO ATUAL.....	183
7.2	PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS.....	191

7.3	PADRÕES DE USO AGRÍCOLA ATUAL.....	196
7.3.1	Uso.....	196
7.3.2	Tamanho.....	197
7.4	TIPOLOGIA DE AGROECOSSISTEMAS.....	200
ANEXO 8 - ECOLOGIA REGIONAL.....		203
ANEXO 9 - SOLOS.....		209
9.1	SOLOS, GEOLOGIA E RELEVO.....	211
9.1.1	Latossolos.....	212
9.1.2	Terra Roxa Estruturada.....	215
9.1.3	Outros Solos.....	217

VOLUME III

MAPAS

LISTA DE TABELAS

- A3.1 - DIMENSÕES DAS BARRAGENS
- A5.1 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DAS REGIÕES
- A7.1 - NÚMERO E SUPERFÍCIE DOS IMÓVEIS RURAIS - 1978
- A7.2 - GRUPOS DE ÁREA TOTAL, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS
- A7.3 - GRUPOS DE ÁREA DE LAVOURAS, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS
- A7.4 - PROPRIEDADE, POSSE E USO TEMPORÁRIO DA TERRA
- A7.5 - CENSOS ECONÔMICOS - CONDIÇÃO DO PRODUTOR - 1975
- A7.6 - UTILIZAÇÃO DAS TERRAS, SEGUNDO AS MESORREGIÕES, MICRO-REGIÕES E OS MUNICÍPIOS
- A7.7 - USO AGRÍCOLA ATUAL
- A7.8 - ÁREA CONSERVADORA NOS MUNICÍPIOS DAS REGIÕES DE CASCAVEL E TOLEDO NO PERÍODO 1976-80
- A7.9 - OBRAS DE CONTROLE DE EROSÃO E MATAS NA REGIÃO, POR MUNICÍPIO
- A7.10 - OBRAS DE CONTROLE DE EROSÃO E MATAS, NA REGIÃO POR BACIA HIDROGRÁFICA

LISTA DE QUADROS

- A2.1a - VARIAÇÃO MENSAL DA INSOLAÇÃO REAL (n), DA INSOLAÇÃO MÁXIMA (N), DA RAZÃO DE INSOLAÇÃO (n/N), DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL (Q_g), DA RADIAÇÃO NO TOPO DA ATMOSFERA (Q_o), DA RAZÃO DA RADIAÇÃO (Q_g/Q_o) PARA GUAÍRA (PR), PERÍODO 1970-72
- A2.1b - VARIAÇÃO MENSAL DA INSOLAÇÃO REAL (n), DA INSOLAÇÃO MÁXIMA (N), DA RAZÃO DE INSOLAÇÃO (n/N), DA RADIAÇÃO GLOBAL (Q_g), DA RADIAÇÃO NO TOPO DA ATMOSFERA (Q_o), DA RAZÃO DE RADIAÇÃO (Q_g/Q_o), PARA FOZ DO IGUAÇU (PR), PERÍODO 1969-75
- A2.2 - REGIME, VARIABILIDADE E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DAS CHUVAS MENSAIS E ANUAL EM GUAÍRA (PR), PERÍODO 1931-70
LATITUDE: 24° 04' S, LONGITUDE: 54° 16' W, ALTITUDE: 160m
- A2.3 - REGIME, VARIABILIDADE E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DAS CHUVAS MENSAIS E ANUAL EM FOZ DO IGUAÇU (PR) - POSTO 83 826 - PERÍODO 1931-70
LATITUDE: 25° 33' S, LONGITUDE: 54° 35' W, ENTIDADE: DNMET, ALTITUDE: 161m
- A2.4 - FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA), RELATIVA (FR) E INTENSIDADE DOS VENTOS (I) PARA PALOTINA (PR). DURANTE SITUAÇÕES METEOROLÓGICAS DE VERÃO (JANEIRO DE 1977) E INVERNO (AGOSTO DE 1977)
- A2.5 - FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA), RELATIVA (FR) E INTENSIDADE DOS VENTOS (I) PARA CASCAVEL (PR). DURANTE SITUAÇÕES

METEOROLÓGICAS DE VERÃO (JANEIRO DE 1977) E INVERNO
(AGOSTO DE 1977)

- A3.1 - VARIAÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA DO AR E DA ÁGUA JUNTO AO LAGO DE ILHA SOLTEIRA
- A3.2 - VARIAÇÃO DE PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E DA UMIDADE RELATIVA DE TRÊS LAGOAS (MS) NO PERÍODO DE 1950 A 1979 (a) VALOR REAL (b) MÉDIA MÓVEL
- A3.3 - VARIAÇÃO MENSAL DA PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C), E UMIDADE RELATIVA (%) EM TRÊS LAGOAS (MS), NO PERÍODO DE 1950 A 1979, PARA SITUAÇÃO METEOROLÓGICA REPRESENTATIVA DO VERÃO (JANEIRO), (a) VALOR REAL (b) MÉDIA MÓVEL
- A3.4 - VARIAÇÃO MENSAL DE PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C), E UMIDADE RELATIVA (%), EM TRÊS LAGOAS (MS), NO PERÍODO DE 1950 A 1979, PARA SITUAÇÃO METEOROLÓGICA REPRESENTATIVA DO INVERNO (JULHO) (a) VALOR REAL (b) MÉDIA MÓVEL
- A4.1 - DISTRIBUIÇÃO, ESPESSURAS MÉDIAS DOS REGOLITOS E DAS FAIXAS DE ROCHAS PARCIALMENTE ALTERADAS
- A6.1 - VALORES MÉDIOS DE PROFUNDIDADES E RAZÕES EM POÇOS TUBULARES PROFUNDOS DO SUDOESTE DO PARANÁ
- A6.2a - CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO EM LATOSSOLOS VERMELHOS ESCUROS, EM CONDIÇÕES DE INUNDAÇÃO (INFILTRÔMETOS DE ANÉIS); DURANTE 9 HORAS
- A6.2b - DADOS DE INFILTRAÇÃO NA HORA E ESCORRIMENTO
- A7.1 - TIPOLOGIA DE AGROECOSSISTEMA
- A8.1 - CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES AMBIENTAIS NATURAIS
- A9.1 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA, RELAÇÃO SILTE/ARGILA E RELAÇÃO TEXTURAL DE LATOSSOLO ROXO EUTRÓFICO COM A MODERADA TEXTURA ARGILOSA FASE FLORESTA TROPICAL PERENIFOLIA RELEVÔ SUAVE-ONDULADO

- A9.2 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE DOIS PERFIS (1 e 2) DE LATOSSOLO ROXO EUTRÓFICO COM A MODERADA TEXTURA ARGILOSA FASE FLORESTAL TROPICAL PERENIFOLIA RELEVO SUAVE-ONDULADO
- A9.3 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA, RELAÇÃO SILTE/ARGILA E RELAÇÃO TEXTURAL DE TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA COM A MODERADA TEXTURA ARGILOSA FASE FLORESTAL TROPICAL PERENIFOLIA RELEVO ONDULADO
- A9.4 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA COM A MODERADA TEXTURA ARGILOSA FASE FLORESTA TROPICAL PERENIFOLIA RELEVO ONDULADO

LISTA DE FIGURAS

- 1 - SISTEMA SIMPLES, COM UMA ENTRADA (a) E UMA SAÍDA (b) - PROCESSOS
- 2 - ECOSSISTEMA FLUXOS DE ENERGIA E MATÉRIA - SUBSISTEMAS FATORES DE REGULAÇÃO
- 3 - AGROECOSSISTEMA FLUXO DE ENERGIA E MATÉRIA - SUBSISTEMAS FATORES DE REGULAÇÃO
- 4 - ENFOQUE SISTÊMICO DAS RELAÇÕES HIDRODINÂMICAS DO IMPACTO AMBIENTAL
- 5 (a,b,c e d) - SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NO BRASIL MERIDIONAL EVOLUÇÃO NORMAL DAS FRENTES NO VERÃO
- 6 (a,b,c e d) - SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NO BRASIL MERIDIONAL EVOLUÇÃO NORMAL DAS FRENTES NO INVERNO
- 7 - RITMO DE VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS PARA FOZ DO IGUAÇU (PR)
- 8 - RITMO DE VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS E DOS VENTOS DE SUPERFÍCIE PARA PALOTINA (PR) DURANTE O MÊS DE JANEIRO DE 1977
- 9 - RITMO DE VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS E DOS VENTOS DE SUPERFÍCIE PARA CASCAVEL (PR) DURANTE O MÊS DE JANEIRO DE 1977
- 10 - RITMO DE VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS E DOS VENTOS DE SUPERFÍCIE PARA PALOTINA (PR) DURANTE O MÊS DE AGOSTO DE 1977
- 11 - RITMO DE VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS E DOS VENTOS DE SUPERFÍCIE PARA CASCAVEL (PR) DURANTE O MÊS DE AGOSTO DE 1977
- 12 - MARCHA DIÁRIA DA TEMPERATURA DO AR (t_a) E DA TEMPERATURA DA ÁGUA (t_g) NO LADO DE ILHA SOLTEIRA, PARA SITUAÇÕES DE VERÃO (JAN) E DE INVERNO (MAIO)
- 13 - VARIAÇÃO ANUAL DA PLUVIOSIDADE, UMIDADE RELATIVA E DA TEM-

- PERATURA EM TRÊS LAGOAS (MS) NO PERÍODO DE 1950-79
- 14 - VARIAÇÃO NORMAL DA PLUVIOSIDADE, TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA EM TRÊS LAGOAS (MS) NO PERÍODO DE 1950-79, PARA SITUAÇÃO METEOROLÓGICA REPRESENTATIVA DE VERÃO (JANEIRO)
 - 15 - VARIAÇÃO MENSAL DA PLUVIOSIDADE, TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA EM TRÊS LAGOAS (MS) NO PERÍODO DE 1950-79, PARA SITUAÇÃO METEOROLÓGICA REPRESENTATIVA DE INVERNO (JULHO)
 - 16 - PERFIS GEOLÓGICOS REPRESENTATIVOS
 - 17 - PERFIS DE SONDAEM EM FOZ DO IGUAÇU (BR-277, 4 km A NORDESTE DA CIDADE), COM A COMPOSIÇÃO APROXIMADA DO REGOLITO
 - 18 - COMPARAÇÃO ENTRE REGOLITOS EM ÁREAS MAIS OU MENOS FRATURADAS
 - 19 - LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS SONDAEMENS
 - 20a - PERFIS TRANSVERSAIS
 - 20b - PERFIS DOS PRINCIPAIS DIVISORES DE ÁGUA
 - 20c - PERFIS LONGITUDINAIS DOS PRINCIPAIS RIOS
 - 21 - DISPOSIÇÃO DO NÍVEL HIDROSTÁTICO EM UM PERFIL LESTE-OESTE ENTRE GUAÍRA E ESTÁDIO GUAÍRA. O NA FOI ESTABELECIDO PELA MÉDIA
 - 22 - PERCENTUAIS DAS PROFUNDIDADES DAS ENTRADAS DE ÁGUA (EM FRATURAS)
 - 23 - GRÁFICO DOS PERCENTUAIS DE VAZÕES EM METROS CÚBICOS HONORÁRIOS
 - 24 - UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA
 - 25 - REDUÇÃO PROGRESSIVA DA INFILTRAÇÃO A PARTIR DE ÁREAS FLORESTADAS E CAMPOS VIRGENS, MEDIANTE DESMATAMENTO, MECANIZAÇÃO INTERNA E MAL USO DO SOLO

LISTA DE MAPAS ESQUEMÁTICOS

A5.1 - LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS

A8.1 - REGIÕES GEOGRÁFICAS NATURAIS DO ESTADO DO PARANÁ

A8.2 - UNIDADES GEOMÓRFICAS

A8.3 - UNIDADES AMBIENTAIS NATURAIS

ANEXO 1 - TEORIA

A essência da problemática abrangida neste estudo é "desenhar" uma paisagem com um equilíbrio dinâmico determinado. No território estudado, a formação do lago provocará uma alteração nos processos atuais de construção da paisagem e por sua vez, a dinâmica resultante desta, possuirá processos que afetarão a própria dinâmica do lago. Esse conjunto de processos e as estruturas de paisagem - preexistentes e potenciais, naturais e antrópicas - definirão no tempo um novo equilíbrio dinâmico, no qual intenta-se intervir.

Esse equilíbrio intencionado, deverá satisfazer duas demandas sociais fundamentais:

- a) as que serão satisfeitas através do funcionamento correto da represa hidroelétrica;
- b) as decorrentes das necessidades sociais e produtivas, rurais e urbanas, da população da região afetada.

Uma inadequada organização e gestão da paisagem de referência poderão constituir-se, a médio e longo prazo, em uma relação barragem/paisagem adjacente de características anti-nômicas e conflitivas, com os decorrentes efeitos sociais e econômicos indesejáveis.

Para satisfazer essas demandas sociais e desenvolver uma adequada administração do espaço físico, considera-se imprescindível não só a formulação de instrumentos e processos de in-

tervenção, locais e setoriais, como também a formulação de um sistema global que regule e controle a aplicação dos instrumentos e processos na paisagem, considerada esta como uma totalidade sistêmica.

1.1 NÍVEIS DO IMPACTO

O impacto ambiental pode desagregar-se em 3 (três) grandes tipos ou níveis: atmosférico, superficial, subterrâneo.

O primeiro tipo (atmosférico) é decorrente da superfície evaporante de 140 000 ha, formado pela água do reservatório. Aceita-se como premissa que a umidade relativa ambiente deverá aumentar, como também a formação de nevoeiros. O problema reside em quantificar esse aumento da umidade e como desagregá-la no espaço contíguo, isto é, limitar a região e o alcance desse impacto.

Um efeito derivado dessas modificações é o provável aumento de doenças na agricultura. Inúmeras doenças fúngicas e bacterianas são favorecidas em seu ciclo biológico por um aumento da umidade relativa; outras em número menor são favorecidas pela formação de nevoeiros.* No entanto, deve se levar em conta que as condições pré-disponentes para a aparição ou ativação da incidência de uma doença são determinadas por combinações de vários fatores ambientais, basicamente temperatura e umidade. Embora estejam dadas as condições de umidade para a reprodução de um determinado fungo, este pode sofrer uma severa restrição por temperatura, não se propagando assim a doença.

*A diferença está na presença de água no estado líquido por ocasião da formação de nevoeiros. Alguns tipos de esporos de fungos requerem este tipo de estado da água para a germinação.

O segundo impacto (superficial) é a modificação do nível de base dos rios da região e sua influência nos processos da dinâmica fluvial. A usina operará com um nível estável de água do reservatório de 220m. Este novo nível de base provocará modificações nos perfis das cheias das várzeas dos rios afluentes, fato que deverá repercutir no uso que os agricultores fazem desses ecossistemas naturais.

O terceiro tipo de impacto (subterrâneo) decorre da grande e ramificada superfície de infiltração, que é o fundo do lago do reservatório. O aumento de infiltração influirá na recarga dos aquíferos o que por sua vez poderá modificar alguns processos edáficos como, por exemplo, o incremento do hidromorfismo; este último com pouca extensão territorial. É necessário salientar que em todo o norte do Estado, o nível dos aquíferos tem caído notadamente a partir do intenso e indiscriminado desmatamento, provocando um aumento do escoamento superficial, em detrimento da infiltração da água do solo.

Além dos impactos analisados do lago sobre a região, deve se considerar, o impacto da agricultura regional sobre o lago. Ele é originado basicamente pelo uso do solo, podendo ser analisado em dois aspectos: a deposição de sedimentos (areia, silte e argila) e o aporte de pesticidas, fertilizantes e herbicidas para o lago, produtos esses que influirão certamente na vida vegetal e animal do reservatório.

1.2 ENFOQUE TEÓRICO-METODOLÓGICO

O enfoque sistêmico do trabalho possibilita a integração dos estudos setoriais desses impactos (e outros prováveis) em uma visão de conjunto. A utilização da noção de sistema per-

mite racionalizar e priorizar: a obtenção de informação, a análise dos processos, a avaliação dos impactos e, conclusões e recomendações resultantes.

O conceito básico que norteia o estudo define o espaço rural adjacente ao lago como um todo orgânico, formado por múltiplos e variados elementos, naturais e antrópicos, físicos e biológicos e as inter-relações que se estabelecem no tempo e no espaço entre esses elementos.

Esse conjunto complexo de inter-relações confere a esse espaço um caráter específico definido. Sua organização e dinâmica são regidas por leis próprias, não deduzíveis do comportamento individual de cada um dos elementos desse meio. Conseqüentemente, o estudo e administração desse meio rural requerem um sistema perceptivo e um instrumental de gestão adequados a essa especificidade. Em outras palavras, a paisagem rural é mais que a soma dos seus elementos, assim como um plano é qualitativamente diferente da soma dos seus projetos.

Neste contexto utilizou-se a noção de sistema como modelo adequado para o conhecimento da realidade com base em três unidades conceituais e metodológicas: o ecossistema, o agroecossistema e a bacia hidrológica.

1.3 O ECOSSISTEMA

O ecossistema é um sistema aberto, integrado por todos os organismos vivos e elementos não vivos de um setor ambiental, definido no espaço e no tempo e cujas propriedades globais de funcionamento e de auto-regulação derivam das inter-relações entre todos os seus componentes.¹

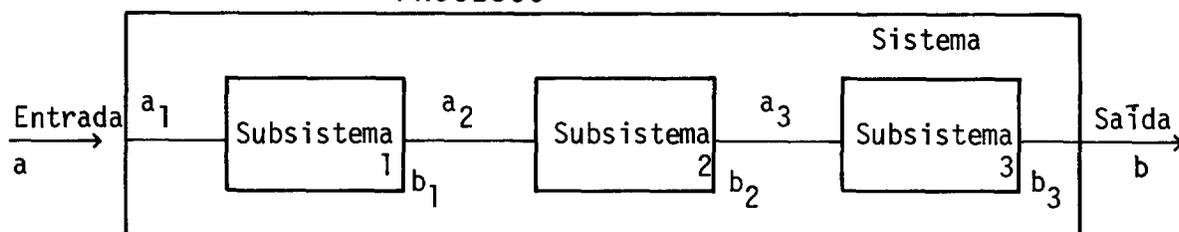
O modelo de ecossistema (ver fig. 1 e 2) mostra os três

¹ CASTRI, Francesco di. La revolución ecológica y América Latina. In: Universidad Austral. Instituto de Ecología. Folheto Inédito. Chile.

aspectos mais relevantes de todo sistema:

- a) os fluxos de energia, matéria e informação incluindo as suas entradas e saídas;
- b) o comportamento de cada elemento e subsistema perante esses fluxos, com as inter-relações que se estabelecem;
- c) os fatores de regulação bióticos e abióticos desses fluxos.

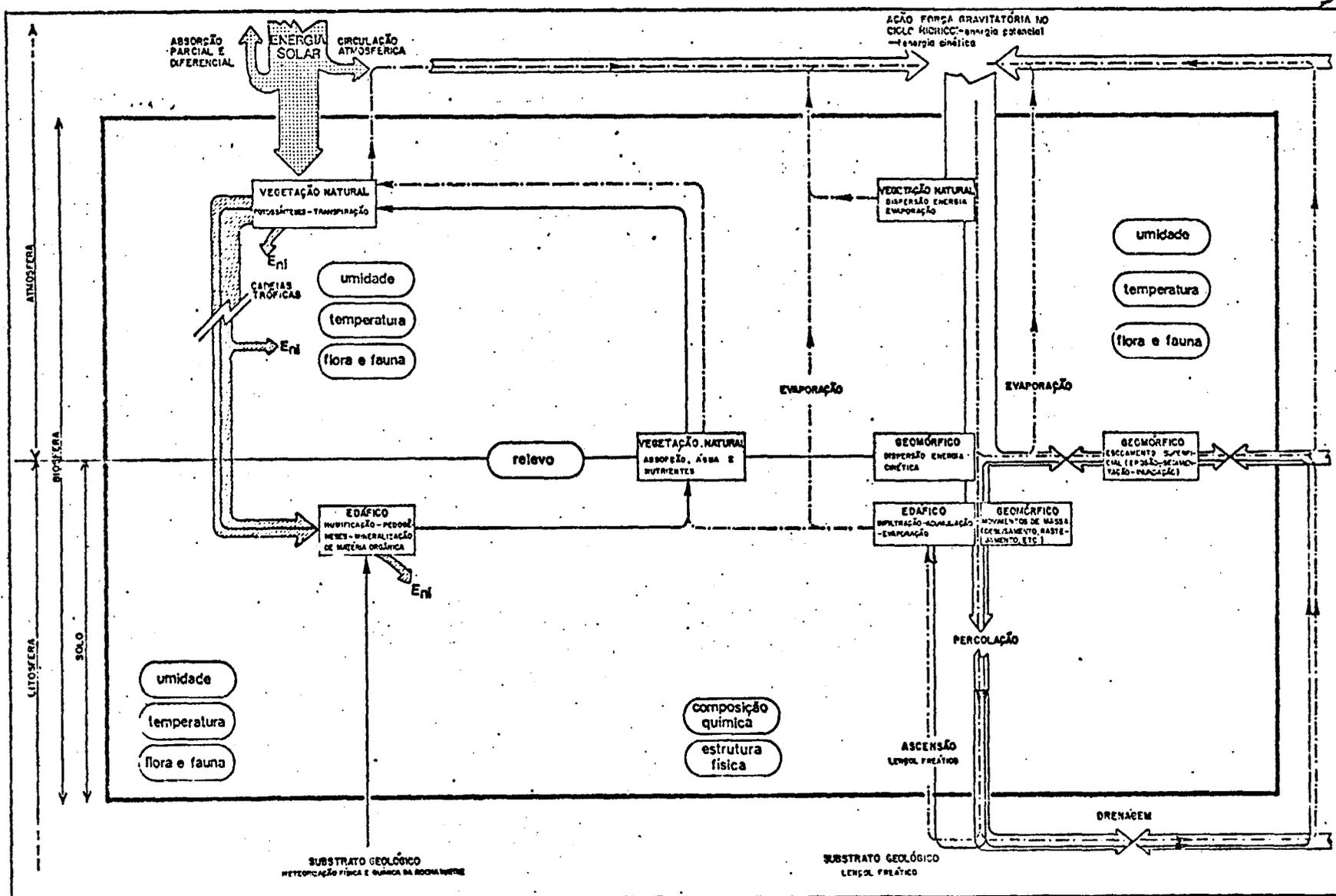
FIGURA 1 - SISTEMA SIMPLES, COM UMA ENTRADA (a) E UMA SAÍDA (b)
PROCESSO



No sistema ingressam dois tipos de energia: solar e cinética, esta última contida nas precipitações.* A energia solar é parcialmente captada pelo subsistema vegetal, mediante o processo fotossintético. A energia contida nas folhas é consumida pelos animais, continuando o fluxo da energia solar já transformada em energia química através dos diversos consumidores e decompositores do ecossistema (cadeia trófica). O estágio final deste fluxo é energia calórica não assimilável e gás carbônico.

A energia cinética contida na gota de chuva ingressa ao

*Entendendo-se que todo modelo é uma simplificação da realidade para seu estudo, o modelo de referência é adaptado às características ecológicas da região estudada. A rigor deveriam ser considerados outros "inputs" de energia (por exemplo, eólica, vulcânica, etc.).



ECOSSISTEMA
 fluxos de energia e matéria
 subsistemas
 fatores de regulação

- LEGENDA**
- ENERGIA SOLAR
 - - - FLUXO DE ENERGIA QUÍMICA CONT'DA NA MATÉRIA ORGÂNICA
 - ⋯ FLUXO DE ENERGIA POTENCIAL / CINÉTICA DE ORIGEM GRAVITATÓRIA
 - FATORES DE REGULAÇÃO
 - - - CICLO HÍDRICO
 - FLUXO DE MATÉRIA
 - ▭ SUBSISTEMAS PROCESSOS
 - Enj ENERGIA QUÍMICA CONT'DA NA MATÉRIA ORGÂNICA
 - LIMITES DO SISTEMA

sistema incidindo nos subsistemas: vegetal, geomórfico e edáfico. Portanto, as modificações ocorridas no fluxo dessa energia são reguladas por elementos desses subsistemas (cobertura vegetal do solo, permeabilidade, declividade, etc).

No ecossistema esse fluxo de energia pode se reconhecer através de vários processos: evaporação, escoamento superficial (erosão, sedimentação, inundação), infiltração, percolação, etc.

A importância desse ingresso de energia cinética no sistema, reside na capacidade que possui de produzir um trabalho geomórfico na superfície da paisagem. Fundamentalmente, a água de chuva possui energia para desestabilizar a estrutura do solo e arrastar as suas partículas de uma área a outra, isto é, das áreas de erosão às de acumulação, onde o material é depositado. Este processo, com maior ou menor intensidade, modela continuamente toda a superfície terrestre onde se verifica a presença de água.

Um aspecto fundamental a analisar e avaliar no ecossistema é a sua estabilidade. No espaço do sistema natural todos os processos (citados e incluídos no modelo) confluem no tempo e conferem ao sistema uma dinâmica própria que é definida pela resultante da magnitude, sentido e dominância dos processos citados. O reconhecimento da dinâmica natural da paisagem rural é o passo prévio necessário para avaliar o impacto ambiental de cada atividade agrícola em cada tipo de ecossistema e suas consequências indesejáveis: erosão, esgotamento do solo, etc.

Em termos geodinâmicos podem ser reconhecidos três tipos de ecossistemas: estáveis, instáveis e "integrados".² O indicador básico desta classificação é o solo.

²TRICART, Jean. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, FIBGE, SUPREN, 1977. 97p. (Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1).

Em última instância, interessa conhecer a estabilidade do meio biofísico que permite ao agricultor implantar sua cultura e "coletar" a energia solar, ou seja, o solo. A perda do subsistema edáfico implica na perda do sistema agrícola ou agroecossistema.

Nos ecossistemas instáveis predominam os processos morfogenéticos, isto é, evidencia-se um modelado energético das formas da paisagem. Acentuados processos de erosão, inundação e sedimentação caracterizam estes sistemas. São exemplos, os desertos, certas regiões semi-áridas com fortes precipitações ocasionais (Nordeste do Brasil) e as planícies aluviais sujeitas a intensas inundações. Nestes sistemas a vegetação é escassa ou inexistente. Os solos são incipientes (Litossolos, Regossolos ou Solos Aluviais) ou como a vegetação, inexistente. Fatores endógenos ou exógenos impedem que a comunidade biótica do ecossistema evolua no sentido de atingir o seu clímax. Entre estes fatores podem ser citados: temperaturas rigorosas, precipitações escassas ou excessivas, movimentos tectônicos, vulcanismo, etc.

Nos ecossistemas estáveis predominam os processos formadores do solo, ou pelo menos, os que permitem a estabilidade do subsistema edáfico no tempo, com uma quase imperceptível evolução das geformas. Neste tipo de paisagem, a vegetação e, em geral, a comunidade biótica evoluem até atingir o estado climático. Por sua vez, podem ser discriminados dois subtipos desta paisagem geomorficamente estável. Um deles deve-se basicamente à ausência de dissecação intensa, clima com precipitações moderadas e bem distribuídas, ausência de movimentos tectônicos, etc. Este tipo de paisagem é considerado, neste enfo-

que teórico-metodológico, como geostável. O outro subtipo é denominado bioestável, já que a comunidade biótica, em especial a vegetação, é o fator moderador, ou o freio dos processos morfogenéticos potenciais. Um exemplo é uma paisagem fortemente dissecada, com elevadas precipitações, porém com abundante vegetação, na qual o desmatamento deverá provocar um processo acelerado de erosão hídrica.

Entre esses dois tipos de paisagem (estáveis e instáveis) ocorre um "continuum" de diferentes intensidades de processos de construção da paisagem, com interferências de ambos os processos no tempo. Estes tipos de paisagem, heterogêneos ou intermediários, são denominados "intergrades".³

1.4 DEFINIÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

Nesta linha de análise da paisagem rural, pode se definir o impacto ambiental como toda alteração na estrutura e processos dos ecossistemas, apreciáveis no tempo e no espaço, produzida por uma alteração na entrada ou na saída de matéria, energia ou informação, provocada direta ou indiretamente pelo homem.

Qualquer alteração significativa na paisagem deverá provocar uma modificação na estrutura e processos preexistentes e portanto, conformar uma nova paisagem, com um quadro de equilíbrio dinâmico diferente. Essa situação de equilíbrio pode ser atingida naturalmente (evolução ecológica secundária até o clímax) ou mantida artificialmente pelo homem (por exemplo, as áreas agrícolas).

Assim, o primeiro impacto ambiental a ser considerado é aquele configurado pela introdução do agricultor no ecossistema trans-

³Op.cit.nota 1.

formando-o em um agroecossistema. Este é parte do impacto atual sobre o rio Paran, que com a formação do lago, passará a ser sentido por este.

1.5 O AGROECOSSISTEMA

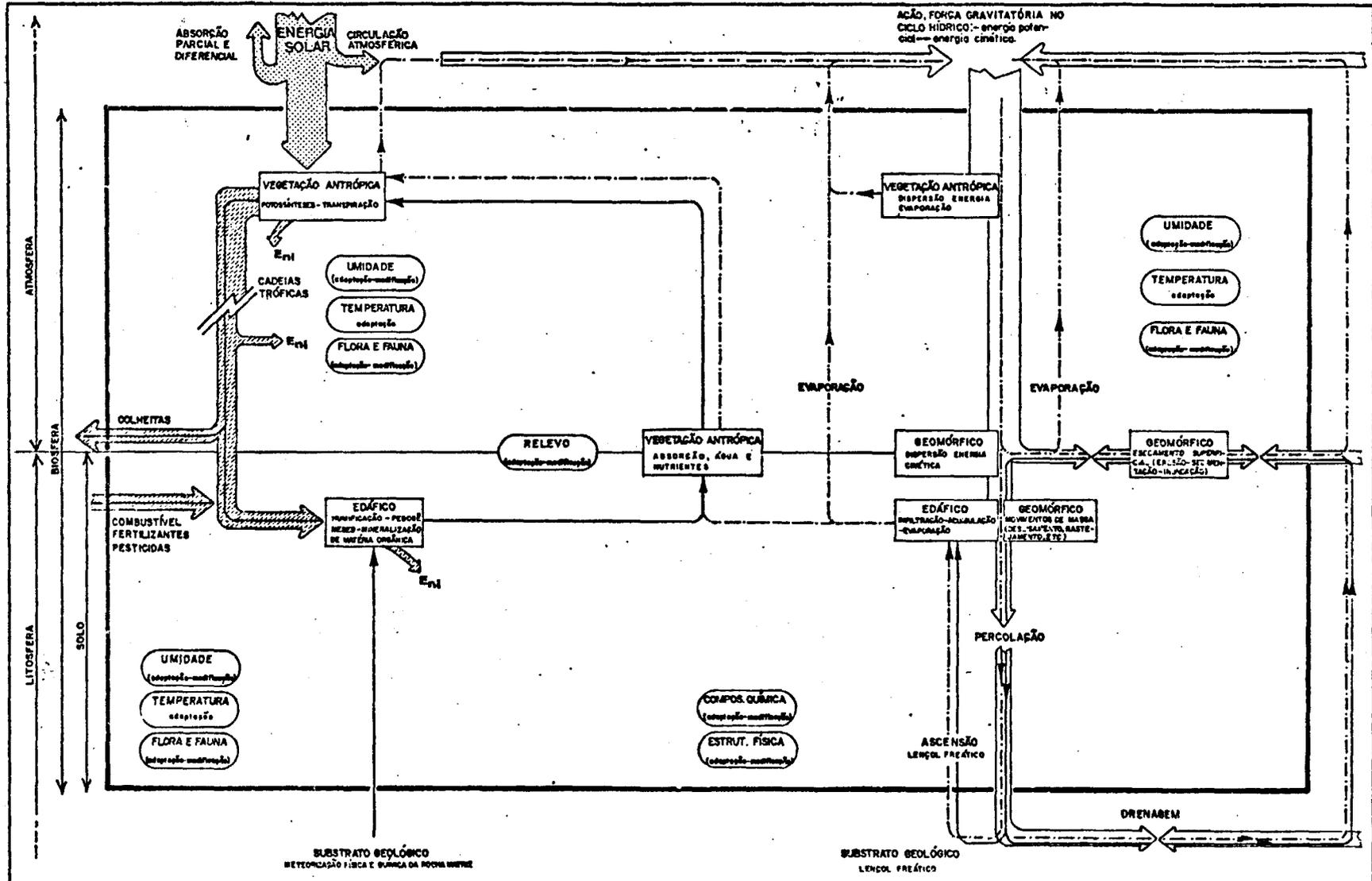
No agroecossistema o homem e sua atividade são considerados como um subsistema a mais. Porém, este subsistema possui uma especificidade significativa (figura 3). A partir da revolução agrícola,⁴ o homem começou a otimizar evolutivamente a sua adaptação à natureza e a modificá-la de acordo com as suas necessidades e objetivos, também de forma evolutiva.

Quando o homem introduz a atividade agrícola no terreno modifica as estruturas existentes, e portanto, os processos naturais dos ecossistemas: desmata, introduz uma cobertura vegetal antrópica, sistematiza o terreno, ara e gradeia, aduba e fertiliza, espalha defensivos e herbicidas. Em síntese, "importa" e "exporta" energia e matéria do sistema e modifica os fluxos existentes e, ao alterar os fatores naturais de regulação, introduz uma nova informação através das práticas e manejo do sistema.

O agricultor tenta diminuir essa desestabilização do sistema, mediante a introdução de fertilizantes - para compensar as exportações - e os defensivos agrícolas - para combater as pragas, doenças e práticas conservacionistas - para diminuir o impacto erosivo das chuvas e dos ventos.

Outro aspecto da implantação de agricultura no terreno  a alteração no processo de dispersão de energia cinética contida nas águas da chuva, uma vez que é modificada a cobertura

⁴CHILDE, Gordon V. Las orígenes de la civilización. 2. ed. México, Fondo de Cultura Econmica, 1959. 299p. (Breviarios del Fondo de Culturas Econmica, 92).



AGROECOSSISTEMA (DE IMPLANTAÇÃO)

fluxo de energia e matéria - subsistemas - fatores de regulação

LEGENDA

- energia solar
- fluxo de energia química contida na matéria orgânica
- fluxo de energia potencial/cinética de origem gravitatória
- fatores de regulação
- ciclo hídrico
- fluxo de matéria
- subsistemas
- processos
- energ. não incorporada - perdas respiratórias
- limites do sistema

vegetal e a microtopografia.

Este aspecto da dispersão da energia cinética é fundamental no estudo do impacto da agricultura no lago. Quanto menor for a dispersão natural ou antrópica dessa energia, maior será o processo de erosão hídrica, como também o arraste para o reservatório dos materiais introduzidos no sistema e considerados poluentes para a flora e a fauna do lago (fertilizantes, pesticidas, etc.). O sistema agrícola evoluirá para uma situação de instabilidade ou exigirá maiores insumos de matéria e energia para manter determinada estabilidade.

No contexto sócio-econômico atual; com os padrões tecnológicos imperantes, a relação estabilidade/produção na paisagem rural, apresenta-se como contraditória na maioria dos casos. Neste enfoque teórico-metodológico considera-se que a adequada formulação dessa relação no tempo e no espaço é a base fundamental para a organização e gestão do espaço geográfico.

Ao modificar a estrutura do sistema, em função das interações pré-existentes, modificam-se todos os processos naturais e, por sua vez, os novos processos afetam as estruturas não-modificadas intencionalmente pelo homem. Aparece a dominação de determinados elementos do sistema (as culturas ou vegetação antrópica), aumenta a produtividade deste, mas, paralelamente, aparecem ou se aceleram processos que comprometem a estabilidade global do conjunto.

No agroecossistema, os fluxos de energia/matéria e estrutura naturais alterados são os seguintes: em primeiro lugar, o homem modifica intencionalmente o processo de fotossíntese global do sistema (cultivos substituem a vegetação natural) e também modifica o fluxo de matéria e energia a partir

desse processo, já que "exporta" do sistema a biomassa vegetal produzida através da colheita.

A cultura implantada constitui-se em uma situação de dominância monoespecífica no sistema que produz dois efeitos básicos: o pré-citado da "exportação" de nutrientes e provoca um aumento crescente daquelas pragas e doenças, que atacam a vegetação dominante.

Quanto à organização do espaço estudado, incluindo o reservatório, é fundamental atacar o problema do assoreamento do lago na fonte de produção dos sedimentos: a gleba agrícola. Assim, poderá se diminuir de forma econômica e eficiente o arraste dos materiais poluentes para a vida do lago e o funcionamento da barragem e também um problema mais importante em termos sociais e econômicos: a perda do solo agrícola.

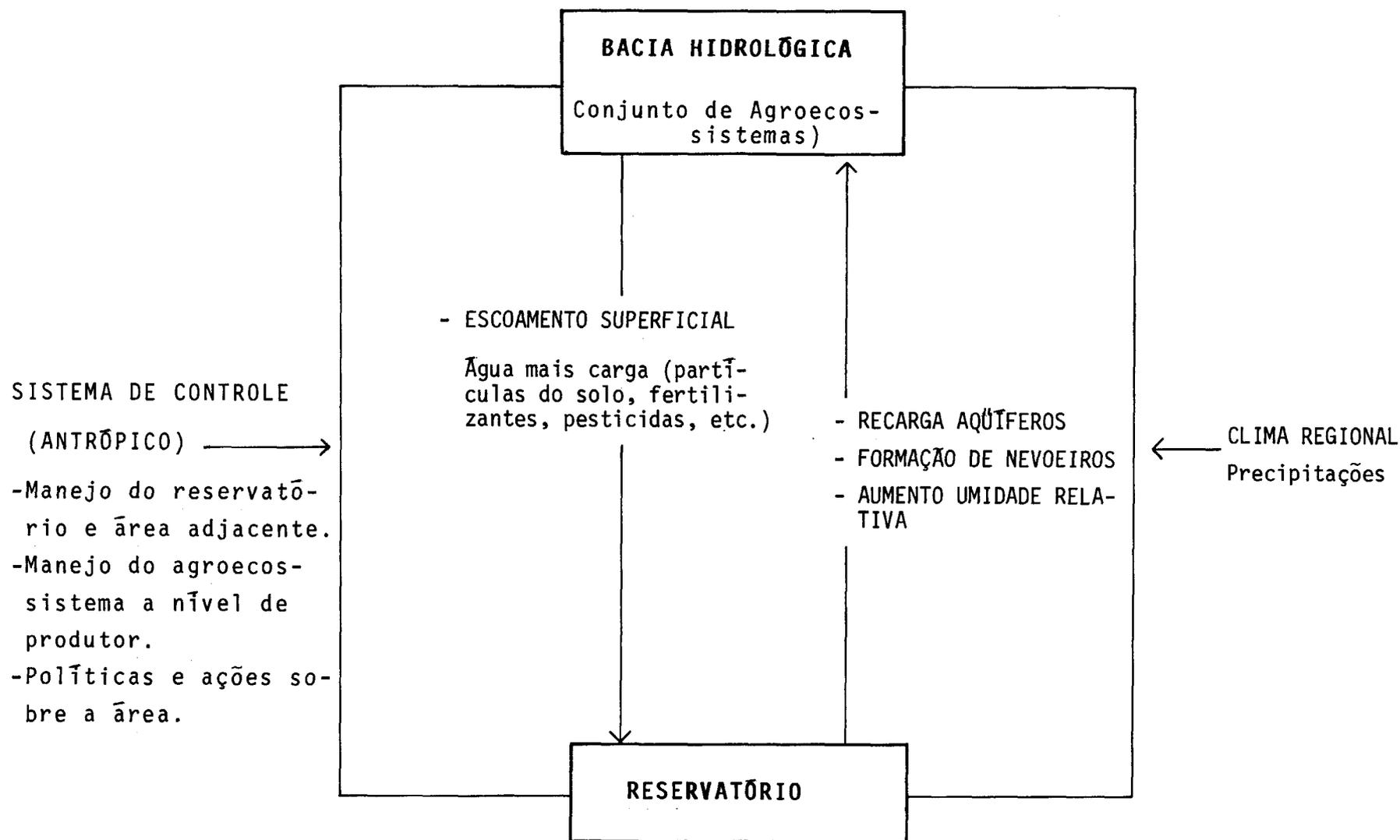
1.6 A BACIA HIDROLÓGICA COMO UNIDADE DE ANÁLISE E DE ORGANIZAÇÃO DO USO DO ESPAÇO

Quando se estuda as relações entre dois sistemas: o agroecossistema (as propriedades agrícolas da região) e o ecossistema aquático (o lago da barragem). Surge a pergunta: qual o principal agente físico que estabelece a relação entre o impacto do lago no meio rural e vice-versa? Esse agente é a água, seja a nível superficial, subterrâneo ou atmosférico. Especificando, pode-se afirmar que o trabalho estuda as relações hidrodinâmicas entre os sistemas apontados (ver figura 4).

Para estabelecer o "corte" da área, partiu-se de um conjunto de considerações a seguir:

- a) O problema não é só avaliar o impacto ambiental, mas também formular diretrizes e normas para a organiza-

FIGURA A - ENFOQUE SISTÊMICO DAS RELAÇÕES HIDRODINÂMICAS DO IMPACTO AMBIENTAL



- ção e gestão do território afetado pelo impacto;
- b) O impacto ambiental está desagregado em dois grandes conjuntos: o impacto do lago sobre o meio rural e vice-versa;
 - c) o impacto do lago sobre o meio adjacente pode desagregar-se em: modificação do nível de base e, portanto, da dinâmica fluvial das bacias; aumento de umidade relativa ambiente; aparição ou aumento na frequência de formação de nevoeiros e recarga dos aquíferos. Os limites espaciais desses impactos são de difícil previsão, não são pela falta de dados, mas também porque os limites climáticos no espaço físico devem ser interpretados como faixas ou intervalos de transição;
 - d) a formação do reservatório é um fato irreversível, e portanto, os efeitos negativos deverão ser tratados nas suas consequências mais que em suas origens. Como exemplo tem-se o previsível aumento da incidência de pragas e doenças para a agricultura. A realimentação possível dos aquíferos não devem necessariamente ser julgada como um impacto negativo ou indesejável para o agricultor e a região;
 - e) o impacto da área adjacente no reservatório restringe-se a deposição da carga arrastada pelos afluentes do rio Paran, sejam partículas do solo (areia, limo, argila) ou praguicidas, fertilizantes, etc.;
 - f) o processo anterior pode ser atacado nas "fontes", isto é, na gleba agrícola, com dois benefícios: diminuir o impacto e, por sua vez, evitar a perda do solo agrícola.

Com base nestas considerações conclui-se que, tanto a avaliação do impacto sobre o lago como a formulação da gestão posterior do território, possuem uma unidade geográfica e conceitual concreta e adequada: a bacia hidrológica.

A região a ser estudada, para avaliação do impacto sobre o lago, é o conjunto de bacias que desaguam no rio Paraná situadas entre a barragem de Itaipu - a poucos kms a montante do rio Iguazu e o rio Piquiri - este último excluído, pois desagua a montante da futura barragem de Ilha Grande.*

O escoamento desse conjunto de bacias é o agente do impacto do meio rural, já que transporta e deposita no lago todos os materiais erodidos nas glebas agrícolas da região, junto aos poluentes já citados. A não ser o conjunto de bacias homólogas da margem paraguaia, não serão depositados outros sedimentos no reservatório de Itaipu (isto, uma vez instalada a barragem de Ilha Grande).

A necessidade de formular a organização do uso de um determinado território, leva implícita a existência futura ou atual de um desajuste entre as atividades antrópicas e o espaço biofísico.** Neste sentido considera-se que cada problema ou conjunto de desajustes, possui uma ordem interna de criticidade. A sua solução deve ser uma resposta, simétrica à ordem e escala de criticidade de cada conjunto de desajustes.

As soluções para o conjunto de desajustes que originará a formação do lago no meio rural e vice-versa, podem dividir-se em

*Ver mapa esquemático no item 1.1, v.I.

** Os conceitos básicos sobre planejamento físico foram extraídos de THOMSON, Brian et alii. Tipologia nacional de unidades territoriales de manejo hídrico. Mar del Plata, 1977. Trabalho apresentado na Conferência das Nações Unidas sobre a água.

dois grupos básicos: as microtecnológicas e as macrotecnológicas.

As soluções microtecnológicas* que são aquelas destinadas a organizar a aplicação de instrumentos físicos, em um determinado ambiente. Neste tipo de solução a execução é primordial. No caso em estudo, é o manejo do agroecossistema (a propriedade rural) visando não só obter o máximo de produção, mas também manter a estabilidade desse ambiente produtivo, e diminuir o impacto sobre o lago.

No entanto, a consecução desses objetivos pode frustrar-se pela omissão ou inadequada aplicação das soluções em agroecossistemas adjacentes, e de modo geral, em toda a área em estudo. Por exemplo, a aplicação de práticas conservacionistas em uma parte das propriedades poderá diminuir a erosão e manter a produção nas mesmas. No entanto, a poluição do lago com fertilizantes e pesticidas, poderá ocorrer, caso não forem aplicadas as práticas em todas as propriedades da região. Outro tanto pode acontecer com um determinado proprietário, o qual pode ser prejudicado na sua parcela, embora desenvolva práticas adequadas, se os produtores vizinhos não as praticarem. O processo erosivo possui um enorme efeito multiplicativo no espaço físico.

Assim, as soluções microtecnológicas são necessárias porém não suficientes. Faz-se necessário o desenho de um sistema que regule a aplicação desses instrumentos físicos no espaço e no tempo: as soluções macrotecnológicas, sistemas de adminis-

*Tecnologia (sensu-latu) é o conjunto dos instrumentos físicos de modificação material de realidade junto aos instrumentos administrativos de organização. Em inglês, "hardware" para os instrumentos físicos e "software" para os administrativos. (THOMSON, Brian et, alii. Tipologia nacional de unidades territoriales de manejo hídrico. Mar del Plata, 1977.

tração da instalação antrópica no território.

O conjunto de bacias hidrológicas, é o campo de aplicação das soluções macrotecnológicas, reguladoras das soluções microtecnológicas, implementadas em cada agroecossistema.

Em síntese, considera-se que o impacto ambiental entre o reservatório e a área agrícola, se traduz em uma modificação, no tempo e no espaço, das atuais estruturas e processos da paisagem rural.

Após a formação do lago estabelecer-se-á uma nova situação de equilíbrio dinâmico entre o reservatório e o meio rural, que deverá satisfazer dois tipos de necessidades sociais: as decorrentes de um adequado funcionamento da usina e as da população da região.

Para avaliar esse impacto ambiental e formular normas e diretrizes dirigidas à organização do espaço físico, foi utilizado um enfoque sistêmico, com base em três conceitos básicos: ecossistema, agroecossistema e bacia hidrológica.

As normas de manejo a nível de propriedade rural (agroecossistema) foram denominadas soluções microtecnológicas, onde o primordial é a execução. Para regular, espacial e temporalmente a aplicação dessas soluções, considera-se necessário o desenho de um sistema técnico-administrativo (solução macrotecnológica) onde a organização é fundamental e o âmbito geográfico é a bacia hidrológica.

ANEXO 2 - CLIMA

A análise do clima regional está dividido em três itens. No primeiro abordam-se as características e propriedades da circulação atmosférica na América do Sul e dos principais sistemas atmosféricos atuantes no Sudoeste do Paraná e que são os principais condicionantes do tempo e do clima regional, junto à latitude e altitude.

No segundo item expõem-se analiticamente os elementos básicos do clima: radiação solar, insolação, temperatura, chuva, etc. Finalmente descreve-se o comportamento integrado desses elementos, para definir situações ou estados atmosféricos e as variações diárias e mensais dos mesmos.

2.1 A CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA NA AMÉRICA DO SUL E OS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS PREDOMINANTES NO SUDOESTE DO PARANÁ

O conhecimento sistemático da circulação geral da atmosfera é necessário para explicar e analisar corretamente, as características do tempo e do clima de uma dada região. As idéias que servem de base para esse tipo de análise estão subordinadas ao fato de que a circulação atmosférica tende a formar em determinadas áreas, extensos volumes de ar com propriedades físicas aproximadamente homogêneas no sentido horizontal.

Assim, torna-se necessário, antes da caracterização dos sistemas atmosféricos que controlam o tempo e o clima do Sudoeste do Paraná, uma breve análise da circulação atmosférica da

América do Sul.

O continente sul-americano, tem a maior extensão de suas terras na faixa equatorial (aproximadamente 5 000 km) e estreita-se consideravelmente a partir de 35º de latitude sul, onde fica com somente 600 km a 700 km de largura. Essa disposição, aliada à presença em sua costa oriental de um enorme anteparo montanhoso, orientado no sentido norte-sul (Cordilheira dos Andes), com altitudes superiores a 3 000 m, desde aproximadamente 35º de latitude sul até o equador, favorece sobremaneira as trocas atmosféricas no sentido dos meridianos. Por outro lado, quase todo o relevo interior da América do Sul é constituído de planícies ou terras baixas. Esses vales ou planícies formam um corredor (bordejado a oeste pelas escarpas e serras do planalto brasileiro) que ajuda o afunilamento e o grau de penetração dos sistemas polares dentro do trópico brasileiro.

Além destes, a proximidade do Continente Antártico (que projeta, em direção à América do Sul, sua maior protuberância para latitudes mais baixas que 65º sul) tende a favorecer um controle mais acentuado dos sistemas extratropicais sobre o Brasil meridional.

Resta ainda lembrar que o hemisfério sul com um domínio de aproximadamente 70% de oceanos, sobre as terras, mostra ventos de oeste mais intensos tanto no verão como no inverno austral, em função da menor fricção exercida pela superfície dos oceanos. Portanto, o domínio destes nos sistemas extratropicais no hemisfério sul, se mostra pelo menos 10º mais próximo do equador em relação ao hemisfério norte. Além deste fato é importante ressaltar o papel do Oceano Atlântico, como fonte de

umidade, tanto na faixa equatorial,* como no Atlântico Sul.

A circulação secundária na região do lago de Itaipu, pela sua situação geográfica é marcada pelos seguintes sistemas atmosféricos:

- a) Sistema Frontal Atlântico ou também denominado Frente Polar Atlântica (FPA); essa frente fria é responsável pela maior parte das chuvas caídas na área de estudo;
- b) Sistema Anticiclônico Polar (marítimo ou continental): constituído pelo ar polar vindo de Sul-Sudeste e Sudoeste. As altas polares continentais (SPc) penetram geralmente na região de sudoeste, enquanto que as altas marítimas (SPm) provêm de sudoeste. Estes dois sistemas apesar de serem ambos frios, possuem propriedades distintas, pois as continentais são relativamente secas e as marítimas são úmidas;
- c) Sistema Tropical Atlântico (STa): é originário no centro de alta pressão do Atlântico Sul. É constituído por temperaturas altas e elevado grau de estabilidade em sua área de origem. Possui subsidência superior e, portanto, a umidade está concentrada em sua base. Entretanto, após fazer um certo percurso sobre o continente, sua estabilidade diminui devido ao aquecimento pela base. Em qualquer época do ano esse Sistema Tropical Atlântico pode atingir Foz do Iguçu,

*Observações feitas por imagens de satélites geoestacionários demonstram pelo movimento dos sistemas de nuvens, que existe reciclagem de vapor de água, do oceano equatorial, que eventualmente atinge regiões localizadas em latitudes de 20° a 25° sul.

principalmente com ventos de nordeste;

- d) Sistema Tropical Continental (STc): as massas tropicais continentais são destituídas, originariamente, de ar proveniente do Atlântico, que atravessa o território brasileiro atraído pela depressão continental do Chaco, reinante na América do Sul nos meses quentes. A forte radiação solar e a considerável umidade que se observam nas terras da Amazônia e do Oeste do Mato Grosso durante o verão mantêm esses sistemas bastantes instáveis. As linhas de instabilidade ou "instabilidade de noroeste" que se formam no seio delas conduzem à formação de grandes sistemas de nuvens com acentuado movimento vertical e que produzem chuvas fortes e trovoadas.

Além da descrição dos principais sistemas atmosféricos que controlam as condições do tempo na região de estudo, procurou-se representar esquematicamente a evolução normal dos sistemas frontais em situações sinóticas de verão (figuras 5a, b, c e d) o que permite melhor compreensão da circulação atmosférica regional.

- e) Situação Sinótica de Verão: dado o deslocamento que as frentes e os anticiclones polares assumem durante o verão (grosso modo WSW-ENE) a região de estudo fica controlada a maior parte do tempo pelos sistemas Tropical Continental e Tropical Atlântico. No entanto, mesmo durante essa época a maior parte das chuvas depende direta ou indiretamente da frente polar em superfície e da passagem de cavados superiores de sul e sudoeste.

f) Situação Sinótica de Inverno: Nota-se pela figura 10 que o grau de propagação da frente polar e do anticiclone polar (Sistemas extratropicais) é muito maior que no verão. Essas situações sinóticas, 6a, 6b, 6c, 6d, mostram a situação típica que ocorrem os resfriamentos no período de abril a setembro. Conforme é possível perceber na figura 6a, já se deu a passagem do sistema frontal e a região de estudo encontra-se sob o domínio do Sistema Polar Continental (SPc). Céu claro, temperaturas mais baixas e ventos frios do quadrante sul a sudeste e pressão alta são as características principais deste sistema. É sob sua atuação que acontecem as geadas (figura 6a e figura 6b).

Nesta época (outono e inverno) as chuvas da região dependem quase que exclusivamente da passagem desses sistemas frontais. Em anos com situações de fluxo polar nulo há tendência para seca generalizada na área.

Nesse tipo de situação sinótica, os ventos sopram de oeste-sudoeste e de sudoeste, sendo um vento frio e seco, dentro de um sistema de alta pressão (geralmente o centro anticlinal é superior a 1 030,0 milibares) que no caso da geada de 1975, alcançou 1 045 milibares.*

*Maiores detalhes sobre essas situações sinóticas podem ser obtidas em HAMILTON, M.G. & TARIFA, J.R. Synoptic aspects of a polar outbreak leading to frost intertropical Brazil. Monthly Weather Review (106): 1545-56, July 1972.

Observa-se na figura 5a a aproximação da frente fria, enquanto no setor pré-frontal acontece uma intensa advecção de calor; nessas circunstâncias ocorrem ventos forte de noroeste; esse tipo de situação sinótica é favorável à formação de calhas induzidas e sistemas de meso-escala, produzindo eventualmente chuvas intensas e concentradas.

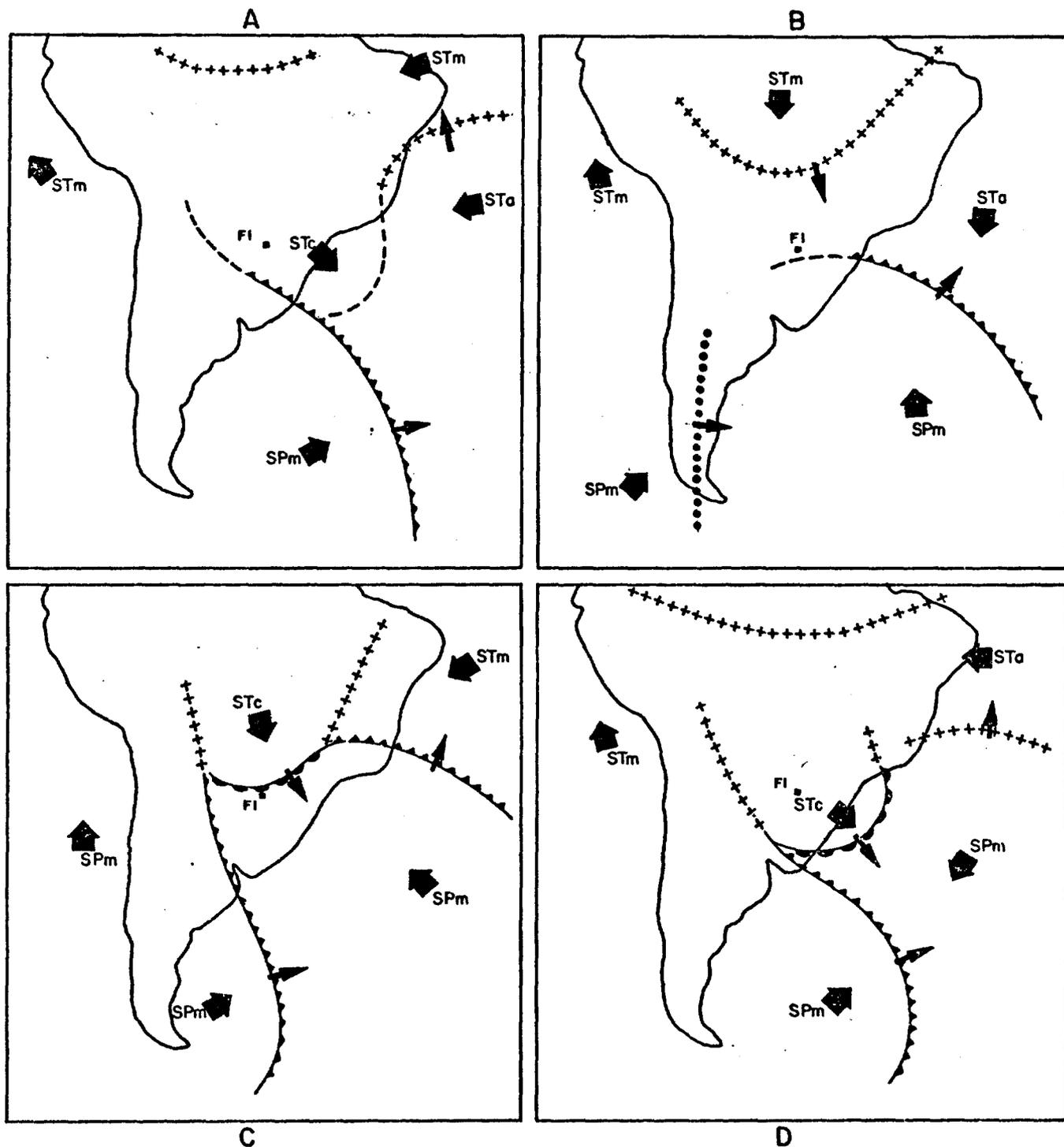
Na figura 5b foi registrada a passagem da corrente de sul e o sistema frontal, já degradado, entra em frontólise. Penetra o anticiclone polar marítimo e nota-se uma tendência para melhoria das condições do tempo com ventos predominantes do quadrante leste.

À medida que esse sistema se propaga para norte geralmente se destacam duas alternativas. Se uma nova frente ou baixa estiver se formando no Rio Grande do Sul, haverá a penetração do Sistema Tropical Continental, precedido pelo aprofundamento da Depressão Continental do Chaco (figura 5c). Caso contrário poderá predominar o Sistema Tropical Atlântico (misturado com o Sistema Polar Marítimo já aquecido), nesse caso existe uma tendência para períodos de bom tempo e ausência de chuvas.

A situação sinótica representada na figura A2.8d, mostra o reinício do ciclo, com a conseqüente aproximação de um novo sistema frontal.

As chuvas dessa região dependem diretamente da atuação do sistema frontal e das instabilidades de noroeste dentro do Sistema Tropical Continental.

FIGURA 5 - SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NO BRASIL MERIDIONAL
EVOLUÇÃO NORMAL DAS FRENTES NO VERÃO

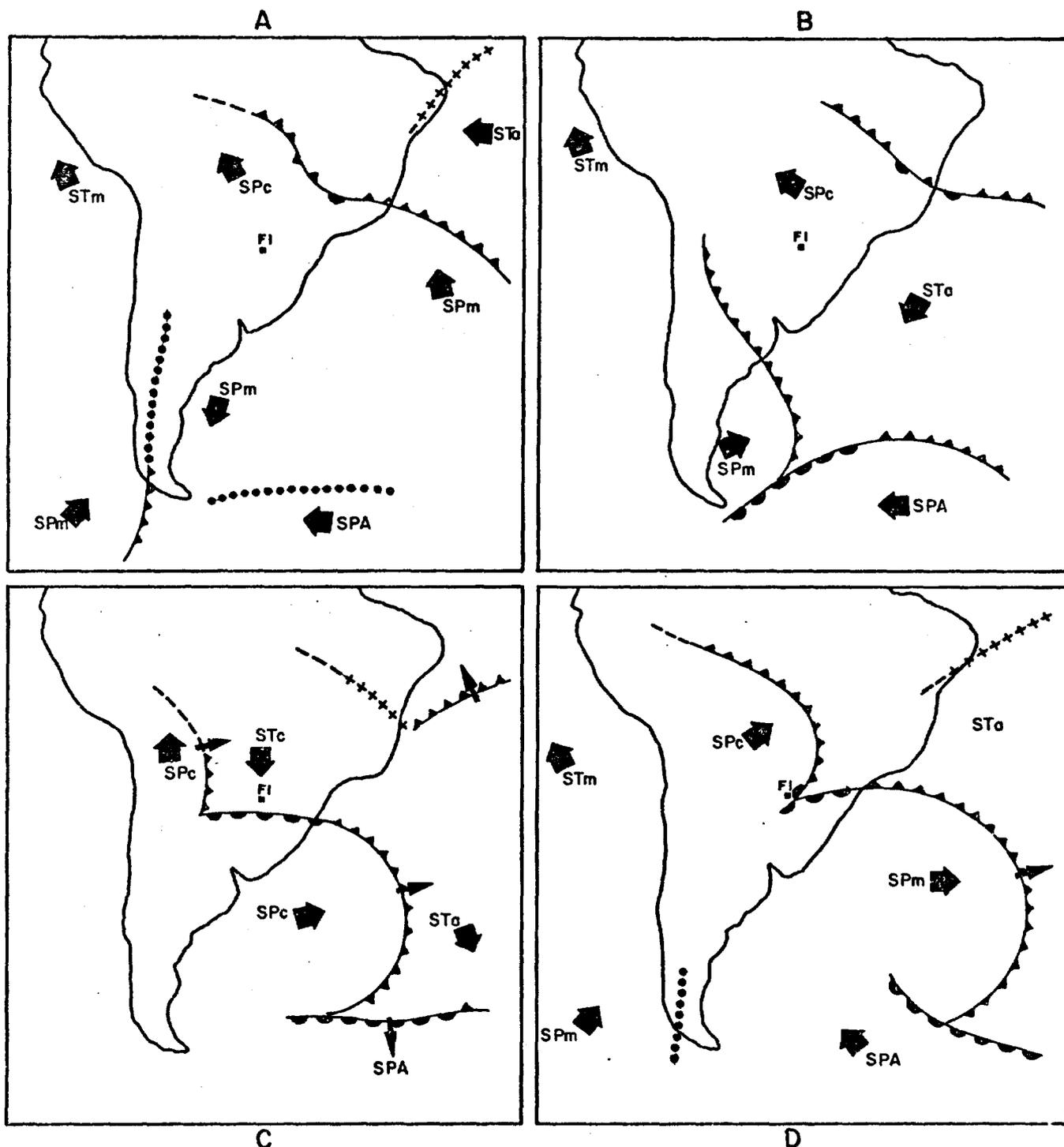


- ▲▲▲▲ Frente Fria
- Frente Quente
- +++++ Instabilidade Tropical
- Frontolisia
- Frontogênese
- ➡ Direção Geral do Sistema Atmosférico
- ➡ Sentido de Deslocamento da Frente ou Instabilidade

- FI - Foz do Iguaçu
- STa - Sistema Tropical Atlântico
- SPm - Sistema Polar Marítimo
- SPc - Sistema Polar Continental
- STm - Sistema Tropical Marítimo
- SPA - Sistema Polar Antártico

FONTE : ADAPTADO DE MAKSOUD (1959)
J. R. Tarifa 1980.

FIGURA 6 - SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NO BRASIL MERIDIONAL
EVOLUÇÃO NORMAL DAS FRENTES NO INVERNO



- ▲▲▲▲ Frente Fria
- ▲▲▲▲ Frente Quente
- +++++ Instabilidade Tropical
- Frontolise
- Frontogênese
- ➡ Direção Geral do Sistema Atmosférico
- Sentido de Deslocamento da Frente ou Instabilidade

- FI - Foz do Iguaçu
- STa - Sistema Tropical Atlântico
- SPm - Sistema Polar Marítimo
- SPc - Sistema Polar Continental
- STm - Sistema Tropical Marítimo
- SPA - Sistema Polar Antártico

FONTE : ADAPTADO DE MAKSOUDE (1959)
J. R. Tarifa 1980.

2.2 ELEMENTOS DO CLIMA REGIONAL

Analisa-se neste item, os principais elementos do clima, que, junto à superfície do solo, definem o ambiente climático: insolação, radiação solar, nebulosidade, temperatura, chuva, umidade, vapotranspiração e balanço hídrico.

2.2.1 Insolação, Radiação Solar e Nebulosidade

A análise da radiação solar e da insolação será realizada apenas para dois pontos de observação localizados em dois extremos da área em estudo: Guaíra e Foz do Iguaçu.

Foram reunidos nos quadros A2.6a e A2.6b os dados referentes à radiação global (Q_g) e insolação (n), bem como uma razão entre o total máximo possível de radiação solar (Q_0) e o total incidente na superfície (Q_g). Essa razão de radiação solar fornece um índice variando entre 0 e 1, significando quanto mais próximo de zero maior será o grau de turbidez atmosférica. Esse índice pode ser transformado em porcentagem, ou seja, 0,30, por exemplo signifique apenas 30% da radiação solar que atinge o topo da atmosfera, alcança a superfície. Foram ainda incluídos nesses quadros os dados mensais do número de horas de brilho solar (n), bem como uma razão de insolação entre o valor real e o comprimento máximo do dia (N). Esse índice que também varia de 0 a 1, significa a influência da nebulosidade durante o período diurno na diminuição da insolação direta. Por diferença, o restante significaria o número de horas com luz difusa. A nebulosidade (C), em termos de cobertura de céu, não é diferenciada em tipos de nuvens, mas tão somente em oitavos de céu coberto.

QUADRO A2.1a - VARIACÃO MENSAL DA INSOLAÇÃO REAL (n), DA INSOLAÇÃO MÁXIMA (N), DA RAZÃO DE INSOLAÇÃO (n/N), DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL (Qg), DA RADIAÇÃO NO TOPO DA ATMOSFERA (Qo), DA RAZÃO DE RADIAÇÃO (Qg/Qo), PARA GUATIRA (Pr). PERÍODO - 1970-72

MESES	n hs	N hs	n/N	Qg (*)	Qo (*)	Qg/Qo	C oitavos
Jan	7,2	13,3	0,54	297	990	0,30	6,3
Fev	6,7	12,9	0,52	308	933	0,33	6,9
Mar	6,6	12,2	0,54	269	815	0,33	5,4
Abr	7,6	11,5	0,66	267	684	0,39	5,5
Mai	6,1	10,9	0,56	215	565	0,38	4,8
Jun	5,2	10,6	0,49	125	520	0,24	5,5
Jul	6,0	10,7	0,56	198	550	0,36	5,3
Ago	6,0	11,1	0,54	219	644	0,34	5,2
Set	4,9	12,0	0,41	241	777	0,31	6,1
Out	6,2	12,6	0,49	287	869	0,32	6,3
Nov	7,5	13,1	0,57	329	968	0,34	6,2
Dez	7,3	13,5	0,54	321	1 003	0,32	6,0
ANO	-	-	0,54	3 076	-	0,33	5,8

FONTE: INEMET

*cal/cm²/dia

QUADRO A2.1b - VARIACÃO MENSAL DA INSOLAÇÃO REAL (n), DA INSOLAÇÃO MÁXIMA (N), DA RAZÃO DE INSOLAÇÃO (n/N), DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL (Qg), DA RADIAÇÃO NO TOPO DA ATMOSFERA (Qo), DA RAZÃO DA RADIAÇÃO (Qg/Qo) PARA A FOZ DO IGUAÇU (Pr). PERÍODO 1969-75

MESES	n hs	N hs	n/N	Qg (*)	Qo (*)	Qg/Qo	C
Jan	7,3	13,5	0,54	309	996	0,31	5,7
Fev	7,2	12,9	0,56	315	926	0,34	5,3
Mar	6,6	12,2	0,54	266	806	0,33	5,3
Abr	6,5	11,5	0,57	206	664	0,31	6,4
Mai	5,5	10,9	0,51	186	547	0,34	6,6
Jun	4,7	10,5	0,45	150	500	0,30	6,4
Jul	5,2	10,6	0,49	195	527	0,37	5,3
Ago	4,9	11,1	0,44	195	629	0,31	5,7
Set	4,7	11,9	0,40	222	765	0,29	5,9
Out	6,2	12,6	0,49	285	890	0,32	4,8
Nov	7,6	13,3	0,57	370	973	0,38	5,2
Dez	7,4	13,7	0,54	344	1 011	0,34	5,2
ANO	-	-	0,51	3 413	-	-	-

FONTE: INEMET

*cal/cm²/dia

Pelos dados apresentados nos quadros A2.6a e A2.6b, nota-se que não existe um período distinto com grande limpidez atmosférica. Tanto a razão de radiação (Q_g/Q_0) como a razão de insolação (n/N) oscilam pouco ao longo dos meses do ano. Existe uma quantidade possível de perda de radiação de ondas curtas, tanto para Guaíra como para Foz do Iguaçu. Observar que a razão de radiação varia de 0,24 a 0,36 em Guaíra e de 0,29 a 0,38 em Foz do Iguaçu. Isso significa um elevado grau de turbidez atmosférica (principalmente núcleos higroscópicos) durante quase o ano todo. Esses dados, no entanto, poderiam ser razoavelmente diferentes se a série estatística fosse maior (mínimo de 15 a 20 anos).

Esses fatos comprovam a não existência de um período seco bem caracterizado, em termos de média, desde que elevados teores de umidade e de nebulosidade persistam durante todos os meses do ano. Da mesma forma, os valores de radiação solar difusa são também elevados, devendo variar entre 30% a 50%.

2.2.2 Temperatura

Os fatores geográficos (altitude, latitude e distância dos oceanos) conferem à área de estudo certas características bem definidas. Clima mesotérmico de planalto, cujas temperaturas médias anuais oscilam entre 17°C a 22°C, ocorrendo, nitidamente, um gradiente térmico em função da altitude (aproximadamente 0,5°C/100 m) e um outro no sentido da latitude (de 1°C para cada grau de aumento de latitude). Explicando melhor, pode-se entender que 70% a 90% das variações das temperaturas acontecem em decorrência da influência desses dois fatores. Sabendo-se que a variação latitudinal é de aproximadamente 2°, ou seja, a área está, a grosso modo, compreendida, entre os para-

lelos de 24º a 26º de latitude sul, pode-se portanto, esperar uma variação de mais ou menos 2ºC no sentido da latitude. No entanto, parece ser a altitude o fator mais importante, pois a sua variação dentro da área é superior a 600 m; desde os pontos mais altos do divisor de águas (região de Cascavel com altitudes maiores que 800 m) até as margens do rio Paraná que está entre 180 m e 200 m.

A análise da variação térmica ao longo do ano, demonstra a existência de duas épocas distintas. A primeira delas acontece (em termos médios) de outubro a março e caracteriza-se pela ocorrência de máximas absolutas de 28ºC a 34ºC e mínimas absolutas de 14ºC a 20ºC. Desses valores, resulta uma elevada amplitude térmica cujos valores oscilam de 10ºC a 16ºC. Esse período é o que se costuma denominar de verão e inclui também a primavera.

A partir de abril, as temperaturas começam a cair sob a ação dos anticiclones polares continentais, bem como da própria redução dos valores da radiação solar global recebidos na superfície. Assim, as temperaturas mínimas absolutas ficam abaixo de 20ºC, notando-se em média dois a três avanços de sistemas polares que provocam chuvas e são seguidos de fortes resfriamentos. As médias das temperaturas mínimas para o mês mais frio (julho) varia de 13ºC a 17ºC, obedecendo a um gradiente nitidamente orientado no sentido da latitude. Maiores detalhes sobre as variações térmicas serão analisadas no tópico referente às situações específicas (janeiro e agosto de 1977).

2.2.3 Pluviosidade

Os totais anuais da pluviosidade variam de 1 300 mm (mí-

nimo no extremo-norte da área, na região de Guaíra) a 1 900 mm (a grosso modo, esse máximo ocorre na área formada pelos municípios de Cascavel, Cêu Azul, Matelândia e parte dos municípios de Toledo e de Medianeira).

A distribuição espacial da pluviosidade segue um gradiente orientado no sentido NNW-SSE. Mesmo nos trimestres mais chuvosos (dezembro - janeiro - fevereiro) e mais seco (junho - julho - agosto) a intensidade da pluviosidade decresce para oeste e para o norte.

Com relação à área específica do futuro lago ao longo do rio Paran (desde Foz do Iguaçu a Guaíra) o gradiente de chuvas é no sentido norte-sul ou seja Foz do Iguaçu acusa um total anual médio de 1 595,4 mm (período de 1931 a 1970), enquanto que em Guaíra se verifica 1 348,3 mm, para o mesmo período.

2.2.4 O Impacto Pluvial

A associação do grau de concentração das chuvas em pequenas unidades de tempo é um dado fundamental para avaliar o impacto pluvial sobre o ambiente. Infelizmente não se contou com registros horrios (pluviógrafos) de chuvas, mas tão somente com máximos de 24 horas e mesmo assim para segmentos temporais muito curtos (de 1961 a 1965 para Foz do Iguaçu, e de 1977 a 1979 para Palotina e Cascavel).

A máxima pluviométrica de 33 anos (1914-38 e de 1956-64) em Guaíra foi de 197mm, o que significa um impacto de 197 litros de água por metro quadrado no intervalo de 24 horas.¹ Nesse mesmo período a média dos totais dos dias chuvosos para Guaíra foi de 124 dias, o ms que

¹MAAK, R. Geografia física do Estado do Paran. Curitiba, BADEP, 1968. 350p.

apresentou maior número de dias com chuvas foi fevereiro (15 dias) e o menor foi julho (7 dias).

Para o período de 1977 a 1979 (dados do IAPAR-Londrina) a máxima pluviométrica registrada foi de 131,2 mm, ocorrida no dia 12 de março, em Palotina. Nesse mesmo local foi registrado um outro máximo acima de 100,0mm, ou seja 119,0 mm ocorrido no dia 15 de dezembro de 1979. Em 1977, a máxima pluviométrica anual em Palotina foi de 68,2 mm e em 1978, foi de 69,2 mm.

Na região de Cascavel, registraram-se os seguintes máximos: 87,6 mm (1977), 66,7 mm (1978) e 94,4 mm (1979).

Para o período de 1961 a 1965 registraram-se na região de Foz do Iguaçu (estação meteorológica operada pela FAB no Aeroporto de Foz do Iguaçu) os seguintes máximos pluviométricos:

- a) 204,0 mm (dia 13 de março de 1961);
- b) 129,0 mm (dia 22 de fevereiro de 1962);
- c) 92,5 mm (dia 15 de maio de 1963);
- d) 88,1 mm (dia 30 de setembro de 1964);
- e) 112,5 mm (dia 14 de maio de 1965).

2.2.5 Regime, Variabilidade e Probabilidades Mensais das Chuvas em Guaíra e Foz do Iguaçu

O estudo da viabilidade temporal da pluviosidade é um dado importante na caracterização do regime pluvial, e consequentemente na análise da própria descarga fluvial. Essa análise da variabilidade será efetivada em dois níveis. Num primeiro plano, a preocupação será a de caracterizar o regime ao longo do ano, em termos de percentagem de variação em relação ao total anual e em um segundo plano, a variação dos totais mensais

e anuais em termos de probabilidade de ocorrência abaixo ou acima de certos limites. Os resultados referentes à contribuição de cada mês para o total anual bem como as probabilidades de ocorrência de diferentes totais mensais de pluviosidade, aparecem sintetizados nos quadros A2.2 e quadro A2.3 (Foz do Iguaçu).

O regime pluviométrico médio de Guaíra (quadro A2.7) não demonstra a existência de um período seco bem caracterizado, apenas uma ligeira diminuição dos totais mensais das chuvas nos meses de junho, julho e agosto (total mensal maior que 70 mm e menor que 100 mm); mas como essa época é o período mais frio do ano, conseqüentemente a evapotranspiração potencial está entre 50 mm e 70 mm, a chuva é suficiente para manter o solo úmido e portanto mesmo nessa época não fica bem caracterizado um período seco.

A observação do grau de concentração das chuvas em 2,3, 4,5 e 6 meses, também demonstra uma tendência para distribuição temporal da pluviosidade ao longo dos anos.

Da mesma forma esses mesmos fatos, já relatados para Guaíra, se repetem em Foz do Iguaçu (quadro A2.3), onde se observa, apenas durante o mês de agosto, que os totais mensais caem abaixo de 100 mm.

Na realidade enquanto em Foz do Iguaçu somente agosto acusa probabilidades significativas para a ocorrência de chuvas menores do que 25 mm a 50 mm (16,4% e 37,7% respectivamente) em Guaíra esse total é relevante durante os meses de junho, julho e agosto, com probabilidades de 13%, 26% e 34% de que os totais sejam menores do que 25 mm, e de 30%, 46% e 54% que esses mesmos totais de chuvas sejam inferiores a 50 mm.

QUADRO A2.2 - REGIME, VARIABILIDADE E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DAS CHUVAS MÊNSAIS E ANUAL EM GUAÍRA (PR) - PERÍODO 1931-70

LATITUDE: 24° 04' S LONGITUDE: 54° 16' W ALTITUDE: 160 m

2 MESES	3 MESES	4 MESES	5 MESES	6 MESES	MÉDIA	D. PADRÃO	CV	P. CONT.	DP	N
JF= 21.0	JFM= 29.6	JFMA= 38.1	JFMAM= 46.3	JFMAMJ= 53.6	JAN= 143.1	77.1	53.9	10.6	-0.1	40
MA= 17.0	AMJ= 23.9	MJJA= 25.8	JJASO= 35.7	JASOND= 46.3	FEV= 141.2	83.0	58.8	10.4	-1.8	39
MJ= 15.4	JAS= 17.9	SOND= 36.0	NDJFM= 47.5	FMAMJJ= 48.4	MAR= 115.6	67.1	58.0	8.5	-0.1	40
JA= 10.3	OND= 28.4	FMAM= 35.6	ANJJA= 34.2	ASONDJ= 51.5	ABR= 113.7	73.9	65.0	8.4	-0.2	40
SO= 18.1	FMA= 27.4	JJAS= 25.2	SONDJ= 46.7	MAMJJA= 42.8	MAIO= 110.6	68.9	62.3	8.2	-0.9	39
ND= 17.8	MJJ= 20.9	ONDJ= 39.0	FNAMJ= 42.9	SONDJF= 57.1	JUN= 98.3	74.5	75.7	7.2	-1.8	40
FM= 19.0	ASO= 23.0	MAMJ= 32.5	JASON= 36.8	AMJJAS= 41.9	JUL= 73.3	60.2	82.1	5.4	-0.5	40
AM= 16.6	NDJ= 28.5	JASO= 28.5	DJFMA= 47.6	ONDJFM= 58.0	AGO= 65.6	59.8	91.1	4.8	2.8	40
JJ= 12.7	MAM= 25.2	NDJF= 38.9	MJJAS= 33.4	MJJASO= 44.0	SET= 103.5	70.7	68.2	7.6	2.8	40
AS= 12.5	JJA= 17.6	AMJJ= 29.3	ONDJF= 49.4	NDJFMA= 55.9	OUT= 141.7	65.2	46.0	10.5	-2.1	40
ON= 18.8	SON= 26.5	ASON= 31.4	MAHJJ= 37.9	JJASON= 44.1	NOV= 112.7	85.3	75.6	8.3	1.1	40
DJ= 20.1	DJF= 30.6	DJFM= 39.1	ASOND= 40.9	DJFMAM= 55.8	DEZ= 118.4	74.6	58.1	9.5	1.0	40
TOTAL ANUAL MÉDIO= 1 348.3 MM (ESTIMADO COMO A SOMATÓRIA DAS MÉDIAS MÊNSAIS)										

PROBABILIDADE DE TOTAIS MÊNSAIS MENORES DO QUE USANDO A FUNÇÃO GAMA INCOMPLETA

MESES	25 MM	50 MM	75 MM	100 MM	125 MM	150 MM	175 MM	200 MM	BETA	GAMA
JANEIRO	1.3	8.2	20.0	34.1	48.2	60.7	71.0	79.1	45.2	3.1
FEVEREIRO	4.1	14.4	27.3	40.3	52.1	62.4	70.9	77.7	65.4	2.1
MARÇO	5.3	18.9	35.0	50.3	63.3	73.5	81.2	86.9	50.4	2.2
ABRIL	9.8	22.1	36.8	51.0	63.2	73.0	80.5	86.2	52.6	2.2
MAIO	7.1	22.3	38.8	53.7	65.9	75.4	82.5	87.8	53.6	2.0
JUNHO	13.0	30.1	46.7	60.5	71.4	79.6	85.6	89.9	57.0	1.7
JULHO	26.5	46.3	62.0	73.5	81.7	87.5	91.5	94.2	58.4	1.3
AGOSTO	34.3	53.8	67.6	77.4	84.2	88.9	92.3	94.6	68.6	1.0
SETEMBRO	9.6	26.5	43.4	57.9	69.4	78.1	84.5	89.0	55.7	1.8
OUTUBRO	0.1	3.0	12.2	27.2	44.6	60.9	74.0	83.6	27.0	5.2
NOVEMBRO	10.6	25.0	53.5	64.7	73.6	80.4	85.7	85.7	63.3	1.8
DEZEMBRO	6.7	19.6	33.7	46.8	58.2	67.7	75.3	81.3	68.6	1.8
PROBABILIDADES DE UM TOTAL MENOR DO QUE: 600MM= 3,0; 800MM= 8,5; 1 000MM= 19,3; 1 200MM= 36,0; 1 400MM= 55,8										
MÉDIA= 1 341.4 DESV. PADRÃO= 395.3 COEF. VARIAC. = 29.4 NÚMERO DE ANOS= 38										

FONTE: J.R. Tarifa= 1981

QUADRO A2.3 - REGIME, VARIABILIDADE E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DAS CHUVAS MENSIS E ANUAL EM FOZ DO IGUAÇU (PR) POSTO 83 826 -

PERÍODO : 1931-70

LATITUDE: 25° 33'S

LONGITUDE: 54° 35'W

ENTIDADE: DNMET

ALTITUDE: 161m

2 MESES	3 MESES	4 MESES	5 MESES	6 MESES	MÉDIA	D. PADRÃO	CV	P. CONT.	DP	N
JF= 17.4	JFM= 27.2	JFMA= 36.0	JFAM= 44.7	JFMAMJ= 53.7	JAN= 150.0	86.5	57.6	9.4	-1.3	15
MA= 18.5	AMJ= 26.4	MJJA= 29.6	JJASO= 39.3	JASOND= 46.2	FEV= 128.8	60.2	46.7	8.0	1.6	16
MJ= 17.7	JAS= 20.7	SOND= 34.3	NDJFM= 43.1	FMAMJJ= 51.0	MAR= 155.8	88.6	56.9	9.7	-0.9	18
JA= 11.8	OND= 25.5	FMAM= 35.3	AMJJA= 38.3	ASONDJ= 48.9	ABR= 139.8	81.4	58.2	8.7	-0.0	17
SO= 18.5	FMA= 26.6	JJAS= 29.7	SONDJ= 43.7	MAMJJA= 48.1	MAIO= 139.6	88.4	63.3	8.7	0.2	15
ND= 15.8	MJJ= 24.3	ONDJ= 34.9	FMAMJ= 44.3	SONDJF= 51.8	JUN= 142.9	94.4	66.0	8.9	-2.2	17
FM= 17.8	ASO= 23.7	MAMJ= 36.2	JASON= 37.8	AMJJAS= 47.2	JUL= 106.6	60.9	57.1	6.6	-1.4	16
AM= 17.5	NDJ= 25.2	JASO= 30.3	DJFMA= 44.4	ONDJFM= 52.7	AGO= 83.0	64.0	77.0	5.2	3.6	16
JJ= 15.6	MAM= 27.2	NDJF= 33.3	MJJAS= 38.4	MJJASO= 48.1	SET= 141.4	80.9	57.2	8.8	0.7	17
AS= 14.0	JJA= 2.8	AMJJ= 33.1	ONDJF= 42.9	NDJFMA= 51.8	OUT= 153.7	67.4	43.8	9.5	-2.2	17
ON= 17.0	SON= 25.9	ASON= 31.1	MAMJJ= 42.9	JJASON= 46.7	NOV= 118.6	79.5	67.0	7.4	1.0	16
DJ= 17.8	DJF= 25.9	DJFM= 35.6	ASOND= 39.5	DJFMAM= 53.2	DEZ= 134.6	67.5	50.1	8.4	0.9	15
TOTAL ANUAL MÉDIO= 1 595.4 MM (ESTIMADO COMO A SOMATÓRIA DAS MÉDIAS MENSIS)										

PROBABILIDADE DE TOTAIS MENSIS MENORES DO QUE USANDO A FUNÇÃO GAMA INCOMPLETA

MESES	25 MM	50 MM	75 MM	100 MM	125 MM	150 MM	175 MM	200 MM	BETA	GAMA
JANEIRO	1.7	8.9	20.2	33.3	46.2	57.8	67.7	75.8	53.3	2.8
FEVEREIRO	2.2	11.4	25.6	41.2	55.6	67.7	77.1	84.2	43.4	2.9
MARÇO	1.2	7.0	17.3	29.9	42.9	55.0	65.4	74.0	50.7	3.0
ABRIL	6.0	17.7	30.6	43.0	54.0	63.4	71.1	77.5	76.2	1.8
MAIO	3.3	13.1	26.0	39.5	52.0	62.8	71.7	78.8	58.7	2.1
JUNHO	3.6	26.1	39.1	51.1	61.6	70.3	70.3	77.3	63.6	2.2
JULHO	8.4	24.6	41.3	56.0	67.9	76.9	83.7	88.6	54.7	1.9
AGOSTO	16.4	37.7	55.6	69.3	79.1	85.9	90.6	93.8	52.4	1.5
SETEMBRO	2.4	11.0	23.6	37.4	50.4	61.8	71.2	78.7	53.5	2.6
OUTUBRO	0.0	2.0	9.0	21.6	37.4	53.4	67.3	78.2	28.4	5.4
NOVEMBRO	7.2	21.3	36.6	50.6	62.3	71.8	79.1	84.7	61.5	1.9
DEZEMBRO	0.9	7.3	19.9	35.6	51.3	64.9	75.7	83.7	36.3	3.7
PROBABILIDADES DE UM TOTAL MENOR DO QUE: 600 MM= 0.0; 800 MM= 0.0; 1 000 MM= 0.9; 1 200 MM= 5.17; 1 400 MM= 20.9										
MÉDIA= 1 611.3 DESV. PADRÃO= 261.4 COEF. VARIAC. = 16.2 NÚMERO DE ANOS= 9										

FORNTE: J.R. Tarifa = 1981

2.2.6 Umidade, Evapotranspiração e Balanço Hídrico

A média anual da umidade relativa em Guaíra é de 74,4 % (média de 6 anos) e enquanto que em Foz do Iguaçu (dados da FAB de 1961 a 1965) a média anual é de 76%.¹ Não fica caracterizada em ambas as localidades valores médios mensais abaixo de 65 %; o que evidencia valores elevados de umidade do ar durante quase todos os meses do ano. Na realidade o que se nota é uma tendência para valores ligeiramente mais elevados (80% a 85%) no outono-inverno, ocorrendo o inverno na primavera-verão (70% a 75%).

A evapotranspiração potencial anual (EP)² acusa uma variação de 800mm a 1 100mm anuais. A área a ser inundada pela represa encontra-se exatamente nessa faixa de 1 100mm a 1 200 mm de evapotranspiração potencial anual. Com relação às deficiências hídricas (conforme GODOY et alii, 1978), a região praticamente não acusa deficiência hídrica, em termos de média, mas é importante salientar que a área próxima de Guaíra mostra uma seca incipiente (5mm a 10mm). Portanto, dadas as condições das precipitações pluviométricas serem em quase todos os meses do ano mais elevadas que a evapotranspiração potencial, os excedentes hídricos são também mais elevados. As áreas mais altas nos municípios de Cascavel, Toledo e Matelândia, chegam a receber um excedente hídrico anual superior a 1 000mm. Esse "run-off" é elevado em função da alta pluviosidade aliada a uma baixa evapotranspiração em virtude das temperaturas serem atenuadas pela altitude. No entanto, nos setores mais rebaixados (em direção à calha do rio Paran) o excedente anual

¹MAAK, R. Geografia Física do Estado do Paran. Curitiba, BADEP, 1968. 350p.

²THORNTHWAITE & MATHER. The water balance. Centerton Laboratory of Climatology, 1965. (Publication of climatology, v.8, n.1).

cai para valores de 500 mm a 800 mm, enquanto que em Guaíra, chega a ser inferior a 300 mm.

2.3 VARIAÇÕES MENSAIS E DIÁRIAS DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS

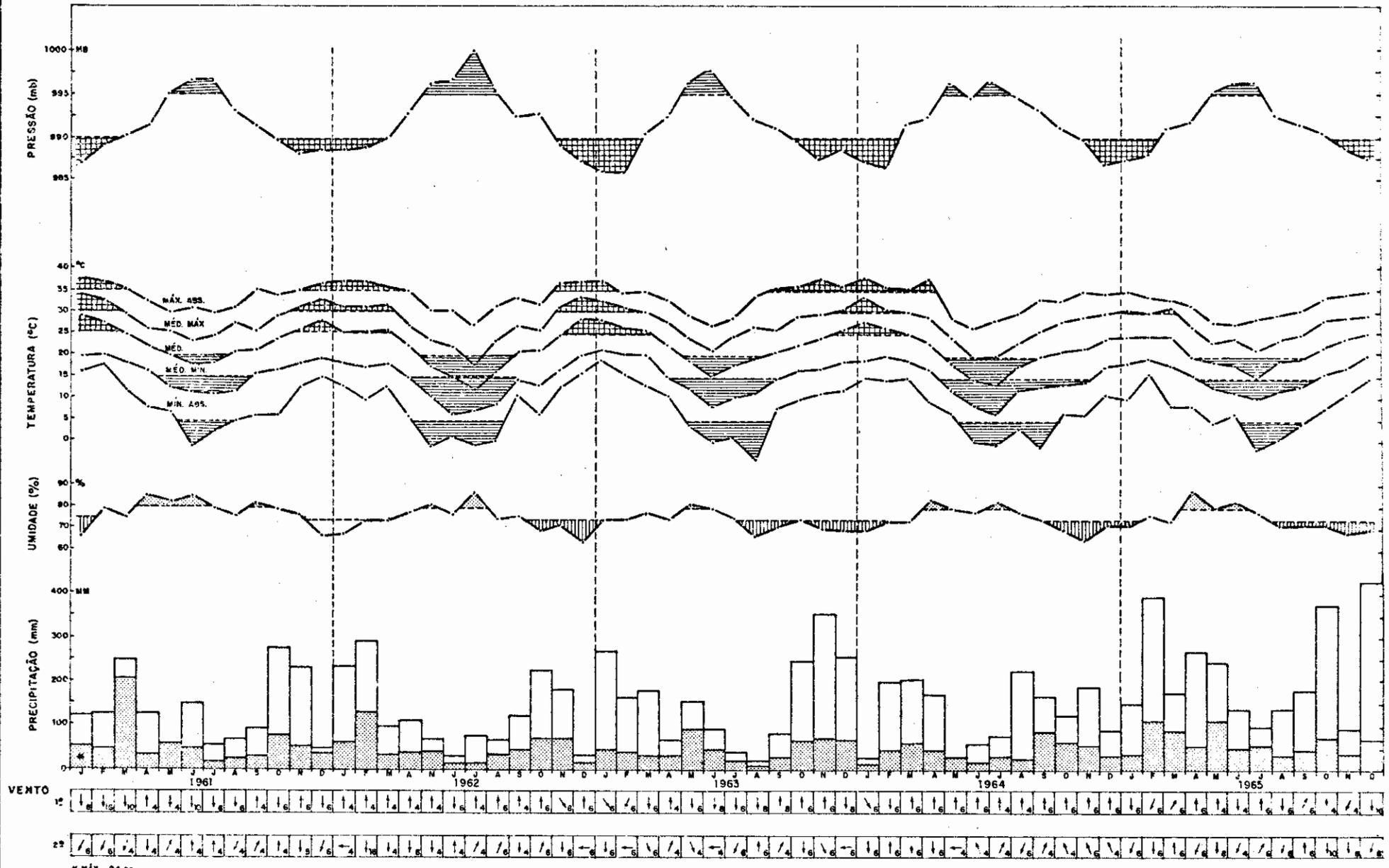
Um dos aspectos importantes em qualquer análise climática aplicada a estudos ambientais é verificar de que maneira os vários elementos climáticos se combinam para produzir uma situação. Por outro lado, é importante também investigar a frequência e a variação temporal dos diferentes tipos de situações ou estados atmosféricos. Na realidade as plantas, animais e o próprio homem interagem com o estados atmosféricos de forma global e não isoladamente com cada elemento. Assim procurou-se tentar caracterizar as variações conjuntas dos vários elementos climáticos a nível mensal e a nível diário.

2.3.1 Variação Mensal dos Atributos Climáticos para Foz do Iguaçu

Um dos resultados significativos que fica evidenciado na análise da figura 7 o elevado grau de concentração de chuvas nos máximos em 24 horas. Percebe-se nas barras hachuradas (as quais correspondem aos máximos em 24 horas) que durante todos os meses (período de janeiro de 1961 a dezembro de 1965) o máximo pluviométrico de um dia representa uma razoável porcentagem do total mensal das chuvas. Em vários meses (como março de 1961, dezembro de 1961, fevereiro de 1962, etc.) esse total engloba 50% ou mais do total mensal de chuvas, ocorrido em apenas um dia. Fica, portanto, evidente que o regime pluviométrico dessa área é do tipo "torrencial".

A umidade relativa permanece elevada durante todos os

FIGURA 7 - RITMO DE VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS PARA FOZ DE IGUAÇU (PR)



FONTE : J. R. TARIFA 1981.

meses do ano acima de 60%. O pico geralmente ocorre no inverno, dentro de um regime de altas pressões e baixas temperaturas.

Conforme ficou assinalado na curva das m̃nimas absolutas (< 5°C) a regiãõ praticamente todos os anos (principalmente em junho, julho e agosto) acusa resfriamentos muito intensos, marcados por per̃odos de 3 a 5 dias com ocorrẽncia de geadas.

O per̃odo de verãõ ã caracterizado por um regime de baixas pressões, umidade do ar mais reduzida e altas temperaturas (mais de 30°C na m̃dia das m̃ximas).

A direçãõ geral predominante do vento, na ãrea de estudo ã nordeste. No entanto na calha do Paranã, onde se encontra a estaçãõ meteorolõgica de Foz do Iguaçũ esse vetor nordeste ã alterado para norte bem como os ventos de sudeste e sudoeste tendem a serem canalizados no sentido sul. De modo geral, a direçãõ predominante nestes cinco anos foi sul (180°, com 05 ñs de velocidade) e a segunda direçãõ predominante foi a norte de (360°, com 07 ñs). Maiores detalhes referentes aos ventos deverãõ ser abordados no t̃pico da variaçãõ diãria dos atributos climãticos. Inclusive onde serãõ utilizados ventos (direçãõ e intensidade) em trẽs horãrios (9:00 hs, 15:00 hs e 21:00 hs), permitindo inferir variações ao longo do dia.

2.3.2 Variações Diãrias dos Atributos Climãticos para Palotina e Cascavel

Foram selecionados os meses de janeiro de 1977 (situaçãõ de verãõ) e agosto de 1977 (situaçãõ de inverno) para as localidades de Palotina e Cascavel. Muito embora o ideal seria contar com mais uma estaçãõ meteorolõgica pr̃xima ao rio Paranã, pelo fato de Cascavel estar num ñvel bem mais elevado (760 m)

em relação a Palotina (310 m), a comparação dos resultados entre essas duas localidades evidenciou importantes características das diferentes realidades climáticas locais.

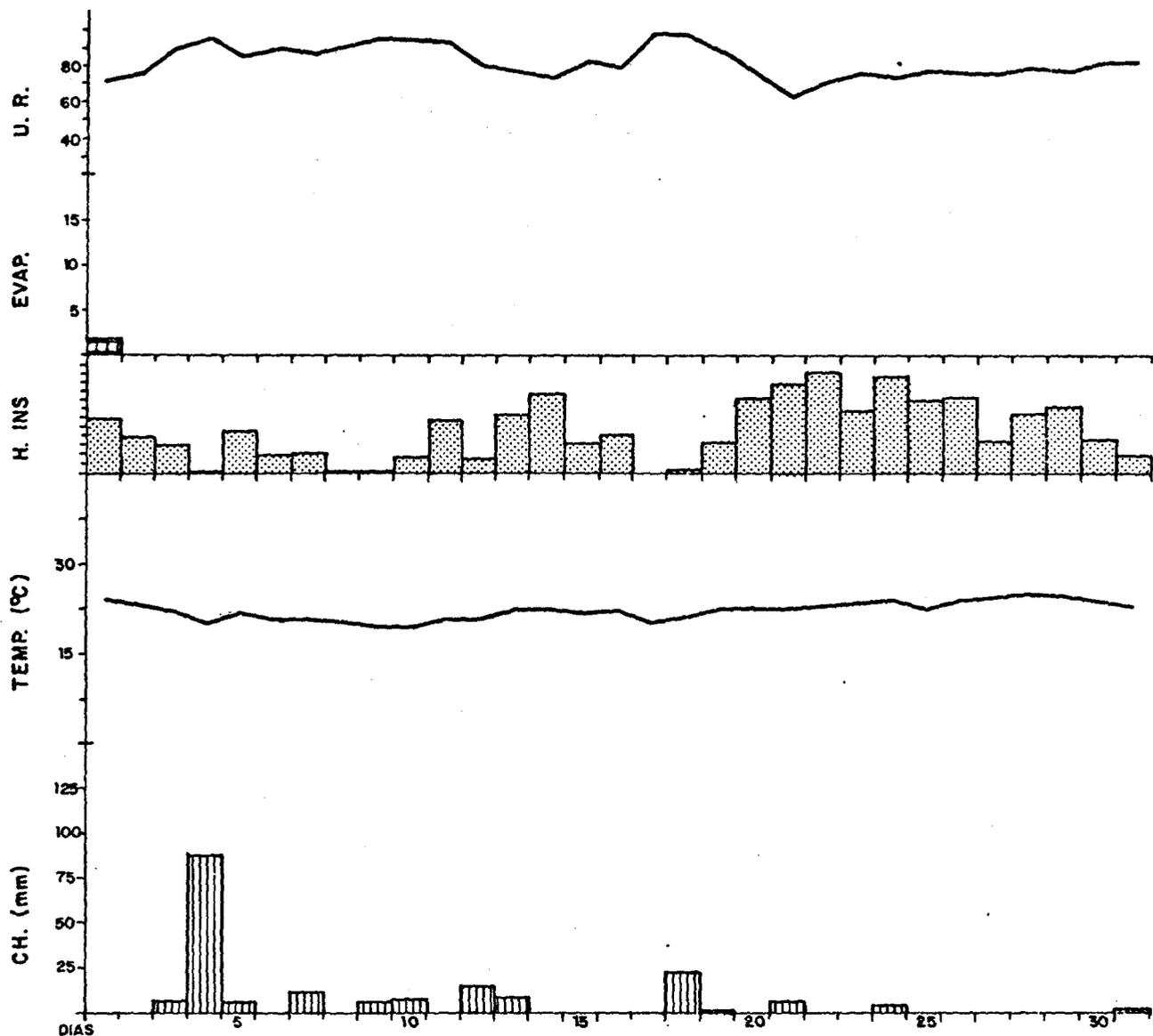
2.3.3 Situação de Verão (janeiro de 1977)

A análise da figura 8 (Palotina) e figura 9 (Cascavel) revela os seguintes aspectos:

- a) treze dias com ocorrência de chuvas, num regime climático de temperaturas elevadas (de 18°C a 31°C em Cascavel e de 18,6°C a 34,4°C em Palotina) e umidade relativa do ar também elevada (média mensal de 82,5% e 84,0%, respectivamente em Cascavel e Palotina);
- b) foi registrado em Cascavel um máximo pluviométrico de 87,6 mm em 24 hs, sendo que esse total, representa 47,7% do total mensal;
- c) dada a importância do elemento vento para a análise dos possíveis efeitos do lago no clima, foram sintetizados nos quadros 5 e 6 a frequência e a intensidade média ($m \text{ seg}^{-1}$) por direção, para o período da manhã (9:00 hs), da tarde (15:00 hs) e da noite (21:00 hs).

Nesses quadros A2.4 e A2.5 percebe-se que durante o mês de janeiro de 1977 representativo do verão, a persistência do vento na direção nordeste é marcante. No entanto, nota-se claramente nos dados de Palotina que existe um certo condicionamento topográfico, induzindo maior frequência de vetores do vento soprando do setor norte. Cascavel, por estar no alto do espigão, chegou a acusar um controle no período da manhã, de 70% da direção nordeste. É importante assinalar um crescimento significativo da persistência do vento noroeste no período da manhã

FIGURA 9 - RÍTMO DE VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS E DOS VENTOS DE SUPERFÍCIE PARA CASCAVEL (PR) DURANTE O MÊS DE JANEIRO DE 1977.



VENTO

9hs	5	4	4	1	3	4	6	5	4	5	6	3	2	4	3	4	5	3	2	4	5	4	5	3	5	4	3	2	2	1	7
15hs	4	4	5	3	5	2	3	6	6	5	3	2	3	4	4	3	3	2	3	4	1	3	3	4	3	2	2	2	2	4	2
21hs	1	3	1	2	2	3	6	5	3	3	3	2	2	3	1	2	2	5	1	4	1	1	1	3	5	1	0	0	1	2	2

FONTE : J. R. TARIFA 1981.

QUADRO A2.4 - FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA), RELATIVA (FR) E INTENSIDADE DOS VENTOS (I) PARA PALOTINA (Pr) DURANTE SITUAÇÕES METEOROLÓGICAS DE VERÃO (JANEIRO DE 1977) E INVERNO (AGOSTO DE 1977)

	JANEIRO DE 1977									AGOSTO DE 1977								
	9,00 hs			15,00 hs			21,00 hs			9,00 hs			15,00 hs			21,00 hs		
	FA	FR	I	FA	FR	I	FA	FR	I	FA	FR	I	FA	FR	I	FA	FR	I
Calmo	2	6,4	-	1	3,2	-	1	3,2	-	0	0,0	-	0	0,0	-	0	0,0	0,0
Norte	6	19,3	3,2	7	22,6	3,1	1	3,2	1,0	0	0,0	-	9	29,0	5,1	4	12,9	1,7
Nordeste	15	48,4	2,4	6	19,3	2,2	13	41,9	1,8	13	41,9	3,5	6	19,3	4,3	7	22,6	2,4
Leste	0	0,0	-	0	0,0	-	0	0,0	-	0	0,0	-	0	0,0	-	0	0,0	-
Sudeste	4	12,9	1,8	4	12,9	2,5	9	29,0	1,5	6	19,3	3,5	2	6,4	3,0	3	9,7	2,7
Sul	2	6,4	2,0	3	9,7	2,7	3	9,7	1,3	2	6,4	2,0	1	3,2	7,0	3	9,7	4,7
Sudoeste	1	3,2	2,0	3	9,7	2,7	3	9,7	2,0	8	25,8	4,1	8	25,8	6,2	11	35,5	4,3
Oeste	0	0,0	-	0	0,0	-	0	0,0	-	0	0,0	-	0	0,0	-	0	0,0	-
Noroeste	1	3,2	1,0	7	22,6	2,3	1	3,2	2,0	2	6,4	2,4	5	16,1	3,8	3	9,7	2,0

FONTE: IAPAR (Anuário meteorológico do ano de 1977), J.R.Tarifa - 1981

QUADRO A2.5 FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA), RELATIVA (FR) E INTENSIDADE DOS VENTOS (I) PARA CASCAVEL (Pr) DURANTE SITUAÇÕES METEOROLÓGICAS DE VERÃO (JANEIRO DE 1977) E INVERNO (AGOSTO DE 1977)

	JANEIRO DE 1977									AGOSTO DE 1977								
	9,00 hs			15,00 hs			21,00 hs			9,00 hs			15,00 hs			21,00 hs		
	FA	FR	I	FA	FR	I	FA	FR	I	FA	FR	I	FA	FR	I	FA	FR	I
Calmo	0	0,0	-	0	0,0	-	2	6,4	-	0	0	-	0	0	-	0	0,0	-
Norte	-	12,9	4,2	3	9,7	3,3	2	6,4	1,5	4	12,9	4,2	7	22,6	8,1	2	6,4	7,0
Nordeste	22	71,0	3,8	16	51,6	3,6	13	41,9	3,1	16	51,6	5,3	9	29,0	5,1	7	22,6	3,8
Leste	0	0,0	-	0	0,0	-	1	3,2	2,0	2	6,4	4,0	0	0,0	-	2	6,4	4,5
Sudeste	3	9,7	3,0	1	3,2	3,2	9	29,0	2,1	1	3,2	2,0	2	6,4	5,5	7	22,6	3,3
Sul	2	6,4	4,0	4	12,9	3,0	2	6,4	1,0	4	12,9	5,5	3	9,7	5,0	5	16,1	4,2
Sudoeste	0	0,0	-	3	9,7	3,0	2	6,4	3,0	1	3,2	3,0	4	12,9	6,2	6	19,3	4,2
Oeste	0	0,0	-	1	3,2	2,0	0	0,0	-	1	3,2	6,0	3	9,7	4,7	2	6,4	4,0
Noroeste	0	0,0	-	3	9,7	3,0	0	0,0	-	2	6,4	5,5	3	9,7	6,0	0	0,0	-

FONTE: IAPAR (Anuário meteorológico do ano de 1977), J.R.Tarifa - 1981

para o da tarde; ou seja, de 3,6% para 22,6% em Palotina e de 0,0% para 9,7% em Cascavel. Esse vento provavelmente está ligado ao aprofundamento diurno da baixa pressão térmica, em função do aquecimento do continente. Outro resultado muito interessante é de que a diminuição das componentes nordeste no horário das 21:00 horas, é acompanhada pelo maior domínio da direção sudeste, ou seja, passou de 12,9% às 15:00 horas para 29,0% às 21:00 horas em Palotina e de 3,2% para 29,0% também em Cascavel. As calmarias (vento menor 1 m/seg) tiveram pequena participação tanto em Palotina (de 3,2% a 6,4%) como em Cascavel (de 0,0% a 6,4%).

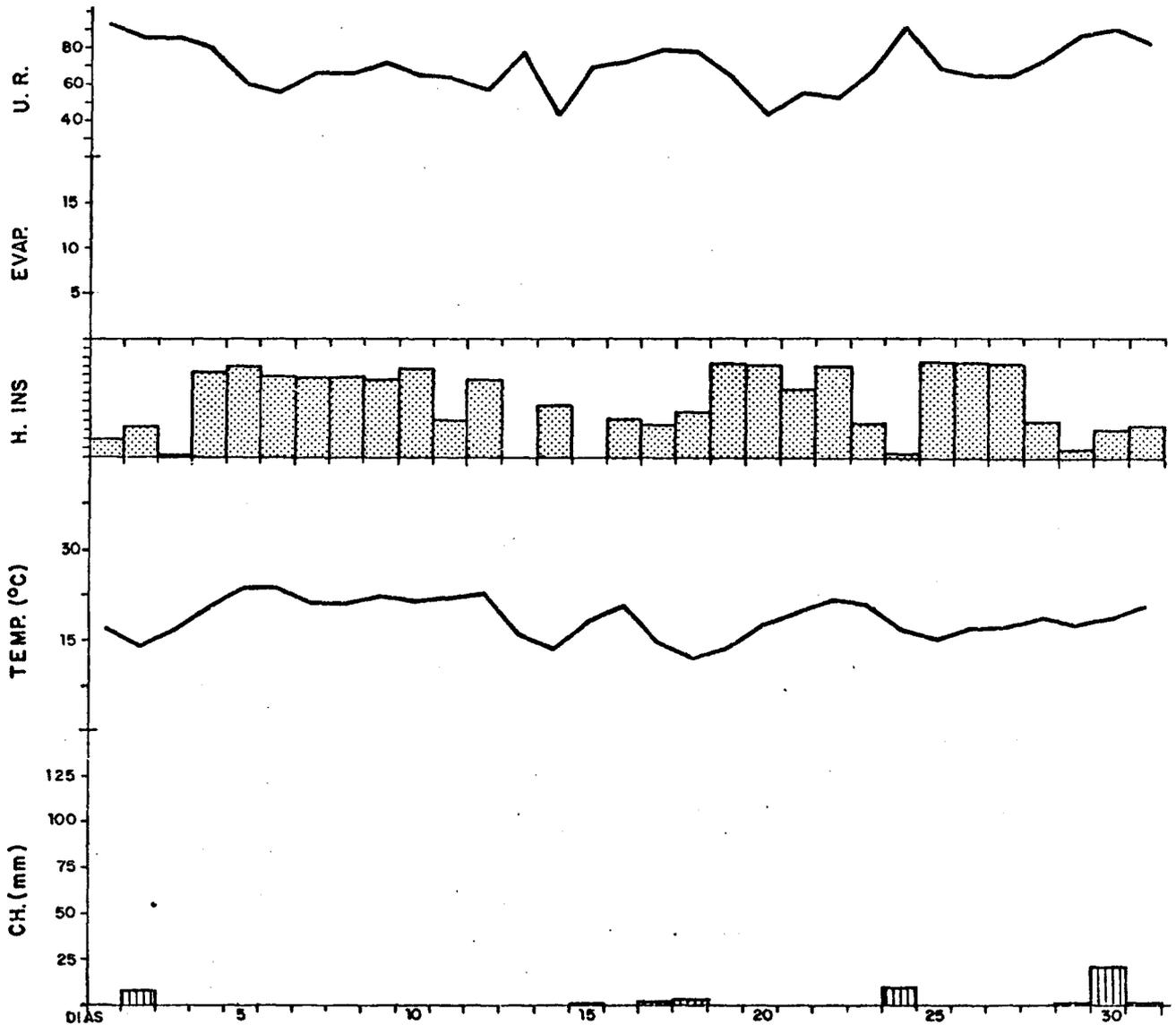
2.3.4 Situação de Inverno (agosto de 1977)

A análise da figura 10 (Palotina) e figura 11 (Cascavel), demonstra claramente, sensíveis alterações em relação à situação de verão.

Os totais e a frequência das chuvas são menores (5 dias chuvosos tanto em Cascavel como em Palotina) e acompanhados de intensos resfriamentos. Como os que ocorreram nos dias 2 e 3, 13 e 14, 18 e 19 e 25 e 26, num total de quatro ondas frias que devem ter produzido, pelo menos, quatro dias com geadas em ambos os locais. As mínimas absolutas de Palotina, mostraram-se ligeiramente mais baixas que as de Cascavel (apesar do sítio de Cascavel estar num plano de 450 m mais elevado) o que caracteriza a acumulação do ar frio por gravidade nos vales e partes mais baixas.

Os valores de insolação direta no inverno (apesar da insolação máxima ser menor) é maior do que no verão. Em Palo-

FIGURA 10 - RÍTMO DE VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS E DOS VENTOS DE SUPERFÍCIE PARA PALOTINA (PR) DURANTE O MÊS DE AGOSTO DE 1977.

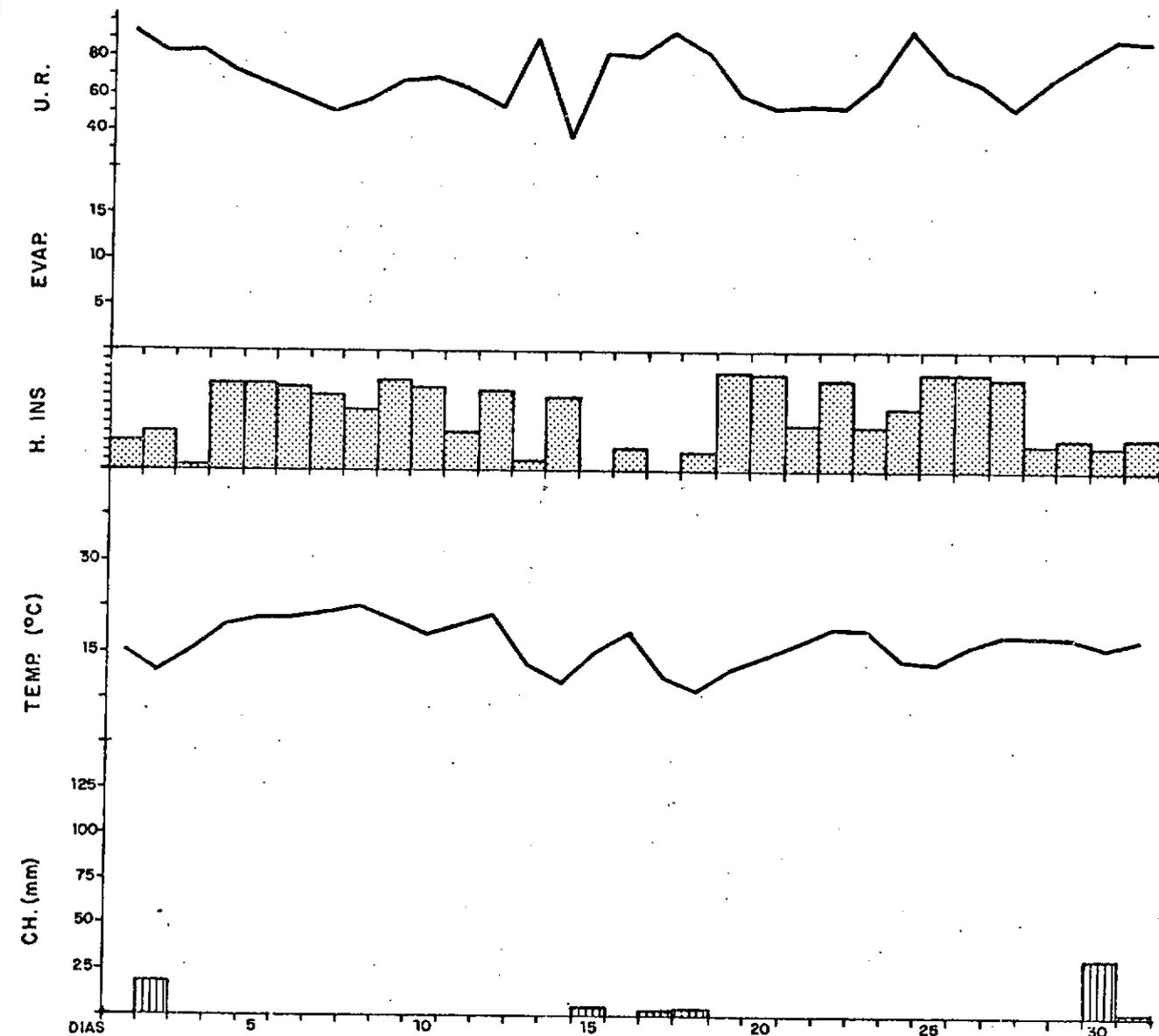


VENTO

9 hs	2	2	3	2	2	3	1	2	2	4	2	2	9	7	4	3	6	7	2	6	3	6	3	3	2	2	2	3	2	4	6
15 hs	13	2	3	2	4	3	2	3	2	7	7	13	11	3	5	3	7	7	4	6	3	4	3	5	3	2	5	4	9	5	3
21 hs	5	2	3	2	1	1	1	1	3	2	2	2	10	2	3	0	7	3	2	5	2	2	9	2	3	2	2	2	2	3	5

FONTE : J. R. TARIFA 1981.

FIGURA 11 - RÍTIMO DE VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS E DOS VENTOS DE SUPERFÍCIE PARA CASCAVEL (PR) DURANTE O MÊS DE AGOSTO DE 1977.



VENTO

9 ha	↓4	↑6	↘8	↘6	↘4	↘6	↘5	↘2	↘4	↘8	↘5	↘5	↘6	↘6	↘5	↘2	↘6	↘6	↘4	↘6	↘7	↘7	↘5	↘2	↘3	↘4	↘4	↘3	↘4	↘6	↘3	
15 ha	↘7	↘4	↘8	↘6	↘6	↘10	↘7	↘5	↘3	↘7	↘9	↘15	↘9	↘7	↘5	↘5	↘5	↘7	↘4	↘5	↘4	↘8	↘7	↘4	↘4	↘5	↘2	↘4	↘5	↘5	↘6	↘2
21 ha	↑9	↘4	↘5	↘3	↘3	↘3	↘3	↘2	↘4	↘3	↘5	↘9	↘8	↘4	↘4	↘3	↘6	↘3	↘3	↘7	↘4	↘4	↘4	↘6	↘2	↘3	↘4	↘2	↘3	↘2	↘2	↘3

tina registrou-se um total mensal de 185,4 hs de sol direto em agosto contra 161,4 hs em janeiro. Da mesma forma em Cascavel, no mês representativo do inverno o total foi de 186,5hs contra 142,1 hs ocorridas no mês de verão.

A umidade relativa do ar também acusou maiores variações, de acordo com as diferentes passagens de frentes e anticiclones polares. Fica inferida uma estreita correlação entre ar seco de origem polar, com os ventos frios de sudeste do anticiclone polar continental.

A estatística dos ventos (quadro A2.9 e A2.10) nos três horários para agosto de 1977, mostrou os seguintes resultados:

- a) a direção predominante do vento, corresponde ao quadrante nordeste, sendo que sua persistência varia de 22,6% a 51,6% em Cascavel e de 19,3% a 41,9% em Palotina;
- b) considerável aumento dos vetores do quadrante sul, especialmente o sudoeste, cuja persistência (35,5%) no período noturno (21:00 hs), ultrapassou em mais de 12% a porcentagem do vento nordeste;
- c) permanece o mesmo esquema já constatado na situação de verão, com um aumento razoável da atuação do vento nordeste e também oeste, no período da tarde em relação ao horário da manhã e da noite;
- d) durante esse mês de agosto de 1977 não se registrou nenhuma ocorrência de calmaria.

ANEXO 3 - O IMPACTO CLIMÁTICO DAS BARRAGENS DE JUPIÃ E ILHA SOLTEIRA

Objetivando suprir as deficiências de informações e resultados de pesquisas na problemática do impacto ambiental, foi realizada uma análise climática dos dados da área local dos lagos de Jupia e Ilha Solteira.

Esses dois reservatórios juntos possuem praticamente as mesmas dimensões do futuro lago de Itaipu:

TABELA A3.1 - DIMENSÕES DAS BARRAGENS

RESERVATÓRIOS	Área da bacia hidrográfica (Km ²)	Volume de água (m ³ /10 ⁶)	Superfície livre(Km ²)
Jupia	35 200	7 300	352
Ilha Solteira	123 100	27 325	1 231
Itaipu	820 000	29 300	1 400

FONTES: TARIFA, José Roberto. Efeitos da implantação do Lago de Itaipu no clima do sudoeste do Paraná. São Paulo, 1981

Apesar de pequenas diferenças de altitude, latitude e regime de chuvas, os resultados da análise dos dados do clima local, pré e post-barragem, são adequados para avaliar o impacto de um lago, não são a partir de conhecimentos puramente teóricos como de realidades ambientais muito diferentes.

Os lagos de Jupia e Ilha Solteira foram enchidos respectivamente em abril de 1969 e julho de 1973.

Os dados utilizados para essa análise referem-se ao período de janeiro de 1950 a dezembro de 1979. Portanto, uma série temporal, de 30 anos, com 19 anos antes e, aproximadamente 10 anos após a data do enchimento do primeiro lago (Jupia).

Além desses dados da Estação Meteorológica de Três Lagoas, que fica distante (em linha reta) entre 5 km e 10 km do lago de Jupia e entre 30 km e 40 km da barragem de Ilha Solteira, foram também consultados dados meteorológicos de 16 meses (de março de 1976 a junho de 1977) de Ilha Solteira. Essa estação que é operada pela CESP (Centrais Elétricas de São Paulo S/A), mede também a temperatura de superfície da água do lago, cujos dados permitiram uma comparação com os dados de temperatura do ar.

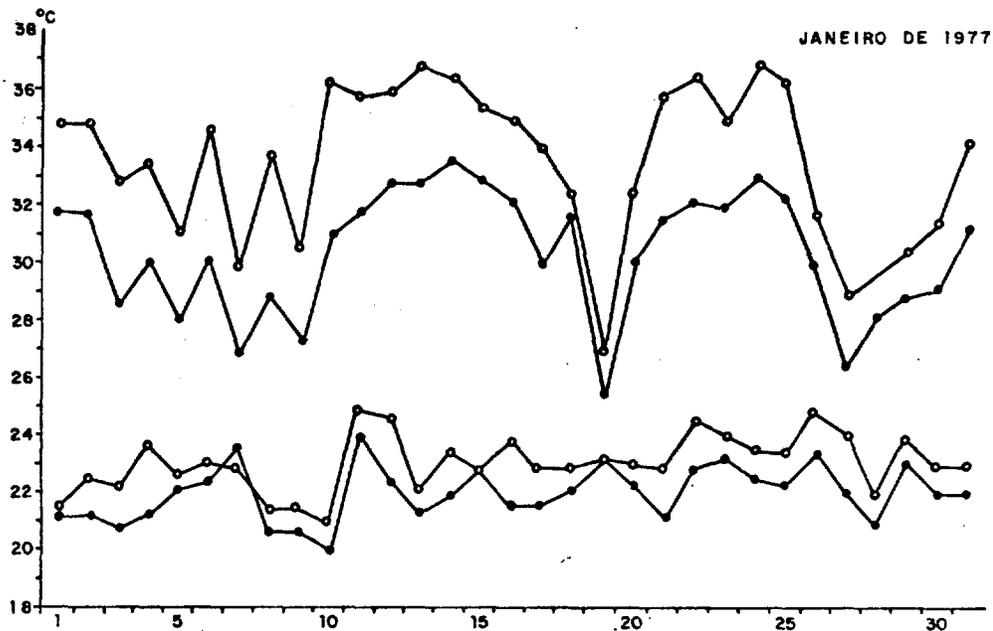
3.1 ANÁLISE COMPARATIVA DA TEMPERATURA DO AR E DA ÁGUA NO RESERVATÓRIO DE ILHA SOLTEIRA

Os resultados obtidos para essa análise estão sintetizados na figura 12 e no quadro A3.1, que se constituem no seguinte:

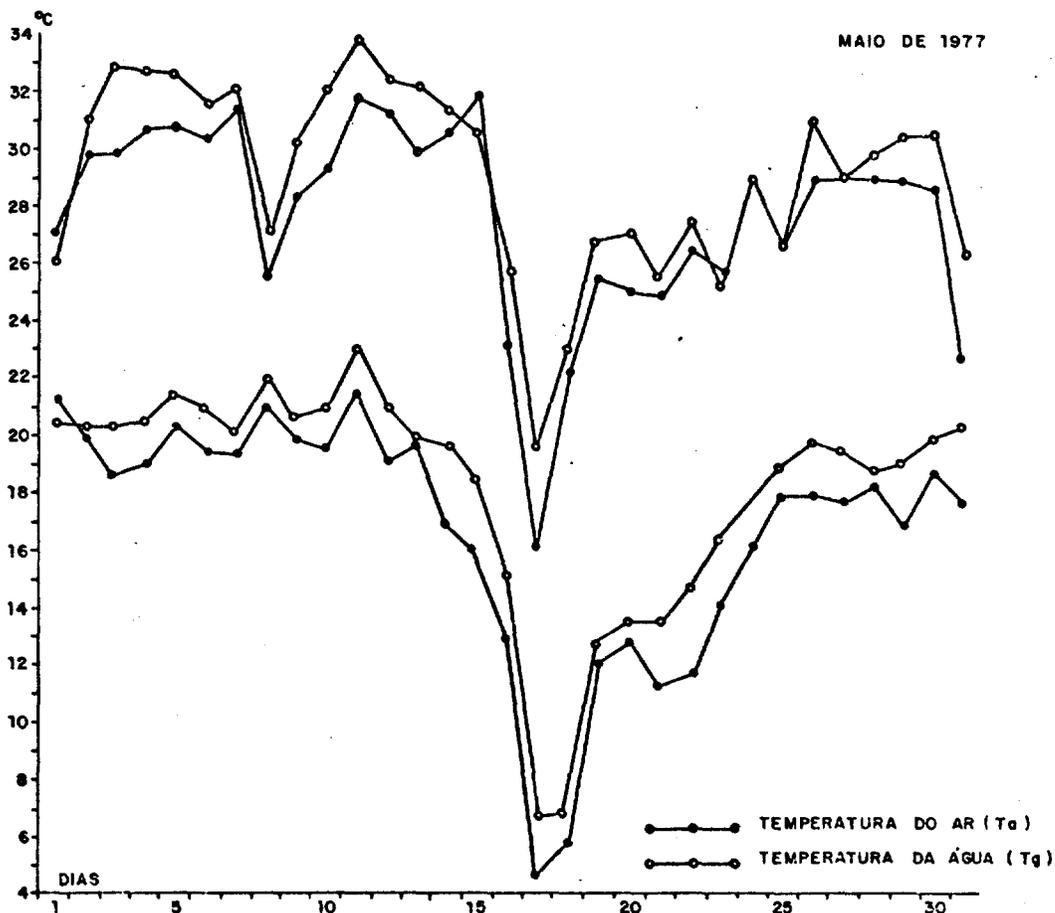
- a) a temperatura superficial da água do lago se mantém (em média) na maior parte dos meses mais elevada do que a temperatura do ar. Essa diferença, para mais, na água do lago em relação ao ar, persiste tanto nas situações de verão como de outono e primavera. As diferenças são maiores no período de verão do que no período de inverno.* Esses fatos podem ser melhor analisados no quadro A3.1, onde se percebe que apenas nos meses de julho e agosto de 1976, a temperatura média das máximas do ar foram superiores àquelas da

*O ideal seria contar com registros-horários da temperatura dos dois ambientes (ar e água), bem como fazer trabalho de campo. Essas medidas de campo, além da coleta de dados micro-meteorológicos, a diferentes pontos de distância do lago, deveria medir, também o perfil, vertical de vento e temperatura (seca e úmida) na baixa troposfera.

FIGURA 12- MARCHA DIÁRIA DA TEMPERATURA DO AR (T_a) E DA TEMPERATURA DA ÁGUA (T_g) NO LAGO DE ILHA SOLTEIRA, PARA SITUAÇÕES DE VERÃO (JAN) E DE INVERNO (MAIO)



DIFERENÇA (dT) NO PERÍODO MÁXIMO DE AQUECIMENTO



DIFERENÇA (dT) NO PERÍODO MÍNIMO DE AQUECIMENTO

água, em 2,10C e 2,30C, respectivamente. Em todos os outros dados (média das mínimas e mínimas absolutas) a temperatura do lago foi sempre superior a do ar. Acredita-se que essas diferenças térmicas sejam suficientes para induzir um mecanismo diurno-noturno de brisas entre a superfície líquida e as áreas terrestres adjacentes; uma vez que em certas situações elas chegam a ser de 60C a 70C. Essas variações no gradiente térmico vertical e horizontal são suficientes para criar áreas de convergência e divergência de ventos de superfície. Percebe-se, ainda, na figura 12 que é sob a atuação dos sistemas atmosféricos intertropicais que as diferenças entre a temperatura da água e do ar são maiores. Notar nos dias 18 e 19 de janeiro de 1977 e nos dias 16 e 17 de maio de 1977, quando ocorreram passagens de sistemas atmosféricos frios (extratropicais), as duas curvas tenderam a se aproximar, ou seja, sob condições de resfriamento o diferencial térmico é menor ou se inverte, com a temperatura do ar ficando mais elevada do que a do lago.

QUADRO A3.1 - VARIAÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA DO AR E DA ÁGUA JUNTO AO LAGO DE ILHA SOLTEIRA

MESES	TEMPERATURAS MÁXIMAS						TEMPERATURAS MÍNIMAS					
	Média		Máxima		Mínima		Média		Máxima		Mínima	
	Ar	Água	Ar	Água	Ar	Água	Ar	Água	Ar	Água	Ar	Água
Julho - 1976	27,0	24,9	33,0	28,7	14,6	15,4	14,4	15,4	18,6	20,3	7,4	9,5
Agosto	28,7	26,8	34,3	30,0	20,8	21,8	16,5	17,8	20,0	22,0	8,4	8,7
Setembro	26,5	27,2	34,2	33,0	16,8	18,9	16,7	18,1	19,6	21,4	10,3	12,0
Outubro	30,8	31,5	35,8	36,5	25,8	21,4	18,7	19,8	22,2	22,8	14,4	14,5
Novembro(*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dezembro(*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Janeiro - 1977	30,4	33,5	33,6	37,0	25,5	26,5	22,0	23,0	24,0	24,9	20,0	20,9
Fevereiro	32,8	36,1	34,9	39,4	28,0	30,8	22,3	23,4	25,2	25,8	22,0	20,9
Março	33,3	35,3	35,8	38,3	29,0	32,0	22,1	23,3	24,0	25,0	21,0	22,8
Abril	29,0	31,5	33,6	35,9	21,3	23,8	19,6	20,6	22,8	24,3	14,1	15,9
Maio	27,8	29,1	31,9	33,9	16,1	19,6	16,8	18,2	21,5	23,1	4,7	6,8
Junho	26,7	27,6	31,5	31,0	19,0	21,5	16,6	18,2	20,1	22,0	11,4	13,5

FONTE: CESP (Centrais Elétricas de São Paulo S/A)J.R. Tarifa - 1981
*Ausência de dados

3.2 VARIAÇÕES DA PLUVIOSIDADE, UMIDADE E TEMPERATURA EM TRÊS LAGOAS, NO PERÍODO 1950-79

A análise dos dados meteorológicos de Três Lagoas, foi dividido em três categorias: a variação anual, a variação no período de verão e a de inverno. De acordo com os gráficos constantes das figuras 13, 14, 15 e dos quadros A3.2, A3.3, A3.4 observa-se que além dos dados reais, foram calculadas médias móveis para intervalos de 3 anos, numa tentativa de se amaciar as irregularidades e destacar possíveis ciclos e tendências. Foram assinaladas nessas figuras os anos em que se deu o enchimento dos lagos de Jupia (1969) e Ilha Solteira (1973).

Antes de entrar especificamente na discussão dos resultados, cumpre colocar duas limitações: uma quanto à qualidade dos registros meteorológicos e outra da dificuldade em se separar o que sejam variações normais das variações provocadas por alterações produzidas pela ação do homem.

Considerando que na análise de consistência realizada com esses dados meteorológicos foram constatados vários tipos de falhas, desde ausência de registros (que tiveram de ser substituídos por dados de estações meteorológicas próximas) até erros sistemáticos ou de cálculo das médias. Assim, a falta de continuidade temporal aliada ao número de falhas constatadas, nos levam a encarar esses resultados como preliminares.

Além desses fatos, é sabido que poucas estações possuem séries temporais suficientemente longas para se realizar testes estatísticos válidos, para se inferir mudanças com variáveis climáticas. Principalmente porque no caso específico, apenas se contou com os dados de Três Lagoas, já que as estações de Urubupungã e a de Ilha Solteira são muito recentes (1969 e 1971),

FIGURA 13 - VARIACÃO ANUAL DA PLUVIOSIDADE, UMIDADE RELATIVA E DA TEMPERATURA EM TRÊS LAGOAS (MS) NO PERÍODO DE 1950 - 79.

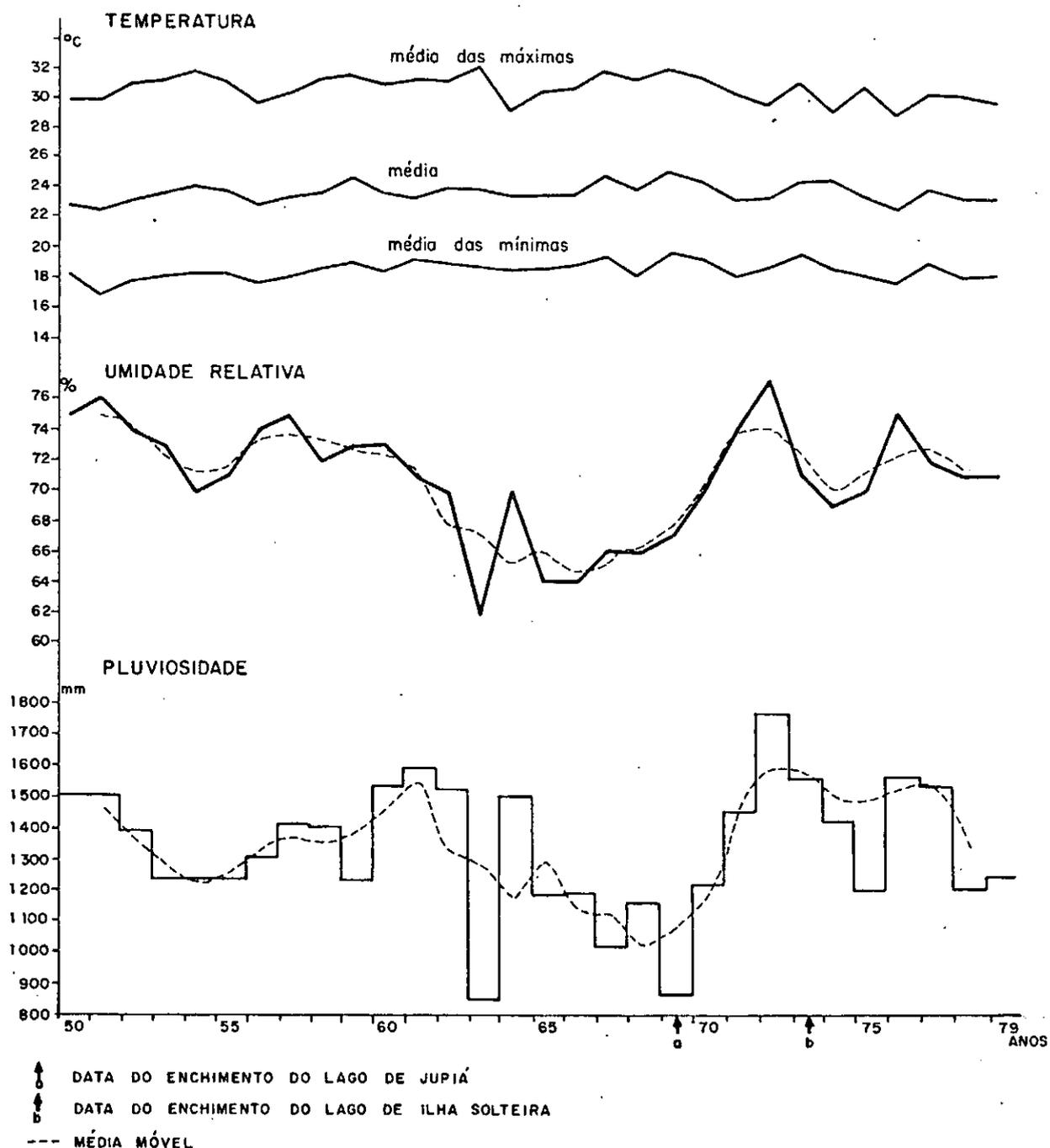
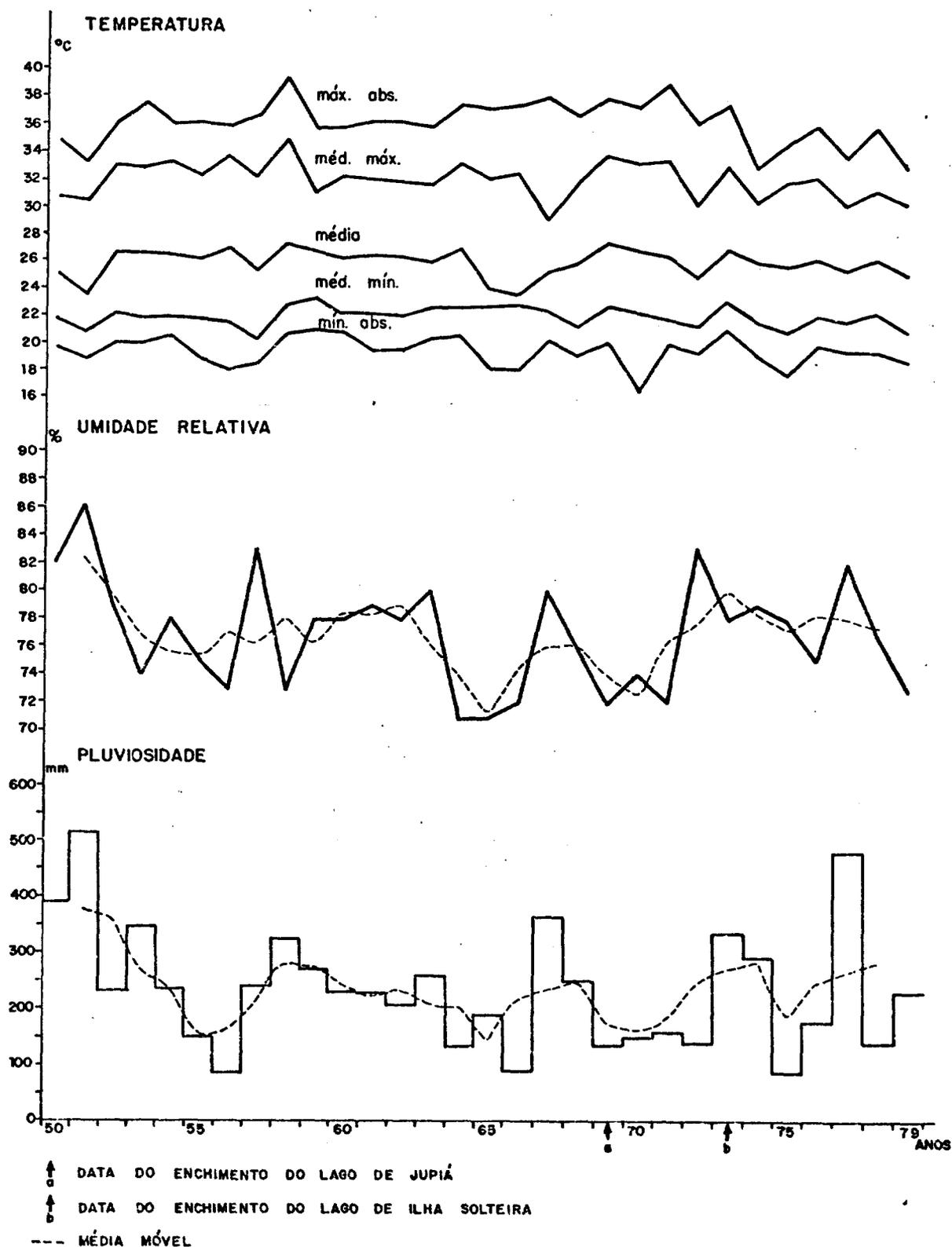
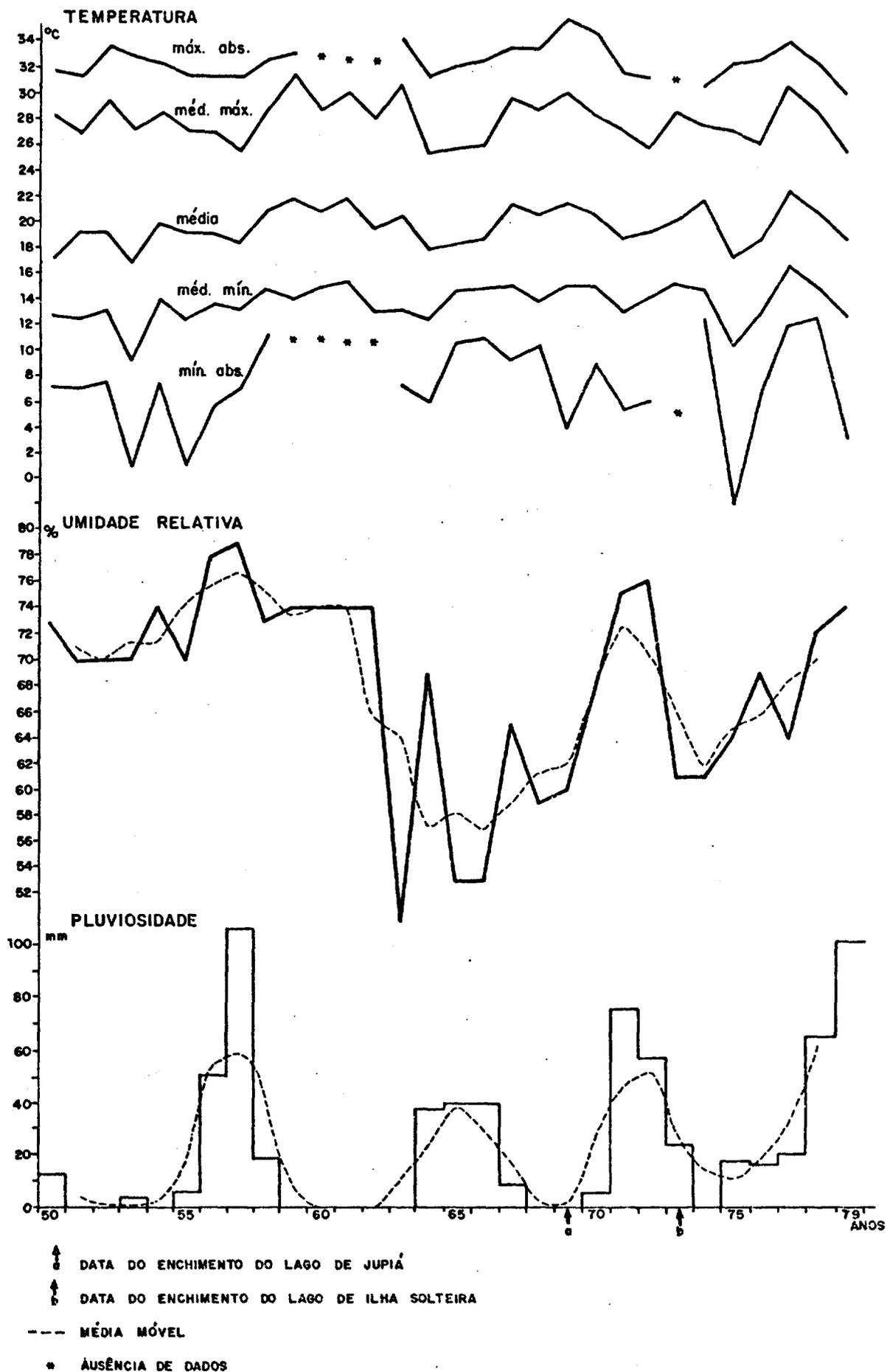


FIGURA 14 - VARIACÃO MENSAL DA PLUVIOSIDADE, TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA EM TRÊS LAGOAS (MS) NO PERÍODO DE 1950 - 79, PARA SITUAÇÃO METEOROLÓGICA REPRESENTATIVA DE VERÃO (JANEIRO)



FONTE : J. R. TARIFA 1981.

FIGURA 15 - VARIAÇÃO MENSAL DA PLUVIOSIDADE, TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA EM TRÊS LAGOAS (MS) NO PERÍODO DE 1950 - 79, PARA SITUAÇÃO METEOROLÓGICA REPRESENTATIVA DE INVERNO (JULHO).



QUADRO A3.2 - VARIACÃO DA PLUVIOSIDADE (mm), TEMPERATURA (°C) E DA UMIDADE RELATIVA DE TRÊS LAGOAS (Ms) NO PERÍODO DE 1950 a 1979. (a) VALOR REAL (b) MÉDIA MÓVEL

A N O S	T E M P E R A T U R A									
	Média das Máximas		Média das Mínimas		Média Compensada		UMIDADE		PLUVIOSIDADE	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1950	28,3	-	12,8	-	17,2	-	73	-	13	-
1951	27,0	28,3	12,4	12,8	19,2	18,5	70	71	0	5
1952	29,5	27,9	13,1	11,6	19,2	18,4	70	70	1	2
1953	27,3	28,4	9,3	12,1	16,9	18,6	70	71	4	2
1954	28,5	27,6	13,9	11,9	19,8	18,6	74	71	0	3
Média	28,1	-	12,3	-	18,5	-	71,4	-	3,6	-
1955	27,1	27,5	12,4	13,3	19,1	19,3	70	74	6	19
1956	27,0	26,6	13,7	13,1	19,1	18,8	78	76	51	55
1957	25,6	27,1	13,1	13,8	18,3	19,3	79	77	107	59
1958	28,7	28,6	14,7	13,9	20,4	20,2	73	75	19	42
1959	31,5	29,7	14,0	14,5	21,9	21,0	74	74	0	6
Média	28,0	-	13,6	-	19,8	-	74,8	-	36,6	-
1960	28,8	30,1	14,9	14,7	20,8	21,5	74	74	0	0
1961	30,0	28,9	15,3	14,4	21,8	20,7	74	74	0	0
1962	28,0	29,5	13,0	13,8	19,5	20,6	74	66	0	0
1963	30,5	27,9	13,1	12,9	20,4	19,3	50	64	0	13
1964	25,3	27,2	12,5	13,4	17,9	18,8	69	57	38	26
Média	28,5	-	13,8	-	20,1	-	68,2	-	7,6	-
1965	25,7	25,6	14,7	14,0	18,2	18,2	53	58	40	39
1966	25,9	27,0	14,8	14,8	18,5	19,3	53	57	40	30
1967	29,4	28,0	15,0	14,5	21,2	20,0	65	59	9	16
1968	28,6	29,3	13,8	14,6	20,4	21,0	59	61	0	4
1969	29,8	28,8	15,0	14,6	21,3	20,7	60	62	2	3
Média	27,9	-	14,7	-	19,9	-	58,0	-	18,2	-
1970	28,1	28,3	14,9	14,3	20,5	20,2	67	67	6	28
1971	27,1	27,0	12,9	14,0	18,7	19,4	75	73	76	46
1972	25,8	27,1	14,1	14,0	19,1	19,3	76	71	57	52
1973	28,4	27,2	15,1	14,6	20,0	20,3	61	66	24	27
1974	27,5	27,7	14,7	13,4	21,7	19,6	61	62	0	14
Média	27,4	-	14,3	-	20,0	-	68,0	-	32,6	-
1975	27,1	26,9	10,5	12,7	17,2	19,1	64	65	18	11
1976	26,1	27,8	12,8	13,2	18,4	19,2	69	66	16	18
1977	30,3	28,3	16,4	14,7	22,1	20,4	64	68	20	34
1978	28,5	28,1	14,9	14,6	20,6	20,3	72	70	65	62
1979	25,4	-	12,5	-	18,3	-	74	-	101	-
Média	27,5	-	13,4	-	19,3	-	68,6	-	44,0	-

FONTE: J.R.Tarifa, 1981

QUADRO A3.3 - VARIAÇÃO MENSAL DA PLUVIOSIDADE(mm), TEMPERATURA(°C) E UMIDADE RELATIVA(%) EM TRÊS LAGOAS(Ms), NO PERÍODO DE 1950 a 1979, PARA SITUAÇÃO METEOROLÓGICA REPRESENTATIVA DO VERÃO (JANEIRO). (a) VALOR REAL (b) MÉDIA MÓVEL

A N O S	T E M P E R A T U R A (°C)									
	Média das Máximas		Média das MÍnimas		Média Compensada		UMIDADE		PLUVIOSIDADE	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1950	30,7	-	21,8	-	25,0	-	82	-	390	-
1951	30,4	31,3	20,7	21,6	23,6	25,1	86	82	514	377
1952	32,9	32,0	22,2	21,6	26,6	25,6	79	80	228	362
1953	32,8	33,0	21,9	22,0	26,6	26,5	74	77	344	268
1954	33,3	32,8	21,9	21,8	26,4	26,4	78	76	233	242
Média	32,0	-	21,7	-	25,6	-	78,9	-	341,8	-
1955	32,2	33,0	21,7	21,7	26,1	26,5	75	75	148	155
1956	33,5	32,6	21,6	21,2	26,9	26,1	73	77	85	158
1957	32,2	33,5	20,4	21,6	25,3	26,5	83	76	240	217
1958	34,9	32,7	22,8	22,1	27,2	26,4	73	78	326	279
1959	31,0	32,7	23,2	22,7	26,6	26,7	78	76	270	274
Média	32,8	-	21,9	-	26,4	-	76,4	-	213,8	-
1960	32,1	31,7	22,2	22,5	26,2	26,4	78	78	227	243
1961	31,9	31,9	22,1	22,1	26,4	26,3	79	78	232	224
1962	31,8	31,8	22,0	22,2	26,3	26,2	78	79	213	235
1963	31,6	32,2	22,6	22,4	26,0	26,4	80	76	259	210
1964	33,1	32,2	22,6	22,6	26,8	25,6	71	74	159	203
Média	32,1	-	22,3	-	26,3	-	77,2	-	218,0	-
1965	32,0	32,5	22,7	22,7	24,0	24,6	71	71	190	146
1966	32,4	31,2	22,8	22,6	23,5	24,1	72	74	90	214
1967	29,2	31,1	22,4	22,2	25,2	24,7	80	76	363	234
1968	31,8	31,6	21,3	22,1	25,9	26,2	76	76	249	249
1969	33,7	32,9	22,7	22,1	27,4	26,7	72	74	135	177
Média	31,8	-	22,4	-	25,1	-	74,2	-	205,4	-
1970	33,1	33,4	22,2	22,2	26,9	26,9	74	73	148	164
1971	33,8	32,2	21,7	21,7	26,4	26,1	83	78	209	183
1972	30,2	32,1	21,3	22,0	24,9	26,1	83	78	192	246
1973	32,8	31,1	23,1	22,0	29,6	25,9	78	80	336	272
1974	30,3	31,6	21,6	21,9	26,0	26,2	79	78	287	236
Média	31,9	-	22,0	-	26,2	-	77,2	-	234,4	-
1975	31,8	31,4	20,9	21,5	25,6	25,9	78	77	86	183
1976	32,2	31,4	22,0	21,5	26,2	25,8	75	78	177	247
1977	30,3	31,3	21,7	22,0	25,5	26,0	82	78	478	264
1978	31,3	30,6	22,3	21,7	26,3	25,7	77	77	137	280
1979	30,2	-	21,0	-	25,2	-	73	-	226	-
Média	31,2	-	21,6	-	25,8	-	77,0	-	220,8	-

FONTE: J.R.Tarifa, 1981

QUADRO A3.4 - VARIACÃO MENSAL DA PLUVIOSIDADE(mm), TEMPERATURA(°C), E UMIDADE RELATIVA(%) EM TRÊS LAGOAS(Ms), NO PERÍODO DE 1950 a 1979, PARA SITUAÇÃO METEOROLÓGICA REPRESENTATIVA DO INVERNO (JULHO) (a) VALOR REAL (b) MÉDIA MÓVEL

A N O S	T E M P E R A T U R A (°C)									
	Média das Máximas		Média das Mínimas		Média Compensada		UMIDADE		PLUVIOSIDADE	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1950	30,0	-	18,3	-	22,8	-	75	-	1 504	-
1951	29,9	30,3	16,9	17,7	22,5	22,8	76	75	1 504	1 352
1952	31,0	30,7	17,8	17,6	23,1	23,1	74	74	1 390	1 466
1953	31,2	31,3	18,1	18,1	23,6	23,6	73	72	1 243	1 379
1954	31,8	31,4	18,3	18,2	24,0	23,8	70	71	1 236	1 290
Média	30,8	-	17,9	-	23,2	-	73,6	-	1 375	-
1955	31,1	30,9	18,3	18,1	23,8	23,6	71	72	1 240	1 261
1956	29,8	30,4	17,7	18,0	22,9	23,3	74	73	1 306	1 320
1957	30,3	30,5	18,0	18,1	23,3	23,3	75	74	1 414	1 375
1958	31,3	31,0	18,6	18,5	23,6	23,8	72	73	1 405	1 350
1959	31,5	31,2	19,0	18,7	24,6	24,0	73	73	1 232	1 391
Média	30,8	-	18,3	-	23,6	-	73,0	-	1 319	-
1960	30,9	31,2	18,4	18,9	23,7	23,9	73	72	1 537	1 453
1961	31,3	31,1	19,2	18,9	23,3	23,6	71	71	1 590	1 549
1962	31,1	31,5	19,0	19,0	23,9	23,7	70	68	1 521	1 321
1963	32,1	30,8	18,7	18,7	23,8	23,7	62	67	0 851	1 290
1964	29,2	30,6	18,5	18,6	23,4	23,6	70	65	1 498	1 179
Média	30,9	-	18,8	-	23,6	-	69,2	-	1 399	-
1965	30,4	30,1	18,6	18,6	23,5	23,5	64	66	1 189	1 293
1966	30,6	30,9	18,8	19,0	23,5	23,9	64	65	1 191	1 133
1967	31,8	31,2	19,5	18,8	24,7	24,0	66	65	1 019	1 123
1968	31,2	31,7	18,1	19,0	23,8	24,5	66	66	1 160	1 013
1969	32,0	31,5	19,5	18,9	24,9	24,3	67	68	1 860	1 079
Média	31,2	-	18,9	-	24,1	-	65,4	-	1 084	-
1970	31,4	31,2	19,2	18,9	24,3	24,1	70	70	1 216	1 176
1971	30,3	30,4	18,0	18,5	23,1	23,5	74	74	1 451	1 478
1972	29,6	30,3	18,3	18,6	23,1	23,5	77	74	1 768	1 591
1973	31,0	29,9	19,5	18,8	24,2	23,5	71	72	1 553	1 579
1974	29,1	30,3	18,5	18,7	24,4	24,0	60	70	1 417	1 388
Média	30,3	-	18,7	-	23,8	-	72,2	-	1 481	-
1975	30,7	29,6	18,1	18,1	23,3	23,4	70	71	1 194	1 389
1976	28,9	29,9	17,7	18,2	22,5	23,2	75	72	1 557	1 427
1977	30,2	29,7	18,9	18,2	23,8	23,2	72	73	1 531	1 429
1978	30,1	30,0	17,9	18,3	23,2	23,4	71	71	1 200	1 324
1979	29,6	-	18,0	-	23,1	-	71	-	1 242	-
Média	29,9	-	18,1	-	23,2	-	71,8	-	1 345	-

FONTE: J.R.Tarifa, 1981

portanto, fica a incerteza (será necessário mais uma ou duas estações dentro da mesma região climática com diferentes distâncias do lago) se o aumento ou a diminuição constatada é devido exclusivamente ao efeito do lago construído, ou se trata de uma mudança global, e que estaria havendo uma alteração no próprio clima regional, dada às interações de outros fatores meteorológicos, de macro-escala.

Assim, pelo exposto acima, as constatações que aqui serão evidenciadas, devem ser consideradas, como INFERÊNCIAS PROVÁVEIS, dado o elevado grau de complexidade desse tipo de interações climáticas.

3.3 VARIAÇÕES ANUAIS

3.3.1 Pluviosidade

A representação da média móvel demonstra que a década de 70 foi com tendência para um ciclo de alta pluviosidade, bem como o período de 1961 a 1968 foi de diminuição dos totais anuais. Apesar do fato de uma taxa de aumento constante a partir de 1969, dados de outras estações do estado de São Paulo demonstram o mesmo tipo de crescimento sem estarem em sítios próximos de lagos.

Assim, seria necessário um número maior de anos para "checar" os mínimos e máximos desses ciclos que existem naturalmente ou não alterados. No entanto, é evidente pelo quadro A3.2 (observar as médias móveis e a média de cinco anos) que a partir de 1969 ocorreu a maior taxa de crescimento, das chuvas, bem como os menores mínimos dos últimos 30 anos, ressaltando-se que uma série temporal de 30 anos é curta para esse tipo de análise.

3.3.2 Umidade Relativa

Da mesma forma que a pluviosidade, a última década sofreu aumentos anuais constantes no teor de umidade relativa do ar (ver quadro A3. 2 e figura 13) parecendo existir um ciclo: o maior, ou seja, alta umidade na década de 50, baixa na de 60 e alta novamente na de 70. O fato que parece mais significativo é que esse período de alta taxa de elevação de umidade sofreu um processo de estabilização, não caindo a média móvel abaixo de 70% e coincidindo, também, com alterações na variação das temperaturas.

3.3.3 Temperatura

A principal característica da análise das temperaturas foi a ausência de ciclos anuais nesses 30 anos. Esse aspecto permitiu inferir as alterações prováveis com razoável segurança. A principal alteração parece ser a diminuição da média das máximas; ou seja, as médias móveis e também as médias de cinco anos anteriores a 1970 são todas superiores à década de 70.

O cálculo da amplitude térmica (diferença entre a média das máximas e das mínimas) demonstrou uma diminuição de 0,59°C a 1,0°C na década de 70, em relação às décadas anteriores. Parece portanto que ocorreu uma diminuição dos extremos, diminuindo as máximas e aumentando as mínimas locais de temperatura.

3.4 VARIAÇÕES NA SITUAÇÃO DE VERÃO (JANEIRO)

Foram tomados todos os meses de janeiro de 1950 e 1979, sendo que os dados encontram-se contidos no quadro A3. 3 e na figura 14. Além dos dados já incluídos na análise anual foram

acrescentados os extremos absolutos de temperatura (máximos e mínimos absolutos).

3.4.1 Pluviosidade

As chuvas de verão parecem ter além dos ciclos de 10 anos, ciclos menores de cinco em cinco anos. Novamente, se registra o fato de que ao se acompanhar a marcha dos dados da média móvel, aconteceram taxas positivas de crescimento no período de 1970 a 1979, apesar da grande irregularidade nos últimos cinco anos (1975-79). Dadas as características dos ciclos maiores que envolvem o ritmo das chuvas, parece não ter havido modificações nos totais pluviométricos de verão.

3.4.2 Umidade Relativa

O padrão da distribuição temporal da umidade relativa, com ciclos irregulares e alternados de 3 a 5 anos, dificulta e mascara a possibilidade da comprovação na estação das chuvas, da existência de alteração nos valores da umidade relativa provocada pela implantação do lago. Ocorreu, após 1969, um período de máximo de umidade e que se manteve até 1978 elevado, mas que em 1979 entrou num período de baixa.

3.4.3 Temperatura

A alteração principal, provocada, pela implantação dos lagos de Ilha Solteira e Jupia no verão, foi a diminuição da média das máximas e um ligeiro aumento na média das mínimas (observar quadro A3.3 e figura 14). Percebe-se que as máximas absolutas após 1969 caíram em quase 1,5°C, e que esse declínio ficou confirmado na média mensal dos máximos diários.

3.5 VARIAÇÕES NA SITUAÇÃO DE INVERNO (JULHO)

3.5.1 Pluviosidade

A variação temporal das chuvas esteve sujeita a ciclos bem nítidos de 4 a 5 anos, de chuvas pequenas ou nulas (50-55, 59-64, 67-70, 74-77), seguidos de invernos com pluviosidade mais elevada nos períodos intercalados (ver quadro A3. 4 e figura 15). Considerando a regularidade desses ciclos, constata-se que após 1969, ocorreu uma elevação tanto dos mínimos como dos máximos das chuvas de inverno (ver figura 15).

3.5.2 Umidade Relativa

A variação da umidade no inverno no período de 1950 a 1979, pode ser resumida na ocorrência de três períodos. O primeiro deles de 1950 a 1961, de umidade alta (em torno de 70% a 74%), o segundo de 1962 a 1968 de diminuição ou de valores muito baixos de umidade (ver figura 15); e o terceiro que inicia em 1969 e que mostra taxas de elevação constante da umidade (apesar de um ciclo embutido, para menos, ocorrido de 1974 a 1976), dessa data até 1979.

3.5.3 Temperatura

As máximas de temperatura no inverno mostram (da mesma forma que os valores anuais e de verão) uma diminuição a partir de 1969. Observar no quadro A3.14, que a média no período de 1970 a 1979 (27,4°C) é a menor registrada nos últimos 30 anos. No entanto, nessa situação de inverno as mínimas absolutas conforme sugerem os dados não foram afetadas pela construção dos lagos.

ANEXO 4 - GEOLOGIA

A análise geológica da área nos aspectos abordados, é necessária para a compreensão da dinâmica das águas subterrâneas e conseqüentemente das suas modificações, após o enchimento do lago.

O conhecimento geológico da região também é importante no estudo das geoformas por ser o substrato rochoso um dos principais fatores que condicionam o relevo.

A região possui um embasamento geológico, constituído principalmente pelas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral.

No Extremo-Norte existe uma pequena área onde aflora a Formação Arenito Caiuã, são as ocorrências meridionais dessa formação. O arenito está dissecado e situa-se nas partes altas do relevo e na direção sul os afloramentos vão diminuindo e restringindo-se aos topos das colinas.

Em toda a região existem sedimentos quaternários, aluviais ao longo dos rios e coluviais nas encostas.

4.1 LITOLOGIA

As rochas da Formação Serra Geral, são de derrames vulcânicos empilhados sucessivamente. As espessuras mais frequentes, desses derrames, oscilam entre 30 m e 50 m, atingindo até 100 m. São frequentes as unidades entre 10 m e 20 m e a espessura média total é de aproximadamente 780 m, na área aqui considerada.

Embora designados de forma genérica como basaltos, tais rochas mostram diferenciações importantes ainda não pesquisadas

suficientemente. Em diversas sondagens foram verificados, além de basaltos propriamente ditos, intercalações de quartzo-basaltos, prováveis andesitos, brechas vulcânicas e horizontes piroclásticos, além daqueles tipicamente amigdalóides (com zeólitas, quartzo, calcita e outros minerais de geodo), os micro-amigdalóides e micro-vesiculares (figura 16). São frequentes os doleritos, com textura ofítica dificilmente diferenciáveis em amostras macroscópicas. Na área, os doleritos ocorrem sob a forma de pequenos diques e, ocasionalmente, com "sills". Em outras partes, foram constatadas intrusões lacolíticas dessas rochas.

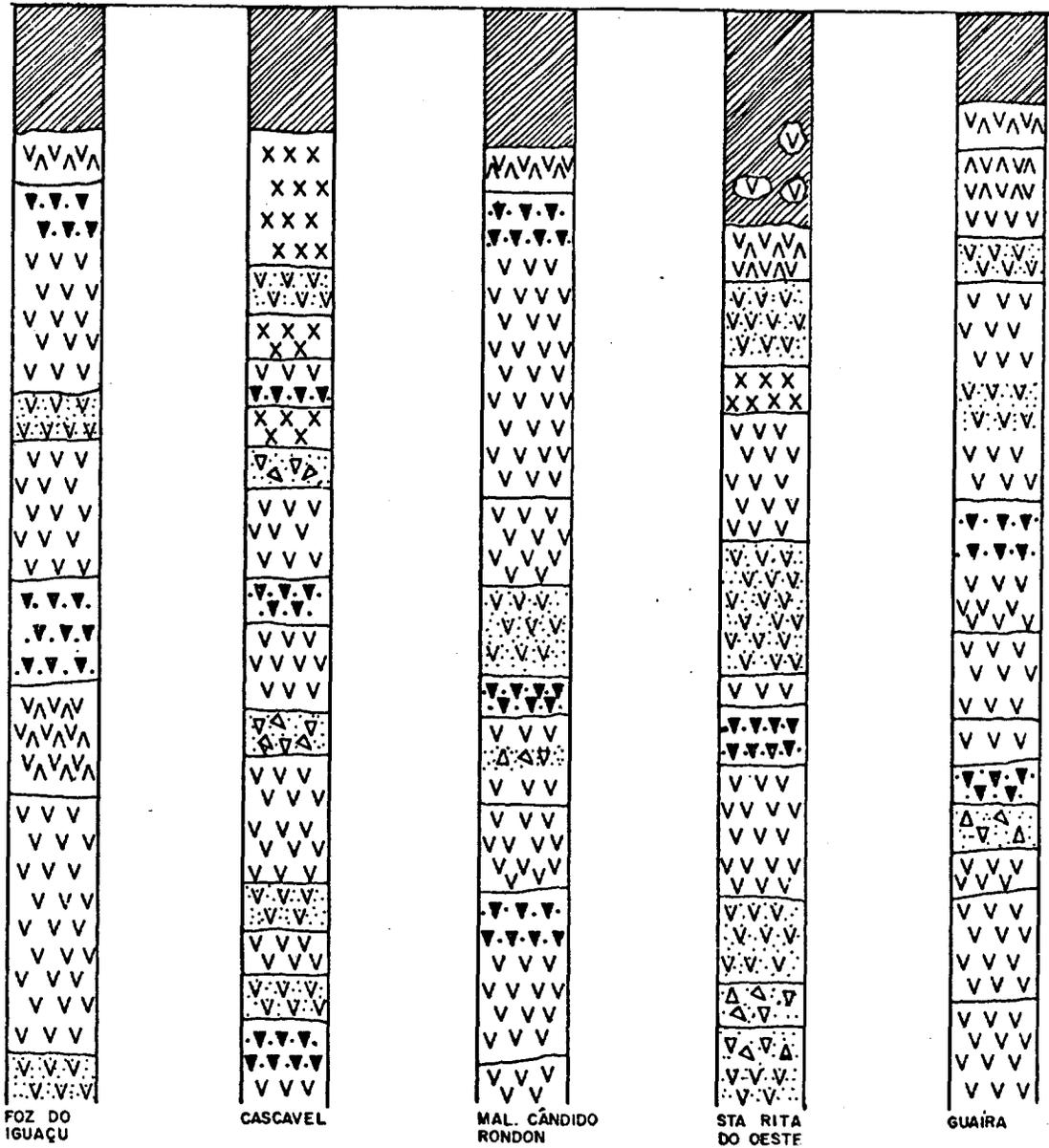
A composição mineralógica dos basaltos propriamente ditos coincide com várias amostras, estudadas em outros pontos da bacia do Paraná. Em geral são afaníticas, não raro micro-porfiríticas (principalmente nas circunvizinhanças de Guaíra, Cascavel, Toledo e em Foz do Iguaçu), com textura intergranular ou intersticial.

São constituídos mormente de plagioclásios cálcicos, com quantidades quase equivalentes de piroxênios (augita e pigeonita). Os acessórios mais frequentes são a titanomagnetita, apatita, olivina, o quartzo, a biotita e os feldspatos potássicos.

Para os demais termos litológicos, como quartzo-basaltos e andesitos, a composição mineralógica corresponde a essas definições, carecendo entretanto de análises mais detalhadas. No caso de quartzo-basaltos, estudos realizados em amostras provenientes de sondagens em Guaíra, indicam aproximadamente 10% a 12% de quartzo na composição global. A ocorrência dessa associação litológica é importante para os resultados finais do intemperismo.

O Arenito Caiuã jaz em discordância sobre a Formação

FIGURA 16 - PERFIS GEOLÓGICOS REPRESENTATIVOS



FOZ DO IGUAÇU

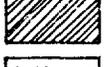
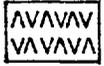
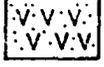
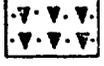
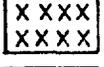
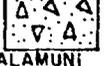
CASCAVEL

MAL. CÂNDIDO RONDON

STA RITA DO OESTE

GUAÍRA

LEGENDA

-  REGOLITO ARGILOSO A SÍLTICO
-  ARGILO - ARENOSO (C/ FRAGMENTOS ESPARSOS EVENTUAIS DE BASALTOS)
-  BASALTO PARCIALMENTE ALTERADO
-  BASALTO AFANÍTICO
-  BASALTO MICRO-AMIGDALÓIDE E MICRO-VESICULAR
-  BASALTO AMIGDALÓIDE
-  QUARTZO - BASALTOS E VULCÂNICAS INTERMEDIÁRIAS
-  BRECHAS VULCÂNICAS E PIROCLASTOS

Serra Geral. No Estado do Paraná grande parte da seqüência aflorante é constituída por areias eólicas com estrutura de dunas e a outra parte corresponde a depósitos subâqueos.

Estudos recentes mostram que na área ocupada pelo Arenito Caiuã existem sobrepostas outras formações mais jovens (Cenozóicas) que são de grande importância para o conhecimento da evolução da paisagem. Algumas destas estão descritas mas ainda não estão mapeadas.

As características litológicas dos depósitos aluviais e coluviais da região são pouco conhecidas, pode se dizer que os primeiros são geralmente argilosos, enquanto que a litologia dos colúvios, que dependem em parte das características da rocha de origem, são mais argilosos na região dos basaltos e arenosos na do Arenito Caiuã.

4.2 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS

A área possui somente manifestações de tectônica rígida. Seus principais padrões são expressos por sistemas de fraturas, tanto falhas como diáclases. Os sistemas mais evidentes e também de maior significação alinham-se segundo as direções N 40-60°W e N 30-50°E e um terceiro sistema dispõe-se segundo a direção N 10-20°E, N 10-20°W.

A ausência de critérios adequados torna difícil estabelecer uma ordem cronológica para esses sistemas. No caso específico da Formação Serra Geral, supõem-se que foi afetada por reativações dos antigos sistemas, os quais já interessavam o Pré-Cambriano Superior e o Neo-Paleozóico.

Além das fraturas sistemáticas existem as assistemáticas que não possuem direções preferenciais, sendo importantes do ponto de vista hidrogeológico.

4.3 MANTO DE DECOMPOSIÇÃO (REGOLITO)

As melhores observações obtidas sobre a distribuição e as particularidades do manto de intemperismo derivam das sondagens para água subterrânea (figura 19), as quais mostram em geral a seguinte seqüência:

- a) rocha totalmente alterada, configurando o manto de decomposição (figuras 16 e 17);
- b) rocha parcialmente alterada;
- c) rocha levemente alterada;
- d) rocha inalterada.

A espessura desse manto é variável, dependendo em parte da topografia. A máxima verificada é de 30 m a 34 m, sendo a mínima de aproximadamente 3 m (figura 18). No quadro 15 estão relacionadas as diversas espessuras do regolito.

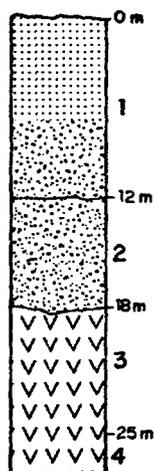
QUADRO A4.1 - DISTRIBUIÇÃO, ESPESSURAS MÉDIAS DOS REGOLITOS E DAS FAIXAS DE ROCHAS PARCIALMENTE ALTERADAS

LOCALIDADE	ESPESSURAS DO REGOLITO (m)			ESPESSURAS MÉDIAS ROCHAS PARCIALMENTE ALTERADA
	Mínima	Máxima	Média	
Mal. Cândido Rondon	6,0	19,0	13,0	8,0
Cascavel	10,0	30,0	16,0	8,0
Céu Azul	15,0	35,0	23,0	10,0
Foz do Iguaçu	5,0	24,0	12,0	7,0
Guaíra	6,0	31,0	14,0	8,0
Matelândia	3,0	13,0	8,0	12,0
Nova Santa Rosa	5,0	18,0	10,0	7,0
Santa Helena	1,0	16,0	4,5	15,0
Sta. Rita D'Oeste	6,0	30,0	15,0 ?	9,0 ?
Terra Roxa	?	25,0	?	8,0 ?
Toledo	5,0	18,0	11,0	3,0 a 5,0
Vera Cruz D'Oeste	3,0	12,0	7,5	12,0

FONTE: R. SALUMINI, 1981

Obs: Os valores acima são aproximados, tendo em vista que os perfis foram descritos de amostras de sondas percussoras

FIGURA 17 - PERFIL DE SONDAGEM EM FOZ DO IGUAÇU
(BR - 277, 4 KM A NORDESTE DA CIDADE),
COM A COMPOSIÇÃO APROXIMADA DO REGOLITO



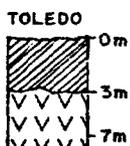
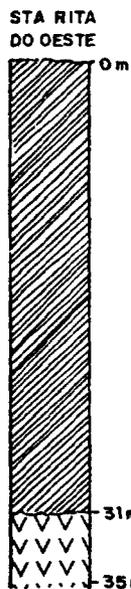
LEGENDA

- 1 - FRAÇÃO ARGILOSA, ATÉ 70%.
- FRAÇÃO SÍLTICA E ARENOSA FINA, ATÉ 30 %
(MINERAL PREDOMINANTE: QUARTZO).
- 2 - FRAÇÃO ARGILOSA, ATÉ 60%.
- FRAÇÃO SÍLTICA E ARENOSA FINA, ATÉ 35%.
(MINERAL PREDOMINANTE: QUARTZO).
- MINERAIS PESADOS (ILMENITA, MAGNETITAS),
OUTROS MINERAIS ARGILOSOS (CORRENSITA,
NONTRONITA, ETC) ATÉ 5 %
- 3 - BASALTO ALTERADO, COM FELDSPATOS
CAOLINIZADOS.
- 4 - BASALTO PARCIALMENTE ALTERADO

Escala Vertical 1:500

FONTE: R.SALAMUNI, 1981

FIGURA 18 -- COMPARAÇÃO ENTRE REGOLITOS EM ÁREAS
MAIS OU MENOS FRATURADAS



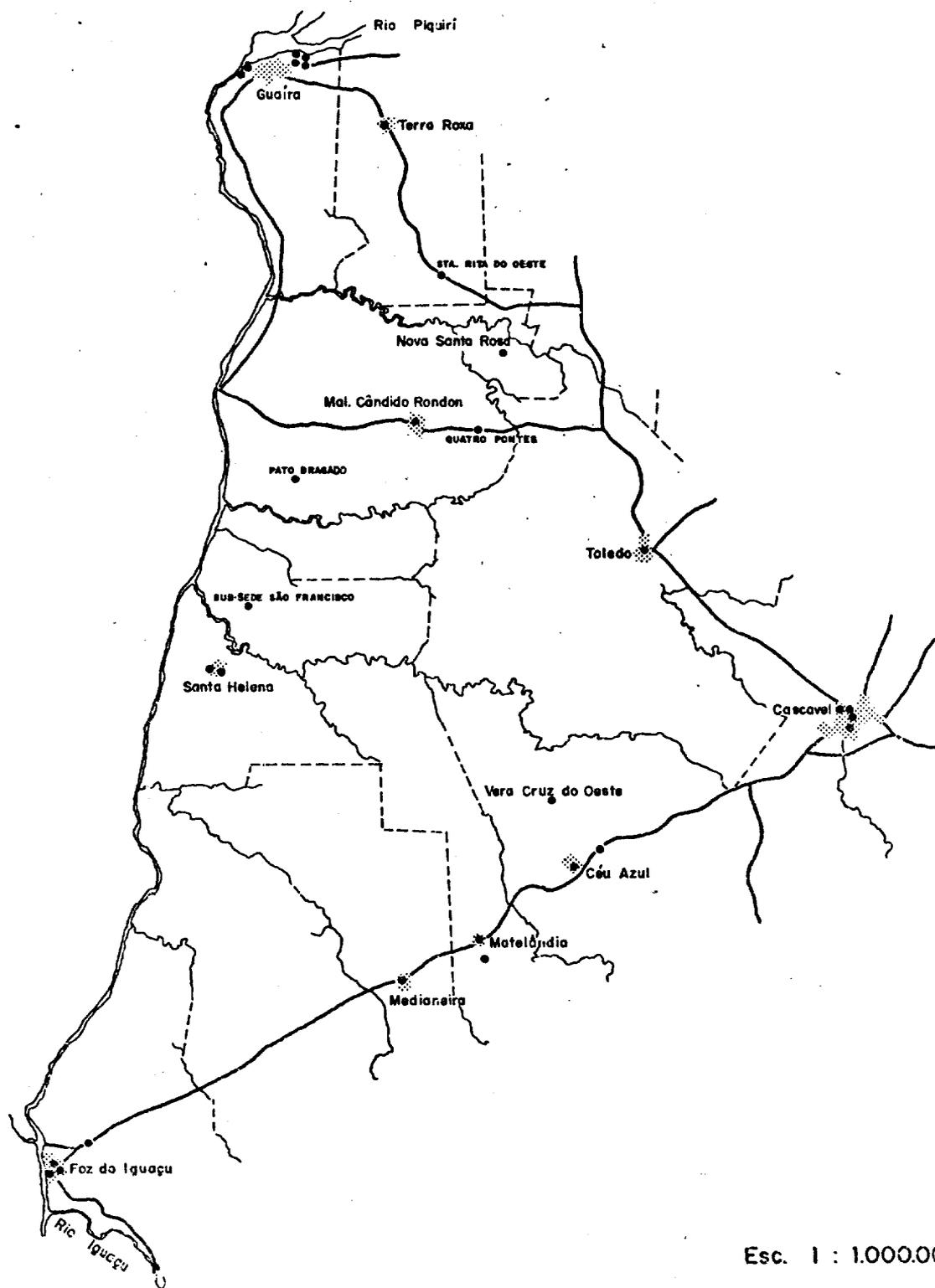
LEGENDA

-  REGOLITO ARGILOSO
-  BASALTO PARCIALMENTE ALTERADO

ESCALA VERTICAL 1:500

FONTE: R.SALAMUNI, 1981

FIGURA 19 - LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS SONDAGENS



A composição mineralógica relativamente uniforme revela uma certa dependência com a rocha matriz, no terço inferior do elúvio, tornando-se diferenciada para o topo. Em alguns perfis representativos (figura 17) verificou-se a seguinte composição:

- a) no terço superior (excluído o solo), a fração argilosa é de 70%, enquanto que as frações silte e areia fina são de 30%;
- b) nos terços médio e inferior, observa-se pequeno decréscimo da fração argilosa e leve aumento das frações mais grosseiras, na seguinte proporção: 60% a 65% da fração argilosa e 40% a 35% das frações silte e areia fina.

Essa relação granulométrica se mantém relativamente constante quando se trata de basaltos propriamente ditos. Para as rochas mais ácidas ou intermediárias, ou com a presença de horizontes superficiais amigdalóides, há modificações significativas nos produtos finais do intemperismo.

No caso de quartzo-basaltos, o elúvio pode ter uma composição argilo-siltico-arenosa, sendo geralmente menos espesso que o manto de intemperismo das rochas basálticas. O mesmo sucede nos produtos de alteração dos basaltos amigdalóides onde há predominância de geôdos de quartzo, ágata e ametista.

As análises mineralógicas expeditas, denotaram o predomínio de argilas e quartzo, ocorrendo em percentuais subsidiários alguns minerais pesados, como a ilmenita e a magnetita. Principalmente na porção basal é freqüente a presença de argilas expansivas, como a nontronita; foi constatada também a ocorrência de argila esverdeada, possivelmente corrensita. Fragmentos de ágata e ametista podem estar presentes quando a alteração se processa a partir de horizontes amigdalóides. As zeólites

tãs são raras, tendo em vista sua rápida alteração e lixiviação. A grande quantidade de óxidos de ferro é oriunda da alteração dos ferromagnesianos, principalmente piroxênios (augita e pigeonita).

A maior incidência de quartzo-basaltos na faixa oeste da área explica, em parte, a menor espessura de alguns setores do regolito. O maior ou menor desenvolvimento do regolito não está condicionado, exclusivamente, às diferenças litológicas. Um fator importante é a concentração de fraturas, que facilita a decomposição.

ANEXO 5 - GEOFORMAS

Dentro da metodologia do estudo, a análise da geomorfologia da área é necessária para a compreensão do impacto ambiental do lago na dinâmica das águas superficiais, pois existe uma estreita inter-relação entre ambas. As águas superficiais são um dos principais agentes na construção das geoformas e por sua vez estas condicionam a modalidade de escoamento daquelas.

5.1 AS GEOFORMAS E O SUBSTRATO GEOLÓGICO

A geomorfologia da região em estudo está fortemente condicionada pela estrutura do embasamento geológico, constituído por derrames lávicos. Estes derrames exibem na área uma espessura média aproximada de 780 m. A espessura individual dos derrames é variável entre 10 m e 100 m.

Embora a composição geral dos derrames seja basáltica, estes representam algumas diferenças texturais e estruturais. Estas variações condicionam o resultado do intemperismo e da erosão sobre as rochas. Assim, quanto mais ácida a rocha, textura mais fina e menor fraturamento, maior será a sua resistência ao intemperismo e à erosão. As camadas mais resistentes vão originar escarpas nas áreas mais movimentadas e quebras de pendentes nos terrenos ondulados.

Os derrames basálticos possuem uma certa inclinação nos sentidos norte e noroeste. Esta inclinação é de 8,2% para o norte e 0,26% para noroeste.¹

¹MAAK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba, BADEP, 1968. 350p.

Com base nos perfis topográficos e fotointerpretação estimou-se uma inclinação de 0,33% a 0,34% na direção noroeste. Nas direções NNE e NW estimaram-se inclinações em torno de 0,1%.

Esta configuração estrutural do embasamento tem influência sobre a distribuição e configuração das unidades ambientais. A declividade média do terreno entre Cascavel e a borda do canyon do rio Paran na dire WNW  de 0,52% a 0,58%, portanto maior que a dos derrames lávicos. Resulta que nessa dire, a superfície do terreno intercepta derrames cada vez mais antigos, sendo que, os mais resistentes sustentam o relevo.

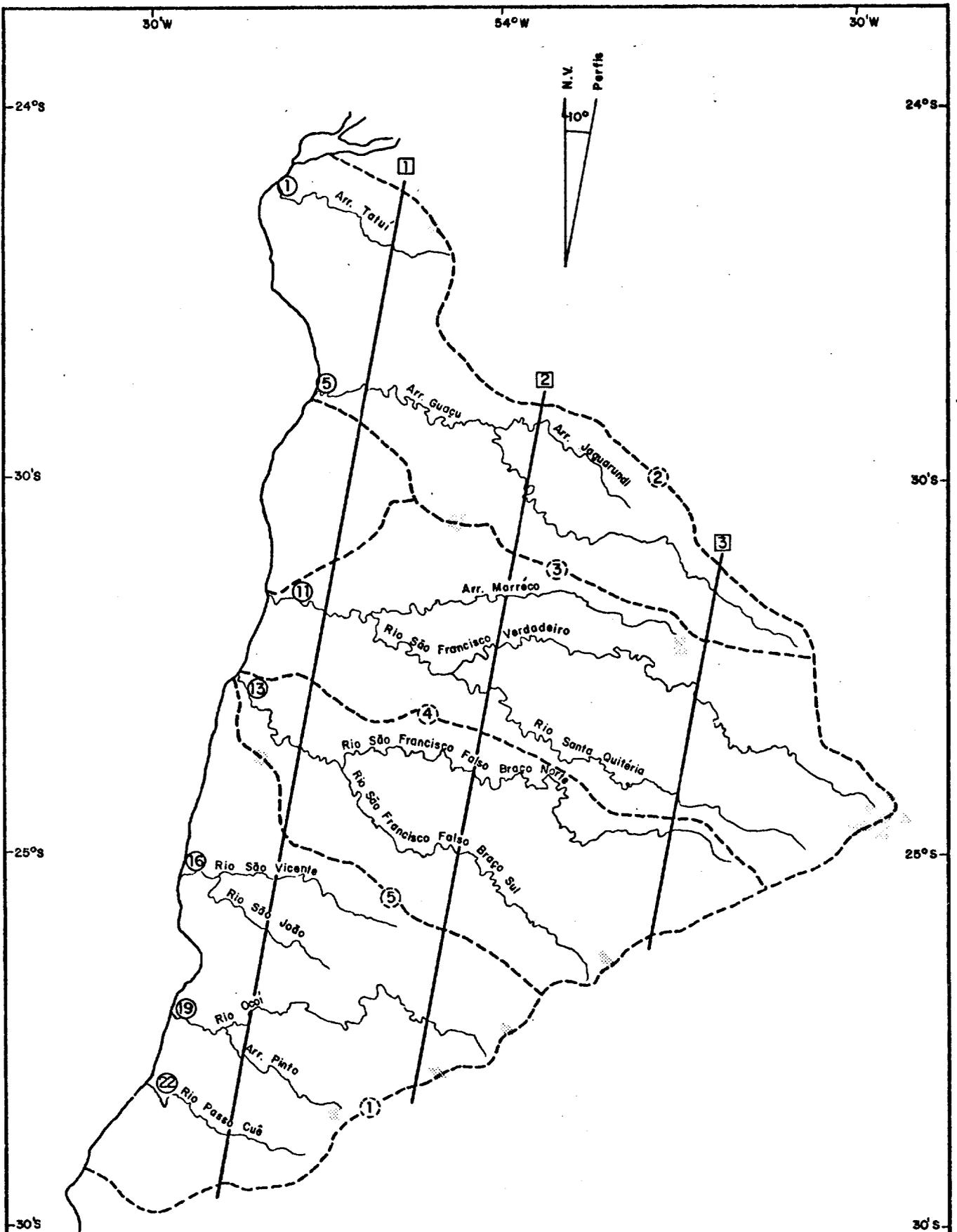
Onde a declividade do terreno e das coladas coincidem e, quando os agentes da dinâmica externa conseguem cortá-las formam um degrau de maior declividade mapa A5.1 e figuras 20a, b, c conformando um relevo de planícies estruturais e escarpas erosivas.

Na dire NNW observam-se duas escarpas e três níveis estruturais principais, às vezes aparecem outros níveis intermediários de menor extensão.

As planícies estruturais estão fortemente dissecadas sobretudo na parte central da área, correspondente a unidade ambiental São Francisco. Elas apresentam, em planta, uma forma digitada com interflúvios estreitos e tabulares.

Na dire NW a declividade média entre Cascavel e Guaíra  de 0,30% e a inclina das camadas é aparentemente inferior, existindo uma menor interseco da superfície do terreno com os derrames basálticos. Disto resulta um relevo mais suave na referida direo.

Na dire SW a declividade média entre Cascavel e Foz do Iguaçu é de 0,36% e os derrames possuem uma inclina inferior a 0,1%, mas na dire contrária ao terreno. Assim, a

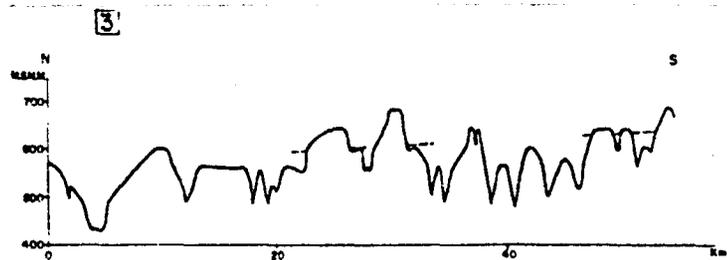
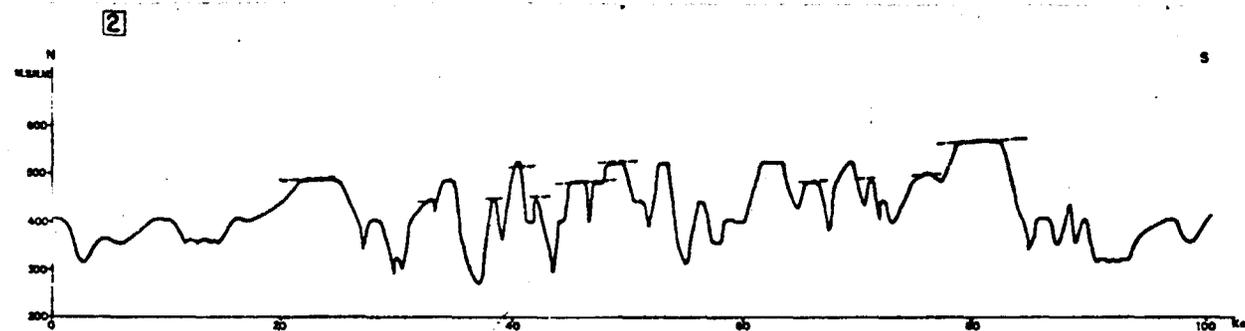
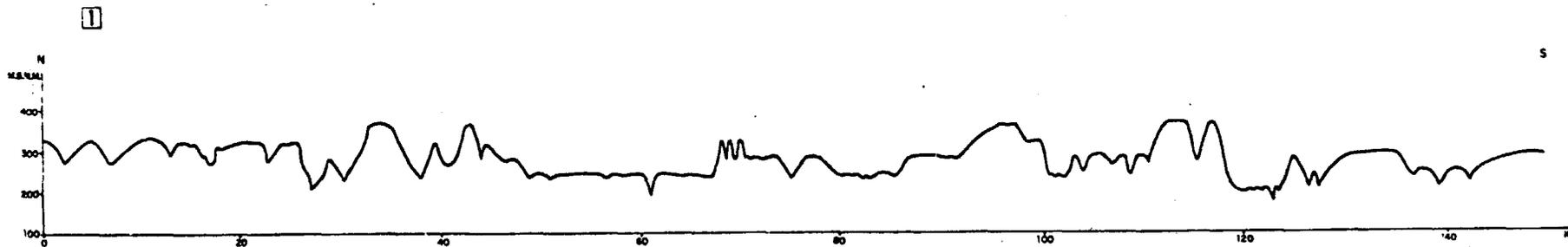


	PERFIL DE DIVISOR
	PERFIL DE RIO
	PERFIL TRANSVERSAL
	NÚMERO DA BACIA

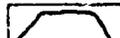
SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO
IPARDES FUNDAÇÃO
 INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL
 IMPACTO AMBIENTAL DE ITAIPU
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS
 PERFIS
 CURITIBA - PARANÁ

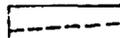
FONTE: FUNDAÇÃO IPARDES

FIGURA 20a - PERFIS TRANSVERSAIS



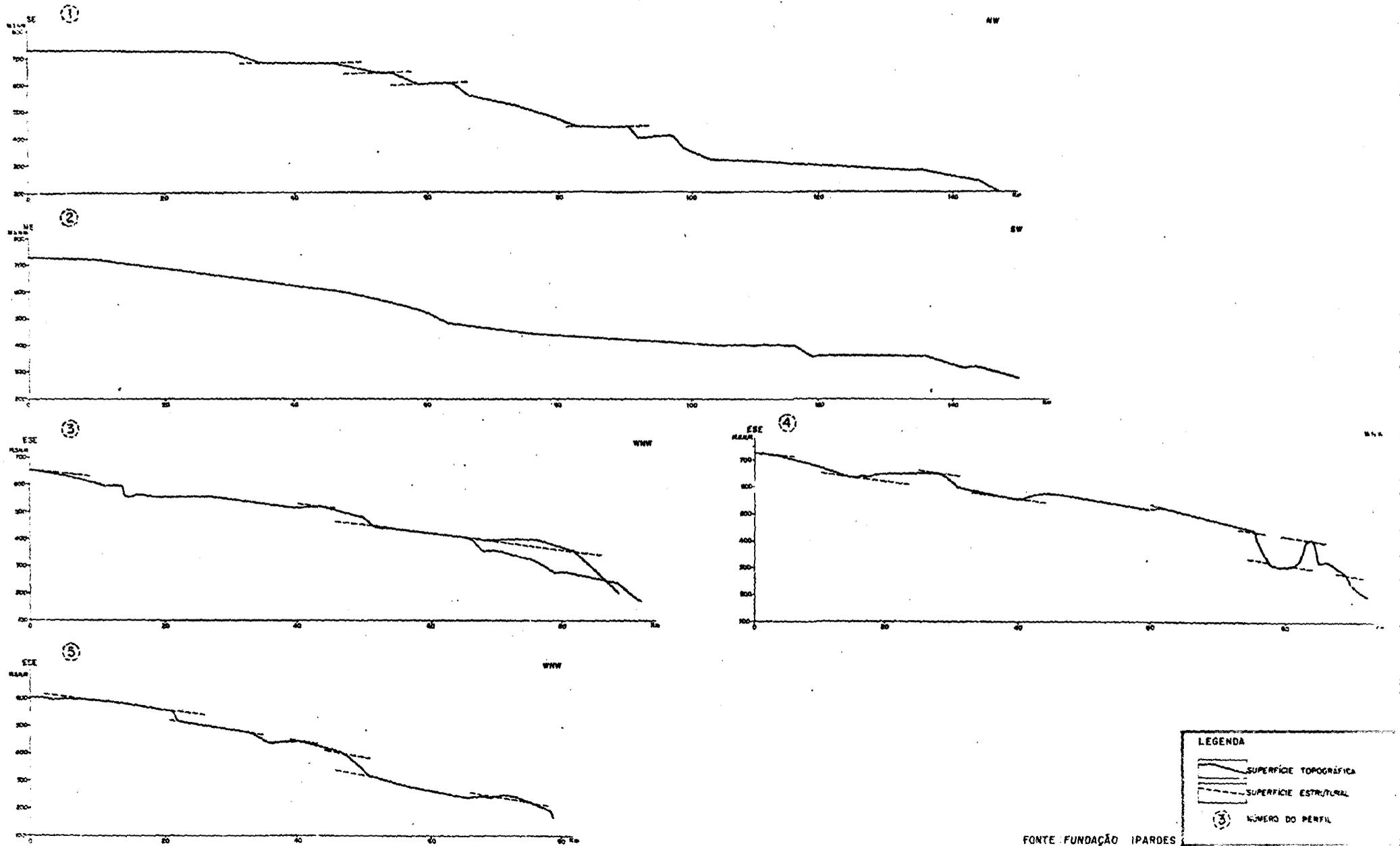
LEGENDA

 SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA

 SUPERFÍCIE ESTRUTURAL

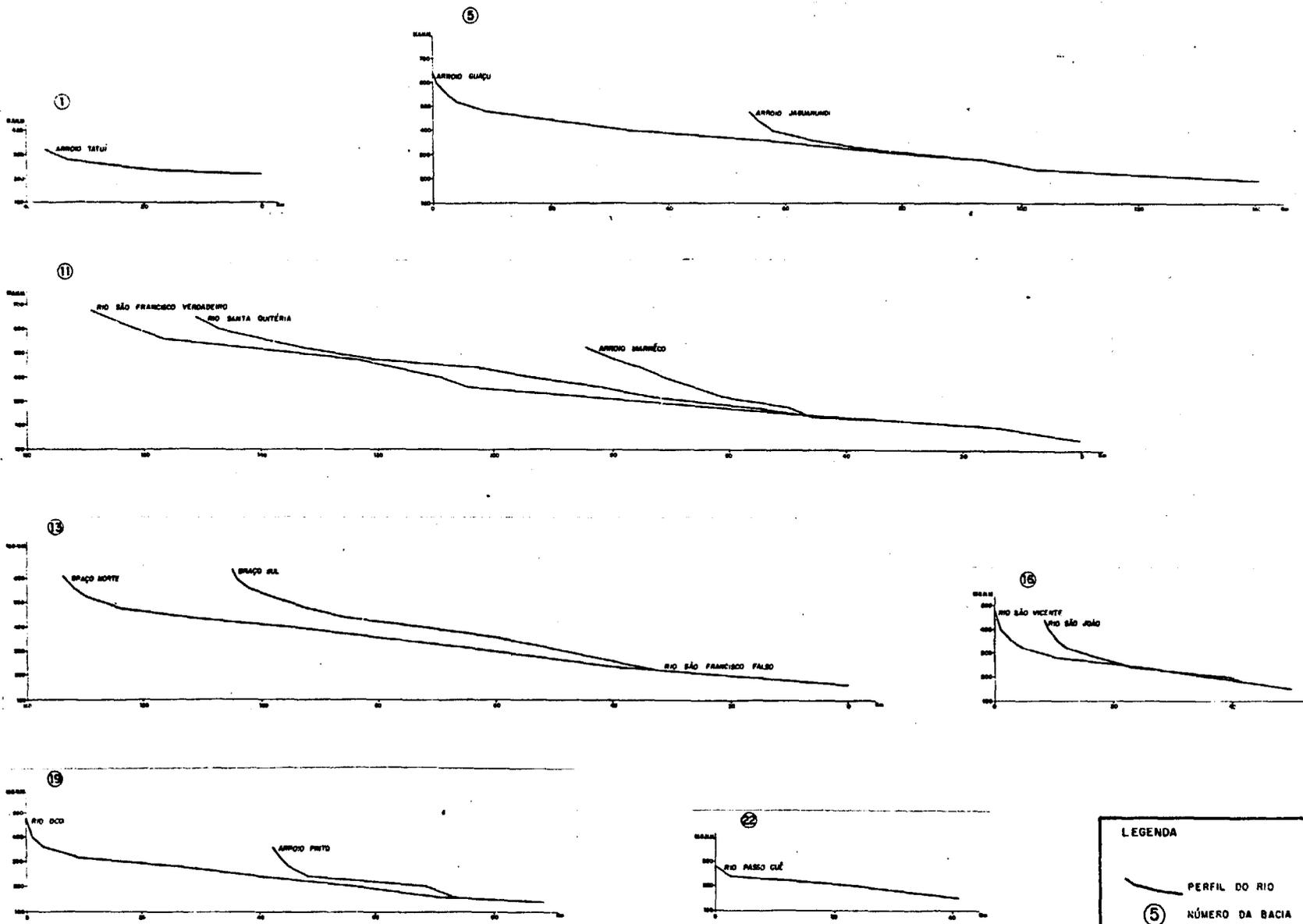
 NÚMERO DO PERFIL

FIGURA 20b - PERFIS DOS PRINCIPAIS DIVISORES DE ÁGUAS



FONTE: FUNDAÇÃO IPARDES

FIGURA 20c - PERFIS LONGITUDINAIS DOS PRINCIPAIS RIOS



LEGENDA

— PERFIL DO RIO

⑤ NÚMERO DA BACIA

superfície do terreno intercepta numerosos derrames que originam degraus estruturais como se observa no perfil correspondente (figura 20b).

5.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS

A área de estudo situa-se, segundo a divisão do sistema hidrográfico do Estado do Paraná,² nas denominadas Pequenas Bacias do Rio Paraná. Estas bacias limitam-se ao noroeste com a bacia do rio Piquiri e ao sudeste com a bacia do rio Iguaçu. Foram delimitadas todas as bacias maiores de 20 km², com um total de 24 bacias (ver tabela A5.1 e mapa 4)* e as menores agrupadas em uma unidade. As bacias mais destacáveis são: as do rio Guaçu (1 118.5 km²), rio São Francisco Verdadeiro (2 144.1 km²), São Francisco Falso (1 703 km²) e Ocoí (928.3 km²).

*Ver mapa 4 - Bacia hidrográfica - v.III.

²Op.cit.nota 1.

TABELA A5.1 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO

RIOS	SUPERFÍCIE (km ²)
1 - Rio Tatuí	293.6
2 - Rio Capivari	59.8
3 - Arroio Zororô	102.8
4 - Arroio Salanca	35.3
5 - Arroio Guaçu	1 183.5
6 - Sanga Três Irmãos	21.0
7 - Rio Belmonte	119.6
8 - Lajeado São Cristovão	36.2
9 - Lajeado Apepu	41.5
10 - Rio Branco	77.3
11 - Rio São Francisco Verdadeiro	2 144.1
12 - nome desconhecido	96.6
13 - Rio São Francisco Falso	1 703.0
14 - Arroio Dois Irmãos	89.5
15 - Rio São Vicente Chico	45.8
16 - Rio São Vicente	417.7
17 - Arroio Itacorã	22.0
18 - Arroio Itavomi	31.2
19 - Rio Ocoí	928.3
20 - Arroio Jacutinga	27.7
21 - Rio Taguapetingaí	26.6
22 - Rio Passo Cuê	296.4
23 - Rio Guabiroba	75.1
24 - Rio Bela Vista	59.0

FONTE: Fundação IPARDES

Nota: Bacias maiores que 20 km²

5.3 AS UNIDADES GEOMÓRFICAS

A área analisada foi subdividida em seis Unidades Geomórficas (ver mapa 5, v. III),* com base em dados anteriores e nos obtidos na fotointerpretação.

Estas Unidades apresentam diferentes expressões territoriais. Elas não se restringem somente à área de estudo, algumas delas apresentam limites pouco definidos ou transicionais.

A divisão das Unidades, todas situadas no Terceiro Planalto Paranaense, está indicada a seguir:

- a) Região dos Derrames Basálticos (Sub-região Noroeste)
 - i) Unidade Geomórfica Cascavel;
 - ii) Unidade Geomórfica São Francisco;
 - iii) Unidade Geomórfica Santa Helena;
 - iv) Unidade Geomórfica Paleovale do Rio Paranã;
 - v) Unidade Geomórfica Canyon do Rio Paranã;
- b) Região do Arenito Caiuã;
 - i) Unidade Geomórfica Sul do Arenito Caiuã.

5.3.1 Unidade Geomórfica Cascavel

Esta Unidade corresponde à parte mais elevada da área, ela abrange a alta bacia dos rios Guaçu, São Francisco Verdadeiro e São Francisco Falso.

Limita-se a oeste com a Unidade São Francisco de forma digitada, avançando para oeste nos divisores e para leste nos vales. Na direção NW existe uma passagem transicional para Unidade Santa Helena.

O relevo é ondulado e suave-ondulado. A baixa densidade

*Mapa 1 das Unidades Geomórficas e Relevo - v.III.

da rede de drenagem origina pendentes longas com comprimentos entre 1 000 m e 2 000 m, sua forma é convexa o que indica predominio dos movimentos de massa sobre os processo associados ao escoamento superficial; isto em condições naturais de vegetação.

As declividades são estimadas de 0% a 5% no divisor e alta encosta, 5% a 10% na meia encosta, alcançando 20% a 30% no sopê da pendente.

A drenagem desta Unidade, assim como das outras evidencia certo controle estrutural, associado à fraturas do embasamento geológico, destacando-se as direções NW, WNW e NNE.

A densidade de drenagem é baixa, mas nas várzeas dos rios esta aumenta significativamente. Numerosos pequenos cursos de água nascem no sopê das pendentes que limitam a várzea, onde com freqüência existe uma pequena escarpa ou um marcado aumento da declividade.

As várzeas são de relevo plano e estão presentes em quase todos os rios da unidade. Uma feição associada à drenagem são as pequenas depressões existentes nos interflúvios, que funcionam como lagoas efêmeras ou temporárias. Estas depressões, assim como as várzeas possuem uma marcante diferença de infiltração em relação ao restante da área. Elas possuem taxa de infiltração muito baixa, enquanto que na área como um todo a taxa de infiltração é alta. O volume de água que as várzeas recebem para formar o seu sistema de drenagem, aparentemente uma parte provem do escoamento superficial e outra da água de infiltração, que depois de passar pelo solo e manto de intemperismo drena em direção aos vales por uma diminuição da permeabilidade do substrato.

As características das várzeas e das depressões parecem

indicar que são feições originadas policiclicamente, ou seja, por processos geomórficos que agiram sob diversas condições climáticas diferentes das atuais.

Os solos predominantes na unidade são: o Latossolo Roxo, na alta e média encosta e a Terra Roxa, na baixa encosta. Nas várzeas predominam os solos Hidromórficos.

5.3.2 Unidade Geomórfica São Francisco

Esta Unidade corresponde a região mais movimentada da área. Alguns setores desta Unidade recebem localmente o nome de serras: Serra de São Francisco, da Boa Vista e das Palmeiras. Abrange as médias bacias dos rios São Francisco Verdadeiro e São Francisco Falso e a alta bacia do rio Ocoí.

A Unidade possui no conjunto um relevo movimentado com declividades superiores a 20%. Os divisores são tabulares e estão sustentados por derrames basálticos mais resistentes. Em direção oeste aparecem em posições mais baixas sucessivos degraus sustentados por outros derrames. Estes degraus conformam superfícies estruturais fortemente dissecadas. O relevo apresenta assim um aspecto mesetiforme com vários níveis e forma digitada.

Os divisores e os patamares existentes entre um e outro degrau são as áreas mais planas. As áreas mais íngremes, que às vezes formam escarpas erosivas, situam-se a jusante do ponto de maior inflexão da pendente.

Os rios, via de regra, estão encaixados e possuem um vale em forma de V. A densidade de drenagem é média, portanto maior que nas outras unidades. Isto é originado pelo maior declive e menor espessura dos solos e do manto de intemperismo,

favorecendo o escoamento superficial. Sō os maiores rios possuem uma estreita várzea.

Os solos predominantes sō: a Terra Roxa e o Latossolo Roxo nas áreas mais planas e os solos rasos e o Brunizem nas mais íngremes.

5.3.3 Unidade Geomōrfica Santa Helena

Esta Unidade limita-se a leste com a Unidade Sō Francisco, a oeste com o Paleovale do rio Paranā e no extremo-nordeste passa transicionalmente a Unidade Cascavel.

Possui um relevo suave-ondulado a ondulado. As pendentes sō longas e convexas. Os divisores apresentam declividades entre 0% a 5%, a meia encosta de 5% a 10% alcançando no sopē da pendente declividades de 10% a 20%.

As característias da drenagem sō similares ā Unidade Cascavel sendo que as várzeas e depressōes sō mais frequentes.

Os solos predominantes sō o Latossolo Roxo e a Terra Roxa, ocorrendo tambē os solos rasos. Nas várzeas predominam os solos Hidromōrficos.

5.3.4 Unidade Geomōrfica Paleovale do Rio Paranā

O Paleovale do rio Paranā estā representado por uma faixa de aproximadamente 2 Km a 5 Km de largura, situada em ambos os lados do atual curso do rio. Do lado correspondente ao estado do Paranā a largura varia aproximadamente entre 200m e 2,5 km.

Sobre as rochas basálticas do substrato existem depōsitos fluviais como areias e cascalhos.³

Trata-se de uma área plana e suave-ondulada com nūme-

³Op.cit.nota 1.

rosas várzeas ou áreas baixas, que sofrem alagamento temporário ou efêmero. A distribuição destas áreas não é originada pelo atual sistema de drenagem. Os cursos menores adaptam-se a um relevo preestabelecido e os cursos maiores as cortam indiscriminadamente.

Existe um aumento da dissecação da Unidade do norte para o sul, este fato está relacionado com a idade crescente do Paleovale na direção sul, pois a medida que o rio Paraná entalhava o "canyon" em direção norte pelo efeito da ação retrocedente, abandonava seu antigo vale.

A julgar pela largura e forma do Paleovale, o rio Paraná possuía antes da elaboração de "canyon" uma configuração semelhante a que hoje exhibe a montante dos saltos de Guaíra (Saltos das Sete Quedas).

Os solos predominantes são: o Podzólico Vermelho Amarelo e os solos Hidromórficos. Subsidiariamente ocorre Latossolo Vermelho Escuro.

5.3.5 Unidade Geomórfica "Canyon" do Rio Paraná

O rio Paraná corre na área por um estreito "canyon" de algumas centenas de metros de largura e várias dezenas de profundidade.

O grande poder erosivo do rio Paraná, assistido por uma maior erodibilidade do substrato rochoso, já que o vale está encaixado em uma zona de fratura, tem originado o profundo canyon. Os afluentes do Paraná não têm conseguido acompanhar este rápido decenso, pelo seu menor poder erosivo e diferenças na resistência do substrato. Por isto apresentam vales suspensos com corredeiras e cachoeiras.

5.3.6 Unidade Geomórfica Sul do Arenito Caiuã

Esta Unidade está representada na região por uma pequena área situada no seu extremo norte. Suas características são similares a Unidade Cascavel, só que o substrato geológico é formado por areias finas a médias, o que lhe confere uma maior suscetibilidade à erosão. O solo predominante é o Latossolo Vermelho Escuro de textura média.

ANEXO 6 - HIDROGEOLOGIA

Um dos aspectos mais relevantes do impacto do lago no meio ambiente da região é a possível alteração dos seus aquíferos.

Assim, um ascenso ou descenso do lençol freático poderá provocar alterações nos processos pedogenéticos; na oferta de água subterrânea, na qualidade dessas águas, na disponibilidade de água para a vegetação, sobretudo nas épocas de seca e outros efeitos. Antecedendo a essa prospecção são apresentadas as principais características e propriedades das águas subterrâneas da região.

6.1 CARACTERÍSTICAS DOS AQUÍFEROS

As rochas basálticas e litológicas quando associadas e inalteradas apresentarem baixa porosidade e permeabilidade insignificante, serão qualificadas de aquífugas. Isto significa que, como rochas, as mesmas não armazenam e nem transmitem água.

Dessa maneira, os denominados aquíferos basálticos devem esta propriedade a fatores supervenientes, no caso epigenéticos, tais como fraturas tectônicas e atectônicas. As primeiras mostram sistemas definidos, dispostos segundo direções preferenciais, expressos por falhas ou por diáclases. A interligação desses sistemas a grandes profundidades permite a circulação e o armazenamento transitório da água subterrânea.

A eficiência dessa circulação está relacionada com a

existência de fraturas "abertas", isto é, daquelas não preenchidas com minerais secundários, influenciando também o menor ou maior espaçamento das mesmas. A experiência demonstra que dependendo dessas circunstâncias, a circulação é mais ou menos efetiva.

As fraturas consideradas assistemáticas que podem ou não ser de tensão, facilitam grandemente o fluxo subterrâneo, quando constituem elos de ligação com as de origem tectônica.

Os horizontes amigdalóides com suas zeólitas alteradas e lixivadas e micro-vesiculares quando fraturados são excelentes aquíferos. Esses horizontes podem configurar aquíferos confinados, sujeitos portanto a pressão artesianas.

Os sistemas de fraturas são eventualmente independentes, fato que se reflete no comportamento de poços contíguos. Assim, o bombeamento simultâneo não mostra interferência perceptível nos cones de depressão, níveis e vazões.

Ocasionalmente, o manto de intemperismo se constitui em aquífero, com razoável produção de água. Isto depende, essencialmente, de dois fatores: espessura suficiente e menor teor de argila, estando o armazenamento principal na base do manto e na faixa de transição deste para a rocha inalterada.

Considerações sobre os níveis hidrostático e hidrodinâmico - nos aquíferos não confinados da área, o nível hidrostático depende, em boa parte, da topografia local. Verifica-se como regra geral, um ajuste de suas formas às do relevo.

Em condições normais, esse nível é mais próximo da superfície nos vales e mais profundo nos topos das colinas (fig. 21). Essa relação foi comprovada em diversas localidades, tais como: Foz do Iguaçu, Toledo, Cascavel, Nova Santa Rosa, etc.

Quando as sondagens atingem aquíferos confinados (por exemplo, níveis amigdalóides entre basaltos compactos), sujeitos à pressão artesianas, tal relação perde sua validade, pela presença de um nível piezométrico bem definido. Nesses casos, podem ocorrer poços surgentes, inclusive em cotas altimétricas mais elevadas.

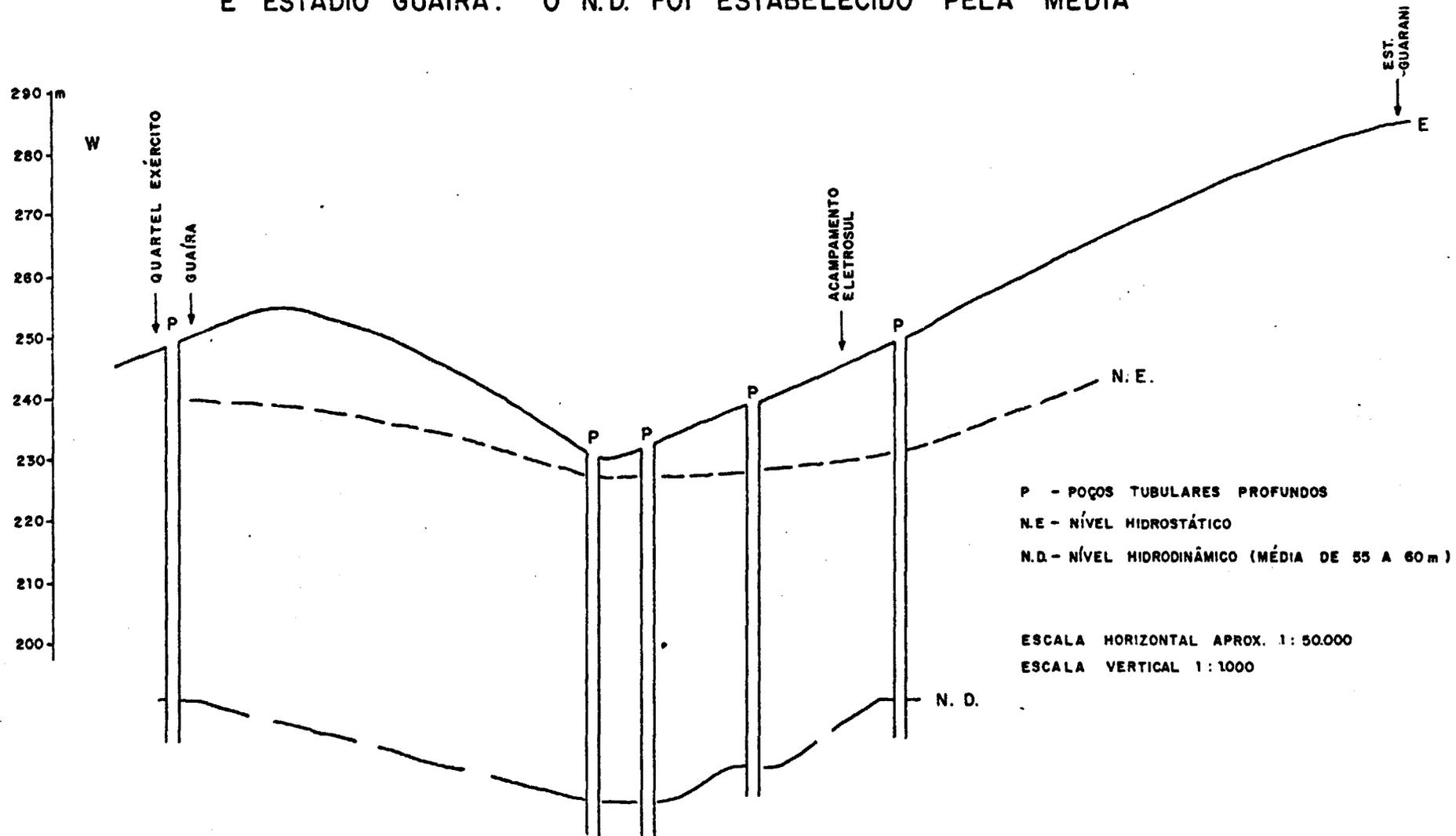
Nos poços com revestimentos de tubos lisos, em profundidades acentuadas, geralmente ocorrem alterações significativas na situação do nível hidrostático. Nesse caso, o nível do poço não reflete com exatidão o nível regional, principalmente pela vedação das entradas mais superficiais de água.

Por sua vez, os níveis hidrodinâmicos são bastantes variáveis, não mostrando dependência direta com os hidrostáticos. Essas variações, em regra, estão ligadas a fatores alheios aos aquíferos, tais como tipo e potência da bomba, profundidade da colocação desta, taxas de bombeamento, constância da demanda, recarga, etc. Assim, o abaixamento pode variar de menos de 10 a várias dezenas de metros. Contudo para determinados locais é viável estabelecer médias ponderadas considerando, teoricamente, a hipótese de equipamentos hidráulicos padronizados, taxas uniformes de bombeamento, recarga normal, etc.

6.2 CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS ESTUDADOS

As profundidades dos poços tubulares, dentro do perímetro da área, mostram-se bastante heterogêneas, na dependência de uma série de fatores, tais como padrões tectônicos, tipos de rochas e grau de alteração superficial, topografia e vegetação. Outros fatores, que independem das características hidrogeológicas, devem ser levados em consideração em obras dessa natu-

FIGURA 21 - DISPOSIÇÃO DO NÍVEL HIDROSTÁTICO EM UM PERFIL LESTE - OESTE ENTRE GUAÍRA E ESTÁDIO GUAÍRA. O N.D. FOI ESTABELECIDO PELA MÉDIA

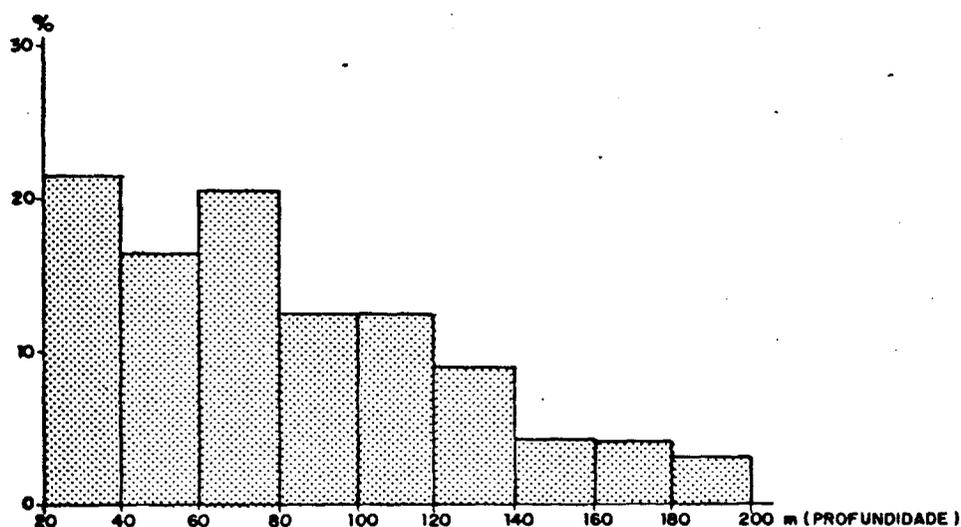


reza, mencionando-se as limitações econômicas dos clientes e a sua maior ou menor necessidade de água, implicando muitas vezes na paralização da sondagem.

Sob o ponto de vista estritamente técnico, até há pouco mais de uma década, a maioria das sondagens raramente ultrapassava 150 metros, fato que dava média estatística inferior a 100 m.

Na realidade, isso era devido a falta de melhores informações sobre o comportamento dos aquíferos, particularmente das fraturas em zonas mais profundas. No entanto, a prática vem demonstrando que tem sido apreciável a contribuição de fraturas profundas, conforme revela o gráfico da figura 22.

FIGURA 22 - PERCENTUAIS DAS PROFUNDIDADES DAS ENTRADAS DE ÁGUA (EM FRATURAS)



FONTE: SALAMUNI, R. Aspectos hidrogeológicos da área -- Guaíra - Cascavel - Foz do Iguaçu. /s.n.t./

A profundidade máxima, até agora atingida, é de 320 m, enquanto que a mínima é de aproximadamente 70 m. A média calculada em mais de 40 poços é de cerca de 146 m, de acordo com o quadro A6.1 .

QUADRO A6.1 -VALORES MÉDIOS DE PROFUNDIDADES E VAZÕES EM POÇOS
TUBULARES PROFUNDOS DO SUDOESTE DO PARANÁ

	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA
Profundidade (m)	145	320	70
Vazões (l/h)	18 430	125 000	500

FONTE: MACHADO, J. Ariêu. Efeitos do sistema convencional de cultivo na capacidade de infiltração da água no solo. Santa Maria, 1976. tese. Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.

6.2.1 Entradas de Água

As entradas de água estão diretamente subordinadas à densidade, tipos e interligação das fraturas, considerando-se uma recarga normal.

A maior frequência das entradas de água é entre 40 m e 80 m. Apesar do decréscimo progressivo para profundidades superiores, é notável a incidência de fraturas além dos 100 m, principalmente entre 120 m e 140 m (figura 22).

As tentativas de obtenção de maiores volumes de água comprovaram, em vários poços, possibilidades de entradas entre 140 m e 200 m e mesmo além desta profundidade, em casos isolados. As quantidades conseguidas nessas profundidades são geralmente consideráveis, em virtude da grande pressão hidrostática.

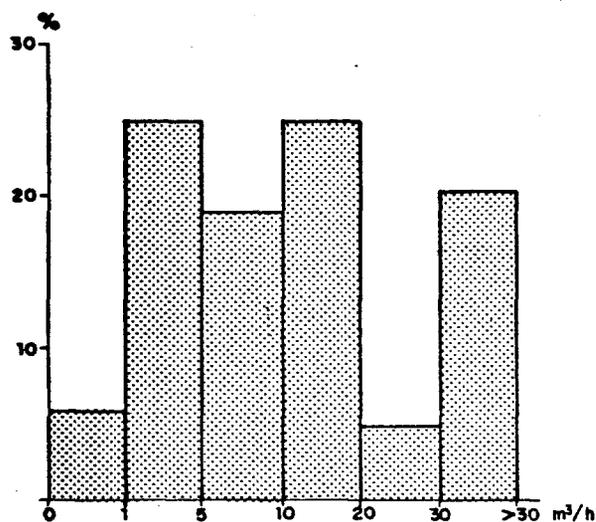
Embora ocorram entradas inferiores a 20 m, a contribuição destas tem sido quase sempre rejeitada, através da colocação de revestimentos sanitários ou da cimentação do espaço anular. Essas providências prendem-se, mormente, à possibilidade de contaminação pela infiltração das águas de superfície.

6.2.2 Vazões

Tendo em vista a existência de muitos poços sem dados técnicos confiáveis, não é possível uma estimativa exata sobre a produção total na área. Contudo, a produção horária, em 44 poços selecionados, é de aproximadamente $749,5 \text{ m}^3/\text{h}$. A produção global deve ser pelo menos 4 vezes superior a essa, computando-se todas as sondagens produtivas.

Nas diversas faixas de vazões verifica-se uma constância das vazões de 1 m^3 a $5 \text{ m}^3/\text{h}$ e de 10 m^3 a $20 \text{ m}^3/\text{h}$, com súbito decréscimo de 20 m^3 a $30 \text{ m}^3/\text{h}$ e surpreendente percentual de produções superiores a $30 \text{ m}^3/\text{h}$. (figura 23).

FIGURA 23 - GRÁFICO DOS PERCENTUAIS DE VAZÕES EM METROS CÚBICOS HONORÁRIOS.



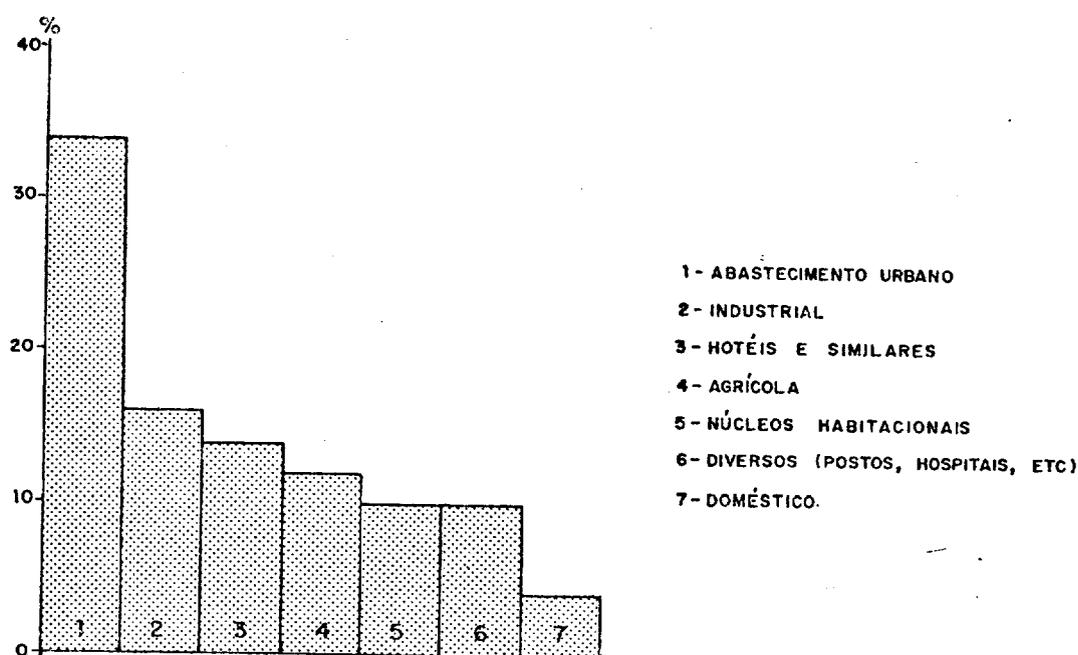
FONTE: SALAMUNI, R. Aspectos hidrogeológicos da área Guaiira-Cascavel-Foz do Iguaçu. /s.n.t./

Observações feitas em diversos poços de vazões elevadas indicam, freqüentemente, um rebaixamento disponível muito efetivo, com nível dinâmico em situação privilegiada. Tal circunstância implica, para muitos casos, a possibilidade de maiores produções.

6.2.3 Utilização Atual

A principal destinação da água subterrânea, na área, é o abastecimento urbano que atinge 34% do total. Segue-se, por ordem de importância, a demanda industrial, com cerca de 16% e o uso em hotéis e similares com 14% e a utilização agrícola com 12% (figura 24).

FIGURA 24 - UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA



FONTE: SALAMUNI, R. Aspectos hidrogeológicos da área Guaíra-Cascavel-Foz do Iguaçu. /s.n.t./

6.2.4 Infiltração e Escoamento Superficial

A rápida expansão agrícola e a colonização intensiva do Oeste paranaense, que resultou na quase total eliminação das matas, tem provocado alterações no ciclo hidrológico da área, com reflexos imediatos no regime dos rios e no comportamento da água subterrânea.

No que interessa à recarga dos aquíferos, nota-se um progressivo desequilíbrio entre a quantidade das chuvas, o escoamento superficial e a infiltração.

De acordo com os dados do quadro A6.2a, A6.2b, a infiltração decresce progressivamente com a saturação. Apesar disso, os percentuais de capacidade de infiltração, para os diferentes casos se mantêm constantes, com notável persistência para os solos com maior tempo de manejo.

Portanto, o escoamento superficial aumenta quase que proporcionalmente ao decréscimo da capacidade de infiltração, com consequências danosas tanto para o solo e a agricultura, como para os aquíferos.

QUADRO A6.2a - CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO EM LATOSSOLOS VERMELHOS ESCUROS, EM CONDIÇÕES DE INUNDAÇÃO (INFILTRÔMETRO DE ANEIS); DURANTE 9 HORAS

(em mm/h)

TEMPO (h)	CARACTERÍSTICAS DE USO DOS SOLOS				
	(SM)	(SC)	(S4)	(S8)	(S14)
1. ^a	240,6	202,5	175,0	29,7	28,1
2. ^a	163,2	141,0	122,0	14,8	9,0
3. ^a	144,2	133,6	97,5	19,1	3,7
4. ^a	138,9	112,4	110,2	19,1	2,7
5. ^a	145,2	109,2	54,1	17,0	2,9
6. ^a	117,7	98,6	62,5	16,0	3,7
7. ^a	129,2	92,2	72,0	13,8	3,4
8. ^a	128,3	92,2	62,5	14,8	3,0
9. ^a	127,2	92,2	61,5	12,7	2,8
MÉDIAS	148,3	119,3	90,8	17,4	6,6

FONTE: MACHADO, J. Arleu. Efeitos do sistema convencional de cultivo na capacidade de infiltração da água no solo. Santa Maria, 1976. Tese. Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.

NOTA: SM= solos de matas; SC= solos de campos virgens; S4= solos com 4 anos de cultivo e mecanização; S8= solos com 8 anos; S14= solos com 14 anos.

QUADRO A6.2b - DADOS DE INFILTRAÇÃO NA NONA HORA E ESCORRIMENTO

(em mm/h)

TRATAMENTO	INTENSIDADE	INFILTRAÇÃO	ESCORRIMENTO
(TM)	100	127,2	(27,2)
(TC)	100	92,2	7,8
(T4)	100	61,5	38,5
(T8)	100	12,7	87,3
(T14)	100	2,8	97,2

FONTE: MACHADO, J. Arleu. Efeitos do sistema convencional de cultivo na capacidade de infiltração da água no solo. Santa Maria, 1976. Tese. Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.

NOTA: SM= solos e matas; SC= solos de campos virgens; S4= solos com 4 anos de cultivo e mecanização; S8= solos com 8 anos; S14= solos com 14 anos.

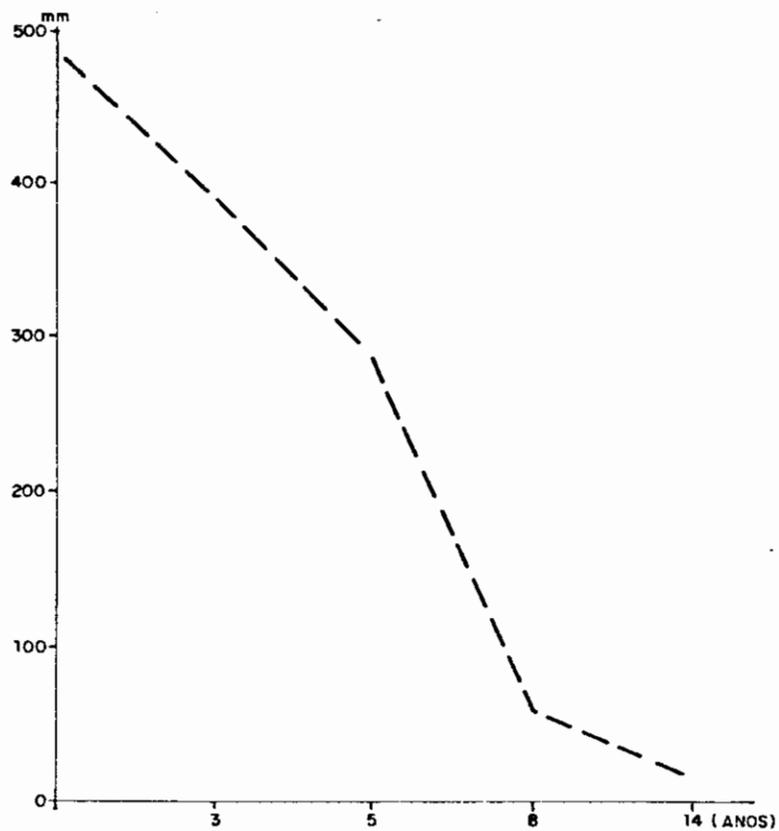
Para se compreender essas alterações no ciclo hidrológico, devem ser consideradas as feições geomórficas e a intensidade das chuvas, a ocorrência de horizontes mais ou menos permeáveis, o tipo de vegetação e o manejo do solo; considerando-se também a rapidez da saturação do freático e de faixa de aeração.

Algumas pesquisas realizadas em áreas de características similares, pelo método de infiltrômetro,¹ indicam que as terras de matas e campos virgens propiciam altos valores de infiltração, superando o escoamento superficial. Uma vez eliminadas as matas e trabalhando o campo, o panorama modifica de maneira que, nas áreas recém-desmatadas e recém-cultivadas a infiltração é reduzida a curto prazo em cerca de 18%. Naquelas cultivadas e exploradas intensivamente entre 3 e 5 anos, a infiltração decai entre 38% e 40%. O uso mais prolongado do solo (8 a 14 anos), implica numa capacidade de infiltração menor que 15% e em instâncias de mecanização intensiva, a infiltração pode ser de apenas 4% ou 5% (ver figura 25).

¹MACHADO, J. Arleu. Efeitos dos sistema convencional de cultivo na capacidade de infiltração da água no solo. Santa Maria, 1976. Tese. Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.

Os dados obtidos pelo método mencionado, devem ser verificados utilizando chuva natural e/ou simuladores de chuva.

FIGURA 25 - REDUÇÃO PROGRESSIVA DA INFILTRAÇÃO A PARTIR DE ÁREAS FLORESTADAS E CAMPOS VIRGENS, MEDIANTE DESMATAMENTO, MECANIZAÇÃO INTENSIVA E MAL USO DO SOLO.



FONTE: R. SALAMUN: 1981

ANEXO 7 USO AGRÍCOLA ATUAL E TIPOLOGIA DE AGROECOSSISTEMAS

A análise das atividades agrícolas atuais é necessária para avaliar o impacto das mesmas, para formular as normas de manejo do solo e elaborar uma tipologia das propriedades agrícolas que facilite a implantação dessas normas no terreno.

Nos 13 municípios compreendidos na região situam-se 43 548 imóveis rurais. No entanto, deve se salientar que nem todos esses municípios estão inteiramente localizados na área estudada. A área desses imóveis rurais equivale a 1 278 780 ha.

TABELA A7.1 - NÚMERO E SUPERFÍCIE DOS IMÓVEIS RURAIS - 1978
(em ha)

UNIDADE GEOGRÁFICA	IMÓVEIS RURAIS		
	Número	Área total	Área Explorada
Cascavel	4 282	299 549	218 938
Céu Azul	1 729	64 498	59 259
Foz do Iguaçu	1 426	51 079	41 672
Guaíra	2 021	48 091	61 906
Marechal Cândido Rondon	6 834	121 533	150 595
Matelândia	2 238	78 817	67 992
Medianeira	3 720	81 888	73 431
Palotina	3 762	87 408	140 949
Santa Helena	4 192	81 112	83 397
São Miguel do Iguaçu	3 360	98 462	92 169
Terra Roxa	2 538	73 816	92 922
Toledo	6 221	173 824	184 268
Nova Santa Rosa	1 225	18 711	27 252

FONTE: INCRA - Estatísticas Preliminares do Recadastramento - 1978

Segundo o Censo Agropecuário (FIBGE, 1975), o grupo de área predominante em todos os municípios é correspondente ao

intervalo 2 ha - 50 ha (tabela A7.2).

Idêntica conclusão pode tirar-se da leitura da tabela sobre a área dedicada às lavouras por estabelecimento: predominantes áreas de 2 ha a 50 ha (tabela A7.3).

Quanto à posse da terra, (tabela A7.4), pode se observar que o maior número de imóveis e de área correspondem à categoria proprietário. A mesma conclusão pode tirar-se da leitura da tabela A7.5, com os dados do levantamento da FIBGE, 1975.

Quanto ao tipo de ocupação atual, na tabela A7.6, observa-se que a área correspondente à agricultura (sobretudo temporária) sempre é maior que 50% da área total dos estabelecimentos. No município de Palotina corresponde a quase 80% do total. As áreas de matas naturais correspondem sempre a valores menores que 0,1%, e a área de matas plantadas nos estabelecimentos é desprezível. Neste sentido cabe destacar que, segundo o Código Florestal, a área com matas de cada estabelecimento não deve ser menor que 20% da área total.

7.1 ANÁLISE DO USO ATUAL

Grande parte da área em estudo é ocupada com a agricultura denominada "comercial" ou "moderna" (principalmente, com base na soja e no trigo). Apenas as áreas de várzeas e de relevo movimentado são exploradas com aquela agricultura conhecida como "pequena produção agrícola" ou de "subsistência".

A agricultura "comercial" pode ser caracterizada entre outros aspectos, por um uso apreciável - porém muitas vezes irracional e antieconômico - de adubos e defensivos, e mecanização das práticas culturais. Na região está representada principalmente pelo binômio trigo-soja e em menor proporção pelo café e milho (ver tabela A7.7).

TABELA A7.2 - GRUPOS DE ÁREA TOTAL, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS

(em ha)

NOME DO DE ORDEM	MESORREGIÕES, MICRORRE- GIÕES E MUNICÍPIOS	TOTAL		GRUPOS DE ÁREA TOTAL													
				Menos de 1		1 a menos de 2		2 a menos de 5		5 a menos de 10		10 a menos de 20		20 a menos de 50		50 a menos 100	
		Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área
124	Cascavel	7 211	216 541	15	9	86	118	1 594	6 233	1 723	13 203	1 525	21 498	1 372	41 338	337	23 552
126	Cêu Azul	2 533	55 214	15	8	39	55	4 050	4 161	1 138	8 659	777	10 904	358	10 597	73	5 217
129	Foz do Iguaçú	1 300	46 912	8	5	38	58	433	1 651	431	3 128	406	5 564	348	10 890	76	5 335
130	Guaíra	2 298	39 332	35	9	81	123	706	2 647	618	4 782	454	6 387	281	8 487	69	4 757
132	Mal. Cândido Rondon	6 515	116 300	38	21	96	132	1 029	3 705	1 442	10 631	2 035	27 996	1 553	44 684	253	16 997
133	Matelândia	4 544	82 049	2	1	58	80	1 580	6 214	1 431	10 687	880	12 222	414	12 106	57	4 103
134	Medianeira	4 613	75 366	54	131	108	146	823	3 084	1 091	8 210	1 379	19 465	907	25 783	139	9 263
136	Palotina	3 659	90 535	18	8	36	49	623	2 295	681	5 079	965	13 265	973	28 504	244	16 303
137	Santa Helena	5 661	80 191	18	10	86	130	1 536	5 470	1 644	11 675	1 417	19 500	765	21 754	139	9 342
138	São Miguel do Iguaçú	4 352	85 637	9	5	64	90	1 216	4 805	1 411	10 373	1 181	16 510	729	21 576	152	10 647
139	Terra Rosa	3 578	69 980	26	13	52	76	907	3 514	1 059	7 930	991	13 460	486	14 176	83	5 764
140	Toledo	9 463	180 196	59	34	136	188	1 150	7 081	2 121	15 977	2 047	28 840	1 698	50 294	392	25 839
	T O T A L	56 647	1 142 253	297	154	880	1 245	13 347	50 860	14 790	110 322	14 057	195 299	9 884	290 189	2 014	137 253

Fonte: Censo Agropecuário - FIBGE - 1975

NOME DO DE ORDEM	MESORREGIÕES, MICRORRE- GIÕES E MUNICÍPIOS	GRUPOS DE ÁREA TOTAL																ESTABELE- CIMENTOS SEM DECLARAÇÃO DE ÁREA
		100 a menos de 200		200 a menos de 500		500 a menos de 1 000		1 000 a menos de 2 000		2 000 a menos de 5 000		5 000 a menos de 10 000		10 000 a menos de 100 000		100 000 a mais		
		Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	
124	Cascavel	123	26 224	124	37 786	25	17 123	10	13 199	6	16 258	-	-	-	-	-	-	5
126	Cêu Azul	27	5 708	21	6 953	5	2 953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
129	Foz do Iguaçú	31	4 077	21	6 585	2	1 408	2	2 945	2	5 264	-	-	-	-	-	-	2
130	Guaíra	33	4 764	19	5 595	1	720	1	1 021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132	Mal. Cândido Rondon	41	5 288	8	2 554	5	3 092	1	1 210	-	-	-	-	-	-	-	-	14
133	Matelândia	22	3 243	9	2 587	4	2 539	2	2 754	3	9 922	2	15 587	-	-	-	-	80
134	Medianeira	42	5 438	6	1 742	3	2 202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61
136	Palotina	95	13 380	28	7 887	5	3 671	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
137	Santa Helena	43	5 544	9	2 623	3	1 914	-	-	1	2 577	-	-	-	-	-	-	-
138	São Miguel do Iguaçú	47	6 155	29	8 946	8	5 262	1	1 239	-	-	-	-	-	-	-	-	15
139	Terra Rosa	43	6 700	16	5 051	3	2 209	5	6 488	2	4 588	-	-	-	-	-	-	-
140	Toledo	95	12 845	50	14 661	9	6 292	4	6 350	-	-	1	5 561	1	10 234	-	-	-
	T O T A L	723	99 366	340	102 970	68	49 385	26	35 246	14	38 609	3	21 148	1	10 234	-	-	191

TABELA A7.3- GRUPOS DE ÁREA DE LAVOURAS, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS

(em ha)

NÚMERO DE ORDEM	MESORREGIÕES, MICRORREGIÕES E MUNICÍPIOS	ESTABELECIMENTOS	ESTABELECIMENTOS POR GRUPOS DE ÁREA DE LAVOURAS											
			Total	Menos de 1	1 a menos de 2	2 a menos de 5	5 a menos de 10	10 a menos de 20	20 a menos de 50	50 a menos de 100	100 a menos de 200	200 a menos de 500	500 a menos de 1 000	1 000 e mais
124	Cascavel	7 011	6 958	35	205	2 087	2 168	1 286	783	187	128	67	9	3
126	Céu Azul	3 583	3 471	26	146	1 239	1 193	622	174	40	21	10	-	-
129	Foz do Iguaçu	1 800	1 784	31	85	591	493	324	188	37	23	10	2	-
130	Guaíra	2 298	2 247	43	180	824	631	329	156	55	20	9	-	-
132	Marechal Cândido Rondon	6 515	6 482	84	211	1 411	1 993	1 725	890	141	22	4	1	-
133	Matelândia	4 544	4 435	38	86	1 882	1 571	674	146	30	4	2	1	1
134	Medianeira	4 613	4 533	129	181	1 159	1 479	1 135	377	57	15	1	-	-
136	Palotina	3 669	3 647	34	137	707	856	910	728	185	74	15	1	-
137	Santa Helena	5 661	5 654	38	219	2 027	1 742	1 027	486	83	26	6	-	-
138	São Miguel do Iguaçu	4 862	4 820	34	102	1 472	1 593	1 042	437	92	34	12	2	-
139	Terra Roxa	3 678	3 600	43	113	1 192	1 219	678	262	50	35	7	1	-
140	Toledo	8 463	8 411	134	277	2 188	2 373	1 898	1 224	219	66	28	3	1

FONTE: Censo Agropecuário - FIBGE=1975

TABELA A7.4- PROPRIEDADE , POSSE E USO TEMPORÁRIO DA TERRA

(em ha)

UNIDADE GEOGRÁFICA	EXCLUSIVAMENTE DE PROPRIETÁRIOS		DE PROPRIETÁRIOS E DE POSSEIROS			EXCLUSIVAMENTE DE POSSEIROS		COM PARCERIA		COM ARRENDAMENTO	
	Imóveis	Área Total	Imóveis	Área Reg.	Área Posse	Imóveis	Área Posse	Imóveis	Área Parc.	Imóveis	Área Arrend.
Cascavel	3 000	265 345	81	11 685	3 783	801	18 746	136	698	186	9 110
Céu Azul	1 132	53 562	45	2 921	1 404	352	6 605	99	3 181	47	1 410
Foz do Iguaçu	1 187	45 724	16	1 261	229	223	3 867	25	1 340	33	1 206
Guaíra	1 194	33 521	18	1 213	418	809	12 935	30	482	115	2 232
Marechal Cândido Rondon	6 100	114 914	44	946	275	490	5 403	187	3 789	176	3 109
Matelândia	1 284	61 074	33	2 561	503	921	14 690	63	2 802	28	176
Medianeira	2 003	66 895	77	2 346	807	840	11 841	79	1 132	75	2 096
Palotina	2 995	70 304	105	4 512	2 259	662	10 397	168	4 129	113	2 950
Santa Helena	2 078	55 231	74	2 418	1 044	2 040	22 414	90	2 403	97	2 710
São Miguel do Iguaçu	2 423	75 041	105	5 864	1 636	832	13 958	123	5 046	115	4 197
Terra Roxa	1 738	51 120	63	9 467	1 438	737	11 790	167	3 925	72	1 941
Toledo	5 196	149 191	91	3 912	1 072	936	19 682	120	7 508	147	4 192
Nova Santa Rosa	1 053	17 187	16	232	69	155	1 222	25	354	7	88

FONTE: Estatísticas Preliminares -INCRA, Recadastramento-1978

TABELA A7.5 - CENSOS ECONÔMICOS - CONDIÇÃO DO PRODUTOR - 1975

(em ha)

MESORREGIÕES, MICRORREGIÕES E MUNICÍPIOS	PROPRIETÁRIOS		ARRENDATÁRIO		PARCEIRO		OCUPANTE	
	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área	Estabele- cimentos	Área
Extremo Oeste Paranaense	55 171	1 421 122	10 479	98 578	16 459	132 885	9 024	95 794
Assis Chateaubriand	5 364	87 509	493	5 589	1 474	12 345	450	2 973
Cascavel	4 508	184 564	725	11 278	1 146	11 520	632	9 178
Céu Azul	1 672	39 967	960	7 733	743	5 702	158	1 812
Foz do Iguaçu	1 065	38 728	405	4 751	153	1 247	177	2 186
Guaíra	1 134	29 378	195	1 785	301	1 919	668	6 251
Marechal Cândido Rondon	5 303	104 070	422	4 182	565	6 370	225	1 678
Matelândia	1 846	58 588	803	5 671	1 236	8 542	659	9 247
Medianeira	2 697	54 314	276	2 723	353	3 665	1 287	14 663
Palotina	3 216	84 464	190	2 461	138	2 283	125	1 326
Santa Helena	2 695	54 601	575	4 476	776	5 988	1 615	15 125
São Miguel do Iguaçu	2 688	66 930	888	7 836	943	7 270	343	3 601
Terra Roxa	2 064	52 984	512	4 618	861	6 930	241	5 448
Toledo	6 009	159 697	1 019	11 319	973	9 390	462	3 790

FONTE: Censo Agropecuário - Paraná - FIBGE - 1975

TABELA A7.6- UTILIZAÇÃO DAS TERRAS , SEGUNDO AS MESORREGIÕES, AS MICRORREGIÕES E OS MUNICÍPIOS

(em ha)

NÚMERO DE ORDEM	MESORREGIÕES, MICRORREGIÕES E MUNICÍPIOS	TOTAL		UTILIZAÇÃO DAS TERRAS															
				LAVOURAS						PASTAGENS				Matas e Florestas				Terras Produtivas Não-Utilizadas	
		Permanentes		Temporárias		Em descanso		Naturais		Plantadas		Naturais		Plantadas					
		Estabelecimentos	Área(1)	Infor- mantes	Área	Infor- mantes	Área	Infor- mantes	Área	Infor- mantes	Área	Infor- mantes	Área	Infor- mantes	Área	Infor- mantes	Área	Infor- mantes	Área
121	Extremo-Oeste Paranaense	91 133	1 748 380	15 763	70 445	86 518	1 017 295	2 877	15 588	8 830	34 373	40 060	232 588	17 855	170 917	2 335	13 036	13 417	115 895
124	Cascavel	7 011	210 541	452	1 916	6 908	126 110	550	3 989	838	5 220	2 827	27 435	1 611	22 273	170	5 265	1 450	15 136
126	Céu Azul	3 533	55 214	495	3 530	3 276	32 588	103	525	111	462	1 097	8 937	440	4 692	20	92	182	1 337
129	Foz do Iguaçu	1 800	46 912	414	392	1 776	25 831	107	747	102	738	840	10 442	290	4 494	22	551	324	1 824
130	Guaíra	2 298	39 332	250	417	2 231	25 503	54	428	315	1 681	724	6 637	122	928	35	38	271	1 521
132	Marechal Cândido Rondon	6 515	116 300	1 061	352	6 478	83 336	178	791	649	1 416	4 332	12 265	2 684	11 110	347	250	631	2 020
133	Matelândia	4 544	82 049	863	6 433	3 844	35 235	177	878	181	2 087	1 231	13 711	508	15 453	7	57	415	4 813
134	Medianeira	4 613	75 366	752	518	4 528	47 981	375	1 192	368	989	3 029	11 119	1 731	8 155	276	205	559	1 974
136	Palotina	3 669	90 535	146	210	3 639	71 269	54	562	685	1 861	1 706	7 350	624	3 062	307	579	338	1 825
137	Santa Helena	5 661	80 191	928	1 259	5 606	57 458	256	743	269	526	2 895	7 948	1 661	6 077	29	21	778	2 609
138	São Miguel do Iguaçu	4 862	85 637	329	174	4 819	60 494	66	542	112	484	2 252	11 132	796	7 618	44	83	519	2 383
139	Terra Roxa	3 678	69 980	1 389	8 886	2 975	32 360	45	218	354	1 421	1 698	18 195	336	4 381	26	17	540	1 520
140	Toledo	8 463	184 196	1 119	4 647	8 234	121 001	149	916	780	1 838	3 888	15 893	1 881	24 443	351	1 520	1 189	6 954

FONTE: Censo Agropecuário - Paraná - FIESE - 1975

TABELA A7.7 - USO AGRÍCOLA ATUAL

MUNICÍPIOS	C U L T U R A S																	
	Algodão		Amendoim		Arroz		Feijão		Fumo		Mandioca		Milho		Soja		Trigo	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Foz do Iguaçu	-	-	28	1	50	1	300	1	300	3	860	7	6 500	4	32 000	5	17 000	3
São Miguel do Iguaçu	35	1	26	1	70	1	1 010	5	2 250	20	645	5	14 000	8	50 000	8	34 000	7
Medianeira	-	-	62	2	90	1	900	4	3 800	34	1 978	15	12 000	7	54 500	8	29 500	6
Matelândia	-	-	32	1	172	2	2 000	9	430	4	700	6	15 000	8	22 000	3	10 000	2
Céu Azul/Vera Cruz do Oeste	850	10	250	9	750	10	3 000	14	210	2	155	1	15 000	8	28 000	4	10 516	2
Cascavel	315	3	-	-	1 755	24	5 500	26	438	4	150	1	57 500	32	92 500	14	60 000	12
Toledo	800	9	100	3	100	1	3 500	17	400	3	2 700	21	25 000	14	98 000	15	82 115	17
Santa Helena	300	3	-	-	20	0	2 000	9	2 500	22	1 400	11	14 000	8	38 000	6	38 500	8
Marechal Cândido Rondon	-	-	-	-	90	1	200	1	800	7	2 872	23	10 000	6	88 000	13	69 000	14
Nova Santa Rosa	-	-	-	-	3	0	30	1	20	0	350	3	1 000	1	15 000	2	14 500	3
Palotina	-	-	-	-	15	0	200	1	100	1	250	2	3 000	2	78 000	12	78 000	16
Terra Roxa	3 000	34	1 000	35	2 700	36	2 200	10	15	0	320	3	2 000	1	33 250	5	21 000	4
Guaíra	3 600	40	1 400	48	1 675	23	370	2	3	0	300	2	2 150	1	31 900	5	27 000	6
TOTAL	8 900	100	2 890	100	7 490	100	21 210	100	11 266	100	12 680	100	177 150	100	661 150	100	491 131	100

FONTE: FIBGE - 1979

O plantio da soja - cultura principal do binômio - é feito nos meses de outubro a dezembro. Para o preparo do solo são realizadas normalmente uma aração e duas gradagens ou apenas as gradagens. O plantio é mecanizado. O controle das plantas "daninhas" é realizado através de capinas manuais ou mecânicas, o uso de herbicidas limita-se às grandes propriedades. A colheita é mecanizada e desenvolvida nos meses de fevereiro a maio.

O plantio do trigo - geralmente mecânico - efetua-se de março a maio. Como o período de tempo entre a colheita da soja e o plantio do trigo é muito curto, o preparo do solo limita-se a gradagens. Alguns agricultores realizam o plantio a lanço passando sobre a semente uma grade leve para cobri-la. A colheita é realizada de agosto a outubro.

As áreas com trigo vêm se reduzindo, pois os seus resultados não estão sendo satisfatórios, devido principalmente a:

- a) as variedades de trigo são originadas de clima temperado e, apesar de melhoradas para adaptação às condições da região, não se desenvolvem da maneira adequada;
- b) a cultura deve ser plantada no intervalo entre a colheita da soja e seu próximo plantio, e talvez esta não seja a época mais favorável ao seu desenvolvimento;
- c) as variedades de trigo utilizadas são muito suscetíveis às doenças fúngicas. A alta variedade do ar encontrada na região favorece o desenvolvimento destes, dificultando seu controle e ocasionando graves quedas de produtividade e de enquadramento de produto obtido.

Muitos dos produtores de soja vêm cultivando milho em parte de sua área, ocupando glebas exclusivamente, introduzindo-o em faixas sobre os terraços, em faixas de retenção ou mesmo em coivaras. O milho é plantado em dezembro e janeiro e colhido manualmente de março a junho. No caso de lavouras exclusivas o plantio é mecânico, e manual quando o plantio é feito em faixas.

O trigo, a soja e o milho ocupam quase a totalidade das áreas cultivadas pelos médios e grandes proprietários.

O café é encontrado nos municípios de Guaíra e Terra Roxa, onde também ocorrem a maior parte das pastagens da região.

Os pequenos proprietários dedicam-se às culturas de feijão, mandioca, algodão, amendoim e milho. As pequenas propriedades, onde o relevo é forte - ondulado ou montanhoso-ocorre a agricultura de subsistência, sem adubação e controle fitossanitário e com práticas culturais, realizados manualmente ou com utilização de tração animal. Para a manutenção da produtividade pratica-se o denominado pousio ou alqueive. A soja e o trigo estão presentes nas áreas com declividades mais suaves, geralmente arrendadas por médios e grandes produtores.

As pequenas propriedades próximas aos centros urbanos são exploradas com agricultura intensiva, e a mecanização menor que nas médias e grandes propriedades. As áreas ocupadas com café, algodão e pastagens são mais frequentes em relação às propriedades situadas em relevo mais movimentado.

7.2 PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS

O terraceamento pode ser considerado a única prática conservacionista utilizada na região. O enleiramento em nível nas

áreas recém desbravadas é pouco praticado. Algumas vezes as leiras acompanham o que seriam as linhas de nível, porém a maioria está locada morro abaixo. Práticas como faixa de retenção, rotação de culturas e manutenção de matéria orgânica são pouco adotadas (tabela A7.8).

Evidencia-se em toda a área de estudo a presença do processo erosivo. A devastação indiscriminada de florestas e a exploração intensiva dos solos sem a utilização de práticas que visem sua conservação, são os responsáveis físicos pela grande quantidade de solo erodido.

A área que apresenta práticas de conservação de solos é relativamente pequena, devido principalmente à estrutura sócio-econômica na qual está inserido o produtor, sobretudo os pequenos e médios. Alguns aspectos podem destacar-se:

- a) residência do agricultor em adotar práticas que impliquem em um aumento inicial do custo de produção;
- b) baixa capacidade de investimento;
- c) desconhecimento da importância e vantagens de utilização destas práticas, das alternativas tecnológicas existentes;
- d) insuficiente serviço de extensão;
- e) dificuldades relacionadas à obtenção de crédito.

Nas pequenas propriedades situadas nas áreas de relevo mais movimentado, o preparo do solo e os tratos culturais são realizados com tração animal. Este tipo de preparo, em comparação ao realizado por tratores, apresenta menor intensidade de mobilização do solo sem compactá-lo profundamente, favorecendo a sua conservação. Porém como na maioria dos casos este preparo é antecedido pela queima dos resíduos vegetais, os processos

TABELA A7.8 - ÁREA CONSERVADA NOS MUNICÍPIOS DAS REGIÕES DE CASCAVEL E TOLEDO-NO PERÍODO - 1976-80

(em ha)

PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS ADOPTADAS	FOZ DO IGUAÇU	S. MIGUEL IGUAÇU	MEDIA-NEIRA	MATE-LÂNDIA	CÉU AZUL	CASCAVEL	TOLEDO	SANTA HELENA	MAL.C. RONDON	N.STA. ROSA	PALOTINA	TERRA ROXA	GUATIRA	TOTAL
Sistema de Terraceamento - ha	8 540	6 370	7 088	8 530	8 626	22 323	80 161	6 567	12 436	4 337	32 530	10 737	11 828	220 073
Plantio em Nível - ha	9 055	3 347	1 360	8 775	11 079	41 457	64 784	16 151	12 493	2 340	5 032	16 770	4 025	196 668
Enleiramento em Nível - ha	3 642	1 977	111	249	367	2 159	3 415	325	391	-	-	766	-	13 402
Plantio Direto - ha	-	-	-	-	284	1 524	902	104	979	-	134	-	295	4 222
Reflorestamento Conservacionista - ha	-	-	-	12	41	88	240	288	-	-	155	-	329	1 153
Faixas de Retenção - ha	12	-	-	2 375	-	121	-	1 735	-	40	223	-	-	4 506
Manutenção de Terraços - ha	1 477	1 081	-	56	3 025	16 770	8 597	5 478	6 806	7 452	1 607	3 470	105	55 924
Manutenção da Matéria Orgânica - ha	-	-	-	200	-	13 949	4 843	1 204	719	1 265	103	640	1	22 924
Sistematização do Terreno Erodido - ha	-	-	-	50	-	5 417	-	-	34	-	565	311	-	6 377
Planejamento Conservacionista - Número de planos	-	-	2	2	-	2	49	16	16	136	154	171	-	548
Planejamento Conservacionista - Hectares	-	-	58	22	-	342	1 730	363	1 007	2 071	1 763	519	-	7 875
Rotação de Culturas - ha	-	1 701	-	-	-	-	-	4 139	784	-	-	-	-	6 624
Subsolagem - ha	-	-	80	-	567	160	9 203	6 474	997	-	335	1 576	-	19 392
Canal Escoadouro - ha	24	-	-	1 487	272	170	70	1 560	-	-	90	-	-	3 673
Área Conservada sem Repetição	13 817	9 312	7 668	10 908	15 533	93 397	80 677	24 236	30 014	9 204	37 774	20 006	15 642	368 188

FONTE: ACARPA/EMATER - Paraná

erosivos e a lixiviação dos nutrientes são também favorecidos. Como o custo dos fertilizantes é alto, o pequeno agricultor é forçado a utilizar o pousio para manter a produtividade do solo em níveis aceitáveis. Em razão disto as perdas de solo por unidade de área da propriedade são geralmente baixas, enquanto as perdas de solo por unidade de área efetivamente utilizada são altas. É evidente a ausência de práticas conservacionistas: tanto mecânicas quanto agronômicas, com exceção do plantio em nível. A devastação arbórea também é grande, com raríssimas ocorrências de matas. Os processos erosivos são geralmente intensos nestas propriedades e seus efeitos serão consideráveis a longo prazo em razão da pequena profundidade efetiva dos solos.

Nas pequenas propriedades próximas aos centros urbanos, o relevo é geralmente suave-ondulado a ondulado. As culturas plantadas são as mesmas e o manejo do solo é similar ao caso anterior. Apesar da presença esporádica de práticas conservacionistas, as perdas de solo e redução na produtividade são relativamente maiores em função do uso mais intensivo, com menor prática do pousio. Este fato é especialmente grave nos solos derivados do Arenito Caiuã, na parte norte da região.

A maioria das propriedades consideradas grandes (maiores que 50 ha) ocupam áreas de relevo privilegiado para agricultura que varia de suave-ondulado a ondulado.

A maioria destas propriedades não apresenta sistemas de conservação do solo, porém a erosão entre sulcos e a redução na produtividade não são evidentes. Isso se deve a recente ocupação da região, a baixa erodibilidade e a grande profundidade efetiva dos solos. O quadro será diferente a longo prazo.

A erosão em sulcos é evidente em grande parte da área não conservada, devido ao grande comprimento das pendentes e inadequado manejo do solo.

O preparo do solo - usualmente antecedido pela queima dos resíduos ou da vegetação - é comumente realizado por grades pesadas e/ou escarificadores seguidos de duas a quatro gradagens leves. Este preparo facilita a dispersão mecânica dos solos, e portanto, os processos naturais de dispersão e transporte do solo pela água.

As gradagens ocasionam a formação de uma camada sub-superficial compactada que restringe a permeabilidade e, consequentemente, a infiltração da água no solo. Assim, o volume da água de escoamento superficial e seu poder erosivo são aumentados. Outro fator agravante da erosão é o preparo e o plantio realizados sem seguir as linhas em nível.

Uma parte pequena, porém representativa, das grandes propriedades apresenta sistemas de terraços, única prática conservacionista empregada na região. Estas propriedades concentram-se em maior número na porção nordeste da região. Os terraços de drenagem (com gradiente) ocorrem em maior número.

Praticamente todos os terraços têm baixa eficácia no transporte ou retenção da água de escoamento superficial, por três razões:

- a) a área da secção transversal do canal é menor que a recomendada e o espaçamento entre terraços, é maior, como maneira de reduzir os custos de implantação;
- b) a ausência quase total de manutenção periódica, providência essencial em práticas mecânicas de conservação;
- c) um manejo do solo que provoca a formação de grandes

volumes de água e a de escoamento superficial.¹

Fato que atrai a atenção em toda a região é a ausência de canais devidamente protegidos para o escoamento das águas das estradas e caminhos e também dos terraços de drenagem. É comum observar sulcos profundos e vossorocas nos pontos da paisagem onde ocorre o escoamento da água das estradas, e nas divisas das propriedades para onde é direcionada a água dos terraços.

7.3 PADRÕES DE USO AGRÍCOLA ATUAL

Para melhor analisar a agricultura regional sobretudo na sua distribuição espacial, foram delimitados e caracterizados no território, padrões de uso do solo, com base nos foto-índices do ano de 1980.

Esses padrões são conformados por unidades homogêneas de resposta espectral no fotoíndice. A essa informação básica, acrescentou-se a informação censitária (1975 e 1979) e foi feita uma viagem de campo, afim de avaliar os limites e as caracterizações realizadas no gabinete.*

Assim, foram delimitados seis padrões de uso e quatro tamanhos de propriedades.

7.3.1 Uso

- a) áreas urbanas;
- b) agricultura intensiva com obras de conservação do solo;
- c) agricultura intensiva sem obras de conservação do solo;

* Ver mapas, v.III.

¹Ver valores de análise de solo comparativos de várias regiões do Estado. Estes valores indicam graus de erosão do solo. Anexo 9.

- d) áreas de agricultura extensiva, áreas de relevo movimentado e várzeas;
- e) áreas com matas.

7.3.2 Tamanho

- a) áreas menores que 10 ha;
- b) áreas entre 10 e 50 ha;
- c) áreas maiores que 50 ha;
- d) áreas de várzea ou de relevo movimentado, onde o tamanho das propriedades não é facilmente identificável.

Os resultados de fotointerpretação indicam que: a maioria das áreas com matas ainda encontradas são de dimensões reduzidas. Nos municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon, São Miguel do Iguaçu, Terra Roxa, Toledo, Medianeira e Matelândia, verifica-se a presença de algumas áreas de mata maiores que 100 ha.

Lavouras de soja e milho são encontradas em toda a região tanto nas grandes e médias propriedades como nas pequenas. O trigo só não é encontrado nas pequenas propriedades em relevo movimentado. O café é encontrado nos municípios de Guaíra e Terra Roxa em propriedades médias e pequenas. Culturas como feijão, amendoim, mandioca e algodão são encontradas quase exclusivamente em pequenas propriedades. A maior parte das pastagens está presente nos municípios de Guaíra e Terra Roxa em propriedades pequenas e médias. Esporadicamente são encontradas culturas de fumo e arroz, estas estão em propriedades médias e grandes, o fumo principalmente nos municípios de Santa Helena, Medianeira e São Miguel do Iguaçu e o arroz nos municípios de Terra Roxa, Guaíra e Céu Azul.

Como demonstra a tabela A7.9, elaborada a partir de medições efetuadas sobre os mapeamentos dos fotoíndices, 73% das áreas terraceadas encontram-se nos municípios de Toledo, Cascavel, Marechal Cândido Rondon e Guaíra, sendo que apenas 13% do total de área estudada possui obras de conservação de solos.

TABELA A7.9.-OBRAS DE CONTROLE DE EROSAO E MATAS NA REGIÃO POR MUNICÍPIO

MUNICÍPIO	ÁREA TOTAL (ha)*	REGIÃO ESTUDADA		ÁREA TERRACEADA		ÁREA COM MATA	
		ha	% Sobre o Município	ha	% Sobre a Região estudada	ha	% sobre a Região estudada
Foz do Iguaçu	90 900	49 500	53	1 874	4	920	2
São Miguel do Iguaçu	123 700	80 320	65	3 159	4	3 761	5
Medianeira	91 800	75 300	82	1 443	2	5 654	7
Matelândia	107 500	52 440	49	2 019	4	4 960	9
Céu Azul/Vera Cruz do Oeste	150 500	61 840	41	9 427	15	3 046	5
Cascavel	290 100	29 400	10	19 913	68	1 970	7
Toledo	209 200	181 860	87	42 031	23	14 139	8
Santa Helena	141 800	141 800	100	5 839	4	5 083	4
Marechal Cândido Rondon	120 600	120 600	100	10 655	9	7 872	6
Nova Santa Rosa	25 000	19 050	76	952	5	1 052	5
Palotina	107 900	5 620	5	312	6	70	1
Terra Roxa	86 600	28 810	33	5 569	19	897	3
Guaíra	51 700	41 430	80	8 370	20	372	1
TOTAL		886 970		111 563	13	49 796	6

FONTE: Fundação IPARDES - 1980

A nível de Bacias Hidrográficas, 80% das áreas terraceadas encontram-se nas Bacias do Rio São Francisco Falso, do Rio São Francisco Verdadeiro e do Arroio Guaçu (tabela A7.13).

Quase a totalidade das propriedades que apresentam obras de conservação de solos são grandes e médias, utilizadas com o binômio soja-trigo e milho.

Na maior parte da área em estudo encontram-se propriedades de 10 ha a 50 ha. Na parte estudada dos municípios de Cascavel, Palotina e ao sul de Terra Roxa, no centro e a leste do município de Toledo predominam as grandes propriedades (maiores que 50 ha). Nos municípios Céu Azul e Guaíra situam-se as propriedades de 10 ha a 50 ha. As propriedades

menores que 10 ha concentram-se nas proximidades das cidades e em áreas movimentadas.

TABELA A7.10 - OBRAS DE CONTROLE DE EROSIÃO E MATAS, NA REGIÃO POR BACIA HIDROGRÁFICA

BACIA	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA TERRACEADA		ÁREA COM MATO	
		ha	% Sobre Total	ha	% Sobre Total
Rio Tatuí	29 360	5 852	20	489	2
Rio Capivari	5 980	1 093	18	36	1
Arroio Zororô	10 250	2 304	22	96	1
Arroio Solamanca	3 530	476	13	-	0
Arroio Guaçu	118 350	16 895	14	4 130	3
Sanga três Irmãos	2 100	23	1	77	4
Rio Bemonte	11 960	1 227	10	698	6
Lageado São Cristovão	3 620	228	6	247	7
Ilageado Apepú	4 150	116	3	175	4
Rio Branco	7 730	333	4	495	6
São Francisco Verdadeiro	214 410	56 116	26	19 029	9
Nome Desconhecido	9 660	281	3	475	5
São Francisco Falso	170 300	15 722	9	13 008	8
Arroio dois Irmãos	8 950	942	10	175	2
Rio São Vicente Chico	4 580	622	14	-	0
Rio São Vicente	41 770	1 218	3	2 856	7
Arroio Itacorã	2 200	79	4	7	0
Arroio Itavomi	3 120	318	10	20	1
Rio Ocoí	92 830	2 964	3	6 692	7
Arroio Jacutinga	2 770	16	96	-	0
Rio Taguapetingaí	2 660	472	18	-	0
Rio Passo Cuê	29 640	1 651	6	801	3
Rio Guabiroba	7 510	528	7	37	1
Rio Bela Bista	5 900	141	2	70	1
Pequenas Bacias	93 640	1 946	2	183	0
TOTAL	886 970	111 563	13	49 796	6

FONTE: Fundação IPARDES 1980

Muitas das propriedades pequenas e médias têm forma retangular, o lado maior é 3 a 5 vezes mais longo e situa-se em favor da declividade. Muitas destas propriedades estendem-se do divisor de águas (estradas) até a margem dos rios.

As tabelas A7.9 e A7.10, apresentam os resultados da fotointerpretação, no que diz respeito às obras de conservação.

Essa informação junto à da ACARPA, sobre o

mesmo tema, constitui-se em uma fonte importante para realizar uma análise dos resultados dos programas de conservação do solo e controle de erosão. Inclusive, servem de insumos para a montagem de um método de trabalho que pode ser extrapolado ao resto do Estado.

7.4 TIPOLOGIA DE AGROECOSSISTEMAS

Com o objetivo de desagregar as normas de manejo para a conservação do solo nos estabelecimentos agrícolas da região, estabeleceu-se uma tipologia de agroecossistemas, com base em elementos naturais e antrópicos.

Para isso foram considerados os seguintes parâmetros e intervalos:

- a) Geologia;
 - i) Basalto;
 - ii) Arenito Caiuã;
 - iii) Sedimentos Quaternários (planícies aluviais).
- b) Solos;
 - i) Latossolo Roxo;
 - ii) Terra Roxa Estruturada;
 - iii) Podzólico Vermelho Amarelo;
 - iv) Hidromórficos;
 - v) Cambissolos, Terra Roxa Estruturada fase rasa, Litólicos.
- c) Relevo
 - i) áreas inundáveis;
 - ii) declividades menores que 3%, em áreas não inundáveis;
 - iii) declividades entre 3% e 10%;

- iv) declividades entre 10% e 20%;
- v) declividades entre 20% e 45%;
- vi) declividades maiores que 45%.

d) Impacto Climático

- i) áreas sujeitas a uma modificação no clima local pelo reservatório (aumento de umidade);
- ii) áreas não sujeitas a uma modificação;

e) Uso e Conservação do Solo

- i) agricultura intensiva, com práticas conservacionistas;
- ii) agricultura intensiva, sem práticas conservacionistas;
- iii) agricultura extensiva;
- iv) pecuária extensiva;

f) Tamanho da Propriedade

- i) propriedades menores que 10 ha;
- ii) propriedades de 10 ha a 50 ha;
- iii) propriedades maiores que 50 ha.

As combinações entre esses elementos resultam em um elevado número de tipos de agroecossistemas. Para contornar isto, foram estabelecidos uma série de simplificações.

As situações conflitivas foram descartadas: solos hidromórficos com declividades entre 20% e 45%; pecuária extensiva em propriedades menores que 10 ha; etc.

Os solos foram divididos em três grandes grupos: solos profundos, não-inundáveis; solos rasos não-inundáveis e solos inundáveis. Por sua vez, estas categorias foram relacionadas com base geológica e de relevo.

No que diz respeito ao impacto climático do reser-

vatório e decorrentemente, da aparição de pragas e doenças na área agrícola, este parâmetro não foi utilizado para estabelecer a tipologia. Considera-se que quanto ao manejo dos agroecossistemas atingidos, não se dispõem de dados suficientes para estabelecer uma projeção com base firme. A recomendação óbvia é estabelecer esquemas e procedimentos de observação sistemática em cada bacia e em cada agroecossistema.

Assim, foram desagregados 13 tipos de agroecossistemas, detalhados no quadro A7.1 a seguir. A situação no espaço, regional pode estabelecer-se a partir dos mapas de uso, tamanho de propriedade e declividade.

QUADRO A7.1 - TIPOLOGIA DE AGROECOSSISTEMA

1 USO ATUAL: AGRICULTURA INTENSIVA

1.1 BASE GEOLÓGICA: BASALTO

1.1.1 Solo/declividades; Latossolo Roxo de 3% a 10%

1.1.1.1 Propriedades maiores que 50 ha (I)

1.1.1.2 Propriedades menores que 50 ha (II)

1.1.2 Solo/declividades: Terra Roxa Estruturada de 10% a 20%

1.1.2.1 Propriedades maiores que 50 ha (III)

1.1.2.2 Propriedades menores que 50 ha (IV)

1.2 BASE GEOLÓGICA: ARENITO CAIUÁ

1.2.1 Solo/declividades: Podzólico Vermelho Amarelo de 3% a 10%

1.2.1.1 Propriedades maiores que 50 ha (V)

1.2.1.2 Propriedades menores que 50 ha (VI)

1.2.2 Solo/declividades: Podzólico Vermelho Amarelo de 10% a 20%

2 USO ATUAL: AGRICULTURA EXTENSIVA

2.1 BASE GEOLÓGICA: BASALTO

2.1.1 Solo/declividades: Terra Roxa Estrutura de 10% a 20%

2.1.1.1 Propriedades menores que 10 ha (VII)

2.1.2 Solo/declividades: Cambissolo, Terra Roxa Estruturada fase rasa, Litólico de 20% a 45%

2.1.2.1 Propriedades menores que 50 ha (VIII)

2.1.3 Solo/declividades: Litólico/menores que 45%

2.1.3.1 Propriedades menores que 10 ha (IX)

2.2 BASE GEOLÓGICA: ARENITO CAIUÁ

2.2.1 Solo/declividades: Podzólico Vermelho Amarelo de 10% a 20%

2.2.1.1 Propriedades menores que 50 ha (X)

2.3 BASE GEOLÓGICA: SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS (PLANÍCIES ALUVIAIS)

2.3.1 Solo/declividades: Hidromórficos/menores que 3% (XI)

3 USO ATUAL: PASTAGENS (XII)

ANEXO 8 - ECOLOGIA REGIONAL

A região em estudo situa-se no Sudoeste do Estado do Paraná. Segundo a divisão das Regiões Geográficas Naturais¹ está compreendida no Terceiro Planalto ou Planalto de Trapp do Paraná e mais especificamente no Extremo-Oeste do bloco meridional (Planalto de Guarapuava—mapa esquemático A8.1).

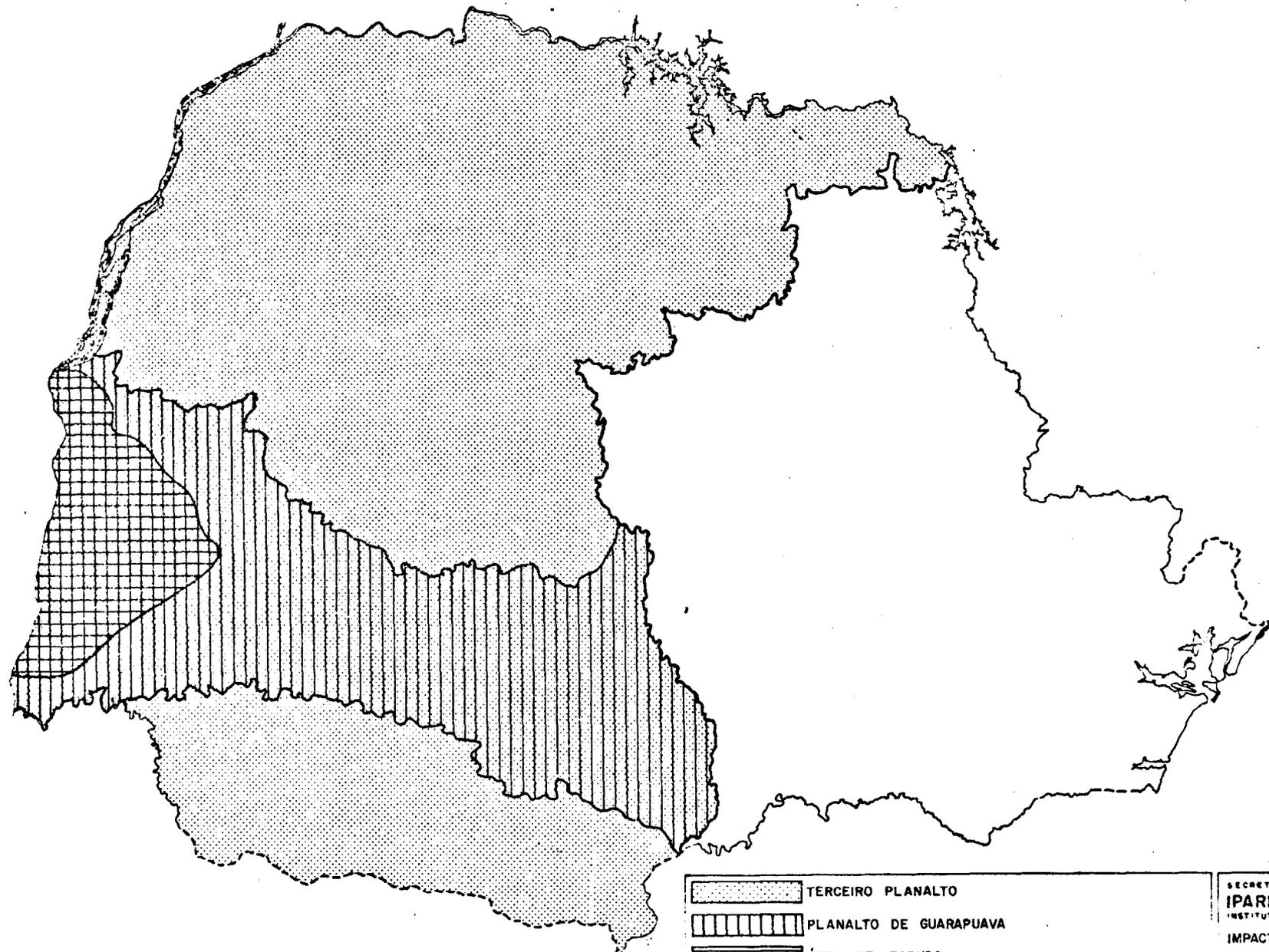
O clima da região é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen. Caracteriza-se pelo clima subtropical úmido mesotérmico, com verão quente, sem estação seca, de inverno definido e geadas pouco frequentes. Apenas uma pequena área próxima de Cascavel é do tipo Cfb, subtropical úmido mesotérmico, com verão ameno, sem estação seca e com geadas severas frequentes.

O Planalto de Guarapuava,² situado entre os rios Piquiri e Iguaçu, possui no ponto mais alto da escarpa 1 250m declinando para 350m nas Serras do Boi Preto e São Francisco. Já nas bordas do "canyon" do rio Paraná a altitude é de 197m, estando a base deste apenas a 50m sobre o nível do mar, aproximadamente. Na área de estudo as altitudes maiores registram-se nas proximidades da cidade de Cascavel e declinam-se para Sudoeste, Oeste e Nordeste.*

*Ver Mapa 1 - Hipsométrico - v.III...

¹MAAK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba, BADEP, 1968. 350p.

²Ibid.



- TERCEIRO PLANALTO
- PLANALTO DE GUARAPUAVA
- ÁREA DE ESTUDO

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO
IPARDES FUNDAÇÃO
INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL
IMPACTO AMBIENTAL DE ITAIPU

MAPA ESQUEMÁTICO DE REGIÕES
GEOGRÁFICAS NATURAIS DO ES-
TADO DO PARANÁ

A 8.1

FONTE: R. MAACK 1968

CURITIBA - PARANÁ

De acordo com a subdivisão geomórfica realizada por esta Fundação,³ com base nas imagens de satélite, a área situa-se no Sul da sub-região Noroeste, Região dos Derrames Basálticos do Terceiro Planalto (mapa esquemático A8.2).

Essa sub-região está caracterizada em conjunto por um relevo suave-ondulado, formas convexas de interflúvios, densidade de drenagem baixa e subsidiariamente média. Os solos predominantes são os Latossolos e os solos com Horizonte B textural, todos de textura argilosa.

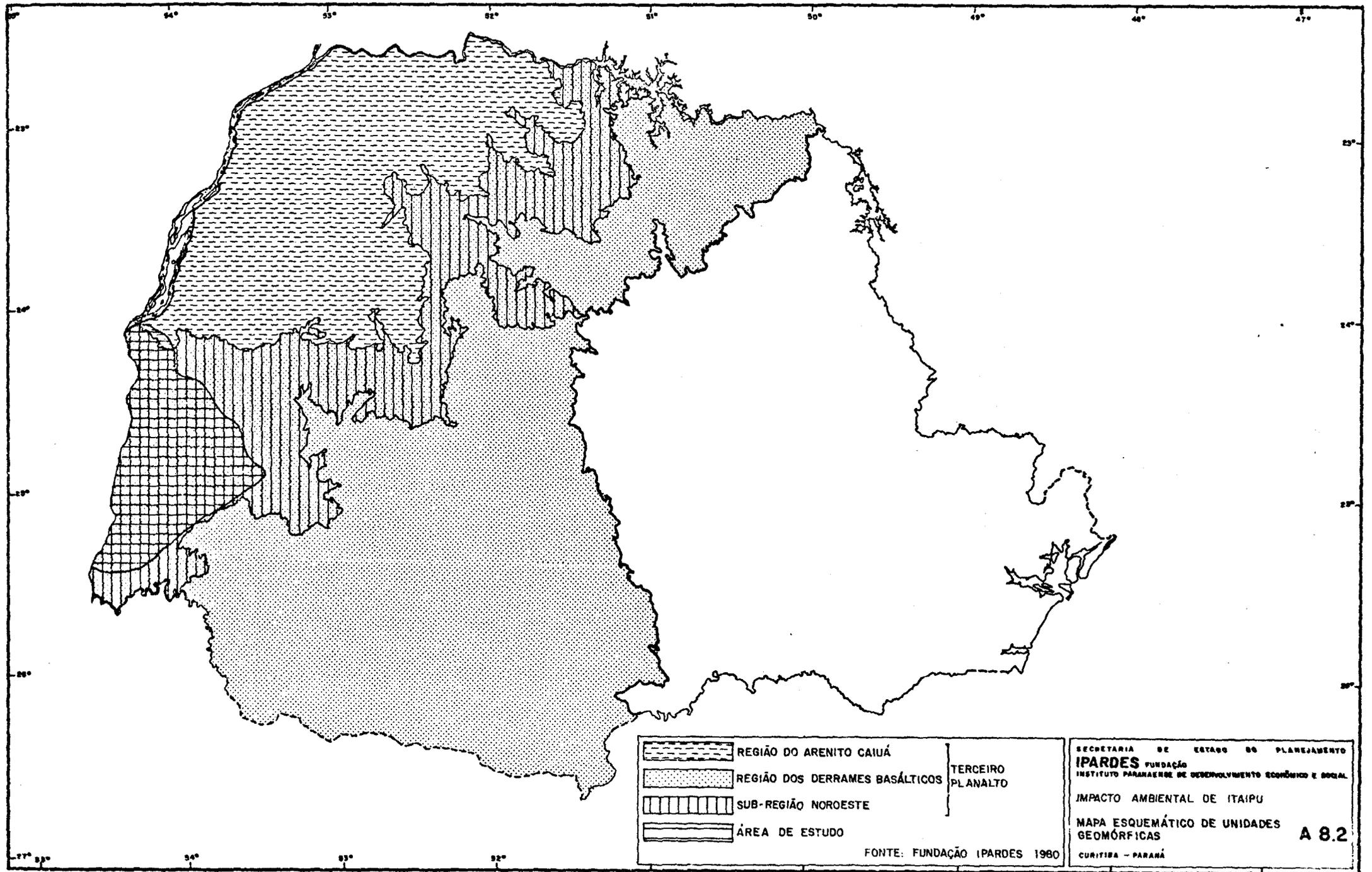
Uma pequena porção da área localizada no Extremo-Norte corresponde à Região do Arenito Caiuá. Caracterizada por um relevo plano e suave-ondulado, com extensos interflúvios convexos e densidade de drenagem média a baixa. Os solos da região são Latossolos e solos com Horizonte B textural, de textura média a arenosa.

Estas grandes unidades regionais apresentam às vezes heterogeneidades internas, o que permite a sua subdivisão em unidades menores que foram denominadas Unidades Ambientais Naturais (mapa esquemático A8.3). Assim, nesta nova classificação, a área estudada ocupa total ou parcialmente as Unidades Ambientais Naturais: 22, 28, 32 a e b e 33 cujas principais características são indicadas no quadro A8.1 .

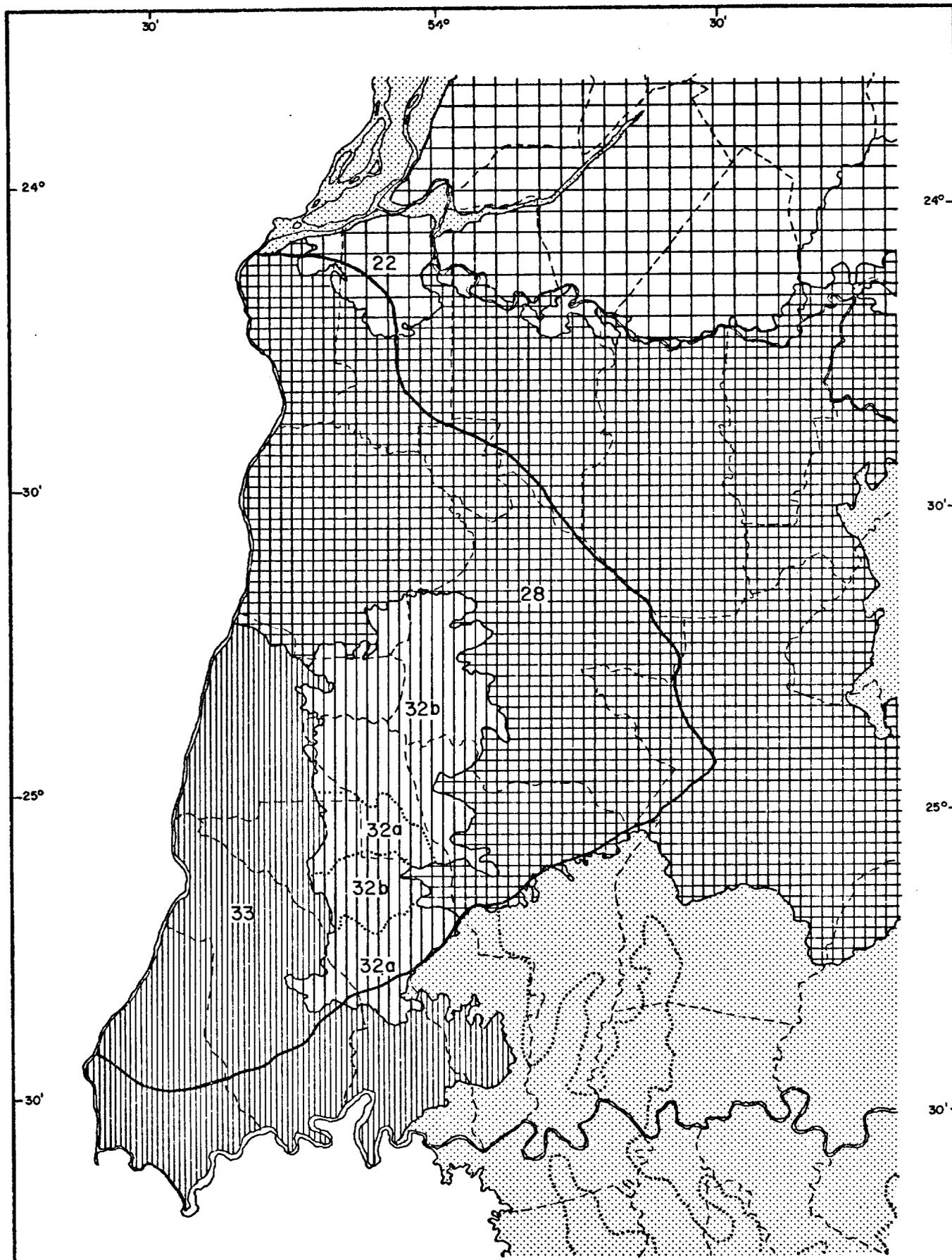
³ FUNDAÇÃO IPARDES. Geoformas e uso agrícola atual - análise através de imagem de satélite. Curitiba, 1980. 2v.

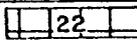
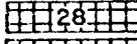
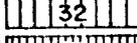
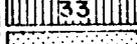
⁴ Op. cit. nota 3.

⁵ FUNDAÇÃO IPARDES. Diagnóstico agroecológico de uso agropecuário atual. Curitiba, 1980. (em atualização).



SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO
IPARDES FUNDAÇÃO
 INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL
 IMPACTO AMBIENTAL DE ITAIPU
 MAPA ESQUEMÁTICO DE UNIDADES GEOMÓRFICAS
 A 8.2
 CURITIBA - PARANÁ



	22	U.A.N. SUL DO ARENITO CAIUÁ
	28	U.A.N. DE CASCAVEL
	32	U.A.N. DE MEDIANEIRA
	33	U.A.N. DE FOZ DO IGUAÇU
		OUTRAS UNIDADES

FONTE: FUNDAÇÃO IPARDES

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO
IPARDES FUNDAÇÃO
 INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL
 IMPACTO AMBIENTAL DE ITAIPU
 MAPA ESQUEMÁTICO DE UNIDADES AMBIENTAIS NATURAIS **A 8.3**
 CURITIBA - PARANÁ

QUADRO A8.1 - CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES AMBIENTAIS NATURAIS

UNIDADE AMBIENTAL NATURAL	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	RELEVO				SOLOS		CLIMA				
			Forma de Interflúvio	Drenagem		Declividades (%)	Altitudes (em metros)	Classificação	Fertilidade	Classificação (Segundo Köppen)	Índice Hídrico (Segundo Thornthwaite)	Balanço Hídrico Anual - Excessos e déficits	Geadas
				Densidade	Intensidade de Aprofundamento								
22. SUL DO ARENITO CAIUÁ		Arenitos (Fm Caiuá)	CONVEXA	MEDIANA baixa	FRACA	< 20	300 a 1100	COM B TEXTURAL, com B latossólico	DISTRÓFICO eutrófico	Cfa	SEMI-ÚMIDO (Subúmido)	+ 100 a 500 (- 10)	POUCO FREQUENTES
28. CASCAVEL		Basaltos	CONVEXA	BAIXA mediana	MUITO FRACA fraca	< 20	200 a 1100	COM B LATOSSÓLICO	EUTRÓFICO	Cfa	SUPERÚMIDO E SEMI-ÚMIDO	+ 500 a 800 (- 5)	POUCO FREQUENTES
32. MEDIANEIRA	a b	Basaltos	TABULAR	MEDIANA E ALTA	FRACA E MEDIANA	< 20 20 a 45 (< 20)	300 a 500	COM B TEXTURAL, litólico	EUTRÓFICO	Cfa	SUPERÚMIDO SUPERÚMIDO	+ 700 a 950 + 650 a 900	POUCO FREQUENTES
33. FOZ DO IGUAÇU		Basaltos	CONVEXA	MEDIANA	MUITO FRACA	< 20	200 a 400	COM B TEXTURAL, COM B LATOSSÓLICO	EUTRÓFICO distrófico	Cfa	SEMI-ÚMIDO úmido	500 a 800	POUCO FREQUENTES

FONTE: Fundação IPARDES-1980

ANEXO 9 - SOLOS

Na análise dos solos deu-se relevância à fertilidade e a suscetibilidade à erosão hídrica. Esta última propriedade é fundamental para a avaliação do impacto da agricultura regional no lago de Itaipu.

O aspecto da erosão não deve ser observado só sob a perspectiva do assoreamento do lago. Um aspecto de fundamental importância para os interesses estaduais, e/em especial para o setor Primário, é a perda do solo agrícola. Neste sentido a análise do processo de erosão dos solos da região, bem como as normas de manejo elaboradas, objetivam minimizar a perda do solo agrícola, com os efeitos positivos na estrutura sócio-econômica do Estado. Decorrentemente, também ataca-se em suas origens, de forma eficiente e econômica, a problemática do possível assoreamento do lago de Itaipu.

A nível de grande Grupo de Solo, segundo informação edáfica existente,¹ as categorias que predominam na região são:*

*Segundo às normas e classificações adotadas pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da EMBRAPA.

¹EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento de solos do oeste do Estado do Paraná; informe preliminar. Curitiba, 1975. 82p. (Boletim técnico).

_____. Levantamento de reconhecimento de solos do sudoeste do Estado do Paraná; informe preliminar. Curitiba, 1975. 82p. (Boletim técnico, 44).

- a) **Latossolo** - Nesta classe enquadram-se os solos que apresentam B Latossólico não hidromórficos,² ou "Oxic Horizon"³ da atual classificação americana;
- b) **Terra Roxa Estruturada** - Compreende solos com B textural⁴ ou "argillic horizon"⁵ não hidromórficos, com argila de baixa capacidade de troca de cátions, derivados de rochas básicas e com baixa relação textural B/A;
- c) **Podzólico Vermelho Amarelo** - Enquadram-se os solos com B textural⁶ com "argillic horizon",⁷ não hidromórficos, com argila de baixa capacidade de troca de cátions;
- d) **Cambissolo** - São solos com horizonte B câmbico ou "cambic horizon"⁸, não hidromórficos. São solos com certo grau de evolução, porém não suficiente para meteorizar completamente os minerais primários, de fácil intemperização. Não possuem acumulação significativa de óxidos de ferro, humus e argilas, que permitam identificá-los com B textural ou B Podzol;
- e) **Solos Litólicos** - São solos rasos, que apresentam o horizonte A assentado diretamente sobre a rocha ma-

² COMISSÃO DE SOLOS DA CNEPA. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1960. (Boletim n. 12).

³ SOIL SURVEY STAFF. Soil classification; a comprehensive system (7 th approximation) Washington, U.S.D.A. Soil Conservation Service, 1960.

SOIL SURVEY STAFF. Supplement to Soil Classification System (7th approximation) Washington, U.S.D.A. Soil Conservation Service, 1967.

⁴ Ibid

⁵ Ibid

⁶ Ibid

⁷ Ibid

⁸ Ibid.

triz, ou mesmo um horizonte C de pequena espessura - existem casos em que ocorre um horizonte B - em início de formação;

- c) Solos Hidromórficos - São solos em cuja formação o encharcamento permanente ou por longos períodos, desempenha papel preponderante, determinando o desenvolvimento de um horizonte gley, próximo à superfície, caracterizada pelas cores cinzentas e mosqueamento, ocasionado pelas condições de oxi-redução devidas às flutuações do lençol freático.

9.1 SOLOS, GEOLOGIA E RELEVO

O material originário da maioria dos solos da região, provem das rochas eruptivas básicas predominantemente basaltos que correspondem à Formação Serra Geral.

São exceções os solos derivados do arenito da Formação Caiuã, que ocupam reduzido espaço no Extremo-Norte da região. Entre ambos os solos existe uma faixa de transição onde os derivados de rochas basálticas apresentam um aporte significativo de matérias provenientes do arenito, sobre tudo no horizonte A. Os solos originados a partir das rochas básicas são de textura argilosa, com elevados teores de minerais pesados (de ferro, manganês e titânio) e os originados a partir do arenito possuem baixos teores de argila.

Nas várzeas ocorrem solos Hidromórficos e Orgânicos, originados a partir de sedimentos de textura variada do Quaternário

Estas diferenças quanto ao material originário são fundamentais quando considerados a fertilidade e a suscetibilidade à erosão dos solos da região.

Um outro fator na diferenciação dos solos é o relevo.

Nas áreas de relevo plano, inundáveis ou não, os solos são: aluviais, hidromórficos, orgânicos e Areias Quartzozas.

Nas áreas de relevo suave-ondulado com material originário basáltico, predomina o Latossolo Roxo sobretudo nas partes altas do relevo, com inclusões de Terra Roxa Estruturada. À medida que o relevo torna-se mais movimentado diminui a ocorrência de Latossolo Roxo e aumenta a de Terra Roxa Estruturada.

Quando o material originário é o arenito, predominam o Latossolo Vermelho Escuro e Podzólico Vermelho Amarelo que com o aumento das declividades diminui a ocorrência desse último.

No relevo forte-ondulado ocorre a Terra Roxa Estruturada, junto ao Cambissolo e solos Litólico.

No relevo montanhoso predominam o solo Litólico com inclusões de Cambissolo e a presença de Afloramentos de Rocha.

9.1.1 Latossolos

São solos muito profundos, de alta porosidade, com horizontes (A, B e C) de difícil diferenciação e de textura argilosa. Apresentam valores de pH entre 7.0 e 5.0, com teores adequados de matéria orgânica nos horizontes superficiais. A fertilidade varia segundo seu caráter eutrófico (média a alta fertilidade), ou distrófico (menor fertilidade e maior acidez) e o aumento do alumínio trocável, prejudicial para os vegetais (ver quadro A9.1 e A9.2).

QUADRO A9.1 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA, RELAÇÃO SILTE/ARGILA E RELAÇÃO TEXTURAL DE LATOSSOLO ROXO EUTRÓFICO COM A MODERADA TEXTURA ARGILOSA FASE FLORESTA TROPICAL PERENIFOLIA RELEVO SUAVE ONDULADO

PERFIL Nº	HORIZONTES	PROFUNDIDADE (cm)	% AREIA	% SILTE	% ARGILA	SILTE/ARGILA
1	Ap	0 - 19	11,2	17,2	71,6	0,24
	A ₃	19 - 30	11,2	15,2	73,6	0,20
	B ₁	30 - 74	9,2	11,2	79,6	0,14
	B ₂	74 - 118 ⁺	9,2	9,2	81,6	0,11
2	Ap	0 - 17	13,2	13,2	67,6	0,19
	A ₃	17 - 29	7,2	9,2	83,6	0,11
	B ₂₁	29 - 58	7,2	7,2	85,6	0,08
	B ₂₂	58 - 150 ⁺	19,2	5,2	75,6	0,06

RELAÇÃO TEXTURAL: Perfil 1 = 0,8
Perfil 2 = 0,9

FONTE: SANTOS FILHO, A. & TOURINHO, L.C.M. Levantamento de solos da região de influência de Itaipu. /s.L./ Consórcio para Estudos do Meio Ambiente-COMAN, 1979.

QUADRO A9.2 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE DOIS PERFIS (1 e 2) DE LATOSSOLO ROXO EUTRÓFICO COM A MODERADA TEXTURA ARGILOSA FASE FLORESTAL TROPICAL PERENIFOLIA RELEVO SUAVE ONDULADO:

PERFIL Nº	HORIZONTES	pH (H ₂ O)	MATÉRIA ORGÂNICA (%)	P (ppm)	e.mg/100 g TFSA						V %	CTC*
					Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	K ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	CTC		
1	Ap	6,5	3,99	4	13,0	0,5	13,5	0,0	2,7	16,2	83	22,6
	A ₃	6,9	3,89	2	12,0	0,3	12,3	0,0	2,6	14,9	82	20,2
	B ₁	7,1	1,16	3	7,9	0,0	7,9	0,0	1,5	9,4	84	11,8
	B ₂	7,0	0,81	3	8,1	0,0	8,1	0,0	1,3	9,4	86	11,5
2	Ap	6,4	6,49	12	9,8	0,5	10,3	0,0	2,7	13,0	79	19,2
	A ₃	5,5	1,84	1	5,4	0,5	5,9	0,1	3,7	9,7	60	11,6
	B ₂₁	5,4	1,02	2	4,7	0,3	5,0	0,2	3,2	8,4	92	9,8
	B ₂₂	5,3	0,68	2	5,0	0,0	5,0	0,6	3,0	8,6	59	11,3

FONTE: Santos, A. Filho, e Tourinho L.C.M. / COMAN. Levantamento de solos da região de influência de Itaipu. /s.L./ Consórcio para Estudos do Meio Ambiente. COMAN, 1978

*e.mg/100 g de argila

TFSA= terra fina seca ao ar

A composição predominante destes solos são as seguintes:

Argila = 66% a 81%

Areia = 8% a 18%

Matéria orgânica = 3,6% a 6,5%

Sesquióxidos de ferro = 21% a 30%

Sesquióxidos de alumínio = 23% a 27%

As características e propriedades conferem a estes solos uma resistência relativamente alta aos processos erosivos. Os altos teores de argila, que é um agente cimentante de unidades estruturais, dão aos solos um alto grau de agregação, dificultando o transporte do solo, pela maior energia requerida para a dispersão dos agregados.

Existem amplas evidências que os sesquióxidos, particularmente os de ferro, conferem grande resistência aos agregados, tanto ao molhamento⁹ quanto ao impacto das gotas de chuva.¹⁰ A matéria orgânica, especialmente o humus, também concede alta estabilidade aos agregados.¹¹

A resistência destes solos ao impacto das gotas de chuva é relativamente alta em condições naturais. Assim, os efeitos da erosão entre sulcos devem ser pequenos, minorando também pela grande profundidade efetiva. O manejo dado ao solo

⁹QUIRQ, J.P. Some physycal-chemical aspects of soil structure stably - a review. In: EMERSON, W.W. et alii. Modification of soil structure. London, J. Wuley, 1978.

VAN WAMBEKE, A. Management properties of terrassols. FAO Soils Bulletin, Rome, (23) 1974.

¹⁰VAN WAMBEKE, A. Op. cit.

¹¹QUIRQ, J. P. Op. cit.

pode alterar esse aspecto.

Em condições naturais, os latossolos têm boa permeabilidade. Esta propriedade, aliada à boa estabilidade dos agregados superficiais, resulta em altas velocidades de infiltração. Em consequência, o volume de água que escorre na superfície é relativamente pequeno. Também neste caso, o manejo dado ao solo pode ter influência negativa marcante; pesquisas realizadas em Londrina (Fundação Instituto Agronômico do Paraná, 1978) indicam uma erodibilidade preliminar para o Latossolo Roxo distrófico de 0,15 (uso recente) e 0,38 (uso antigo).

9.1.2 Terra Roxa Estruturada

São solos muito profundos com horizonte B textural e ocorrem em terrenos mais movimentados (ondulado) que os Latossolos.

A acidez varia no perfil, entre pH 5.0 e pH 7.0, possui abundância de minerais pesados (de ferro, manganês e titânio) e nos horizontes superficiais há concentração de matéria orgânica, diminuindo com a profundidade. As Terras Roxas Estruturadas de caráter eutrófico possuem uma fertilidade agrícola muito boa, com a exceção de baixos teores de fósforo e às vezes de potássio (ver quadro A9.3 e A9.4).

QUADRO A9.3 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA, RELAÇÃO SILTE/ARGILA E RELAÇÃO TEXTURAL DE TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA COM A MODERADO TEXTURA ARGILOSA FASE FLORESTA TROPICAL PERENIFOLIA RELEVO ONDULADO

HORIZONTES	PROFUNDIDADE (cm)	% AREIA	% SILTE	% ARGILA	SILTE/ARGILA
Ap	0 - 10	15,6	20,4	64,0	0,33
A ₃	10 - 27	17,6	23,6	58,8	0,40
B _{1t}	27 - 42	11,6	11,6	76,8	0,14
B _{2t}	42 - 104 ⁺	9,6	7,6	82,8	0,09

RELAÇÃO TEXTURAL: 1,2

FONTE: Santos, A. Filho, e Tourinho L.C.M. Levantamento de solos da região de influência de Itaipu. /s.L./ Consórcio para Estudos do Meio Ambiente - COMAN, 1979

QUADRO A9.4 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA TERRA ROXA ESTRUTURADA EUTRÓFICA COM A MODERADO TEXTURA ARGILOSA FASE FLORESTA TROPICAL PERENIFOLIA RELEVO ONDULADO

HORIZONTES	pH (H ₂ O)	MATÉRIA ORGÂNICA (%)	P (ppm)	e.mg/100g TFSA						V %	CTC*
				Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	K ⁺	S	Al ⁺⁺	H ⁺	CTC		
Ap	6,4	4,75	3	12,0	0,5	12,5	0,0	3,0	15,5	80	24,3
A ₃	6,5	2,80	2	8,8	0,5	9,3	0,0	2,4	11,7	79	19,8
B _{1t}	7,0	1,40	2	7,2	0,0	7,2	0,0	1,5	8,7	82	11,3
B _{2t}	5,1	0,92	1	4,1	0,0	4,1	0,6	3,4	8,1	50	9,7

FONTE: Santos, A. Filho, e Tourinho L.C.M. Levantamento de solos da região de influência de Itaipu. / s.L./ Consórcio para Estudos do Meio Ambiente - COMAN, 1979

* e.mg/100g de argila

TFSA=Terre fine sece ao ar

Areia - 12% a 16%

Matéria orgânica - 2,3% a 4,8%

Sesquióxidos de ferro - 26% a 32%

Sesquióxidos de alumínio - 16% a 18%

Estes teores são similares aos que ocorrem no Latossolo Roxo, o mesmo ocorrendo com as características determinantes da velocidade de infiltração. Em consequência disto é provável que a erodibilidade de ambos os grupos seja similar.

9.1.3 Outros Solos

Os solos Podzólico Vermelho Amarelo - derivados do Arenito Caiuã ou, da faixa de transição basalto-arenito - ocorrem em relevo suave-ondulado ou ondulado, ocupando todo o comprimento da pendente ou dos terços médios e inferiores, abaixo do Latossolo Vermelho Escuro. Localizam-se nos extremos Norte e Sul junto ao da região rio Paranã. Os teores de argila e areia do horizonte superficial é em torno de 30% e 60%, respectivamente, sendo que nos horizontes subsuperficiais, os teores são similares, próximos a 40%. Os teores de sesquióxidos devem ser relativamente baixos no horizonte superficial em função do material de origem. Dois fatores podem ser destacados em relação aos processos erosivos:

- a) a relativamente baixa estabilidade dos agregados da superfície;
- b) o gradiente textural existente entre o horizonte superficial e os subsuperfícies, que dificulta a permeabilidade do perfil e, assim, afeta relativamente a infiltração, estes solos tem provavelmente a maior erodibilidade da região.

Os solos dos grupos Cambissolo e Litólico são derivados de rochas eruptivas básicas, ocorrendo em relevo ondulada montanhoso. Estes, associados entre si e também com Terra Roxa Estruturada fase rasa, ocupando posições do relevo relativamente menos movimentadas e inferiores. São argilosos e ricos em sesquióxidos, com profundidade em torno de 60 cm para o Cambissolo e menor de 40 cm para o Litólico. Os eventuais problemas com erosão surgem basicamente pela pequena profundidade efetiva, que afeta negativamente a infiltração, e implica em maior criticidade quanto ao nível de perda de solo, pois pequenas perdas podem afetar significativamente a produtividade dos solos.

Os solos Hidromórficos e Orgânicos, que ocorrem nas várzeas e nas depressões naturais, praticamente não sofrem a ação dos agentes erosivos devido ao seu relevo plano e, via de regra, boa cobertura vegetal.