

ANA MARIA MURATORI

**PROCESSOS INTERATIVOS ENTRE O RELEVO E AS AREIAS
QUARTZOSAS NO SISTEMA AMBIENTAL DA REGIÃO
NOROESTE DO PARANÁ – BRASIL.**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, na área de Silvicultura do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Helio Olympio da Rocha.

CURITIBA

1996



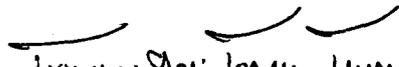
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA FLORESTAL

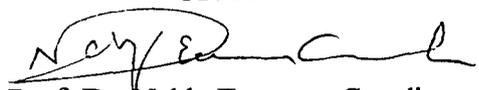
P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de **DOUTORADO**, apresentada pela candidata **ANA MARIA MURATORI**, sob o título "**A INTERAÇÃO DO RELEVO E DAS AREIAS QUARTZOSAS NO SISTEMA AMBIENTAL DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ - BRASIL**", para obtenção do grau de **Doutor** em Ciências Florestais, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **SILVICULTURA**.

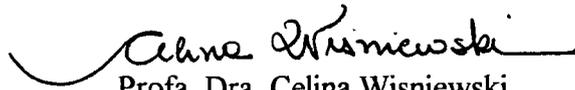
Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese, com média final: (**9.5**), correspondente ao conceito: (**4**).

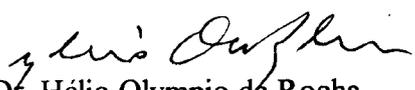
Curitiba, 17 DE DEZEMBRO DE 1996


Prof. Dr. Francisco José Fonseca Ferreira
Primeiro Examinador
UFPR


Prof. Dr. Naldy Emerson Canali
Segundo Examinador
UFPR

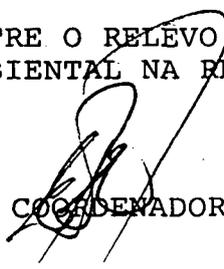

Prof. Dr. Iraci Scopel
Terceiro Examinador


Profa. Dra. Celina Wisniewski
Quarta Examinadora
UFPR


Prof. Dr. Hélio Olympio da Rocha
Orientador e Presidente da Banca
UFPR



TÍTULO ATUALIZADO: PROCESSOS INTERATIVOS ENTRE O RELEVO E AS AREIAS QUARTZOSAS NO SISTEMA AMBIENTAL NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ - BRASIL.


COORDENADOR

Dedico esta pesquisa aos brasileiros que não puderam contar como eu, com uma escola pública, gratuita e de qualidade, que norteou meus passos até este momento. Por esta razão, ao atingir o grau reservado a um restrito círculo de privilegiados, declaro meu compromisso em prol da disseminação dos conhecimentos gerados no âmbito da Universidade, no sentido de contribuir para as mudanças que a sociedade brasileira necessita.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar meu agradecimento à UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ e às pessoas que me prestaram apoio durante o desenvolvimento desta investigação. Sendo impossível mencionar todas, nomino, a seguir, àqueles profissionais que, mais de perto, contribuíram para sua realização.

Assim, tenho o privilégio de agradecer,

ao Professor Dr. HELIO OLYMPIO DA ROCHA pela orientação, estímulo e possibilidade de escrever esta pesquisa,

à Professora Dra. CELINA WISNIEWSKI, pela orientação e revisão crítica,

ao Professor Dr. FRANCISCO JOSÉ FONSECA FERREIRA, pela colaboração na discussão sobre o uso do método magnético e na elaboração do Mapa Magnético Residual,

ao Professor Dr. PAULO CESAR FONSECA GIANNINI, pelo auxílio na elaboração e na interpretação das análises sedimentológicas,

ao Professor Dr. JOSÉ MANOEL DOS REIS, pelo auxílio nos trabalhos de morfometria das amostras e ao Professor MsC. NELSON LUIZ CHODUR, pela colaboração da tomada de microfotografias,

aos Geógrafos, Professora Dra. JONIA MARA URBAN LOENERT, Professora MsC. MARIA ESMERALDA S. DE MORAES e Professor MsC. EVERTON PASSOS pelas críticas e sugestões ao texto e auxílio na preparação dos mapas,

aos Geólogos MAXIMILLIAN FORLIN, RODOILTON STEVANATO e MARIA CRISTINA DE SOUZA e Engenheiro-Agrônomo SHIRLEY ROLIM CERCAL pela colaboração na confecção do Mapa Magnético Residual e nos trabalhos de análise sedimentológica,

aos professores doutores LUIZ GONZAGA CALEFFE e VANDA CRISTINA MENDES CAMARGO, pelas contribuições em estatística,

à professora MsC. ZILMA RIPPEL, pelas revisões de texto,

à Biblioteca da Universidade Federal do Paraná, na pessoa de ELLANA MARIA STROPARO, pela facilidade de acesso ao material da pesquisa,

Aos Engenheiros Agrônomos da EMBRAPA, na pessoa de AMÉRICO PEREIRA DE CARVALHO, pelas informações e pela bibliografia,

à COMPANHIA MELHORAMENTOS NORTE DO PARANÁ e ao LAPAR, pela cessão do dados climáticos,

ao Engenheiro Agrônomo ROBERTO APARECIDO CORREDATO, aos funcionários da EMATER, JOSÉ GOMES LEITE, PEDRO DIAS MONTEIRO, VERA LÚCIA ROSALEM LEITE, a ANTONIO SABINO NOGUEIRA e JOÃO BANHARA pelo acompanhamento nos trabalhos de campo;

à Prefeitura de RONDON, na pessoa do Sr. PAULO BORGES DE MEDEIROS, Prefeito Municipal pelas condições oferecidas na execução dos trabalhos no município;

ao Sr. ANTONIO SARDETO e SEVERINO ZAMPIERE pela permissão de uso de suas propriedades para desenvolver os trabalhos de campo,

em especial, a ARSÊNIO MURATORI, pelo companheirismo de toda a vida.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS.....	5
2.1.1 A Teoria Dos Sistemas	5
2.1.2 A abordagem sistêmica nas questões ambientais.....	9
2.1.3 A paisagem, o relevo e o solo	10
2.1.4 Os fatores de formação do relevo e do solo.....	13
2.1.4.1 O material de origem.....	16
2.1.4.2 O material de origem, o magnetismo e os aspectos tectônico-estruturais	17
2.1.4.3 O clima.....	20
2.1.4.4 Os paleoclimas.....	23
2.1.4.5 Os organismos.....	24
2.1.4.6 O homem	27
2.1.4.7 O tempo.....	31
2.1.5 O relevo	33
2.1.6 O solo	35
2.2 OS FATORES DE FORMAÇÃO DO RELEVO E DO SOLO NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ.....	36
2.2.1 Os fatores geológicos.....	36
2.2.1.1 A litologia	37
2.2.1.1.1 O substrato basáltico.....	37
2.2.1.1.2 O Arenito Caiuá	38
2.2.1.1.3 Os sedimentos cenozóicos.....	40
2.2.1.2 Os fatores tectônico-estruturais.....	42
2.2.2 Os fatores climáticos	45
2.2.2.1 O clima atual	45
2.2.2.2 Os paleoclimas	47
2.2.3 Os fatores biológicos	48
2.2.3.1 A flora primitiva	48
2.2.3.2 A ação do homem.....	51
2.2.3.3 A erosão antrópica	53
2.2.4 O fator tempo.....	54
2.3 O RELEVO	54
2.3.1 A origem do relevo atual	54
2.3.2 O relevo atual.....	55
2.4 OS SOLOS	57
2.4.1 A origem dos solos atuais	57
2.4.2 Os solos atuais.....	58
2.4.2.1 As Areias Quartzosas	58

2.4.2.2	As Areias Quartzosas na região noroeste do Paraná.....	63
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	65
3.1	MATERIAIS.....	65
3.1.1	Cartas e Mapas.....	65
3.1.2	Fotografias aéreas.....	66
3.1.3	Instrumental de apoio.....	67
3.2	MÉTODOS.....	67
3.2.1	Os trabalhos de campo.....	70
3.2.2	A coleta de amostras.....	73
3.2.3	Parâmetros analíticos.....	73
3.2.3.1	Análises físicas.....	73
3.2.3.2	Análises químicas.....	73
3.2.3.3	Análises sedimentológicas.....	74
3.2.3.3.1	Análise granulométrica.....	74
3.2.3.3.2	Análise morfométrica.....	74
3.2.4	Parâmetros Estatísticos.....	75
3.2.5	Interpretação de dados climáticos.....	75
3.2.6	Mapeamentos.....	77
3.2.6.1	Mapeamento das feições de relevo.....	77
3.2.6.2	Mapeamento das Areias Quartzosas.....	78
3.2.6.3	Mapeamento magnético residual com Areias Quartzosas.....	79
3.2.6.4	Procedimentos metodológicos.....	79
4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA-TESTE, NO MUNICÍPIO DE RONDON, NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ.....	80
4.1	LOCALIZAÇÃO.....	80
4.2	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	81
4.2.1	Geologia.....	81
4.2.2	Relevo.....	82
4.2.3	Hidrografia.....	83
4.2.4	Clima.....	83
4.2.5	Vegetação.....	83
4.2.6	Solos.....	84
4.2.7	Ocupação.....	84
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
5.1	CONDICIONANTES FÍSICOS E ANTRÓPICOS DO RELEVO E DAS AREIAS QUARTZOSAS.....	86
5.1.1	Os componentes e os fatores geológicos.....	86
5.1.1.1	A influência litológica.....	86
5.1.1.1.1	O substrato basáltico.....	87
5.1.1.1.2	A capa arenítica.....	88
5.1.1.1.3	A cobertura cenozóica.....	89
5.1.1.1.4	Os sedimentos recentes.....	94
5.1.1.2	A influência tectônico-estrutural.....	94
5.1.1.3	A interação da geologia com o relevo e as Areias Quartzosas no sistema ambiental.....	100
5.1.2	Os componentes e os fatores climáticos.....	104

5.1.2.1	A influência da temperatura	105
5.1.2.2	A influência da precipitação	106
5.1.2.3	As variáveis climáticas e os ritmos sazonais	107
5.1.2.4	As tendências climáticas.....	113
5.1.2.5	As evidências paleoclimáticas.....	125
5.1.2.6	A influência hidrológica: as águas de superfície e de subsuperfície	125
5.1.2.7	A interação do clima com o relevo e as Areias Quartzosas no sistema ambiental	127
5.1.3	Os componentes e os fatores biológicos.....	131
5.1.3.1	A influência biológica	131
5.1.3.2	A vegetação atual	131
5.1.3.3	A influência humana	132
5.1.3.4	A ocupação do espaço no município de Rondon.....	132
5.1.3.5	População: variação e mobilidade.....	134
5.1.3.6	A estrutura fundiária	134
5.1.3.7	Uso da terra: o solo rural e urbano.....	136
5.1.3.8	A interação dos organismos com o relevo e as Areias Quartzosas no sistema ambiental	137
5.2	AS AREIAS QUARTZOSAS NO SUBSISTEMA MORFOLÓGICO , NO MUNICÍPIO DE RONDON.....	144
5.2.1	Características geomorfológicas do município de Rondon.....	144
5.2.2	A rede de drenagem	147
5.2.3	O relevo e as Areias Quartzosas no município de Rondon.....	151
5.2.4	Características das Areias Quartzosas em topossequência, na bacia do ribeirão do Rato em Rondon.....	153
5.3	AS AREIAS QUARTZOSAS NO SUBSISTEMA PEDOLÓGICO, NO MUNICÍPIO DE RONDON	156
5.3.1	Características físicas e químicas das Areias Quartzosas no município de Rondon.....	156
5.3.2	Características granulométricas	160
5.3.3	Características morfométricas: o grau de arredondamento e de esfericidade dos grãos das areias.....	162
5.4	A INFLUÊNCIA DO FATOR TEMPO SOBRE O RELEVO E AS AREIAS QUARTZOSAS NO SISTEMA AMBIENTAL	164
5.5	A INTERAÇÃO ENTRE O RELEVO E AS AREIAS QUARTZOSAS NO SISTEMA AMBIENTAL DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ	168
5.6	A SINTETIZAÇÃO DO SISTEMA AMBIENTAL DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ NA ÁREA DO ARENITO CAIUÁ.....	169
6	CONCLUSÕES.....	173
6.1	RECOMENDAÇÕES FINAIS.....	176
	ANEXOS.....	178
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	203

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 -	SUSCETIBILIDADE DE MINERAIS	19
TABELA 2.2 -	SUSCETIBILIDADE DE ROCHAS	20
TABELA 5.1 -	TEMPERATURA, PRECIPITAÇÃO, ETP E ETR MÉDIA MENSAL EM CIANORTE, PR. - 1975-1993	108
TABELA 5.2 -	TEMPERATURA, PRECIPITAÇÃO, ETP E ETR MÉDIA MENSAL EM PARANAÍ, PR. - 1975-1993	110
TABELA 5.3 -	TEMPERATURA, PRECIPITAÇÃO, ETP E ETR MÉDIA MENSAL EM UMUARAMA, PR. - 1975-1993.....	112
TABELA 5.4 -	MESES ECOLOGICAMENTE SECOS PARA CIANORTE, PR. - 1975-1993.....	114
TABELA 5.5 -	MESES ECOLOGICAMENTE SECOS PARA PARANAÍ, PR. - 1975-1993..	115
TABELA 5.6 -	MESES ECOLOGICAMENTE SECOS PARA UMUARAMA, PR. - 1975-1993.....	116
TABELA 5.7 -	INTERVALOS DE FREQUÊNCIA PARA MESES ECOLOGICAMENTE SECOS EM CIANORTE (C), PARANAÍ (P) E UMUARAMA (U), PR. - 1975-1993	117
TABELA 5.8 -	CLASSES DE FREQUÊNCIA PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA MÉDIA MENSAL EM CIANORTE, PR. - 1956-1993.....	119
TABELA 5.9 -	INTERVALOS DE FREQUÊNCIA PARA A VARIÁVEL PRECIPITAÇÃO EM CIANORTE, PR. - 1956-1993	122
TABELA 5.10 -	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO EM RONDON, PR. - 1970-1991	134
TABELA 5.11 -	IMÓVEIS RURAIS DE RONDON, PR.: NÚMERO E ÁREA.....	135

TABELA 5.12 -	EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA EM RONDON, PR. - 1985-1994.....	136
TABELA 5.13 -	ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS AREIAS QUARTZOSAS EM RONDON, PR.....	157
TABELA 5.14 -	SÍNTESE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (WENTWORTH) DE 7 AMOSTRAS, NOS HORIZONTES A E C, NO MUNICÍPIO DE RONDON, PR.....	160
TABELA 5.15 -	GRAU DE ESFERICIDADE E ARREDONDAMENTO, NOS HORIZONTES A E C, DE 7 AMOSTRAS COLETADAS NO MUNICÍPIO DE RONDON, PR.....	162

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 -	ESTRUTURA E SEQUÊNCIA DA PESQUISA	69
FIGURA 3.2 -	MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE AMOSTRAS	72
FIGURA 4.1 -	MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE RONDON NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ.....	80
FIGURA 5.1 -	MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DO ESTADO DO PARANÁ.....	87
FIGURA 5.2 -	EXPOSIÇÃO DE ARENITO CAIUÁ.....	89
FIGURA 5.3 -	COBERTURA CENOZÓICA	90
FIGURA 5.4 -	COBERTURA CENOZÓICA	92
FIGURA 5.5 -	CASCALHEIRA.....	93
FIGURA 5.6 -	AREIAS QUARTZOSAS E COLOS	95
FIGURA 5.7 -	DINÂMICA DAS ENCOSTAS	96
FIGURA 5.8 -	MAPA MAGNÉTICO RESIDUAL COM DRENAGEM E AREIAS QUARTZOSAS DA REGIÃO DE BERNARDELLI, MUNICÍPIO DE RONDON, PR.....	99
FIGURA 5.9 -	AREIAS QUARTZOSAS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CAIUÁ, PR.	103
FIGURA 5.10 -	LOCALIZAÇÃO DE RONDON EM RELAÇÃO A CIANORTE, PARANAÍ E UMUARAMA, PR.	104
FIGURA 5.11 -	SÉRIE TEMPORAL DA MÉDIA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS ENTRE CIANORTE, PARANAÍ E UMUARAMA, PR. - 1975-1993	105

FIGURA 5.12 -	SÉRIE TEMPORAL DA MÉDIA DAS PRECIPITAÇÕES ANUAIS ENTRE CIANORTE, PARANAÍ E UMUARAMA, PR. - 1975-1993	106
FIGURA 5.13 -	DIAGRAMA OMBROTÉRMICO, ETP E ETR DE CIANORTE, PR. - 1976-1993	109
FIGURA 5.14 -	DIAGRAMA OMBROTÉRMICO, ETP E ETR DE PARANAÍ, PR. - 1975-1993	111
FIGURA 5.15 -	DIAGRAMA OMBROTÉRMICO, ETP E ETR DE UMUARAMA, PR. - 1975-1993.....	112
FIGURA 5.16 -	SÉRIE TEMPORAL DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL EM CIANORTE, PR. - 1956-1993	118
FIGURA 5.17 -	CLASSES DE FREQUÊNCIA PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA MÉDIA MENSAL EM CIANORTE, PR. - 1956-1993.....	119
FIGURA 5.18 -	MÉDIAS ANUAIS A PARTIR DAS MÉDIAS MENSAIS DE TEMPERATURA EM CIANORTE, PR. - 1956-1993	120
FIGURA 5.19 -	SÉRIE TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO MENSAL DE CIANORTE, PR. - 1956-1993	121
FIGURA 5.20 -	CLASSES DE FREQUÊNCIA PARA A VARIÁVEL PRECIPITAÇÃO EM CIANORTE, PR. - 1956-1993	122
FIGURA 5.21 -	TOTAIS ANUAIS A PARTIR DOS TOTAIS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO EM CIANORTE, PR. E PRESENÇA DE EL NIÑO - 1956 - 1993.....	123
FIGURA 5.22 -	DEPÓSITOS ARENOSOS.....	130
FIGURA 5.23 -	VISTA AÉREA PARCIAL DO MUNICÍPIO DE RONDON, PR., EM 1952	133
FIGURA 5.24 -	VISTA AÉREA PARCIAL DO MUNICÍPIO DE RONDON, PR., EM 1980	133
FIGURA 5.25 -	OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE RONDON, PR.	138
FIGURA 5.26 -	LEQUES COLUVIAIS EM CAMPO ARADO, RONDON, PR.....	140
FIGURA 5.27 -	LEQUES COLUVIAIS EM CAMPO ARADO, RONDON, PR.....	140

FIGURA 5.28 -	DEGRADAÇÃO DOS SOLOS, DO RELEVO E DA PAISAGEM.....	142
FIGURA 5.29 -	ASPECTOS DO RELEVO DO MUNICÍPIO DE RONDON, PR.....	145
FIGURA 5.30 -	SOLOS E PERFÍS TRANSVERSAIS NO RIBEIRÃO DO RATO, RONDON, PR.....	150
FIGURA 5.31-	AREIAS QUARTZOSAS NO MUNICÍPIO DE RONDON, PR.....	152
FIGURA 5.32 -	CARACTERÍSTICAS DE ENCOSTA, EM PRESENÇA DE AREIAS QUARTZOSAS, EM RONDON, PR.....	154
FIGURA 5.33 -	ASPECTOS DO ARREDONDAMENTO E DA ESFERICIDADE DA AMOSTRA DE AREIAS QUARTZOSAS DE NÚMERO 844 (HORIZONTE A)	163
FIGURA 5.34 -	ASPECTOS DO ARREDONDAMENTO E DA ESFERICIDADE DA AMOSTRA DE AREIAS QUARTZOSAS DE NÚMERO 845 (HORIZONTE C).....	163
FIGURA 5.35 -	O TEMPO E OS FATORES COMPONENTES DA PAISAGEM	165
FIGURA 5.36 -	O SISTEMA AMBIENTAL DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ NA ÁREA DO ARENITO CAIUÁ	170

RESUMO

Esta pesquisa discutiu a relação entre o relevo e as Areias Quartzosas no sistema ambiental da região noroeste do Estado do Paraná, na região sul do Brasil, que apresenta, como característica principal, uma paisagem com solos arenosos. Estes solos são suscetíveis a processos erosivos acelerados, que ocorrem em presença de uma formação superficial, disposta sobre o capeamento sedimentar, constituído pelo Arenito Caiuá, do Cretáceo. A dinâmica desta paisagem foi alterada, a partir da década de 40, quando a região passou a ser ocupada pelas frentes agrícolas cafeeiras. A vegetação, constituída pela Floresta Estacional Semidecidual, foi eliminada, trazendo como resultados a degradação dos solos e da paisagem. Verificou-se, entretanto, que o desencadeamento destes processos está sujeito a algumas condições de relevo e de solo, ou seja, a compartimentos morfológicos específicos, os anfiteatros, em áreas de nascentes de rios, onde se encontram exposições de Areias Quartzosas, aliadas a lineamentos geológicos. Tendo como objetivo explicar estas relações, utilizou-se a visão sistêmica de JENNY (1941), para solos, aplicando-a ao relevo para compreender a paisagem. Nesta abordagem, discutiu-se, de forma integrada, a geologia, o clima, os organismos e a interferência antrópica, na sucessão do tempo. Avaliou-se estes fatores através de estudos efetuados em uma área-teste, no município de Rondon, na região noroeste do Paraná. Para tanto, foram utilizados os procedimentos metodológicos do âmbito da geomorfologia e dos solos, tais como fotointerpretação sistemática, trabalhos de campo com coletas de amostras, análises de laboratório, além do uso da magnetometria, um método geofísico auxiliar no mapeamento geológico-estrutural. Discutiu-se a influência dos fatores tectônico-estruturais, diretamente, no relevo e, indiretamente, pela disposição das Areias Quartzosas, em concordância com padrões radiais centrífugos e anulares ou, ainda, junto a segmentos retilíneos da rede de drenagem. Foi elaborado um mapa magnético residual de uma destas áreas, no município de Rondon, o qual contribuiu para explicar que as formas anômalas de distribuição espacial das Areias Quartzosas, em porções específicas de relevo, estão associadas a estruturas dômicas. De forma complementar, foi construído um mapa geomorfológico, identificando-se, através das características de relevo, os anfiteatros de erosão, junto às redes de drenagem, onde dominam as Areias Quartzosas. Desta maneira, verificou-se a interferência dos fatores tectônico-estruturais em formas de relevo, determinando, parcialmente, a presença das Areias Quartzosas, no sistema ambiental. A atuação antrópica, nestas feições, acelera os processos de uma dinâmica natural, tornando a paisagem da região noroeste do Paraná, muito frágil, em termos ambientais.

ABSTRACT

This investigation adverts to the relation between landscape and Quartzipsamment Soils in the environmental system in the northwestern part of the State of Paraná, south of Brazil, which has as its major attribute a sandy soil landscape. These soils are susceptible to erosive processes, determined, in part, by surface formation, disposed over a sedimentary cape constituted by Caiua Sandstone, Cretaceous in age. Landscape dynamics was altered from the 40's decade when the region was occupied by coffee agriculture. The vegetation constituted by a Seasonal Deciduous Forest was removed, resulting in soils and landscape degradation. Nevertheless, it was verified that the release of these erosive processes was liable to some relief and soil conditions, be it, specific morphologic compartments or hollows or fountainhead rivers with Quartzipsamment Soils, over geological faults. The purpose of this survey is to apply the conception of soil alternate succession as a system (Jenny, 1941) to landforms in order to understand landscape better. In this approach, geology, climate, organisms and man's intervention were fully discussed according to time sequence. These factors were evaluated by studies accomplished in Rondon County, in the northwestern part of State of Paraná. These studies involved methodological proceedings referring to geomorphic and pedological methods, such as: systematic photointerpretation, field works, assay collections, laboratory analysis and office works, accompanied by an extensive bibliographic research. The magnetic method (a geophysical method) which helps geological structural mapping was used as well. This mapping attests the tectonics structural factors expressed in the linear and circular patterns of drainage and Quartzipsamment soil. A vestigial magnetic map was elaborated in one of the areas of Rondon County, which helped to elucidate that anomalous forms of the spatial arrangements in Quartzipsamment Soils are in some specific parts, associated with subsurface circular structures, known in specialized bibliography as "dome structures". In addition, another map showed through the relief characteristics the areas represented by erosion hollows, alongside the drainage network where the Quartzipsamment soils are prevalent. Therefore, the interference of tectonics structural factors in relief forms was verified, pointing, partially to the presence of Quartzipsamment Soils in the environmental system. Man's action has accelerated nature's dynamics processes turning the landscape of the northwestern part of Paraná into a very fragile environment.

1 INTRODUÇÃO

A conservação dos recursos naturais e a resolução dos problemas ambientais, na busca de um desenvolvimento sustentável, exigem estudos específicos dos fenômenos que regem os fatos da natureza.

Considerando a importância da agricultura paranaense na economia brasileira e, adicionando-se o esgotamento das fronteiras agrícolas do Estado do Paraná, torna-se essencial o entendimento das questões ambientais para um planejamento estratégico do seu espaço físico-territorial.

Na região noroeste do Paraná, área de domínio do Arenito Caiuá, ocorreu um dos maiores reveses ecológicos brasileiros, a partir do final da década de 40, quando a região passou a ser deflorestada. O benefício esperado com a retirada da floresta, através da expansão cafeeira do Estado de São Paulo e norte do Paraná, em poucos anos, se transformou em prejuízos crescentes, pelos problemas relacionados ao rápido esgotamento de seus solos, aliados a processos erosivos acelerados.

Nas décadas de 60 e 70, esta área ficou em completo desequilíbrio, com erosão de todos os tipos, desde a laminar até imensas voçorocas, distribuídas em grande parte dos municípios.

Atualmente, a região encontra-se num estado de equilíbrio relativo, o manejo de solos se faz mais racionalmente, sendo comuns as práticas mecânicas de terraceamento, além da introdução de programas mais completos de conservação como o Programa de Integração em Microbacias.

No entanto, a relação entre a ordem natural do meio e sua exploração ainda apresenta obstáculos, uma vez que os solos da região noroeste são, em sua maior parte, arenosos e altamente suscetíveis à erosão.

A princípio, incluídas em outras unidades de mapeamento, destacam-se na região, as Areias Quartzosas que são solos tipicamente minerais. Estes solos apresentam, desde o início da ocupação do noroeste do Estado do Paraná, na área de abrangência do Arenito Caiuá, processos degradacionais acelerados, os quais imprimem visivelmente suas marcas na paisagem, através do relevo.

A partir de estudos anteriores que enfocaram os processos erosivos acelerados no município de Rondon, localizado na região noroeste do Estado do Paraná (MURATORI, 1984), verificou-se que estes processos ocorrem de forma mais acentuada em áreas de Areias Quartzosas, junto às redes de drenagem, em porções específicas do relevo, constituindo os anfiteatros de erosão. Constatou-se também, que a erosão sob a forma de voçorocas ocorre, preferencialmente, em zonas de lineações tectônico-estruturais.

Diante do exposto, esta pesquisa buscou o entendimento dos processos que interferem no ambiente, ressaltando-se o papel das Areias Quartzosas e do relevo.

Como área-teste, foi definido o município de Rondon, onde já existiam estudos mais detalhados sobre solos e processos erosivos do PROJETO NOROESTE (1973 e 1974) e trabalhos como os de MURATORI (1984); MURATORI, MURATORI e SALAMUNI (1985) e FASOLO et al. (1988), existindo, portanto, uma história do ambiente, além de registros fotográficos, a partir da década de 50 (DGTC-Pr., 1952; ITC, 1980 e COPEL, 1994a).

Devido a estreita relação entre relevo e solo, em função de seus fatores de formação, partiu-se da Equação Fundamental de JENNY (1941), numa visão sistêmica, como o método mais adequado para inter-relacionar estes dois componentes da paisagem. Assim, as Areias Quartzosas e o relevo foram considerados como partes integrantes do sistema ambiental, através dos subsistemas pedológico e morfológico.

A utilização da abordagem sistêmica, prendeu-se ao fato de que esta abordagem facilita o estudo entre os elementos do ambiente, através de tratamentos qualitativos e/ou quantitativos, numa visão global que não isola os elementos naturais dos antrópicos como componentes da paisagem, mas procura integrá-los na visão do todo.

Como hipóteses da pesquisa, considerou-se que:

- a tectônica e as estruturas, como fatores de formação do relevo, apresentam uma influência indireta na distribuição espacial das Areias Quartzosas;
- existe uma interação entre as Areias Quartzosas e a morfologia da paisagem da região noroeste do Estado do Paraná e, da mesma forma que o relevo interfere no solo, entende-se que o solo pode intervir nas formas de relevo, sendo ambos interdependentes no tempo e no espaço;
- a influência decisiva dos fatores condicionantes do relevo e do solo, imprime à paisagem resultante uma fragilidade muito grande em termos ambientais.

Desta forma, após o estabelecimento das hipóteses e a escolha da área da pesquisa, estabeleceu-se como objetivo geral:

- compreender as interações entre as Areias Quartzosas e o relevo, através dos seus fatores comuns de formação, no sistema ambiental, como partes de uma mesma paisagem, compreendida na região noroeste do Paraná, na área do Arenito Caiuá.

E, como objetivos específicos:

- avaliar os fatores de formação do relevo e das Areias Quartzosas no sistema ambiental, através de sua identificação e caracterização no município de Rondon, escolhido como área-teste;
- demonstrar a influência indireta dos fatores tectônico-estruturais na distribuição das Areias Quartzosas;
- caracterizar as áreas de domínio das Areias Quartzosas, na paisagem compreendida na área do Arenito Caiuá, na região noroeste do Paraná, como de grande fragilidade ambiental.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS

Para ODUM (1988), a incapacidade de compreender os processos ambientais causa problemas no planejamento e na utilização de recursos.

Tendo em vista que os processos ambientais agem e interagem em conjunto, torna-se importante uma abordagem que veja o todo, ou seja, a paisagem, relacionada à análise de suas partes constituintes.

Desta maneira, o paradigma sistêmico aplica-se como uma das formas de condução de pesquisas dos fenômenos ocorrentes na superfície terrestre. Afasta-se, em parte, de uma visão muito especializada, conduzindo o estudo numa abordagem holística, quando considera a estrutura, o funcionamento interativo e a dinâmica evolutiva dos sistemas ambientais (CHRISTOFOLETTI, 1995).

2.1.1 A Teoria Dos Sistemas

O pensamento sistêmico, assim como o termo **sistema** são considerados tão antigos quanto a própria humanidade, considerando-se de raciocínio sistêmico, obras como as de Platão e Aristóteles (KUMPERA, 1979).

De acordo com ARGENTO (1984), a Teoria dos Sistemas surgiu nos Estados Unidos sob a denominação de Teoria Geral dos Sistemas, na década de 30. Foi introduzida pelo biólogo BERTALANFFY (1973), que definiu sistema como "...um conjunto de unidades em inter-relações mútuas". JENNY, em 1941, mencionou o solo como um sistema e a partir de 1950, ocorreu a utilização desta teoria, em assuntos ambientais.

Para TRICART (1975), o funcionamento de um sistema está condicionado à presença de energia: à entrada ou *input* de energia no sistema, o seu itinerário e à saída ou *output*.

De acordo com BRANCO (1989), a essência de um sistema está na relação entre seus elementos, sendo que a dimensão mínima refere-se a uma organização capaz de funcionar por si só, composta de vários subsistemas, os quais são definidos como sistemas menores de funcionamento autônomo pois, se assim não ocorrer, serão apenas elementos do sistema maior.

KUMPERA (1979), destacou que os elementos pertencentes a um subsistema podem fazer parte de outros subsistemas. Os elementos, embora se constituam na parte fundamental de qualquer sistema como unidades não desagregáveis, dependendo do nível de agregação, podem ser subdivididos até às suas estruturas.

Desta forma, um sistema pode ser visto como organização de partes inter-relacionadas, auto-regulável, existindo perfeito equilíbrio entre suas partes, necessitando de uma fonte de energia externa, embora possa haver acumulação da mesma no seu interior.

Para TRICART (1975), os sistemas são dinâmicos, evoluem, modificam-se, sendo caracterizados por um determinado funcionamento, dotados de uma natureza própria, a qual se exprime pela sua estrutura, impondo o seu funcionamento.

De acordo com BRANCO (1989), cada sistema se apresenta como uma unidade estrutural, constituindo o seu arcabouço e uma unidade funcional que mantém ou modifica os elementos estruturais através do fluxo energético. Este fluxo energético, por sua vez, é garantido pelo conjunto de elementos estruturais, inter-relacionados, implicando no que o autor denominou de organização.

Dentre as características estruturais (DE ROSNAY¹, discutido por BRANCO, 1989, p.64), destacam-se: limites ou fronteiras do sistema; elementos ou componentes do sistema os quais podem constituir categorias, famílias ou populações; reservatórios onde se acumulam a energia e matéria; rede de comunicações onde ocorrem os intercâmbios energéticos e materiais.

Quanto aos caracteres funcionais, tem-se os fluxos de energia e de matéria entre os reservatórios; válvulas ou controladores de vazão de diferentes fluxos; amortecedores ou atrito entre elementos do sistema; retroação ou *feed-back*, constituindo um processo específico de regulação do sistema com efeitos acumulativos ou retroação positiva e efeitos estabilizadores ou retroação negativa (BRANCO, 1989).

Outra característica do sistema é sua auto-regulação com o objetivo de conservar constante o fluxo de energia através de um mecanismo regulador que controla o funcionamento geral, através de processos de retroação, isto é, o efeito agindo sobre a causa (BRANCO, 1989).

Para KUMPERA (1979), esta operação se traduz de modo mais apropriado, como uma trajetória onde o desequilíbrio deve ser reduzido. Considera-se um sistema em equilíbrio ou quando não ocorrem estímulos externos ou ainda quando, após o estímulo, volta a se tornar estável ou homeostático.

De acordo com este autor, o mecanismo só é percebido quando ultrapassa os limites de estabilidade, ocorrendo a ruptura, sendo que esta pode ser alcançada quando a ordem é modificada ou quando o sistema apresenta condições de se adaptar às novas situações.

A adaptação, para o autor acima citado, relaciona-se à realimentação, cuja finalidade é corrigir os desvios da saída planejada. Quando se dá no sentido oposto ao da

¹DE ROSNAY, J. *Le macroscopie. vers une vision globale.* France : Editions du Seuil, 1975.

divergência, o erro diminui e se denomina de realimentação negativa. A realimentação positiva ocorre no mesmo sentido do erro existente e tende a ampliá-lo.

Para BRANCO (1989), existem dois tipos de sistemas: abertos e fechados. Os mesmos se diferenciam pela circulação de matéria e energia onde, para os primeiros, ocorre um intercâmbio com o ambiente externo, enquanto que para os últimos, a circulação de matéria e energia ocorre apenas no interior dos sistemas ou ainda, quando há trocas de energia mas não de matéria com o ambiente externo.

Outra característica destacada por este autor, é o chamado estado estacionário, denotando uma condição de estabilidade presente nos dois tipos de sistemas, sendo que nos sistemas fechados, o equilíbrio se dá quando os efeitos visíveis são invariáveis e os processos ditos invisíveis, entradas e saídas, são interrompidos. Este sistema fechado, em estado estacionário, não produz trabalho, mas máxima entropia e mínima energia livre, sendo encarado, atualmente, como um conceito teórico ou um caso limite.

Quanto ao equilíbrio num sistema aberto, segundo BRANCO (1989), na sua condição de estabilidade, o estado estacionário é caracterizado por uma constante variação de entropia, permitindo a realização de trabalho.

Para BRANCO (1989), qualquer sistema tem uma finalidade, constituindo-se numa tendência probabilística, em constante alteração.

É importante destacar ainda, o que KUMPERA (1979), denominou de adaptação de sistemas, produzindo respostas, o que determina novo estado do sistema, sendo que estas mudanças podem ser rápidas ou lentas e de curta ou longa duração. Apesar da capacidade de adaptação, podem ocorrer duas situações que provocam colapso, sendo uma por eliminação de qualquer parte do sistema e a outra, por acréscimo de elementos. Quando advém o colapso ocorre a desagregação, havendo a tendência ao surgimento de um novo sistema.

2.1.2 A abordagem sistêmica nas questões ambientais

Por entender que as questões ambientais estão intrinsecamente relacionadas e são resultantes de uma dinâmica interativa, destacou-se, a seguir, o pensamento de alguns pesquisadores sobre o assunto.

GREGORY (1992), definiu sistema como “as relações existentes entre o meio ambiente e os elementos que o compõem”.

Para DREW (1986), é possível considerar a Terra como um sistema, podendo ser dividida em inúmeros subsistemas, sendo considerados os mais importantes, os constituídos pela atmosfera, hidrosfera e litosfera e da sua interação num quarto subsistema, a biosfera. É notória a noção de hierarquia e a interdependência que existe entre os subsistemas. A partir destes subsistemas maiores, de nível planetário, onde a intervenção humana é de difícil mensuração, ocorrem outros sistemas menores ou de ordem inferior, os quais são bastante sensíveis à ação do homem.

De acordo com CHRISTOFOLETTI (1979), a distinção de um sistema que retrata os inúmeros fenômenos que ocorrem na superfície terrestre é um ato mental, sendo a sua dimensão arbitrária, o que torna possível distinguir diversos sistemas em uma mesma posição hierárquica.

Segundo o mesmo autor (1995), os sistemas terrestres apresentam uma natureza físico-biológica, a nível de ecossistemas e geossistemas. Para ele, ecossistema diz respeito à totalidade dos organismos em uma determinada área, em interação com o ambiente físico ou geossistema. Embora as noções de ecossistema e geossistema não sejam sinônimas ambas se complementam, compondo o sistema ambiental, de acordo com GREGORY (1992).

Neste sentido, CHRISTOFOLETTI (1995), ao discutir sobre as transformações no sistema ambiental, afirmou que as mesmas podem ocorrer de forma gradual ou abrupta e expressam-se através de modificações dos quadros paisagísticos regionais.

2.1.3 A paisagem, o relevo e o solo

De acordo com TROPMAIR (1990), a palavra paisagem é novamente usada pelos cientistas face à visão da natureza como um todo. Desta forma, pode ser considerada como um sistema, integrado por três áreas. A área abiótica, abrange os aspectos geológicos, geomorfológicos e climáticos. Apresenta como processos associados, o intemperismo, a erosão e deposição, entre outros. A área biótica, abrange os seres vivos no seu ciclo vital e a noótica, abrange tudo que é criado pela inteligência humana.

A primeira teoria de desenvolvimento da paisagem, empregada no sentido de modelado da superfície terrestre, foi proposta por DAVIS², em 1899 (HUGGET, 1985, p.43), denominada de Ciclo Geográfico. Sucederam-se outras, destacando-se a de PENK³ (1953), citado por BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA (1965, p.102), em que a paisagem era explicada pela influência preferencial de agentes de natureza endógena, referida ao levantamento diferencial da crosta e denudação.

Concomitantemente, de acordo com HUGGET (1985), no final do último século, originaram-se os conceitos da geomorfologia climática para explicar a paisagem, por influência dos geomorfólogos franceses, alemães e, indiretamente, por geógrafos russos que trabalhavam com solos.

² DAVIS, W. M. *The Geographical Cycle. Geographical essays.* 1899. n. 14, p. 481-504.

³ PENK, W. *Morphological Analysis of Land forms.* London : McMillan and Co. , 1953. p. 223.

Relacionando a paisagem com o solo nela inserido, HUGGET (1985, p.43-44), afirmou que o mesmo não é, apenas, a formação de uma camada superficial, havendo mudanças concomitantes, pedomorfológicas. Discutindo modelos de paisagens, o autor citou as chamadas superfícies pedomórficas, assim denominadas por DAN e YAALON⁴ (1968), como a conexão entre a paisagem e as características do perfil de solo. Discutiu ainda, o modelo proposto por BUTLER⁵ (1959), denominado de *K-Cycle concept*. De acordo com este conceito, o desenvolvimento da paisagem é episódico, alternando-se períodos de estabilidade e instabilidade geomorfológica. Durante os períodos estáveis os solos se desenvolvem e, durante os períodos instáveis, eles podem ser destruídos.

Para GERRARD (1992), a formação do solo é o resultado da interação de muitos processos pedológicos e geomorfológicos, com grandes variabilidades temporais. Distinguiu duas visões de solo, sendo uma a partir de processos geomorfológicos ligados à erosão e deposição e outra a partir dos processos pedogenéticos, apontando como a mais viável a que trata os solos e paisagem como sistema aberto, utilizando os conceitos que estão envolvidos com a análise sistêmica. Tal visão se justifica porque os solos e as paisagens comportam-se como um sistema aberto, quando recebem e exportam matéria e energia em seus limites.

Para HUGGET (1985, p. 43), o estudo do desenvolvimento dos solos não pode ser dissociado do desenvolvimento das paisagens e, citando MILNE⁶ (1935), reconheceu que o desenvolvimento da paisagem afeta os solos.

⁴ DAN, J.; YAALON, D. H. Pedomorphic forms and pedomorphic surfaces. Adelaide : Proceedings...Trans. Ninth Int. Congr. Soil Sci. 1968. n. 4, p. 577-584.

⁵ BUTLER, B. E. Periodic phenomena in landscapes as a basis for soil studies. Australia : Soil Publ., 1959. n. 14.

⁶ MILNE, G. Composite units for the mapping of complex soil association. Trans. Third Int. Congress Soil Sci. 1935. n. 1. p. 345-347.

RUELLAN (1984/1985), ao relacionar o solo com a paisagem colocou que existe uma co-evolução dos mesmos através de uma integração espacial e temporal do solo, do relevo e da vida.

Para o autor, esta forma de abordagem justifica-se pelos fatores comuns existentes entre os mesmos, expressos, marcadamente, pelo clima e pelas rochas.

De acordo com JUNGRIUS (1985), o clima influencia os solos e as formas de relevo diretamente, através da precipitação e da temperatura e, indiretamente, através da vegetação e da fauna do solo, sendo que isto se torna mais verdadeiro nas regiões tropicais e subtropicais.

De acordo com este autor, as rochas influenciam as formas de relevo e a cobertura pedológica através de suas propriedades, tais como composição química e mineralógica, maneira como as mesmas estão dispostas na superfície terrestre e grau de compactação, para citar as principais. Entretanto, os processos de formação das encostas não ocorrem, de maneira geral, sobre a rocha de origem, mas sobre os materiais resultantes do intemperismo que constituem, na sua camada mais superficial, os solos.

No mesmo sentido, mas referindo-se aos solos, MASON (1971), comenta que, embora o solo seja resultante do intemperismo das rochas, não é possível fazer uma relação direta entre ambos, pois de uma mesma rocha-matriz podem derivar solos muito diferentes como resultado dos fatores ambientais, destacando-se, entre eles, o relevo.

ROCHA (1981), ao discutir sobre a importância das unidades geomorfológicas em relação ao estudo dos solos, ressaltou a necessidade de uma pesquisa integrada, tendo em vista uma origem comum que ambos possam apresentar.

2.1.4 Os fatores de formação do relevo e do solo

No estudo dos fatores de formação do relevo e do solo, merece destaque a visão de geomórfólogos como THORNBURY (1966) e pedólogos como BUOL et al. (1973).

THORNBURY (1966), estabeleceu alguns conceitos fundamentais, relacionados à geomorfologia, os quais podem ser comparados com os conceitos fundamentais da gênese de solos, de BUOL et al. (1973), tendo em vista a similaridade entre os mesmos.

Para THORNBURY (1966, p.17):

1. os mesmos processos e leis físicas que atuam hoje em dia, atuaram através de todo o tempo geológico, embora não necessariamente, com a mesma intensidade do presente;
2. a estrutura geológica é um fator dominante de controle na evolução das formas de relevo e nelas se reflete;
3. os processos geomórficos deixam sua impressão distinta sobre as formas de relevo e cada processo geomórfico, desenvolve seu próprio conjunto característico de formas de relevo;
4. à medida que os diferentes agentes erosivos atuam sobre a superfície terrestre, se produz uma sequência de formas de relevo com características distintas nos sucessivos estados de seu desenvolvimento;
5. na evolução geomórfica a complexidade é mais comum que a simplicidade;
6. a maior parte da topografia terrestre tem uma idade que não vai além do Pleistoceno, sendo exígua a topografia anterior ao Terciário;

7. a interpretação cabal das paisagens atuais é impossível sem uma apreciação das influências múltiplas das mudanças geológicas e climáticas, ocorridas durante o Pleistoceno;
8. para compreender a importância variada dos diferentes processos geomórficos, é necessária uma apreciação dos climas do mundo;
9. embora o interesse primário da geomorfologia sejam as paisagens atuais, sua utilidade máxima se refere à extensão histórica.

Para BUOL et. al. (1973, p. 9-11):

1. os processos pedogenéticos operam presentemente, através do tempo e do espaço;
2. distintos regimes de processos de formação dos solos produzem distintos solos;
3. o solo e a cobertura vegetal modificam os processos de degradação da Terra;
4. a argila é produzida no solo;
5. organo-minerais complexos são produzidos no solo;
6. no curso da pedogênese ocorre uma sucessão de solos;
7. a complexidade da gênese dos solos é mais comum que a simplicidade;
8. pequena parte do *continuum* do solo da Terra é mais velha que o Terciário e a maioria dele não é mais velha que o Pleistoceno;
9. o conhecimento da climatologia é um pré-requisito para o entendimento dos solos;
10. o conhecimento do Pleistoceno é um pré-requisito para entender os solos;
11. existem pontos observáveis de marcantes mudanças em velocidade e padrões de resposta do solo ao desenvolvimento;
12. o conhecimento da gênese dos solos é básico para a administração do solo;
13. a paleopedologia é um aspecto crescente da ciência da gênese do solo.

Desta maneira, para THORNBURY (1966) e BUOL et al. (1973), relevo e solo relacionam-se aos mesmos fatores de formação, sofrendo, principalmente, a ação das mesmas influências geológicas e climáticas que interferem na sua gênese e evolução, determinando as feições de uma determinada paisagem.

JENNY (1941), definiu o solo como um sistema aberto, do qual faz parte o relevo e estabeleceu a equação fundamental dos fatores formadores do solo, sendo expressa pela seguinte relação:

$$S = f(\text{cl, o, r, p, t, ...})$$

onde S representa o solo, cl o clima, o os organismos, r o relevo, p o material de origem e t o tempo.

E, em 1961, JENNY⁷, citado por GREGORY (1992, p. 221) e HUGGET (1985, p. 43), nesta abordagem de orientação sistêmica, considerou:

$$e, s, v, a = f(\text{Lo, Px, t})$$

onde e, relativo às propriedades do ecossistema, s, às propriedades do solo, v, à vegetação, a, às propriedades animais, correspondem a uma função de Lo, ou o conjunto das propriedades em um tempo zero, Px, o resultado combinado da entrada e saída que marca o potencial do fluxo e t a idade do sistema. Lo inclui o material de origem, relevo e algum material orgânico; Px, inclui os fatores climáticos e fatores orgânicos. Estes controlam o suprimento e a perda de energia do sistema, sendo denominados por JENNY (1961), como potenciais de fluxo externo.

⁷ JENNY, H. Derivation of state factor equations of soils and ecosystems. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 1961. n.25, p. 385-388.

2.1.4.1 O material de origem

Para JENNY (1941), o material de origem refere-se ao estado do sistema solo em um tempo zero de formação deste solo.

De acordo com BUNTING (1973), o tipo de rocha é um importante fator na diferenciação dos solos, sendo o intemperismo geoquímico dos minerais (BUOL et al., 1973) um processo geológico na formação do material inicial do solo o qual se constitui num processo formador, denominado por este autor, como intemperismo pedoquímico.

Para o entendimento da paisagem, englobando relevo e solo bem como a sua distribuição e fenomenologia, é necessário o conhecimento do substrato geológico (SALOMÃO, 1985).

De acordo com PENTEADO (1978), os fatos geomorfológicos podem ser definidos em escalas de grandeza, onde estão presentes a litologia, as forças tectônicas e a influência estrutural.

Os solos podem ter como material de origem os sedimentos cenozóicos que constituem as formações superficiais (LEPSCH, 1977). Estas formações apresentam, em geral, espessura diminuta, sendo, às vezes, confundidas com o perfil pedológico, onde a organização em horizontes é devida à ação da variação de energia que aí se manifesta, notadamente em presença de vida (TRICART, 1983).

De acordo com JOURNAUX⁸ (1972), citado por AUBERT (1983, p. 241), costuma-se opor o estudo das formações superficiais e das formações pedológicas, tendo em vista que o estudo das formações superficiais está relacionado à origem dos materiais e à sua história de deposição, enquanto que o estudo das formações pedológicas diz respeito à evolução dos sedimentos após sua deposição. No entanto, o conhecimento de como ocorreu a

⁸ JOURNAUX, A. *L'étude des formations superficielles en France*. Com. Nat. Fr. Géogr. France : Rech. Géogr. 10, 1972. p. 73-78.

evolução dos sedimentos após sua deposição. No entanto, o conhecimento de como ocorreu a evolução dos solos é uma base imprescindível para o seu entendimento, tornando-se, desta maneira, complementares os estudos das formações superficiais e dos solos.

Para os autores, acima citados, os caracteres físicos, químicos, idade e disposição das formações, vão influir, decisivamente, sobre a pedogênese e os solos resultantes. Da mesma forma, na dependência de como se desenvolve a pedogênese, podem ocorrer mudanças no relevo, transformando as características iniciais das formações superficiais.

Dentre as características físicas e químicas, AUBERT (1983), citou a percolação da água e a translocação de elementos, que ocasionam perdas ou adições, estando na dependência da granulometria e da porosidade do material sobre o qual se instala a pedogênese.

Para PETIT (1990), a capacidade de retenção de água depende da granulometria, sendo 20% retida pelas areias, de 40 a 80% pelas argilas e 250% pela matéria orgânica. A pobreza em bases, mais comum nos materiais arenosos, tornando-se um fator de acidificação, influi na evolução do solo, sendo que a presença de Ca, Mg e Na induzem a certas neossínteses como os produtos argilosos.

2.1.4.2 O material de origem, o magnetismo e os aspectos tectônico-estruturais

Em geral, os aspectos tectônico-estruturais são citados para a compreensão do relevo de uma determinada região, quando não se consegue justificá-lo por processos erosivos ou de deposição, conforme destacou TRICART (1975).

SAADI (1991), ao discutir sobre a morfotectônica de Minas Gerais, atribuiu aos traços geomorfológicos principais daquele Estado, um controle tectônico ativo. Ao tratar destas questões, verificou que existe pouca discussão sobre atividade tectônica, na maior parte dos trabalhos de interpretação geomorfológica. Comentou ainda que, quando faz parte da

pesquisa, passa-se uma idéia de que as forças endógenas são antigas e que as estruturas resultantes destas forças são fixas.

De acordo com LUIZ e COSTA e SILVA (1995), a magnetometria refere-se à medida das variações locais do campo magnético terrestre, relacionada à concentração de minerais magnéticos nas rochas da crosta terrestre. As medidas efetuadas na superfície terrestre, sugerem que o campo magnético pode ser aproximado pelo campo produzido por um dipolo, localizado no seu centro. Este dipolo aponta para o pólo sul geográfico e se localiza sobre um eixo que forma um ângulo de, aproximadamente, $11,5^\circ$ com o eixo de rotação da Terra. Para estes autores, o momento, é a unidade magnética fundamental do dipolo magnético, relacionado à força magnética.

LUIZ e COSTA e SILVA (1995), definem o campo magnético como o lugar do espaço onde as massas magnéticas exercem sua ação, dependendo da posição do ponto dentro do campo, não estando referenciado à massa magnética que está contida neste ponto. A unidade de campo magnético utilizada é o oersted, sendo também, empregada como equivalente, o gauss, onde 1 gama corresponde a 10^{-5} gauss. A variação de intensidade do campo magnético terrestre varia de 0,3 oersted, no equador magnético, a 0,6 oersted, nos pólos. Em estudos de prospecção, as anomalias são muito menores, entre 50×10^{-5} e 5000×10^{-5} oersted, não sendo conveniente, neste caso, o uso desta unidade. O equivalente a 10^{-5} oersted foi substituído pelo nanotesla (nT), sendo igual ao valor de 1 gama.

De acordo com estes autores, o campo magnético terrestre apresenta variações no tempo e no espaço, tais como variações seculares, diúrnas e as resultantes de tempestades magnéticas. O campo principal da Terra é representado, para um dado intervalo de tempo, por um modelo teórico denominado *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF), utilizado como referência para a definição das anomalias magnéticas.

A magnetometria utiliza o poder de magnetização do campo magnético terrestre, bem como das variações magnéticas das rochas com a finalidade de auxiliar em mapeamentos geológico-estruturais, sendo possível identificar e modelar unidades litológicas e estruturas em subsuperfície (RIGOTI, 1995). Este procedimento é possível em função da presença de minerais magnéticos em certos tipos de rochas. Os principais minerais ferromagnéticos são a magnetita [Fe₃O₄], a ilmenita [FeTiO₃], e a pirrotita [FeS], os quais produzem distorções locais, nos elementos do campo magnético da Terra, conforme mostra a tabela 3.1 de TELFORD⁹ et al. (1976), conforme LUIZ e COSTA e SILVA (1995, p. 226).

TABELA 2.1 - SUSCETIBILIDADE DE MINERAIS

MINERAIS	VARIAÇÃO X 10 ⁶ cgs	MÉDIA X 10 ⁶ cgs
GRAFITA [C]	-	-8
QUARTZO [SiO ₂]	-	-1
HEMATITA [Fe ₂ O ₃]	40-3000	550
PIRROTITA [FeS]	10 ² -5 X 10 ⁵	125000
ILMENITA [FeTiO ₃]	2,5 X 10 ⁴ -3 X 10 ⁵	1,5 X 10 ⁵
MAGNETITA [Fe ₃ O ₄]	10 ⁵ -1,6 X 10 ⁶	5 X 10 ⁵

FONTE: modificado de TELFORD⁹ et al.

De acordo com FERREIRA (1982), o conhecimento das propriedades magnéticas das rochas é fundamental para a interpretação das anomalias registradas nos levantamentos. Dentre estas propriedades destacam-se a magnetização e a suscetibilidade magnética.

Segundo este autor, a magnetização é uma grandeza vetorial dada pelo momento magnético por unidade de volume. A capacidade de magnetização, sob a ação de um campo externo, é conhecida como a suscetibilidade magnética (k) que é uma grandeza adimensional. As substâncias minerais podem ser classificadas como diamagnéticas, (k<0); paramagnéticas (k>0) e ferromagnéticas quando k apresenta altos valores.

⁹ TELFORD W. M. et al. *Applied geophysics*. Cambridge : Cambridge University Press, 1976.

De acordo com TELFORD¹⁰ et al. (1976), citado por LUIZ e COSTA e SILVA (1995, p. 226), a suscetibilidade magnética das rochas apresenta os valores, como se segue:

TABELA 2.2 - SUSCETIBILIDADE DE ROCHAS

ROCHAS	VARIAÇÃO x 10 ⁶ cgs	MÉDIA x 10 ⁶ cgs
Sedimentares		
Calcário	2-280	25
Arenito	0-1660	30
Folhelho	5-1480	50
Metamórficas		
Xisto	25-240	120
Filito	-	130
Gnaisse	10-2000	-
Quartzito	-	350
Ígneas		
Granito	0-4000	200
Diabásio	80-13000	4500
Gabro	80-7200	6000
Basalto	20-14500	6000
Diorito	50-10000	7000
Piroxenito	-	10500
Peridotito	7600-15600	13000
Andesito	-	13500

FONTE: modificado de TELFORD¹⁰ et al.

2.1.4.3 O clima

CHRISTOFOLETTI (1994), ao discutir os elementos da organização espacial oriunda dos processos do meio físico, comentou que, embora o clima não seja um componente materializável e visível como a topografia, a vegetação e os solos, é fator fundamental no sistema por se constituir em fornecedor de energia, agindo como controlador dos processos e da dinâmica.

¹⁰ Ibid, p. 19

PETIT (1990), discutindo os fatores climáticos, ressaltou que a temperatura reveste-se de importância quando associada à umidade, criando uma nova relação entre os organismos e a atmosfera, a bioclimatologia. Para o autor, o entendimento dos aspectos bioclimáticos é indispensável quando se estuda um quadro regional, tendo em vista que as manifestações climáticas fazem parte do ecossistema natural ou dos sistemas agrícolas.

De acordo com este autor, o clima pode ser visto de duas formas: sob o enfoque das variações climáticas atuais e das que ocorreram nos diferentes períodos geológicos. No que se refere às variações climáticas atuais, as mesmas podem ser analisadas de uma forma global quando vão determinar características pedológicas e morfológicas específicas, até o limite de microclimas com variações muito localizadas.

A este respeito, AB'SABER (1969), afirmou que o entendimento global da fisionomia da paisagem passa pelo reconhecimento dos processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais em sua plena atuação, uma vez que as formas de relevo, solo e subsolo, estão sujeitos à ação dos fatos climáticos, através da sucessão habitual do tempo, da atuação dos fatos climáticos não habituais, dos processos espasmódicos e da hidrodinâmica geral da área.

Para BUOL et al. (1973), no desenvolvimento do solo relacionado ao clima, destaca-se o controle de reações químicas e físicas, influenciando nos fatores orgânicos, de relevo, tempo de erosão e deposição, condicionados pela atuação da temperatura e da umidade.

Para estes autores, é fundamental o papel desempenhado pela água na sua flutuação vertical e movimentação lateral que está relacionado à quantidade de chuva e às características do reservatório, com efeitos nas propriedades do solo. A água invade o perfil na estação chuvosa, ocasionando mudanças nas reações químicas e físicas, podendo impor reações anaeróbicas ou redutoras, além de mudanças na temperatura do solo que tende a se tornar mais

frio do que solos próximos não saturados. Em solos livres de saturação de água ocorre a oxidação, sendo que o inverso induz à redução química.

Para LACOSTE e SALANON (1973) a temperatura e a precipitação influenciam, preponderantemente, no tempo e forma de decomposição, além da intensidade de migração dos elementos, não podendo ser consideradas isoladamente. Embora a lixiviação seja dependente da pluviosidade, a quantidade de água que alcança o solo deve ser subtraída da evaporação que, por sua vez, relaciona-se à temperatura.

De acordo com BIGARELLA et al. (1994), a precipitação se constitui num dos principais fatores influentes nos sistemas morfogenéticos tropicais.

BOULET et al. (1993), relacionaram as condições climáticas estáveis e coberturas em equilíbrio, a uma série de transformações da rocha de origem à superfície do solo, numa sucessão de horizontes constantes, porém em evolução.

Da mesma forma, KRAUSKOPF (1972), afirmou que os solos sob condições favoráveis, ou seja, declives suaves, drenagem adequada, condições de temperatura e umidade constantes, têm seu perfil desenvolvido, devendo permanecer estável.

Para PETIT (1990), o binômio calor-umidade se impõe na definição do balanço hídrico do solo. Sendo ecologicamente positivo, traduz-se por uma certa estabilidade ou equilíbrio pedogenético. Inversamente, quando o balanço hídrico é negativo ou seja, há déficit de água para as plantas, ocorre uma dinâmica mais ativa, com predominância de processos morfogenéticos.

No seu entender, não existe um estado de estabilidade na interface terra-ar mas um equilíbrio dinâmico, com uma evolução regressiva ou progressiva, integrando os fatores físicos e biológicos, relacionados à vida.

2.1.4.4 Os paleoclimas

Nas variações climáticas, relacionadas aos períodos geológicos, ressalta-se o papel desempenhado pelos climas do Pleistoceno, imprimindo na paisagem, características relativas à alternância de períodos úmidos e secos, expressas nas coberturas herdadas deste período. Estas oscilações que ocorreram neste passado geológico relativamente recente, relacionam períodos glaciais e interglaciais no hemisfério norte, correspondendo a ciclos erosionais e deposicionais, com períodos úmidos e semi-áridos no hemisfério sul (BIGARELLA e MOUSINHO, 1965; BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985).

Dentre os inúmeros trabalhos de AB'SABER, predominantemente, nas décadas de 60 e 70, cita-se a classificação das províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil (1970). Neste trabalho, o autor destacou as paisagens como resultantes de uma evolução integrada complexa, ora lenta, ora rápida, constituídas pela rocha, pelo manto de intemperismo, pelos solos, pela cobertura vegetal, adquirindo uma fisionomia peculiar pela ação dinâmica do clima e dos organismos.

Relacionando solo a paleoclimas, MASON (1971), considera que um horizonte C atual, pode ter sido a porção de um solo de um ciclo precedente, levando-se em consideração que os seus componentes minerais, matéria orgânica, água e ar, dificilmente estiveram e estão em perfeito equilíbrio com as condições ambientais, havendo uma mudança contínua.

Para PETIT (1990) todo o solo percorre uma cronossequência de estados sucessivos e interdependentes, sendo algumas características ocorrentes hoje, herdadas de situações climáticas diferentes das atuais.

2.1.4.5 Os organismos

As características impressas no relevo de qualquer região relacionam-se, diretamente, à geologia e ao clima que condicionam a vegetação, influenciando na presença dos organismos animais e microorganismos que vão atuar na sua evolução e na formação dos solos (HARDY, 1970; AB'SABER, 1977).

De acordo com ERHART (1956) e ANDRAE (1978), tendo em vista que o solo se encontra na interseção do reino animal e vegetal, portanto, no âmbito dos organismos vivos terrestres, entende-se que as fases evolutivas de um devem, necessariamente, influir sobre a evolução do outro.

Neste sentido, ERHART divulgou, em 1956, sua teoria denominada de Bio-resistasia, na qual procurou demonstrar a influência da biota, destacando o papel das florestas no desenvolvimento e evolução da capa superficial que compreende os solos. Para ERHART, (1956), em presença da floresta, desencadeam-se processos que podem ser entendidos como fenômenos de conseqüências geológicas, tais como ocorrência de processos químicos que alteram as rochas.

Para o autor, a cobertura florestal conduz a uma situação de estabilidade biostásica que permanece até que mudanças climáticas ou, ainda, outros fenômenos ocorram. Um fato a ressaltar, é que estas modificações, dentro do tempo geológico, referem-se a eventos de pouca expressão mas que alteram o equilíbrio do sistema ambiental, ao mudar o quimismo de alteração da camada superficial terrestre.

Conseqüentemente, quando ocorre mudança, como o desaparecimento da floresta, atinge-se uma nova situação ou arranjo do sistema que ERHART (1956), denominou de Resistasia e que significa rompimento do equilíbrio biológico.

Nesta fase, de acordo com este autor, os organismos animais que incorporavam a cobertura pedológica, agindo nos processos pedogenéticos, passam a desaparecer, à medida que a floresta se extingue. O solo desnudo modifica as suas condições de microclima com mudanças de temperatura, ciclo da água e albedo, para citar os principais. Diminuem, drasticamente, as reações químicas, passando a imperar as alterações mecânicas, produzindo o fenômeno da erosão nas suas diversas modalidades e, na dependência de outro fatores, trazendo modificações do ponto de vista morfológico.

Para LARCHER (1986), a fitomassa constitui 99% de toda a biomassa terrestre, sendo, desta forma, um fator de estabilização da circulação da matéria que contribui para a permanência da vida na Terra.

Segundo ANDRAE (1978), a vegetação, com destaque para as florestas, altera alguns aspectos de clima local como, por exemplo, a temperatura que é atenuada a partir da superfície da cobertura vegetal, estabelecendo-se um gradiente térmico, decrescente, dos estratos superiores até o solo durante o dia, o qual se inverte à noite, havendo uma tendência a reduzir o resfriamento do ar e do solo. Este fato se repete, sazonalmente, havendo um equilíbrio maior das temperaturas em áreas florestadas se comparadas a áreas desnudas circundantes. Este equilíbrio, entretanto, se deve, além do obstáculo físico que representa a floresta em si, ao gasto de energia que ocorre pela transpiração dos vegetais.

A cobertura vegetal influencia também as condições hídricas através da interceptação parcial da água atmosférica, regulando o seu aproveitamento através da contenção do escoamento superficial e, favorecendo sua retenção e infiltração (RIZZI, 1982). Pode, também, aumentar o aporte hídrico através da captação de pequenas gotas em áreas onde ocorre formação de neblina.

Desta maneira, de acordo com ANDRAE (1978), a camada de vegetação arbórea tende a manter um permanente grau de umidade no solo, subtraída a quantidade de água que é extraída pela transpiração das plantas. Apresenta, ainda, a capacidade de funcionar como uma barreira em relação aos ventos, arrefecendo sua força.

LACOSTE e SALANON (1973), ressaltaram a importância do papel da vegetação para a constituição do solo, propriamente dito, a partir das rochas intemperizadas na superfície terrestre. De acordo com estes autores, a sua ausência implicaria em alterações mas, jamais, em cobertura pedológica. Ressaltaram, ainda, que a composição florística de uma certa localidade determina o tipo de húmus que terão os solos, que determina a qualidade destes solos. A cobertura vegetal funciona como um meio bastante eficaz em relação à erosão, contribuindo, entretanto, ao fenômeno da lixiviação, transformando os solos, pelo desenvolvimento das raízes as quais favorecem a percolação de elementos aquosos com arrasto de elementos coloidais.

Para RUELLAN (1994), embora o solo faça parte da paisagem, isto não é sempre evidente quando o mesmo se encontra encoberto pela vegetação, sendo, provavelmente, uma das razões pela qual é desconsiderado na qualidade dos arranjos, assim como na utilização e preservação da paisagem.

TROPMAIR (1990), destacou a importância da vegetação hoje existente, constituída pela vegetação real, de plantas cultivadas como culturas permanentes ou temporárias, as quais necessitam de adubos e agrotóxicos, alterando as condições ambientais no solo.

2.1.4.6 O homem

Segundo CHADWICK¹¹ (1971), citado por KUMPERA (1979, p. 134), a adaptação do espaço às suas necessidades, modificando o ambiente natural, define o homem como um animal otimizador. Estas ações modificadoras e de ajustamento se fazem através de relações entre grupos de animais e seu habitat, constituindo um sistema ecológico ou ecossistema.

AB'SABER (1969), JUNGRIUS (1985) e CHRISTOFOLETTI (1986-1987), alertando para as variações sutis da fisiologia das paisagens atuais, ressaltaram a ação antrópica predatória, na maior parte das vezes, irreversível, imitando de acordo com AB'SABER (1969), numa escala de tempo, infinitamente menor, fatos relacionados às variações climáticas do Quaternário.

Para DREW (1986), o homem pode ser considerado uma espécie imprevisível, uma vez que o seu comportamento, ao contrário dos outros seres vivos, não se constitui numa reação e adaptação ao ambiente circundante mas num fator de impacto às formas de relevo e, principalmente, aos solos.

Para este autor, embora do ponto de vista geológico, a presença do homem possa ser insignificante na história da Terra, as suas ações, assim não podem ser consideradas. Pesa sobre ele, a forma como altera as transferências de energia no ecossistema, com fins imediatos que podem apresentar consequências desejáveis e conhecidas, bem como algumas imprevisíveis e totalmente indesejáveis.

No entender de RUELLAN (1994), este é um fator de grande preocupação pois são ainda desconhecidas todas as reações que ocorrem no interior dos solos como respostas às

¹¹ CHADWICK, G. *A systems view of planning*. Oxford: Pergamon Press, 1971.

mudanças provocadas pelo homem. As conseqüências podem vir rapidamente, em cadeia, como os processos erosivos do tipo voçorocas, da mesma forma que podem ocorrer, num futuro mais distante, através de alterações profundas e nefastas para a vida humana.

Neste particular, o solo tem sido um recurso que o homem utiliza desde os tempos pré-históricos, tendo hoje, praticamente, esgotado suas fronteiras, defrontando-se com problemas extremamente sérios como erosão, exaustão e modificações no sistema tal como ocorre no ciclo de nutrientes (DREW, 1986). De acordo com este autor, este ciclo que inclui elementos como o nitrogênio, fósforo, cálcio e potássio, fundamentais na obtenção de alimentos, é fundamental para a própria continuidade da vida humana. Pode ser encarado como um ciclo fechado, onde ocorre a absorção e metabolização de minerais do solo pelas plantas, os quais são devolvidos e incorporados ao solo por ocasião da morte dos tecidos vegetais.

Torna-se mais correto, no entanto, encarar este ciclo como um sistema aberto com entradas e saídas como, por exemplo, a adição de fertilizantes e a retirada de nutrientes pelas colheitas (DREW, 1986).

De acordo com este autor, a princípio, o ciclo pode ser entendido como um sistema equilibrado mas à medida que o homem altera estas entradas e saídas, ocorre a desestabilização do sistema, desencadeando uma série de reações, adversas ou não, na dependência de sua fragilidade.

Para RUELLAN (1994), praticamente, não existem solos na superfície terrestre que não tenham sido modificados pelas atividades humanas, direta ou indiretamente, embora o homem não deva ser encarado apenas, do ponto negativo. Em algumas regiões, ele é um construtor de solos, como por exemplo, em regiões semi-áridas ou em regiões que sofreram vulcanismo recente. De acordo com este autor, o principal problema é o próprio

desconhecimento da dinâmica do solo que leva a situações desfavoráveis, como erosão e perda de nutrientes.

Dentre as modificações induzidas pelo homem ao meio ambiente, talvez a mais importante, seja a aceleração dos processos erosivos que passam a se instalar, influenciando, em primeira instância no solo e, na continuidade, nas formas de relevo (PRANDINI, 1984).

A presença do homem, modificando o ambiente, criou, inclusive, o que TER STEPAMIAN¹² (1988), geólogo soviético, compreendeu como um novo período geológico, denominado de Quinário ou Tecnógeno (SANTOS; PRANDINI; OLIVEIRA, 1990, p. 4). Sua ação se faz sentir, com muita intensidade, em regiões onde os materiais de superfície são mais sensíveis, o que acontece na faixa de terras intertropicais até o limite do semi-árido, nos solos laterítico-saprolíticos (PRANDINI, 1984) e, em áreas originais de florestas ou savanas.

Tais áreas, quando apresentam cobertura vegetal do tipo floresta, tendem a um estado de equilíbrio, conhecido como biostasia, de acordo com a teoria de ERHART (1956). Mas, no momento em que esta vegetação é retirada, desfaz-se este equilíbrio e os solos passam a ser afetados por erosão intensa, alterando, na sua continuidade, a morfologia do terreno.

De acordo com PRANDINI (1984), quando a cobertura florestal é removida, são desencadeadas diversas reações uma vez que, menos biomassa determina menos transferência de nutrientes minerais entre planta e solo e também, pela ausência de folhas que diminui a estocagem de minerais no solo. A água deixa de passar por um de seus reservatórios e muda o seu ciclo, o que ocasiona menos interceptação, determinando maior volume de águas pluviais com maior escoamento e lixiviação, aumentando a carga de sedimentos e de material em solução nos rios. Esta rápida transferência de sedimentos das encostas para a rede de

¹² TER STEPAMIAN, G. *Beginning of the Technocene*. Bulletin IAEG, n. 1, 1970.

drenagem, deixa como marcas na paisagem sulcos e voçorocas nas baixas encostas e depósitos nos vales e nos leitos dos rios.

RODRIGUES, VILAR e GANDOLFI (1981) e VILAR, RODRIGUES e NOGUEIRA (1981), discutiram os parâmetros físicos de boçorocas ou voçorocas e solos colapsíveis. De acordo com os mesmos, são solos colapsíveis aqueles que apresentam alto índice de vazios, além de teor de umidade insuficiente para sua saturação, resultando, desta forma, em baixa resistência geomecânica. A sua estabilidade temporária refere-se à presença de substâncias cimentantes como óxidos de ferro e carbonatos.

Para PRANDINI (1980), estas estruturas de colapso onde se instalam as boçorocas apresentam, morfologicamente, um contorno circular ou elíptico, sendo resultantes de tensões efetivas devido ao peso do solo sobrejacente.

À medida que estes processos erosivos atuam, acelerados pela influência antrópica, os sedimentos são exportados das encostas, podendo ser acumulados, alterando a morfologia da paisagem, tendo sido denominados por OLIVEIRA (1994), de depósitos tecnogênicos.

Na dependência da intensidade da transformação do ambiente, pelo desflorestamento e pelo uso intensivo do solo, entra em questão um corolário relacionado a processos de desertificação antrópica.

De acordo com CONTI (1986, p. 16), a desertificação pode ser vista de diversos ângulos. Do ponto de vista biológico, refere-se à escassez de organismos vivos, principalmente, vegetais. Do ponto de vista climatológico, ocasiona carência de água doce no sistema natural, medido pelo estudo comparativo entre precipitação e evaporação e por índices de aridez, relacionados aos quocientes pluviométricos. Citando DREGNE¹³ (1977), o autor discute a desertificação como o empobrecimento geral do ecossistema, em consequência da

¹³ DREGNE, H. E. Desertification of arid lands. *Economic Geography*, 1977. v. 4, p. 53.

redução de biomassa, destacando o papel do solo deteriorado, propondo o conceito de desertificação edáfica.

2.1.4.7 O tempo

RUELLAN et al. (1989), analisaram as transformações que ocorrem na cobertura pedológica bem como a sua evolução. Afirmaram que as transformações dos constituintes do solo, das estruturas, das propriedades químicas e físicas, referem-se às transferências permanentes ou intermitentes de materiais sólidos, líquidos e gasosos. Estas transformações são morfologicamente visíveis nas três dimensões, sendo possível acrescentar uma quarta dimensão, a temporal, que se relaciona à sua evolução.

JENNY (1941), entendeu que o tempo zero de um solo está relacionado ao material de origem, sendo que, na sua evolução, esta importância diminui.

E, de acordo com BUOL et al. (1973), o tempo zero diz respeito a cada novo ciclo de desenvolvimento e ao suprimento de corpo individual de solo, com características diferenciadas.

Para estes autores, o tempo relaciona-se à evolução da paisagem, incluindo os solos e, embora a paisagem possa apresentar-se uniforme à primeira vista, pode ocorrer que sua história geomorfológica seja complexa. Em consequência, os solos também se diferenciam devido às diferenças de seu tempo zero, relacionadas à posição da paisagem que os mesmos ocupam.

Utilizaram, também, os termos de juventude, maturidade e senilidade para os solos, termos estes empregados por DAVIS¹⁴ (1902, em BUOL et al. 1973, p. 9), no início do século, para explicar a evolução do relevo. Desta forma os autores classificaram os solos de

¹⁴ DAVIS, W. M. Baselevel, grade and peneplain. J. Geol. 10:77-111

jovens ou azonais ou imaturos quando apresentam apenas os horizontes A e C. Nesta classificação se incluem, também, os intrazonais que são dominados por água excessiva, por sais ou carbonatos. Quanto aos solos maduros, zonais ou normais, os mesmos se encontram em equilíbrio com o ambiente. Os solos senís contém acumulações pedogênicas de material inerte, sexquíóxidos e minerais pesados.

De acordo com KUKAL (1990), os solos resultantes da pedogênese de material arenoso inconsolidado, são formados entre cem e duzentos anos, embora estes valores sejam bastante relativos ao conjunto de valores locais.

Para HUBSCHMAN (1972), as transformações mais sensíveis, relacionadas ao quadro litomorfológico, resultam de períodos milenares ou de dezenas de milênios, excetuando-se os fenômenos catastróficos. Em oposição, as modificações das associações vegetais são bem mais rápidas, da ordem de um a meio século, sendo que o solo se inscreve numa escala temporal intermediária.

Para CHRISTOFOLETTI (1977), além do tempo decorrido para a elaboração e transformação das formas de relevo e dos solos, outro fator a considerar é a frequência destes fenômenos no decorrer do tempo. Sob esta ótica, CHRISTOFOLETTI (1977) e GUIDICINI e NIEBLE (1976), reconheceram dois tipos de eventos: os de grande magnitude, de resultados, geralmente, catastróficos, como comentou HUBSCHMAN (1972) e de ocorrência rara e os eventos de pequena magnitude, mais frequentes, atuando, significativamente, no modelado do relevo e na evolução dos solos.

WOLMANN e MILLER (1960), atribuíram uma importância relativa aos eventos de alta magnitude, destacando os eventos mais comuns e de impulso menor como sendo muito importantes para os aspectos geomorfológicos, alterando a paisagem.

2.1.5 O relevo

De acordo com TROPPEMAIR (1990), o relevo ou modelado terrestre é resultante da ação de forças internas e externas, sendo que as forças internas estão relacionadas a fatores tectônico-estruturais, enquanto as forças externas aos fatores climáticos.

O termo relevo, no entender de JENNY (1941), confunde-se com topografia.

BUOL et al. (1973), conceituaram o relevo como as desigualdades da superfície terrestre, vistas coletivamente, considerando a topografia, como feições que aparecem numa carta topográfica.

MILNE¹⁵ (1935), citado por SCATOLINI (1991, p. 8), introduziu o termo *catena* com o fim de caracterizar a influência topográfica na diferenciação lateral dos solos e, ao mesmo tempo, relacionar os diferentes solos em posições diversas da vertente. O termo *topossequência* tem sido utilizado no mesmo sentido, fundamentado na escola americana, muito embora, indique ação lateral na transformação da cobertura pedológica, para aqueles pedólogos que trabalham com análise estrutural (BOULET et al., 1993). Para PRADO (1993), a *catena* diz respeito a uma sequência de solos que se diferenciam devido ao relevo e à drenagem, embora possam ter a mesma idade e serem originários de um mesmo tipo de rocha. Quanto à *topossequência*, de acordo com este autor, refere-se a uma sequência de solos diferenciados primariamente, pela topografia.

De acordo com SCATOLINI (1991), o relevo pode apresentar mudanças devido às transformações pedogenéticas ocorrentes, tendo em vista que a evolução dos solos é diferente nos diversos níveis topográficos. Tal fato, comanda a erosão diferencial nestas *topossequências* desenvolvidas, o que traz, obrigatoriamente, alterações nas formas de relevo.

¹⁵ MILNE, G. Some suggested units of classification and mapping, particularly for East African soils. 1935 : *Soil research*, 4, p.183-98.

Na catena, os solos são diferentes devido aos processos físicos e químicos ocorrentes, sendo que MILNE (1935), classificou a catena em dois tipos. Um, relativo à distinção do solo, devida à diferença do material de origem ao longo da catena e outro relativo às diferenças nas condições de drenagem e no movimento lateral do material superficial e subsuperficial.

RUHE (1969), idealizou uma vertente como modelo, a qual pode ser dividida em diversas partes, segundo a sua posição topográfica, onde se mantém uma relação com os processos pedológicos, expressos: no topo ou *summit*, com presença de caulinição e laterização; na mudança de declive do topo para a encosta superior ou *shoulder*, com presença do horizonte E, alvíco, seguida de concreções; na porção inferior da encosta ou *backslope* com o desenvolvimento de B textural e nas porções inferiores, correspondendo ao *footslope*, com a presença de paleossolos e zonas impermeabilizadas que finaliza, nas margens ou *toeslope*.

No entanto, esta compartimentação, não necessariamente, apresenta todas as porções como descritas acima, havendo necessidade, de acordo com BUOL et al. (1973), de uma avaliação dentro das regiões geográficas específicas.

Para BUOL et al. (1973), o relevo pode ser considerado como fator independente e interdependente do solo. No primeiro caso, o relevo é considerado fator independente quando pode mudar os outros fatores de formação do solo e fator interdependente, uma vez que as interações areais das vertentes e das propriedades dos solos são difíceis de identificar porque variam com o clima, o material de origem, o desenvolvimento biológico e a idade do solo, sendo que o relevo pode ser afetado pela pedogênese.

Para ERHART (1956), o substrato geológico está sob a influência de condições climáticas e fitogeográficas variáveis e, de acordo com o tempo de atuação e dos processos de alteração, é que vão ocorrer as diferentes formas de relevo, atuando dois grupos de processos

alteração, é que vão ocorrer as diferentes formas de relevo, atuando dois grupos de processos que operam no modelado de vertentes. O primeiro grupo refere-se à erosão das vertentes, acompanhada de degradação lateral, correspondendo a períodos de resistasia e o outro grupo, à formação extensiva de solos ou biostasia.

2.1.6 O solo

Na concepção de BUOL et al. (1973), o solo se constitui numa entidade que é comandada, mantida e modificada por um conjunto de materiais geológicos, biológicos, hidrológicos e meteorológicos, podendo, portanto, de acordo com JENNY (1941), ser considerado um sistema aberto onde substâncias podem ser adicionadas a ele ou removidas do seu interior.

Para JENNY (1941), o conceito pedológico de solo não é uma simples massa de material orgânico e inorgânico, implicando em um grau de organização que está sempre presente. Embora os solos possam apresentar propriedades diversas, os mesmos tem um traço comum que é a anisotropia e este anisotropismo se traduz pela presença do perfil do solo. Outro fato, é que a distribuição espacial das características do solo não se faz ao acaso mas depende de direção, sendo que o solo apresenta propriedades vetoriais onde a seqüência vertical difere, totalmente, das seqüências paralelas à superfície.

2.2 OS FATORES DE FORMAÇÃO DO RELEVO E DO SOLO NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

Os parâmetros conceituais de JENNY (1941), THORNBURY (1966), BUOL et al. (1973), conduziram, a seguir, à revisão de literatura dos trabalhos sobre relevo e solo e seus fatores formadores, caracterizados na Região Noroeste do Paraná.

2.2.1 Os fatores geológicos

Do ponto de vista geológico, o conjunto estudado está inserido na Bacia Sedimentar do Paraná, de origem bastante complexa, com idade de 450 milhões de anos e espessura variável de poucos metros nas bordas, até mais de 6000 m de profundidade na região que corresponde, em superfície, ao centro-oeste do Estado do Paraná. (ASSINE , SOARES e MILANI, 1993).

De acordo com estes autores, na Bacia do Paraná coexistem três bacias de idades e de distribuição espacial não coincidentes: a bacia do Siluriano-Devoniano, a bacia do Permiano-Carbonífero e a do Jurássico-Cretáceo. Esta última, de maior importância para o presente estudo, está referida ao substrato basáltico, da Formação Serra Geral, aos arenitos da Formação Caiuá e aos depósitos cenozóicos.

2.2.1.1 A litologia

2.2.1.1.1 O substrato basáltico

De acordo com GUIMARÃES (1960), os basaltos são constituídos de plagioclásios e augitas, predominantemente, além de olivinas e acessórios onde se incluem a magnetita, ilmenita e apatita. Estão dispostos em corpos tabulares, com intercalações de outros materiais como siltitos e arenitos e, ainda, cortados por diques de diabásio, tendo sido reconhecidos trinta e sete derrames com espessura total de mais de 1000 m, sob a denominação de Serra Geral (FERNANDES, 1992), do Grupo São Bento, cronologicamente, do Jurássico Superior/Cretáceo Inferior (GIMENEZ, et al., 1981). Apresentam (PAULIPETRO, 1981a), uma espessura de, quase 1100 m, recobertos por 250 m de arenito, conforme o poço 1, de Altônia, a sudoeste do município de Rondon.

Individualmente, estes derrames apresentam a clássica sucessão vertical (MAACK, 1968), que se inicia com um horizonte de basaltos amigdalóides no topo e termina com basaltos vitrificados na base, passando por variedades texturais e estruturais que incluem basaltos maciços, basaltos com disjunção horizontal e basaltos colunares.

Do ponto de vista geomecânico, não obstante a homogeneidade petrográfica, os basaltos apresentam comportamento que varia amplamente em função da existência ou não de minerais secundários de fácil alteração, da intensidade e tipo de fraturamento. Este fato é evidenciado pela presença de água em subsuperfície. Ao estudar o aquífero da região noroeste, verificou-se diferenças na composição da água dos poços perfurados pela SANEPAR (1994), ora proveniente do Arenito Caiuá, ora dos basaltos, atribuídas aos fraturamentos existentes neste material e refletidos no arenito (LISBOA, 1994).

2.2.1.1.2 O Arenito Caiuá

Sobre os basaltos depositaram-se seqüências sedimentares mesozóicas, da Formação Caiuá ou Arenito Caiuá, que apresentam como características, a estratificação cruzada, sendo a direção dos estratos bastante variável, com tendência para sudoeste, com inclinação que pode chegar a 30° de mergulho (GIMENEZ et al., 1981), ocupando uma área de, aproximadamente, 22.700 km² (ROSA FILHO, 1996). São compostos por arenitos de fácil desagregação e apresentam uma coloração que varia do roxo-violeta ao vermelho-escuro (LANDIM e SOARES, 1976) ou marrom-avermelhado (SANEPAR, 1994). Afloram, atualmente, no noroeste do Estado do Paraná, sudeste de Mato Grosso do Sul e oeste de São Paulo.

Tanto a origem como os aspectos estratigráficos do Arenito Caiuá são bastante controversos, tendo sido objeto de inúmeras discussões ao longo do tempo, ora atribuindo-se origem eólica, ora origem flúvio-deltáica, situando-se, de acordo com GIMENEZ et al. (1981), no Cretáceo Médio.

Para FERNANDES (1992), a ausência de depósitos associados a corpos de água e de acumulações significativas de argila indica uma origem, predominantemente, eólica.

Para BIGARELLA e MAZUCHOWSKI (1985), o Caiuá ocupa o topo do Grupo São Bento, mas de acordo com FERNANDES (1992), o Arenito Caiuá constitui-se num grupo sobreposto ao São Bento e situa-se no Cretáceo Superior.

Pelas características que o arenito apresenta, tanto no que se refere à distribuição espacial como às peculiaridades litológicas, FERNANDES (1992), propôs sua divisão em Unidade Rio Paraná e Unidade Goio-Erê, sendo que a formação Caiuá passa a Grupo Caiuá. O autor caracterizou a Unidade Rio Paraná como mais sujeita à erosão, devido à sua origem em campos de dunas secas, determinando uma rocha mais suscetível a processos erosivos.

autor caracterizou a Unidade Rio Paraná como mais sujeita à erosão, devido à sua origem em campos de dunas secas, determinando uma rocha mais suscetível a processos erosivos.

Para GIMENEZ et al. (1981), a espessura atual do Arenito Caiuá é muito variável, sendo que, nas proximidades de Tapejara e Cidade Gaúcha, foram observados afloramentos com diferença de cota entre 150 a 180 m.

De acordo com autor acima, o Caiuá apresenta arenitos finos e médios, com frações muito finas e grossas subordinadas, bem selecionadas, com pouca argila, de coloração, variando de marrom-arroxeadado a avermelhado, constituído principalmente, de quartzo, além de feldspatos, calcedônia e opacos. Os grãos são arredondados e subarredondados. Têm aspecto fosco e estão envolvidos por película de óxido de ferro.

Para GIMENEZ et al. (1981), o Caiuá é composto por arenitos e, subordinadamente arenitos siltosos, além de níveis de brecha sedimentar na base, no contato com os basaltos da Formação Serra Geral, citando também, a presença de leitões e lentes de argila, observados por outros pesquisadores, em poços para água subterrânea, em Mandaguari, Atalaia, Indianópolis e Paranavaí.

Ainda de acordo com estes autores, o Arenito Caiuá é composto por quartzo, feldspato, predominantemente, microclínio e plagioclásio, calcedônia e poucos minerais pesados opacos, além de zircão, turmalina e outros, podendo aparecer mica. Os grãos, nas frações areia média e grossa, são arredondados e na fração areia fina os grãos se apresentam subangulosos a arredondados, sendo a sua forma, esférica.

Quanto à cimentação do Arenito Caiuá (GIMENEZ et al., 1981), ocorre a presença de cimento carbonático, de associação de hidróxidos de ferro e argila, além de silificação em alguns pontos localizados. Esta cimentação se torna mais ou menos eficaz, na dependência da granulação. Nos arenitos estratificados de granulação grosseira, a película de hidróxidos de

ferro e argila deixa muitos espaços vazios entre os grãos, tornando esta cimentação muito frágil.

De acordo com FERNANDES (1992), a presença de argila nos arenitos é pequena e, às vezes, ausente, estando relacionada ao revestimento de paredes dos poros formados entre grãos de areia. Os argilo-minerais mais freqüentes são a esmectita e a caulinita, sendo que a primeira predomina em amostras de sondagem enquanto a última se faz presente nos afloramentos, além da illita, em pequena quantidade, tanto em amostras de superfície como em subsuperfície.

2.2.1.1.3 Os sedimentos cenozóicos

Na região da pesquisa está presente um capeamento superficial que compreende o que GIMENEZ et al. (1981), denominaram de coluviões arenosos e areno-argilosos, recobrando, de maneira geral, o Arenito Caiuá. É constituído também, de cascalheiras fluviais, aluviões entalhados subatuais, complexos colúvio-aluvionares subatuais restritos, aluviões em terraços e aluviões atuais com datações a partir do Terciário Médio, do Quaternário e, em desenvolvimento, nos dias atuais.

De acordo com estes autores, os sedimentos desta cobertura superficial, apresentam textura de areia grossa a muito fina com predominância de areia média a fina, variável, na dependência do Arenito Caiuá. Em presença do basalto, passa para uma constituição areno-argilosa.

De uma forma geral, estes sedimentos são bastante homogêneos e inconsolidados, representados por colúvios, compondo, de acordo com POPP e BIGARELLA (1975), a Formação Paranavaí. Podem apresentar, ainda, linhas de seixos de concreções, fragmentos de crostas limoníticas sobre o Arenito Caiuá. Sobre o material de origem basáltica ocorrem linhas

de seixos subarredondados a angulosos, de calcedônia e concreções limoníticas, além de grânulos de quartzo, arenito, arenito silicificado.

A origem dos sedimentos da Formação Paranaíba (POPP e BIGARELLA, 1975), está relacionada ao retrabalhamento do Arenito Caiuá, no Quaternário. Esta formação caracteriza-se, ainda, pela presença de paleopavimentos rudáceos, por cascalheiras, estruturas de dissipação e inconformidades erosivas, distintas do Arenito Caiuá.

DEHIRA et al. (1982), ao estudarem os sedimentos cenozóicos entre Cianorte e Paranaíba, atribuíram idade pleistocênica e holocênica, englobando as cascalheiras fluviais subatuais, aluviões entalhados subatuais, complexos colúvio-aluvionares subatuais restritos, coluviões arenosos a areno-argilosos, aluviões em terraços e aluviões atuais.

De acordo com GIMENEZ et al. (1981), as cascalheiras são constituídas de seixos e blocos de arenitos, arenitos silicificados e calcedônia, além de seixos de basalto de dimensão e forma variáveis, sendo a matriz areno-argilosa, quartzosa e mal selecionada. Interpretaram estes depósitos como acumulações em épocas subatuais quando o nível dos rios maiores era mais elevado e as condições de energia permitiam tal tipo de transporte.

São encontrados, também, depósitos aluvionares entalhados e alçados a mais de 10 m do nível atual dos rios, situados em meia-encosta, o que induziu os autores acima, à uma datação entre o Terciário Superior ou o Quaternário, sendo sua posição altimétrica atribuída ao contínuo soerguimento epirogenético da área (GIMENEZ et al., 1981).

FERNANDES (1992), ao se referir à cobertura supra-cretácea da região noroeste do Paraná e porção sudoeste de São Paulo, reconheceu feições inerentes aos depósitos quaternários, tais como: aluviões atuais e antigos, incluindo cascalheira fluviais, cobertura elúvio-coluvial, arenosa maciça no Caiuá e em manchas sobre os basaltos, nas regiões próximas ao contato. Citou ainda, depósitos coluviais com fragmentos de arenito com

2.2.1.2 Os fatores tectônico-estruturais

No que se refere à região pesquisada, houve grande atividade tectônica, até cerca de 60 milhões de anos, sendo atenuada no Cenozóico, confundindo-se com a neotectônica (ALMEIDA e MELO, 1981).

FÚLFARO et. al. (1980), na Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná, descreveram como principais elementos tectônicos da Bacia do Paraná, os arqueamentos marginais, os arqueamentos interiores e os embaciamentos. Destacaram o soerguimento generalizado desta bacia, no Triássico Inferior, assim como o soerguimento dômico na região do Arco de Ponta Grossa no Triássico Médio e Superior com pulsações no Cretáceo Médio, após a sedimentação do Arenito Caiuá e no fim do Mioceno. Comentaram, ainda, sobre estruturas dômicas presentes na bacia, sem influência sobre o Grupo Bauru, onde está incluída a Formação Caiuá.

FERREIRA (1982), ao discorrer sobre a configuração e evolução tectônica do Arco de Ponta Grossa, através da interpretação de dados aeromagnéticos e geológicos, elaborou um mapa de interpretação magnética qualitativa, determinando falhas ou fraturas, além de áreas anômalas, localizadas na região noroeste mas não interpretadas a nível de detalhe.

SOARES, BARRETO e REDAELLI (1981), SOARES et al. (1981) e FERREIRA et al. (1996), através de levantamentos na Bacia do Paraná, identificaram anomalias dômicas nas áreas correspondentes aos basaltos.

De acordo com GIMENEZ et al. (1981), a região onde está inserida a área de estudo não apresenta elementos estruturais ou tectônica de importância, embora ressaltem que a região se situa no prolongamento do eixo do Arco de Ponta Grossa.

Dentre os elementos estruturais presentes, verificaram o adernamento suave, para noroeste, dos derrames basálticos da Formação Serra Geral e evidências de discreta movimentação tectônica nestas rochas, ligadas, provavelmente, à reativação do Arco de Ponta Grossa. Afirmaram, também, que existem descontinuidades, relacionadas às unidades litológicas, as quais se traduzem por deformações tectônicas e atectônicas, citando-se, como principais, os contatos entre derrames, fraturamento nos basaltos e no Arenito Caiuá, entre outras. No seu entendimento, as fraturas e/ou juntas observadas no Arenito Caiuá devem ter uma origem, possivelmente, atectônica.

De acordo com os autores acima mencionados, quando a direção das fraturas é concordante com a direção das vertentes, podem estar relacionadas à evolução dos vales e são paralelas, embora tenha sido reconhecido sistema de fraturas paralelas não concordantes com os vales. Estes autores descreveram as fraturas como pouco abertas, sendo que nestes locais, os materiais apresentam uma descoloração pela lixiviação, sendo raramente preenchidas por hidróxidos.

Não observaram deslocamentos de grande monta nos arenitos ou evidências de movimentação de origem tectônica, tendo interpretado as feições morfológicas retilíneas, através de análise fotogeológica, como fraturas atectônicas ou tectônicas. Não verificaram correspondência clara entre os lineamentos e sistemas de fraturas, concluindo que a maior parte dos lineamentos traçados não reflete estruturas das rochas subjacentes.

MARQUES et al. (1987), ao analisar feições estruturais nas fundações da Barragem de Porto Primavera, próximo à foz do rio Paranapanema no rio Paraná, descreveram o Arenito Caiuá como pouco fraturado, sendo as principais fraturas subverticais a verticais. Quanto às subverticais, foram classificadas como de origem tectônica com características de grande retilinearidade e continuidade.

Para FERNANDES (1992), a área do Arenito Caiuá tem seus limites coincidentes com estruturas tectônicas importantes. Ao analisar em conjunto, imagens de satélite e mosaicos semi-controlados de radar, identificou lineamentos, tanto nos basaltos como na cobertura sedimentar com duas direções principais: nordeste (N25-40E) e noroeste (N50-N25W), além de direção NE nos sedimentos quaternários, as quais podem significar um reflexo da estruturação do substrato ou registro de atividades neotectônicas.

SOUZA FILHO (1993), ao comentar sobre a evolução da planície do rio Paraná, destacando a região entre Porto Primavera e Guaíra, interpretou os padrões de canal, neste trecho, como resultantes de movimentação tectônica ou mudanças climáticas. Destacou a variação longitudinal das características dos depósitos que aumentam de espessura para jusante, como resultado de movimentação tectônica, aliada a mudanças climáticas, classificando o padrão anastomosado como em desequilíbrio com a paisagem atual.

No município de Rondon, através do uso de fotografias aéreas (MURATORI, 1984; MURATORI e MURATORI, 1985; MURATORI, MURATORI e SALAMUNI, 1985), foram detectados alinhamentos relacionados à linearização de trechos da rede de drenagem com direções preferenciais SW-NE e NW-SE. Estes autores, ressaltaram a presença, numa concentração preferencial, de sulcos e voçorocas, bem como de Areias Quartzosas sobre estes lineamentos.

Outros trabalhos que mencionam a influência dos eventos tectônico-estruturais, referem-se à exploração de águas subterrâneas.

Pelas informações existentes quanto a alguns poços da região Noroeste e do município de Rondon, constatou-se que o abastecimento de água dos mesmos se faz através dos aquíferos Caiuá e Serra Geral, denotando sua inter-relação (LISBOA, 1994).

De acordo com ROSA FILHO, SALAMUNI e BITTENCOURT (1987), REBOUÇAS e FRAGA (1988) e LISBOA (1994), o afluxo de água destes poços ocorre através de rupturas regionais significativas, as quais são evidenciadas pelos intercâmbios de fluxos entre os diversos aquíferos, onde o Arenito Caiuá funciona como um instrumento de recarga para o substrato.

2.2.2 Os fatores climáticos

2.2.2.1 O clima atual

As informações sobre as características climáticas do noroeste do Estado do Paraná são recentes, em geral, a partir de 1950, existindo poucas informações anteriores.

Como uma das primeiras referências, destacou-se o relato de um engenheiro inglês que, em expedição na região do alto Ivaí, no ano de 1872, descreveu alguns aspectos climáticos e de vegetação. Comentou a respeito de estiagens de inverno, seguidas por aguaceiros, além de mudanças muito bruscas de temperatura ao longo do rio (BIGG-WITHER, 1974).

De acordo com NIMER (1979) e BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, (1985), os principais centros de ação que controlam o clima da região sul referem-se ao Anticiclone do Atlântico Sul, ao Anticiclone Migratório Polar, à Depressão do Chaco e à Depressão do Mar de Weddel, com atuação ocasional do Anticiclone do Pacífico.

Do primeiro, se originam os ventos alísios que agem durante todo o ano, no litoral brasileiro, avançam no inverno em boa parte do continente, atingindo o Estado do Paraná.

O Anticiclone Migratório Polar, origem da Massa Polar, divide-se em dois ramos e atua o ano inteiro no sul do país, com mais intensidade durante o inverno, no hemisfério sul. A

Depressão do Chaco atua no verão, sendo responsável pela advecção de ondas de calor de NW.

A Depressão do Mar de Weddel influencia a circulação regional da região sul, auxiliando na atuação dos sistemas intertropicais.

Da interação destes principais centros, através das massas de ar Tropical Atlântica, Tropical Continental e Polar Atlântica, modificadas, principalmente, pelo relevo e vegetação, é que se delinea o clima da região noroeste do Paraná. É classificado, de acordo com Köppen, como Cfa ou mesotérmico úmido sem estação seca, com média do mês mais quente superior a 22 ° C em transição para Cwa, mesotérmico úmido com estiagem no inverno e temperatura do mês mais quente, também superior a 22 ° C, no extremo noroeste. (PROJETO NOROESTE, 1974).

De acordo com o IBGE (1990), o total anual de chuvas na região noroeste do Paraná varia entre 1250 e 1500 mm, sendo que os meses menos chuvosos são julho, agosto e junho. A temperatura média anual está em torno de 18 °C - 22 °C, sendo a temperatura máxima absoluta anual, entre 36 °C - 40 °C e a temperatura mínima absoluta anual de 0 °C - 4 °C. A temperatura média do mês mais quente, janeiro, está entre 24 °C - 26 °C e do mês mais frio, julho, entre 13 °C - 15 °C. A ocorrência média anual de noites frias, em torno de 0 °C, varia entre 1 e 5 noites, enquanto que a ocorrência média de geadas está em torno de 3 a 5 dias.

De acordo com MÜLLER (1995), as taxas de evaporação e evapotranspiração da região noroeste são as mais elevadas do Estado do Paraná, pela combinação de índices de umidade baixos e altas temperaturas, sendo que as medidas diretas de evaporação mais elevadas foram encontradas em Paranavaí.

Para LEITE (1994), estas características determinam uma nova proposta de zoneamento fitoclimático, denominado de Zona Transicional (úmido/árida), mais especificamente, na região, de Subzona Estacional Xérica com inverno moderado e verão acentuado.

Estudos mais recentes têm apontado a atuação dos fenômenos *El Niño* e o *Anti- El Niño*, com atuação no sul do continente americano, os quais trazem modificações importantes nas condições climáticas regionais.

PISCIOTTANO et al. (1994), estabeleceram uma série histórica, a partir de 1884 até 1987, verificando que o El Niño e o Anti-El Niño, têm atuado em períodos variáveis, com intervalos entre 2, 3, 4 e 5 anos, provocando intensas chuvas e períodos de seca no sul do Brasil.

2.2.2.2 Os paleoclimas

No Brasil, destacaram-se nas décadas de 40, 60 e 70, os trabalhos de MAACK (1947), AB'SABER (1967, 1969 e 1970), BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA (1965) e BIGARELLA, ANDRADE-LIMA e RIEHS (1975) relativos aos climas passados e sua influência na paisagem.

Para BIGARELLA et al. (1994), no último episódio glacial pleistocênico, correspondendo ao Würm-Wisconsin Superior, embora o paleoespaço geográfico fosse semelhante ao atual, a cobertura florestal tropical, herança do Pré-Würm, passou a ser substituída por formações abertas, tendo em vista a mudança para climas mais secos.

Os mecanismos se mantiveram, acentuadamente, entre 20.000 e 13.000 A.P., tendo ocorrido, de acordo com AB'SABER (1979), um estreitamento da faixa tropical, um

rebaixamento das médias térmicas em torno de 4°C a 6 °C predominando condições subúmidas a semi-áridas.

Esta faixa, segundo AB'SABER (1977), apresentava uma situação transicional entre as condições desérticas do sul, na atual Argentina e as condições semi-áridas do planalto central brasileiro.

Estas alternâncias climáticas estão expressas no relevo por superfícies de erosão ou o que delas restou. A superfície de erosão mais antiga é o pediplano Pd3, elaborado, segundo BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA (1965), no Cretáceo-Eoceno, sucedendo por pedimentação semi-árida, novas superfícies, denominadas, respectivamente, de Pd2 e Pd1. Embutidos nestes níveis, os autores reconheceram pedimentos, aos quais classificaram de P2 e P1, relacionados às flutuações climáticas sucessivas.

2.2.3 Os fatores biológicos

2.2.3.1 A flora primitiva

De acordo com MAACK (1953), as florestas pluviais do Estado do Paraná e do Brasil desenvolveram-se no final do Quaternário antigo ou Pleistoceno, tendo em vista que este pesquisador encontrou, em solos sob cobertura florestal, níveis de lateritos pleistocênicos, fanglomerados e conglomerados que só podem ter-se depositado em condições diferenciadas de clima e vegetação ou seja, semi-árido com estepes. Outros testemunhos desta situação pretérita, foram encontrados pelo autor, no que ele denominou de ilhas de campos cerrados, dentro das “matas” tropicais e subtropicais.

Da mesma forma, as características climáticas úmidas do período atual confrontam-se, em parte, com o caráter decidual de parte das espécies da cobertura florestal da região noroeste, refletindo climas secos, pretéritos (LEITE, 1994).

A realidade florístico-vegetacional brasileira desenhou-se lentamente e, em muitos casos, não se tornou conhecida porque a colonização chegou antes de qualquer pesquisador. De acordo com RAMBO¹⁶ (1954), citado por LEITE (1994, p. 42), a partir da segunda metade do Quaternário não foram criados novos espaços fora do alcance da flora existente e a superfície da Terra entrou em equilíbrio biocenótico, inviabilizando o fenômeno da especiação.

De acordo com VELOSO e GÓES FILHO¹⁷ (1982), citado por LEITE (1994, p. 43), as linhas de irradiação fenotípica das plantas, correlacionando-se com a diversificação da qualidade ambiental, ocuparam espaços fragmentados, de acordo com a disponibilidade de água, potencialidade dos solos, relacionados ao clima e ao relevo.

Neste contexto, inseriu-se a floresta que existia até o final da década de 40, na área de abrangência do Noroeste do Paraná, denominada, de acordo com o IBGE (1990), de Floresta Estacional Semidecidual (Subcaducifólia) ou, lembrando a classificação de MAACK (1968), de Floresta Pluvial.

Esta floresta que se estendia pelo noroeste, tinha uma área de abrangência tanto sobre os arenitos como sobre o basalto, podendo-se, pois, separá-las em unidades distintas. Na região do basalto a mesma se apresentava mais homogênea e mais densa enquanto nos solos arenosos, a altura das árvores diminuía, bem como o número de espécies, encontrando-se, também, pequenos vazios ocupados por campos e cerrados. Sua característica principal era o fenômeno da semidecidualidade estacional, com período hibernal de um a dois meses secos

¹⁶ RAMBO, B. História da flora do litoral riograndense. *Sellowia*. Itajaí, 1954. v. 6, n. 6, p. 113-72.

¹⁷ VELOSO, H. P.; GÓES FILHO, L. Fitogeografia brasileira, classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. *Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL*, Salvador, 1982. v. 1, p. 1-80.

(BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985). Além do número pequeno de espécies, se comparada a outras formações vegetais do sul do Brasil, ressaltava-se a presença de grande número de lianas e poucas epífitas (VELOSO, RANGEL FILHO e LIMA, 1991).

BRAGA (1962), descrevendo os aspectos florísticos da região noroeste, mais especificamente, numa faixa desde o rio Ivaí, no rio das Antas, passando pela Serra dos Dourados até Porto Camargo, dividiu a vegetação da área em três tipos de associações: Matas de Espigão, Matas Ciliares e Campos de Inundação. Destacou, também, a pouca representatividade das epífitas, justificada por problemas de baixa umidade atmosférica, mesmo dentro da floresta.

Nas Matas de Espigão, localizadas nas porções mais elevadas, encontrou peroba-rosa (*Aspidosperma sp.*), figueira-branca (*Ficus sp.*), jatobá (*Himeaea sp.*), (*Holoclix glaziovii Taub.*), (*Acrocomia sclerocarpa Mart.*) e (*Euterpes edulis Mart.*).

Nas Matas Ciliares, ao longo dos rios, destacou a presença de *Merostachis sp.*, *Dichorisandra aubletiana R. et P.* além de espécies das famílias *Amaranthaceae* e *Bromeliaceae* e ausência de *Euterpes edulis Mart.*.

Quanto aos Campos de Inundação, localizados junto às antigas várzeas do rio Ivaí, junto às "matas" ciliares, dividiu-os em duas porções: uma úmida e uma seca. Na porção úmida observou a presença de Gramíneas, Ciperáceas e raras Melastomatáceas. Na porção mais seca, encontrou Gramíneas, Ciperáceas e outras espécies, envoltas por Cactáceas e Palmáceas, principalmente.

De acordo com a classificação do IBGE (1990), a estrutura desta floresta era constituída por dois estratos de árvores, um estrato de arvoretas, um de arbustos e outro de ervas, sendo dominada pela peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), entre 60 a 80% do estrato emergente, do ipê-roxo (*Tabebuia avellanadae*), pau d'alho (*Gallesia gorazema*), pau-

marfim (*Balfourodendron riedelianum*), canafistula (*Peltophorum dubium*), guaritá (*Astronium urundeuva*), jequitibá (*Cariniana estrellensis*), jatobá (*Himenaea stilbocarpa*), sucupira-amarela (*Ferreira spectabilis*), amendoim-brabo (*Pterogyne nitens*). No estrato arbóreo destacavam-se o guatambu (*Chrysophyllum gonocarpum*), o canelão (*Ocotea cf. acutifolia*), o sobrasil (*Colubrina glandulosa*) e o alecrim (*Holocalyx balansae*). No estrato das arvoretas e dos arbustos estavam presentes o leitinho (*Sorocea bonplandii*), o carrapateiro (*Metreodorea nigra*), sendo que no estrato herbáceo destacavam-se os taquarís (*Olyra humilis* e *O. fasciculata*) e o capim-arroz (*Pharus glaber*).

LEITE (1994), ao descrever estas formações, destacou o fenômeno da semidecidualidade estacional nos estratos arbóreos superiores, citando, também, o encrave de savanas ao qual atribuiu uma deficiência litopedológica e clima mais frio e seco do Quaternário, propondo a denominação de Floresta Estacional Semidecídua Subxérica, como uma nova classificação.

2.2.3.2 A ação do homem

Existem registros históricos sobre a ocupação esporádica da região, junto ao Ivaí, desde 5.000 anos a.C., denominada de Tradição Humaitá, sendo que do ano 500 a 1.000, foi ocupada pela Tradição Tupi-Guarani e Casa de Pedra, na região próxima a Rondon. A partir de 1500, passou a ser utilizada como caminho indígena e, em 1560, abrigou a Villa Rica del Espiritu Santo, dos espanhóis, na junção do Ivaí com o rio Corumbataí. Entre 1880 e 1900, iniciou-se um processo de concessão de terras mas a ocupação da região noroeste passou a ocorrer a partir de 1900, próximo a Campo Mourão (CARDOSO e WESTPHALEN, 1986).

De acordo com a OEA (1973), a maior parte das terras da região noroeste do Paraná pertencia ao Estado até 1925, com poucas penetrações esporádicas, sendo que a sua ocupação efetivou-se, através das frentes de expansão cafeeira, a partir do final dos anos 40.

Destacaram-se nesta ocupação (OEA, 1973), as companhias de colonização que imprimiram uma característica peculiar na forma de distribuição dos lotes rurais: propriedades de tamanho familiar com cerca de 35 hectares, dispostas de modo a incluir uma porção de vale para o suprimento de água e uma porção de topo, voltado para a estrada, com a finalidade de escoamento da produção de café. Numa avaliação preliminar, esta situação, mostrava-se vantajosa, permitindo uma certa independência de cada propriedade nos aspectos referentes ao suprimento de água e também em relação à circulação feita através das estradas, nos divisores. No entanto, esta mesma situação foi a que desencadeou, de forma violenta, a ação dos processos erosivos acelerados, seja pela divisão das propriedades com cercas, seja pelo caminho do gado das porções elevadas para os córregos ou do corte de estradas sem os equipamentos complementares, obrigatórios, de sistemas de drenagem.

Desconhecendo as características físicas dos solos que passaram a ocupar (OEA, 1973), a orientação do uso da terra se fez a partir de uma política econômica equivocada, atrelada ao mercado internacional e na busca imediata de aumento de divisas para o país. Desta forma, o avanço das frentes de expansão agrícola relacionou-se às altas cotações do café no mercado internacional, com manipulação das taxas cambiais pela classe cafeeira, situação esta que permaneceu até o início da década de 60.

Neste período, o noroeste que ocupava 26% da área do Estado, continha 40% da população estadual, com 80% da produção de café (OEA, 1973).

A partir desta data, passou a haver a intervenção do governo federal com a criação de uma taxa de exportação ou confisco cambial. A nível de mercado externo, os preços se

modificaram e o governo passou a regular também a produção, subsidiando, inclusive, a erradicação de cafezais (OEA, 1973).

Na região noroeste do Estado do Paraná o desestímulo governamental veio acompanhado de prejuízos devido às geadas, como as de 1953 e 1955 e à erosão acelerada que passou a existir nos solos derivados do arenito. No final dos anos 60, a erradicação de parte dos cafezais, propiciou o aumento de área de pastagens e o uso intensivo dos solos com culturas temporárias (OEA, 1973; EMATER, 1995; INCRA, 1994; BASE PÚBLICA DO ESTADO, 1994).

2.2.3.3 A erosão antrópica

BRONDANI et al. (1991), caracterizaram a região compreendida pelo Arenito Caiuá como de acentuada suscetibilidade à erosão hídrica ou eólica, induzindo à rápida degradação e perda da fertilidade.

DEL'ARCO et al. (1992), estudando a suscetibilidade à erosão da bacia do Paraná no Estado do Mato Grosso do Sul, destacaram como fatores comuns à erosão os desmatamentos generalizados, o manejo incorreto do solo, o traçado de demarcação dos lotes e a locação de estradas.

CARDOSO, POTTER e DEDECEK (1992), comparando as características de solos derivados do Arenito Caiuá, no Estado do Paraná, em épocas distintas, verificaram uma degradação que está referida, preferencialmente, às perdas no horizonte A, bem como redução de teor de matéria orgânica, após o desmatamento.

2.2.4 O fator tempo

AB'SABER (1969), definiu no tempo geológico as formas de relevo do sul do Brasil ao relacionar os processos pós-cretácicos e pré-pleistocênicos como básicos da compartimentação quaternária.

Da mesma forma, ALMEIDA (1983), atribuiu idade neocenoica às formações superficiais da Bacia do Alto Paraná e POPP e BIGARELLA (1975), atribuíram ao Quaternário os sedimentos cenozóicos da Formação Paranaíba.

As formas de relevo atual, na região noroeste do Paraná, de acordo com BIGARELLA e MAZUCHOWSKI (1985), desenvolveram-se a partir de processos morfogenéticos durante o Cenozóico, a partir do Terciário Médio, no Oligoceno, em sistemas morfoclimáticos alternados. Tais processos atuaram sobre o arcabouço geológico-estrutural, quando se desenvolveram várias superfícies de erosão as quais constituem as unidades geomórficas, hoje presentes na área.

2.3 O RELEVO

2.3.1 A origem do relevo atual

BIGARELLA e MAZUCHOWSKI (1985), atribuíram a períodos secos, a predominância de erosão lateral e desagregação mecânica e a períodos mais úmidos, a erosão linear e atuação da decomposição química. Atribuíram, também, um caráter policíclico às formas de relevo, alertando para a importância das condições climáticas quanto à origem de certos depósitos. Durante a vigência de climas úmidos a morfologia e a rede de drenagem se adequavam à estrutura geológica regional, enquanto nos climas semi-áridos o modelado que

estava adaptado à litologia e aos arranjos geoestruturais, passava a mascarar os mesmos, surgindo superfícies aplainadas.

Para JUSTUS et al. (1985), o relevo da região noroeste do Estado do Paraná, apresenta um caráter policíclico e poligenético, como resultado da superposição de sistemas morfoclimáticos em ambientes de baixa e alta energia, durante o Cenozóico. Os ambientes de baixa energia, correspondendo às fases de equilíbrio morfodinâmico, foram sucedidos por rompimentos deste equilíbrio, com alternâncias para ambientes de alta energia, destacando-se o clima e a tectônica no Terciário, o clima no Quaternário e eventos de ordem biológica nos dias atuais.

2.3.2 O relevo atual

MAACK (1968), reconheceu no Estado do Paraná 5 regiões de paisagens naturais com características peculiares quanto ao contexto morfoestrutural, sendo que a região noroeste relaciona-se à parte da província, constituída pelo Terceiro Planalto Paranaense, na região do Arenito Caiuá.

De acordo com AB'SABER (1970), a região noroeste insere-se nos planaltos sedimentares do Planalto Meridional Brasileiro, com inclinação geral para oeste e noroeste.

De acordo com JUSTUS et al. (1985), os fatos geomorfológicos da região podem ser classificados em três taxons.

O primeiro taxon diz respeito ao domínio morfoestrutural o qual foi denominado de Bacias e Coberturas Sedimentares, correspondendo, na geologia, à Província Paraná, com as rochas efusivas e os arenitos.

O segundo taxon refere-se ao subdomínio morfoestrutural da Bacia e Coberturas Sedimentares do Paraná, correspondendo ao planalto monoclinal, com inclinação para oeste, englobando, desde áreas muito dissecadas até áreas planas.

O terceiro taxon compõe a unidade de relevo Planalto Central da Bacia do Paraná que coincide, grosseiramente, com a unidade geomorfológica denominada por ALMEIDA (1956), de Bacia do Alto Rio Paraná, compreendendo o noroeste do Estado do Paraná. Esta unidade apresenta vários compartimentos onde existe uma aparente homogeneidade de relevo, com colinas alongadas de topos abaulados e vertentes convexizadas, com inclinação geral para o rio Paraná.

O IBGE (1993), ao construir o Mapa de Unidades de Relevo do Brasil, utilizou a classificação de JUSTUS et al. (1985), numa ordem hierárquica, englobando como unidade maior, o Domínio Morfoestrutural constituído pela Bacias com Coberturas Sedimentares Inconsolidadas Plio-Pleistocênicas, seguindo-se o Subdomínio Morfoestrutural da Bacia e Coberturas Sedimentares do Paraná, na unidade de relevo Planalto Central da Bacia do Paraná.

BIGARELLA e MAZUCHOWSKI (1985), utilizaram a denominação proposta por BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA (1965), para as superfícies de erosão, ou pediplanos, com subníveis embutidos na região noroeste do Estado do Paraná.

Os autores fizeram a correspondência entre estas superfícies ou o que restou das mesmas, atribuindo às porções mais elevadas a superfície de erosão Pd3, tendo sua origem, provavelmente, no Oligoceno, embora JUSTUS et al. (1985), tenham atribuído uma idade cretácica à mesma.

Às porções com menores altitudes, denominaram de superfícies interplanálticas. Destas superfícies, foram identificadas a superfície de erosão Pd2, pouco presente na área, datada do Plioceno Inferior e a superfície do Pd1, com idade provável a partir do Plioceno

Superior/Pleistoceno Inferior, com maior abrangência espacial, em altitudes variáveis, desde 630-620 m, como cotas máximas, até 400-380 m, próximo à calha do rio Paraná.

De acordo com estes autores, as rochas relativas a esta superfície estão inumadas por formações superficiais arenosas e argilosas que podem alcançar 20 m de espessura, correspondendo aos solos Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Roxo e Areias Quartzosas.

Destacaram, ainda, os relevos residuais do Pd1, como remanescentes do pediplano Pd2, citando O Morro dos Três Irmãos e pequenas elevações no interflúvio entre os rios Ivaí e Piquiri, como a Serra dos Dourados.

Quanto aos níveis mais rebaixados, principalmente próximo ao curso do rio Ivaí, os mesmos foram relacionados à superfície interplanáltica Pd0, com correspondência para o nível do pedimento P2, com altitudes entre 300-280 m onde se destacam solos do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, além de Latossolos Vermelho-Escuro e, nas áreas limites do basalto, os solos do tipo Terra Roxa Estruturada e Latossolo Roxo.

2.4 OS SOLOS

2.4.1 A origem dos solos atuais

Os processos pedogenéticos atuantes na formação dos solos do noroeste do Estado do Paraná relacionam-se, inicialmente, à sucessão de eventos marcantes a partir do Terciário como o soerguimento continental, o adernamento da região para oeste e o estabelecimento das bacias hidrográficas regionais (SOARES e LANDIM, 1975).

No Quaternário, a evolução das paisagens e a elaboração dos solos se prenderam, principalmente, às alternâncias climáticas, associadas aos eventos glaciais e interglaciais no hemisfério norte, os quais determinaram nas regiões tropicais e subtropicais, períodos de seca e

de umidade que deixaram como registros, uma seqüência de sedimentos inconsolidados, formando um capeamento sedimentar, origem dos solos, hoje presentes na região (BIGARELLA e MAZUCHOSWIKI, 1985).

2.4.2 Os solos atuais

Na área do Arenito Caiuá os solos apresentam uma toposseqüência típica onde os Latossolos ocupam os topos, os Podzólicos, as encostas e os Hidromórficos e as Areias Quartzosas, as regiões de baixada, sendo que estas últimas podem ocupar também, áreas de assoreamento da rede fluvial (FASOLO et al., 1988; MUZILLI et al., 1990).

De acordo com o "Mapa de Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Noroeste do Paraná", escala 1:300.000 (BRASIL, 1971), na região que corresponde ao Arenito Caiuá, destacam-se: Latossolo Vermelho Escuro Distrófico (LEd3), em posição de topo, entre os rios Paranapanema e Ivaí, Podzólico Vermelho-Amarelo (PV3), acompanhando as redes de drenagem. Ao sul do rio Ivaí, o Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico (LEd3), também está presente, principalmente, nas proximidades da calha do rio Paraná, com exposições do Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico (PE4), nos interflúvios até o rio Piquiri e afluentes onde aparece também, o Podzólico Vermelho-Amarelo (PV3).

Nesta escala ficaram excluídas as Areias Quartzosas como unidades de mapeamento.

2.4.2.1 As Areias Quartzosas

OLIVEIRA (1982), caracterizou as Areias Quartzosas como uma classe de solos minerais, essencialmente quartzosos, com textura areia ou areia franca, com profundidades de,

pelo menos, 2 m. De acordo com o autor, estes solos podem ser casualmente, orgânicos em superfície e podem ser hidromórficos.

Segundo a EMBRAPA (1984), nas Areias Quartzosas, os teores de argila são baixos e inferiores a 15 %, determinando solos bem porosos, soltos e bem drenados, com horizontes A e C, de textura leve e classe textural areia franca.

Para OLIVEIRA (1982), as Areias Quartzosas são normalmente, álicas ou distróficas, em solos bem drenados, embora tenha sido encontrada uma variedade, no sertão de Pernambuco, classificada como Areia Quartzosa Eutrófica com fragipã. Quanto às Areias Quartzosas Hidromórficas ocorrentes em áreas de drenagem imperfeita, as mesmas vão constituir solos álicos distróficos ou sódicos com A moderado ou proeminente, às vezes, turfoso.

De acordo com este autor, as Areias Quartzosas são conhecidas desde a década de 60 e, originalmente, classificadas como Regossolos, constituindo um grupo particular, abrangendo Areias Quartzosas não hidromórficas do interior, as quais apresentam, como características principais, uma coloração que varia do vermelho ao amarelo, podendo aproximar-se do branco. Incluem-se, ainda, as Areias Quartzosas marinhas não hidromórficas e as Areias Quartzosas hidromórficas, de coloração variável, do cinza ao branco. Ocorrem, também, as Areias Quartzosas podzolizadas, às vezes, classificadas como Podzólico Vermelho-Amarelo arenoso.

Para RESENDE (1988), as Areias Quartzosas estão distribuídas na maior parte do território brasileiro, em ambientes variáveis, desde áreas com estação seca até áreas úmidas, destacando-se, no entanto, a região centro-oeste. Ocorrem na faixa litorânea do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, norte de Bahia e do Estado da Paraíba até o Piauí, além de áreas continentais dos estados do Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, oeste e

norte baiano, sul do Pará, sul e norte do Maranhão, Piauí e Pernambuco, além de áreas pontuais em outros estados.

As características principais das Areias Quartzosas (OLIVEIRA, 1982), relacionam-se a perfis extremamente simples, com seqüência de horizontes A, C, surgindo, às vezes, um quase horizonte B, incipiente. O horizonte A é formado por materiais arenosos de constituição quartzosa, variando de moderado a fraco, raramente proeminente ou turfoso. O horizonte C é pouco diferenciado, muito friável, de coloração, variando de vermelha, amarela e laranja ou desbotada.

OLIVEIRA (1982), durante o levantamento semi-detalhado de solos do Estado de São Paulo, na quadrícula de Araras, descreveu o horizonte A das Areias Quartzosas profundas, com cor variando do bruno-avermelhado escuro até cinza muito escuro, com estrutura granular pequena, fraca, associada com grãos simples, sendo a consistência úmida muito friável e a amostra molhada não plástica e não pegajosa. Quanto ao Horizonte C, o mesmo apresentou larga gama de cores, desde vermelha até bruno-avermelhada escura.

Citando, ainda OLIVEIRA (1982), as areias presentes nestes solos podem ser grossas ou finas, compondo texturas de classes areia ou areia franca, características estas que impõem uma baixa capacidade de retenção de cátions. Como consequência da constituição essencialmente quartzosa, o autor classifica estes solos como muito pobres em macronutrientes e micronutrientes.

LORANDI (1982), estudando as características mineralógicas e granulométricas de três Areias Quartzosas da Bacia do Ribeirão do Lobo, em São Paulo, relacionou as mesmas a diferentes níveis topográficos, concluindo que estes solos apresentam elevada maturidade mineralógica, tendo passado por vários ciclos de sedimentação, havendo contribuição dos perfis topográficos superiores em relação aos inferiores.

SALOMÃO (1985), ao estudar associações geopedológicas na região de Manga, ao norte de Minas Gerais, nas proximidades do rio São Francisco, descreveu as Areias Quartzosas como solos pouco evoluídos, constituídos por sedimentos aluvionares arenosos, bastante diferenciados, de acordo com a posição topográfica.

Os técnicos da Divisão de Pesquisa Pedológica (BRASIL, 1973), caracterizaram as Areias Quartzosas do Rio Grande do Sul, na região leste, com um horizonte A profundo, com cerca de 60 cm de espessura, composto de areia franca, sem estrutura e solta, com coloração variável entre vermelho e amarelo. O horizonte C se apresentou com areia solta e coloração bruno-amarelada clara.

CABRAL e MACIEL (1991), descreveram solos arenosos no oeste do Rio Grande do Sul, integrando a Unidade Cruz Alta-Regossol, classificados como Areias Quartzosas. De acordo com estes autores, são solos profundos, com menos de 15% de argila, excessivamente drenados, muito friáveis e soltos, pouco desenvolvidos, constituídos por perfil A e C e ligados a processos erosivos.

Na descrição das Areias Quartzosas do Cerrado da região centro-oeste do país, PINTO (1990), caracterizou-as como solos associados a sedimentos areno-quartzosos não consolidados ou arenito, contendo em todo o perfil mais de 80% de areia, sendo que, com exceção do horizonte A, não ocorre desenvolvimento de horizontes iluviais ou eluviais.

RESENDE (1988), ao descrever Areias Quartzosas no sudoeste do Mato Grosso, onde ocorrem períodos pronunciados de seca e altas taxas de evapotranspiração, encontrou-as em locais de cerrado e sob mata densa. Justificou estas ocorrências simultâneas pela granulometria das areias. Devido à areia fina, há um maior índice de retenção das águas, que melhora o regime hídrico e, conseqüentemente, a absorção de nutrientes, permitindo a expansão da vegetação.

ROCHA e SCOPEL (1987), em levantamentos executados no Mato Grosso do Sul, descreveram as Areias Quartzosas existentes na região de Ivinhema, tendo identificado e classificado este solo, tanto em unidades simples como em associações com outros solos. Alguns destes solos tiveram sua classificação feita provisoriamente, uma vez que não se enquadram dentro das classes taxonômicas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Estes autores caracterizaram as Areias Quartzosas Podzolizadas como solos minerais muito profundos, com altos teores de areia, com textura areia, areia franca e raramente franco-arenosa, de estrutura fraca. As cores variaram de bruno-avermelhada e avermelhada no horizonte A e vermelho-escuro no horizonte B, apresentando A moderado, ocorrendo em relevo suave ondulado e ondulado com vegetação do tipo cerrado médio a fino. Através das análises, estes solos foram caracterizados como ácidos, com baixos teores de matéria orgânica, com caráter distrófico, eventualmente álico.

Quanto às Areias Quartzosas, propriamente ditas, foram caracterizadas por estes autores, como solos minerais muito profundos, com seqüência de horizontes A e C, pouco diferenciados, com cores, variando de bruno forte a cores mais claras no horizonte C, apresentando estrutura pouco desenvolvida, com pH ácido, baixa porcentagem de matéria orgânica, originalmente pobres e distróficos.

Nos levantamentos de solos feitos pelo PROJETO RADAMBRASIL (1982; 1983), em diversas áreas brasileiras como Santana, na Bahia, Manga, em Minas Gerais, Planalto dos Parecís, Chapada dos Guimarães e Depressão do Alto Paraguai, no Mato Grosso, as Areias Quartzosas foram descritas como solos de textura arenosa, com seqüência de horizontes A e C, excessivamente drenados, muito profundos, de moderado a fortemente ácidos, com fertilidade natural baixa, álicos e/ou distróficos, de cores variáveis do bruno-avermelhadas escuras e bruno-avermelhadas no horizonte A e vermelho-escuras a vermelho-amareladas no

horizonte C. O horizonte A foi classificado como fraco a moderado, com presença de A proeminente em áreas próximas a surgentes ou veredas do Chapadão Central.

2.4.2.2 As Areias Quartzosas na região noroeste do Paraná

Levantamentos de detalhe foram feitos com o fim de identificar os solos em áreas críticas de erosão (FASOLO et al. 1988), onde se destacaram as Areias Quartzosas, descritas a seguir.

A maior incidência referiu-se às Areias Quartzosas Vermelho-Amarelas, A moderado, textura areia ou areia franca (AQ1), que ocorrem próximas às cabeceiras de drenagem, em relevo pouco acidentado, com 0 a 5% de declive, de tonalidade bruno-avermelhada escura, sendo consideradas bastante suscetíveis à erosão. Em algumas situações, podem ser consideradas como solos intermediários para o Latossolo Vermelho-Escuro, textura média.

As Areias Quartzosas, A moderado, textura areia (AQ2), ocorrem próximo às margens dos rios com relevo, variando de 2 a 6% de declive e desenvolvido, de acordo com os autores, a partir de alterações ocorridas em material arenoso, de origem colúvio-aluvial, que constituem terraços recentes. Estes solos se caracterizam pela ausência de estrutura e coloração de branca a amarelada e textura arenosa, com mais de 95% de areia. São, também, facilmente erodíveis e apresentam inclusões de areia solta.

As Areias Quartzosas Hidromórficas, A moderado, textura areia ou areia franca (AQ3), ocorrem em relevo plano, com 0% a 2% de declive, constituído por várzeas e provenientes de material arenoso colúvio-aluvial. Quanto à erosão, é mínima pelo próprio relevo.

As Areias Quartzosas Vermelho-Amarelas Podzolizadas, A moderado, textura areia ou areia franca (AQ4), ocorrem em relevos mais movimentados, com declives entre 5 e 10%, com textura bastante arenosa, com teores acima de 90% no horizonte superficial. São muito suscetíveis à erosão e apresentam como característica principal um horizonte Bt. São solos intermediários entre as Areias Quartzosas (AQ1) e Podzólico Vermelho-Escuro (PE1).

MUZILLI et al. (1990), descreveram também, Areias Quartzosas no Estado do Paraná. Foram caracterizadas como solos muito profundos, com textura arenosa, com fraca retenção de umidade, alta suscetibilidade à erosão e acentuada deficiência de fertilidade, expressando-se, especialmente, na região noroeste.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

Como material básico para a pesquisa, foram selecionados documentos cartográficos, da região noroeste do Paraná e do município de Rondon, discriminados na sequência.

3.1.1 Cartas e Mapas

- a. Carta topográfica SF.22-Y-C-III, de Paraíso do Norte, (BRASIL, Diretoria do Serviço Geográfico), na escala de 1:100 000, 1972.
- b. Cartas topográficas SF.22-Y-C-III-3, de Rondon; SF.22-Y-C-III-4, de Paraíso do Norte; SF.22-Y-C-VI-1, de Tapejara e SF.22-C-Y-VI-2, de Cianorte, (BRASIL, Diretoria do Serviço Geográfico), na escala de 1:50 000, 1989.
- c. Carta topográfica da bacia do ribeirão do Rato (PROJETO NOROESTE), na escala 1:20 000, 1973.
- d. Levantamento de reconhecimento dos solos do noroeste do Estado do Paraná, (BRASIL, Departamento Nacional de pesquisa Agropecuária), na escala 1:300 000, 1971.
- e. Mapas de solos dos municípios de Rondon, Guaporema, Santa Isabel do Ivaí, Loanda, Nova Londrina, Paranavaí, São João do Caiuá, Paranacity, Colorado e Nova Esperança, no Paraná, IAPAR, organizado por FASOLO et al., na escala de 1:55 000, 1988.

- f. Mapa de solos da bacia do ribeirão do Rato, em Rondon, no Paraná, PROJETO NOROESTE, na escala de 1:20 000, 1973.
- g. Mapa de Unidades de Relevo do Brasil, IBGE, na escala 1:5 000 000, 1993.
- h. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, SF-22, (BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral), da Folha de Paranapanema, na escala de 1:1 000 000, 1974.
- i. Mapas geológicos Bloco 73, Quadriculas Cianorte e Paraíso do Norte, PAULIPETRO Consórcio CESP/IPT, na escala 1:100 000, 1981b.
- j. Levantamento Aeromagnetométrico Projeto Rio Ivaí, PAULIPETRO, Consórcio CESP/IPT, 1982.
- k. Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná, elaborado por R. MAACK, IBPT, na escala 1:750 000, 1950.

3.1.2 Fotografias aéreas

Foram utilizadas fotografias aéreas pancromáticas de 3 levantamentos aerofotogramétricos estaduais e regionais, em diferentes escalas e épocas, que cobriram o município de Rondon, além de áreas específicas, em alguns municípios, como em Loanda, São João do Caiuá, Paranaíba, Cidade Gaúcha, Guaporema, Paraíso do Norte, Cianorte e Umuarama, da região noroeste do Paraná, como se segue:

- a. Cobertura aerofotogramétrica do Estado do Paraná, DGTC-Pr., voo da Cruzeiro do Sul, na escala 1:25 000, 1952.
- b. Cobertura aerofotogramétrica do Estado do Paraná, ITC-Pr., voo da Esteio, Engenharia e Aerolevanteamento, na escala 1:25 000, 1980.

- c. Cobertura aerofotogramétrica parcial do noroeste do Estado do Paraná, COPEL-Pr., vôo da Aerofotogrametria Universal, na escala 1:50 000, 1994a.

3.1.3 Instrumental de apoio

Nos trabalhos de campo, predominantemente, exploratórios e de observação, foram utilizados equipamentos como o trado do tipo holandês para identificação, separação e coleta de amostras das Areias Quartzosas, bem como o receptor de bolso “Global Position System” ou GPS, marca Trimble Navigation, para localização dos pontos amostrais e verificação de cotas no município de Rondon.

Em laboratório, além dos equipamentos usuais para as análises químicas, físicas e sedimentológicas, foi utilizada a lupa de luz polarizada marca Wild, com aumento de 60 a 500 vezes para a análise morfométrica das areias, a qual foi acoplada uma câmera fotográfica marca Wild, para registro fotográfico.

Quanto aos trabalhos de fotointerpretação, foi utilizado o estereoscópio de bolso, da marca Vasconcelos.

3.2 MÉTODOS

Nesta pesquisa, utilizou-se a visão sistêmica de JENNY (1941), relativa aos fatores de formação do solo, aplicando-a, analogamente, aos fatores formadores do relevo, a partir dos conceitos fundamentais de THORNBURY (1966), em geomorfologia e de BUOL et al. (1973), em solos.

No enfoque sistêmico, considerou-se a paisagem da região noroeste do Paraná como a expressão do sistema ambiental, numa dinâmica permanente e, neste, ressaltou-se dois

subsistemas: o morfológico e o pedológico. No subsistema morfológico tratou-se o relevo e seus fatores de formação e no subsistema pedológico, as Areias Quartzosas como parte da cobertura pedológica, caracterizando seus fatores de formação, numa visão de que os mesmos participam de uma dinâmica comum, em espaços de tempo e frequência diferenciados.

Assim,

SISTEMA AMBIENTAL \Rightarrow PAISAGEM

Podendo ser expressa, como se segue:

PAISAGEM = f(SISTEMA AMBIENTAL)

Ou, ainda:

SISTEMA AMBIENTAL = f(geologia, clima, relevo, solo, organismos, tempo...)

Entendendo-se:

relevo = f(geologia, clima, organismos, solo, tempo...)

solo = f(clima, organismos, relevo, geologia, tempo...)

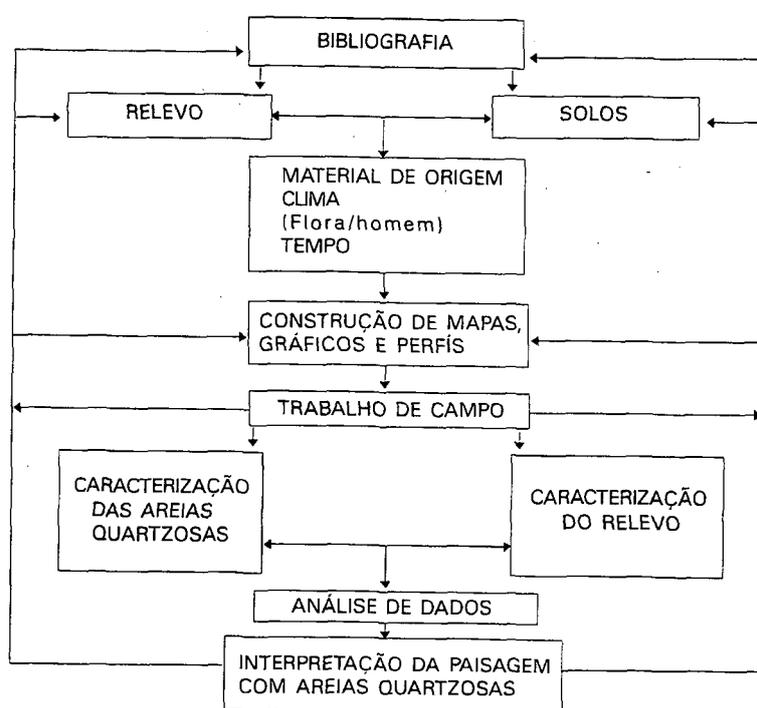
sendo que, a geologia compreende a litologia e a tectônica e as estruturais, o clima, o somatório de fatos presentes e heranças do passado, os organismos, a atuação da flora e fauna correlacionadas, com destaque para a vegetação e para a influência humana e a atuação do tempo, com frequência diferenciada, para cada um dos fenômenos, se percebidos individualmente.

Em relação aos caracteres estruturais do sistema ambiental, (BRANCO, 1989), definiu-se como o seu limite ou fronteira, a área de abrangência do Arenito Caiuá. Como componentes, foram considerados: o material de origem, representado pelo Arenito Caiuá e pela cobertura cenozóica, a água de precipitação e a água dos rios. A energia considerada referiu-se: à energia solar, influente na temperatura e umidade, a energia gravitacional, relacionada ao movimento de partículas e da água e a energia telúrica, através do sistema de

falhas e fraturas. Considerou-se, ainda a vegetação original, representada pela Floresta Estacional Semidecidual, como um amortecedor dos fluxos energéticos para o sistema e a ação antrópica, funcionando como um fator de desestabilização do sistema ambiental.

De uma forma sintética, a pesquisa referiu-se às etapas, conforme mostra o diagrama de fluxo, representado e explicitado na seqüência (figura 3.1).

FIGURA 3.1 - ESTRUTURA E SEQUÊNCIA DA PESQUISA



Primeiramente, foi feita uma revisão bibliográfica com seleção de material cartográfico, referente ao relevo e solos, considerando os seus fatores de formação: geologia, clima e organismos, em interação, uns com os outros, de acordo com a abordagem sistêmica.

O levantamento bibliográfico e os materiais cartográficos originaram perfis e esboços de mapas temáticos. Na sequência, foram feitos trabalhos de campo para reconhecimento de feições de relevo e das Areias Quartzosas e coleta de amostras para análises. Fez-se descrição, análise, interpretação, mapeamento e correlação do relevo e das Areias Quartzosas¹⁸, no município de Rondon, estendendo-se os resultados obtidos para a região noroeste do Paraná, na paisagem referida ao Arenito Caiuá.

3.2.1 Os trabalhos de campo

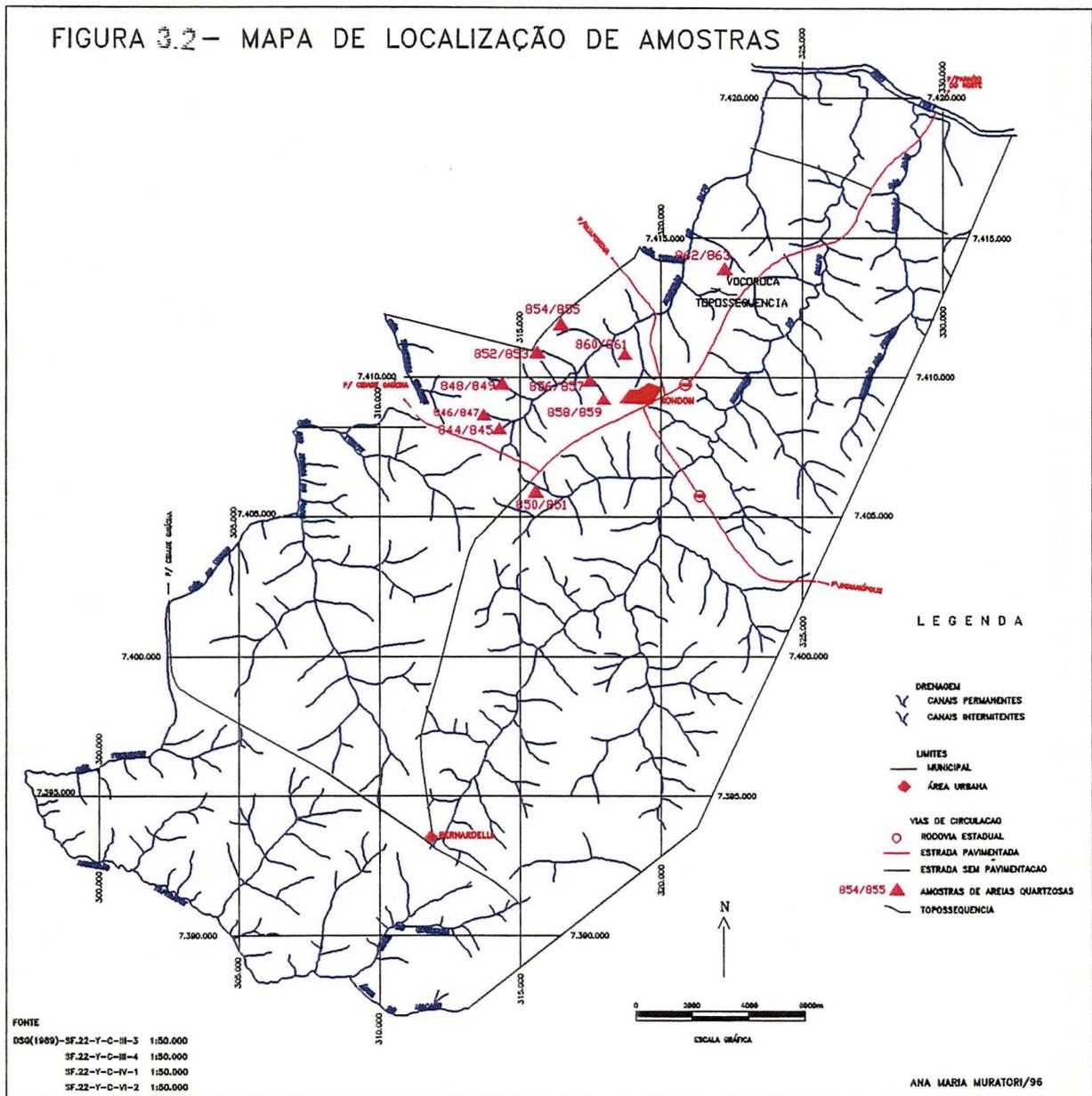
Os trabalhos de campo foram desenvolvidos, em diferentes níveis e etapas.

A nível regional, na área do Arenito Caiuá, foram observados aspectos relativos à geologia, ao relevo, às Areias Quartzosas, à erosão em sulcos e voçorocas, e à ocupação, de forma generalizada. Foram verificadas características distintas ou de limites, tais como regiões de contato litológico na região de Campo Mourão e Cianorte, áreas de degradação acentuada e anomalias de drenagem nos municípios de Loanda, Paranavaí e São João do Caiuá.

A nível municipal, os trabalhos de campo foram desenvolvidos em 3 etapas, num total de 15 dias. A partir de um reconhecimento de campo, em toda a área do município, fez-se coletas de amostras de Areias Quartzosas em diversos locais da bacia do ribeirão do Rato, onde foram observados alguns atributos morfológicos, tais como: cor (MUNSELL, 1946), textura e consistência, de acordo com LEMOS e SANTOS (1984).

¹⁸ AQ₁, de acordo com FASOLO et al. (1988), ou simplesmente, Areias Quartzosas, conforme foi adotado nesta pesquisa, segundo PROJETO NOROESTE (1973, 1974).

Foram reconhecidas diversas topossequências, utilizando-se perfis transversais topográficos ao ribeirão do Rato, complementados pelo mapa de solos de FASOLO et al. (1988), tendo sido identificada uma, em especial, onde foi considerado o modelo proposto por RUHE (1969) e discutido por SCATOLINI (1991). A escolha desta topossequência, relacionou-se à facilidade e permissão de acesso, bem como por apresentar uma sucessão típica de Podzólico e Areias Quartzosas (figura 3.2). Desta maneira, foram observadas as porções de topo, as regiões de ombreiras, as meias e baixas encostas, no reconhecimento de registros dos processos morfológicos e pedológicos na construção da paisagem, com a presença de Areias Quartzosas.



3.2.2 A coleta de amostras

Foram retiradas 20 amostras em 10 perfis, nas profundidades de 0-20 cm e 60-80 cm, de acordo com OLIVEIRA e PRADO (1984), distribuídos ao longo da bacia do ribeirão do Rato e junto a um afluente do ribeirão do Salto, conforme a figura 3.2.

De forma complementar, foram retiradas, também, amostras de solos de uma topossequência com Areia Quartzosa, mencionada no item 3.2.1, verificando-se, localmente, sua transição para outros solos.

A determinação destes locais de coleta, referiu-se às áreas já mapeadas pelo PROJETO NOROESTE (1974) e por FASOLO et al. (1988). Serviram, desta maneira, para conferência quanto à identificação e caracterização das Areias Quartzosas do município de Rondon, através da realização de análises físicas e químicas.

3.2.3 Parâmetros analíticos

3.2.3.1 Análises físicas

As análises físicas das amostras coletadas foram feitas em laboratório de solos, de acordo com o Laudo VETTORI completo (VETTORI e PIERANTONI, 1968).

Foram obtidas as frações areia grossa e areia fina, na fração areia, enquanto a quantidade de silte foi calculada por diferença.

3.2.3.2 Análises químicas

As análises químicas, efetuadas em laboratório de solos, de acordo com VETTORI (1969), foram: Carbono orgânico, pH em CaCl_2 e elementos trocáveis. Com base nos

resultados das análises químicas foram calculadas: a capacidade de troca catiônica (CTC); a saturação de bases (V%); a saturação em alumínio (m%).

3.2.3.3 Análises sedimentológicas

3.2.3.3.1 Análise granulométrica

Posteriormente, submeteu-se estas mesmas amostras à análise granulométrica, em laboratório de sedimentologia. Utilizou-se a escala de WENTWORTH (1922), para estabelecer os intervalos de frequência, classificando-se as areias com o intuito de comparação com o material de origem e verificação de condições de transporte e de retrabalhamento.

Para esta análise granulométrica, por peneiramento, foram considerados os seguintes passos: a) secagem das amostras em estufa a 60° C; b) pesagem, de aproximadamente, 60 gramas; c) dispersão com pirofosfato de sódio; d) elutriação para retirada dos finos; e) peneiramento automático a seco no equipamento denominado Rotup através de dois componentes de vibração horizontal e vertical; f) pesagem de cada fração retida em balança eletrônica.

3.2.3.3.2 Análise morfométrica

Para determinação do grau de arredondamento dos grãos utilizou-se o método de comparação visual de KRUMBEIN¹⁹ (1941), e para a esfericidade, o gráfico para determinação das partículas segundo RITTENHOUSE²⁰ (1943), citados por SUGUIO (1973, p. 113).

¹⁹ KRUMBEIN, W. C. Measurements and geologic significance of shape and roundness of sedimentary particles. *Journal of sed. Petrol.*, 1941. n. 11, p. 64-72.

²⁰ RITTENHOUSE, G. A visual method of estimating two dimensional sphericity. *Journal of Sed. Petrol.*, 1943. v. 2. n. 13, 79-81.

A análise morfométrica das amostras foi feita apenas, para o intervalo de frequência entre 0,177 mm a 0,125 mm, o qual se revelou a moda, através de lupa binocular com luz polarizada, da marca Wild, com aumento de 60 a 500 vezes.

Para tanto, de cada uma destas amostras, considerando-se a fração leve, foram estudados 100 grãos individuais, de acordo com SUGUIO (1973).

3.2.4 Parâmetros Estatísticos

A análise estatística foi feita, primeiramente, com o software “Statgraphics: Statistical Graphics System”, no sistema DOS, versão 7.0, nas amostras coletadas e analisadas em laboratório de solos. Comparou-se os resultados obtidos com dados, já existentes, de outros locais do território brasileiro.

Utilizou-se, ainda, o software LABSE2.COM (DPE-IGUSP, 1991), no sistema DOS, para estabelecer os parâmetros estatísticos dos resultados analíticos sedimentológicos, segundo FOLK e WARD²¹ (1927), citado por SUGUIO (1973, p. 84).

Para confecção das demais tabelas e figuras, foram utilizados o *Excel* e o *Word*, do sistema *Windows*.

3.2.5 Interpretação de dados climáticos

Junto ao município de Rondon, às margens do rio Ivaí, está instalado o posto meteorológico de Paraíso do Norte, do DNAEE que mede as precipitações do local. Desta forma, tornou-se necessária, a utilização de dados de temperatura e precipitação, coletados em outros municípios, mais próximos, permitindo a sua correlação com o município de Rondon.

²¹ FOLK, R. L. e WARD, W. C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sed. Petrol.*, 1957. n.27, p. 3-27.

Os dados climáticos, fornecidos pelo IAPAR (1995), foram de postos meteorológicos instalados em Cianorte, Paranavaí e Umuarama e os fornecidos pela COMPANHIA MELHORAMENTOS NORTE DO PARANÁ (1995), referiram-se a um posto meteorológico, em Cianorte, localizado a sudeste de Rondon.

Utilizando-se uma fórmula simples, modificada de BAGNOULS e GAUSSEN²² (1953) e discutida por PETIT (1990, p. 26 e 34), construiu-se com os dados do IAPAR (1995), os diagramas ombrotérmicos para visualizar as relações entre a temperatura (T) e a precipitação (P) em Cianorte, Paranavaí e Umuarama. A estes valores de temperatura e precipitação, combinou-se, também, os valores de evapotranspiração potencial de PENMAN²³ (1956) e real de MORTON²⁴ (1983), utilizados pela COPEL (1994b, p. 1). Estabeleceu-se, da mesma forma, os meses ecologicamente secos ou seja, quando o total de precipitações mensais (P) é inferior ao dobro da temperatura (T), em graus Celsius, medidos no mesmo mês, para cada uma destas localidades, onde:

$$P \leq 2T,$$

portanto:

$$2T - P \geq 0$$

Foram utilizados, ainda, para comparação, um mapa de isoietas do DNAEE (1995), além de dados de precipitação do DNAEE (1985) e da COPEL (1994b).

²² BAGNOULS, F. e GAUSSEN, H. Les climats biologiques et leur signification. *Ann. Géog.*, 1957. n.355, p. 193-220.

²³ PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of Royal Society*, 1948. s.a, v. 193, n. 1032, p. 125-145.

²⁴ MORTON, F. I. Operational estimates of areal evapotranspiration and their significance to the science and practice of hidrology. *Journal of Hidrology*, 1983. v. 66, n. 1-4, p. 1-26.

3.2.6 Mapeamentos

3.2.6.1 Mapeamento das feições de relevo

O mapeamento das feições de relevo do município de Rondon foi feito na escala 1:50 000, através de fotointerpretação e de trabalhos de campo, levando-se em consideração o modelo de cartografia geomorfológica, apresentado por BIGARELLA et al. (1979). Desta maneira, as feições registradas constituem as principais formas de relevo, representadas, seletivamente, através de símbolos lineares, num mapa, em formato A-3 (figura 5.29).

Foram assinaladas as unidades litoestratigráficas, bem como os contatos geológicos, além de lineamentos fotogeológicos, de acordo com o Mapa Geológico do Bloco 73 de Cianorte e Paraíso do Norte, na escala 1:100 000, da PAULIPETRO (1981b) e esboço geológico da Bacia do Ribeirão do Rato, na escala de 1:25 000, de MURATORI (1984).

Foram utilizadas as fotografias aéreas do ITC-Pr. (1980), na escala 1:25 000 e as cartas topográficas de Paraíso do Norte, Rondon, Cianorte e Tapejara, (BRASIL, Diretoria do Serviço Geográfico, 1989), na escala 1:50 000, como base cartográfica.

Foram construídos perfis topográficos da bacia do ribeirão do Rato, em Rondon, nos quais foram localizados os solos, a partir de carta topográfica, na escala 1:20 000 e carta de solos, na mesma escala, do PROJETO NOROESTE (1973), como se segue: 7 perfis no curso superior, 7 perfis no curso médio e 7 os perfis no curso inferior, conforme a figura 5.30.

A edição final foi produzida através da digitação dos dados em computador, tendo sido utilizado o software AUTOCAD, como editor gráfico.

3.2.6.2 Mapeamento das Areias Quartzosas

O mapeamento das Areias Quartzosas, no município de Rondon, foi feito na escala 1:50 000, com apresentação em formato A-3 (figura 5.31), a partir do mapa de solos da bacia do ribeirão do Rato, do PROJETO NOROESTE (1974), na escala de 1:20 000 e o mapa de solos do município, de FASOLO et al. (1988), na escala de 1:55 000, utilizando-se a mesma base cartográfica do Mapa de Aspectos Geomorfológicos de Rondon, Pr., explicado no item anterior, 3.2.6.1 .

Quanto ao mapa de Areias Quartzosas no município de São João do Caiuá (figura 5.9), o mesmo foi elaborado a partir do mapa de solos deste município, de FASOLO et al. (1988), na escala de 1:55 000, através da importação de dados, incluindo a drenagem, as Areias Quartzosas e os limites municipais, para o computador, utilizando o software AUTOCAD.

Para definir os alinhamentos mapeados, foram utilizadas as fotografias do ITC-Pr. (1980), na escala 1:25 000, e o mapa geológico da PAULIPETRO, Consórcio CESP/IPT (1981b), na escala 1:100 000. Utilizou-se, para a edição final dos mapas, o editor gráfico AUTOCAD.

3.2.6.3 Mapeamento magnético residual com Areias Quartzosas

O mapa magnético residual, foi construído, levando-se em consideração as bases teóricas da magnetometria, de acordo com FERREIRA (1982), LUIZ e COSTA E SILVA (1995) e RIGOTI (1995).

Para a presente pesquisa, foram utilizados os dados do levantamento aeromagnetométrico denominado Projeto Rio Ivaí, o qual cobriu parte da Bacia do Paraná, junto às regiões norte e noroeste do Estado do Paraná, realizado pela PAULIPETRO, Consórcio CESP/IPT, tendo sido executado pela LASA, entre fevereiro e maio de 1980.

As características principais do levantamento foram: a base de operação localizada em Maringá (Pr); a direção das linhas de vôo N-S; o espaçamento de 2 km entre as linhas de vôo, estando a aeronave a uma altitude de 400 m; a direção das linhas de controle espaçadas de 20 km com direção E-W; o espaçamento da amostragem de 66 m, numa extensão de perfilagem ou quilômetro linear de 19.232 km, com uma cobertura de 33.909 km² de área.

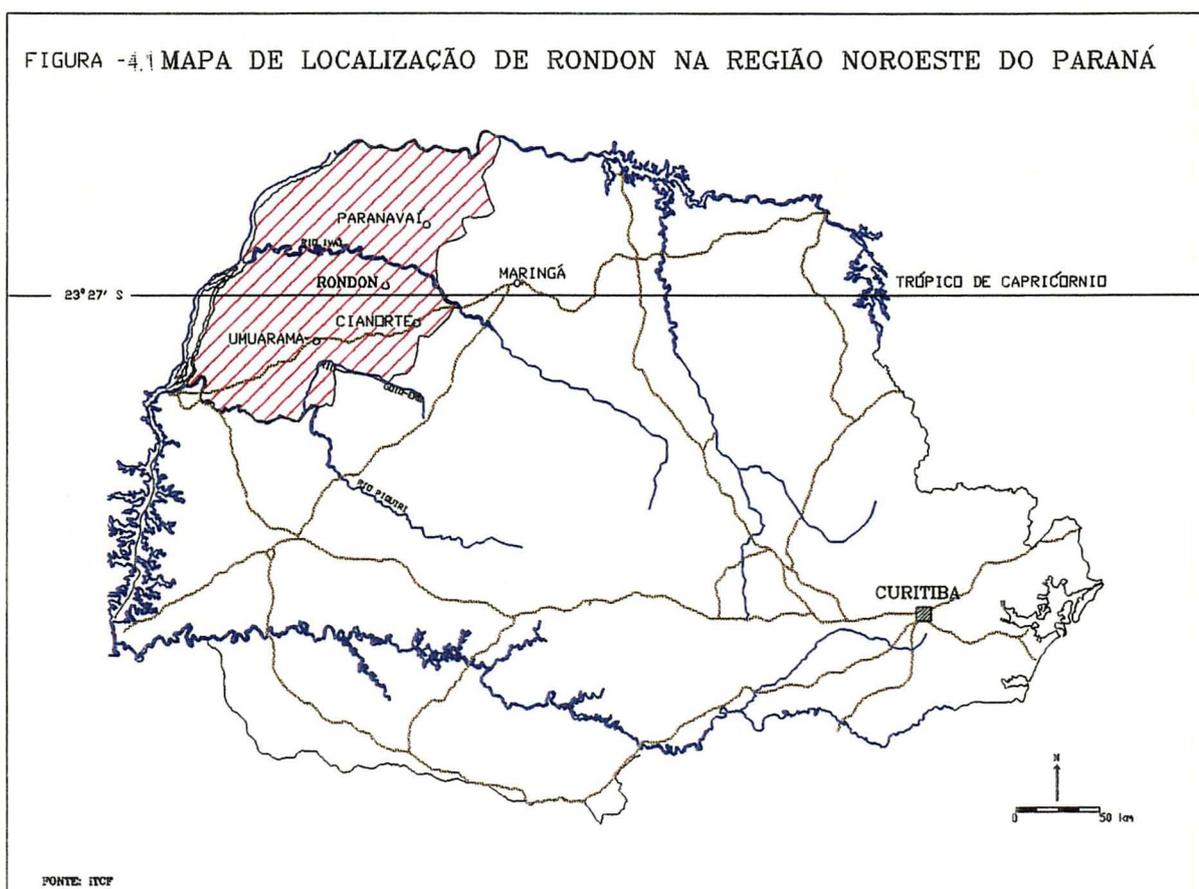
3.2.6.4 Procedimentos metodológicos

Os referidos dados magnéticos foram interpolados, através do software GEOSOFT (1994), discutido por SILVA (1996), gerando uma malha regular de 250 x 250 m. Feita uma varredura, localizou-se a área de interesse no município de Rondon na base geofísica e importou-se o mapa digitalizado de Areias Quartzosas, cuja construção já foi explicitada no item 3.2.5.2, fazendo-se a superposição pela coincidência de coordenadas UTM, tendo em vista que, tanto a malha como o mapa das Areias Quartzosas eram georreferenciáveis. Em seguida, as variações do campo magnético residual foram representadas, através de uma escala de cores, em conjunto com a rede de drenagem e as Areias Quartzosas, gerando o Mapa Magnético Residual e Areias Quartzosas do Município de Rondon, Pr. (figura 5.8).

4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA-TESTE, NO MUNICÍPIO DE RONDON, NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

4.1 LOCALIZAÇÃO

O município de Rondon está inserido, de acordo com o IBGE (1990), na microrregião 003 que tem como cidade-pólo Cianorte e forma, juntamente com as microrregiões de Paranavaí (001) e Umuarama (002), a mesorregião 001, denominada de Região Noroeste do Paraná (figura 4.1), a qual ocupa uma área de 24.679,4 km² ou 12% do território paranaense.



É atravessado pelo Trópico de Capricórnio e apresenta, de acordo com o IBGE (1990), na sede do município, as seguintes coordenadas geográficas: 23° 24' 39" de Latitude Sul, 52° 45' 41" de Longitude Oeste de Greenwich, numa altitude de 435 m, ocupando uma área de 513,245 km², segundo o Serviço de Estatística do Estado do Paraná (BASE PÚBLICA DO ESTADO, 1994).

Limita-se com os municípios de Cidade Gaúcha, Guaporema, Indianópolis, Paraíso do Norte, São Manoel do Paraná e Tapejara, sendo as principais vias de acesso estradas estaduais pavimentadas, de importância secundária, como a Pr-082 que liga Rondon a Cianorte, na porção sudeste e a Pr-466, ligando o município até Paraíso do Norte e Paranavaí, na direção nordeste (BASE PÚBLICA DO ESTADO, 1994).

4.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS

4.2.1 Geologia

Em relação à geologia, a área faz parte da Bacia Sedimentar do Paraná (ALMEIDA e MELO, 1981) e compreende os basaltos da Formação Serra Geral, recobertos pelos arenitos da Formação Caiuá e pelos sedimentos cenozóicos, apresentando lineamentos relacionados, em geral, à rede de drenagem.

Os basaltos da Formação Serra Geral (ALMEIDA e MELO, 1981), afloram apenas nos vales dos ribeirões principais e podem ser visíveis, em diferentes graus de alteração, em taludes de estradas, em áreas próximas ao rio Ivaí, na porção norte e nordeste do município.

Quanto ao Arenito Caiuá (ALMEIDA e MELO, 1981), o mesmo pode ser observado em diversos locais do município, em cortes de estradas, em fundos de vales e de voçorocas, apresentando estratificação cruzada e coloração de amarelo-avermelhada, marrom-avermelhada até roxa, na dependência do grau de alteração.

Os sedimentos cenozóicos se sobrepõem aos basaltos e aos arenitos sob a forma de colúvios, complexos colúvio-aluvionares e cascalheiras, denominados por POPP e BIGARELLA (1975), de Formação Paranaíba.

A estes materiais estão referidos os componentes tectônico-estruturais, representados por alinhamentos, os quais correspondem a prováveis falhas e fraturas com adaptação da rede de drenagem (GIMENEZ et al. 1981; FERNANDES, 1992).

4.2.2 Relevo

O relevo do município faz parte do Planalto de Campo Mourão (MAACK, 1968), no Terceiro Planalto Paranaense, ocupando o interflúvio entre os rios Piquiri, ao sul e rio Ivaí, ao norte, com altitudes variáveis entre 500 m e 250 m.

A morfologia se caracteriza por topos arredondados, alargados, parcialmente orientados, com vertentes suavizadas, convexo-retilíneas ou convexo-retilínea-côncavas, com quebras visíveis junto à rede de drenagem. (MURATORI, 1984). Existe uma inclinação geral para o rio Ivaí com um desnível, em torno de 250 m num percurso em torno de 40 km. A porção mais ao sul, compreendendo as maiores altitudes, se apresenta um pouco mais acidentada, com desníveis para os vales dos rios, variando em torno de 60 a 100 m, junto ao ribeirão do Salto (MURATORI, 1984).

4.2.3 Hidrografia

A rede hidrográfica do município de Rondon faz parte da bacia hidrográfica do rio Ivaí, afluente da margem esquerda do rio Paraná, onde se destacam os ribeirões do Salto e do Rato, além de outros, de menor importância.

Estes dois ribeirões desenvolvem seus cursos no sentido, aproximadamente, SW-NE, são bastante encaixados em certos trechos, alargando-se ao se aproximarem do rio Ivaí.

Quanto ao rio Ivaí, sua extensão, junto ao município é de, mais ou menos, 20 km, com

200 m de largura, na referida área. Apresenta diques marginais e um desnível em torno de 10 m, entre as margens e o leito, propriamente dito (MURATORI, 1984).

4.2.4 Clima

O clima, segundo a classificação de Köppen, é Cfa, com temperatura média de 21,7 °C, acima de 22 °C no mês mais quente e abaixo de 18 °C no mês mais frio. A precipitação é de 1360 mm anuais, variando entre 1100 a 1500 mm anuais, com períodos mais secos entre abril e setembro (PROJETO NOROESTE, 1974 e IAPAR, 1994).

4.2.5 Vegetação

A vegetação primitiva, hoje, praticamente inexistente, estava referida à Floresta Estacional Semidecidual, de aparência compacta e contínua, destacando-se a peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), o pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*), o cedro (*Cedrela*

fissilis), o louro (*Cordia trichotoma*), a cabreúva (*Myrocarpus frondosus*), a figueira-branca (*Ficus insipida*), lianas e epífitas (PROJETO NOROESTE, 1974).

4.2.6 Solos

Os solos presentes no município de Rondon, mapeados por FASOLO et al.(1988), são: Latossolo Vermelho-Escuro (LE1, LE2 e LE3); Podzólico Vermelho-Escuro (PE1, PE2, PE3, PE4 e PE6) e Areias Quartzosas Vermelho-Amarela (AQ1).

Na bacia do ribeirão do Rato, foram reconhecidos (PROJETO NOROESTE, 1974), os Latossolos ou solos com “B” latossólico, não hidromórficos: Latossolo Vermelho-Escuro Álico (LE2,LE3 e LE4); os Podzólicos ou solos com “B” textural, argila de atividade baixa, não hidromórficos: Podzólico Vermelho-Amarelo (PV3), Podzólico Vermelho-Amarelo equivalente Eutrófico (PE1); os solos areno-quartzosos profundos, não hidromórficos: Areias Quartzosas Distróficas (AQ).

São solos, em sua maioria, arenosos, granulometricamente, muito homogêneos e distribuídos ao longo da encosta em 3 classes, onde, em geral, os Latossolos ocupam os interflúvios, os Podzólicos, as encostas e as Areias Quartzosas os anfiteatros ou porções baixas da encosta.

4.2.7 Ocupação

A ocupação do território, onde hoje se situa o município de Rondon, teve início no final da década de 40, por pioneiros que tinham como principal propósito, a exploração do solo no cultivo de café. Leôncio de Oliveira Cunha, considerado fundador de Rondon, como

integrante deste grupo de pioneiros, instalou-se em um pequeno núcleo, no divisor de águas entre os ribeirões do Rato e do Salto, próximo à margem direita do ribeirão do Rato, originando a sede do atual município.

Posteriormente, Rondon foi elevado à categoria de distrito em 1952 e a município em 1954, tendo sido instalado em 3 de dezembro de 1955, com uma área de 1426 km², contando, atualmente, com 513,245 km² (BASE PÚBLICA DO ESTADO, 1994).

Até o início dos anos 70, a população atingiu cerca de 22.000 habitantes, que habitavam, na quase totalidade, a área rural.

Durante a década de 70, este quadro se inverteu. A floresta foi extinta, os solos se mostraram pobres e a erosão acelerada determinou perdas irrecuperáveis de solo (OEA, 1973).

Esta conjuntura deu como resposta o êxodo rural, em direção à sede do município, sendo que a grande maioria da população migrou para outros locais, além das fronteiras municipais ou estaduais (IBGE, 1990).

O café foi substituído por outras culturas temporárias e, predominantemente, pela pecuária. A estrutura fundiária, caracterizada por um grande número de pequenos estabelecimentos, passou a ter um pequeno número de grandes estabelecimentos (MUZILLI et al., 1990).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

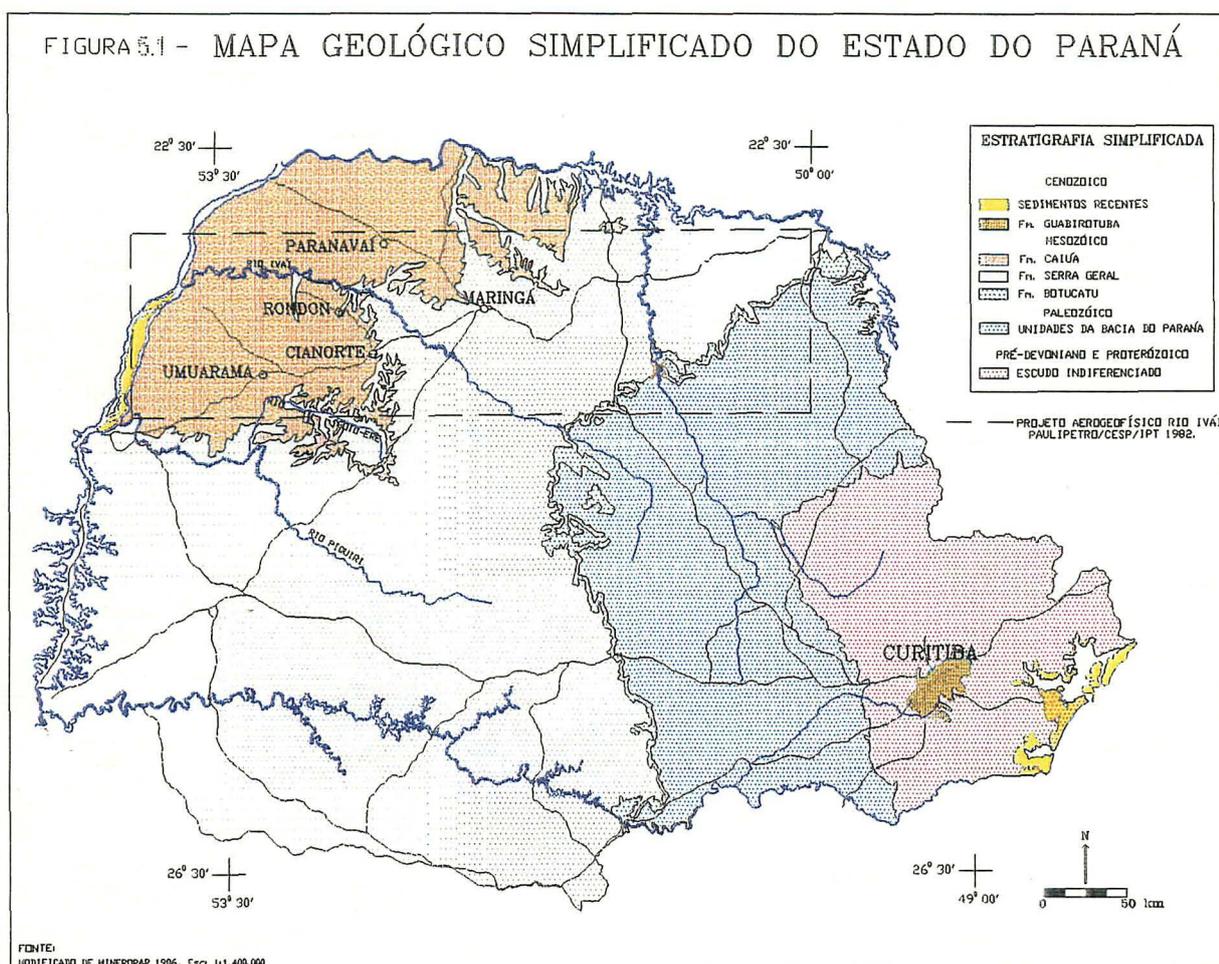
5.1 CONDICIONANTES FÍSICOS E ANTRÓPICOS DO RELEVO E DAS AREIAS QUARTZOSAS

5.1.1 Os componentes e os fatores geológicos

Dentre os fatores intervenientes na construção da paisagem e que interferem no relevo e nas Areias Quartzosas, destaca-se a geologia, envolvendo, de forma interativa, o material de origem e os aspectos tectônico-estruturais. Através da figura 5.1, situou-se a região noroeste no contexto geológico do Estado do Paraná, delimitando-se, também, a área de abrangência do Projeto Aerogeofísico Rio Ivaí (PAULIPETRO, 1982), a partir do qual se estabeleceu correlações sobre alguns aspectos tectônico-estruturais da área pesquisada.

5.1.1.1 A influência litológica

Os componentes litoestratigráficos que influenciam o relevo e os solos estão representados na área, pelos basaltos da Formação Serra Geral, pelos arenitos da Formação Caiuá e pelos sedimentos cenozóicos, recobrando as duas formações. Estas rochas estão representadas na figura 5.1, exceto os sedimentos cenozóicos da Formação Paranaíba (POPP e BIGARELLA, 1975), por não existir um mapeamento sistemático, com limites precisos.



NOTA: Localização do município de Rondon, Pr., na área de abrangência do Arenito Caiuá, com identificação dos principais materiais constituintes.

5.1.1.1.1 O substrato basáltico

No município de Rondon, verificou-se que os basaltos estão, em sua maioria, encobertos pela capa arenítica do Caiuá e afloram em poucos locais, tais como os talwegues dos ribeirões do Salto e do Rato e de seus afluentes, nas proximidades do rio Ivaí, sendo identificados, também, em cortes de estradas, quando o capeamento sedimentar é pouco espesso, conforme descreveram GIMENEZ et al. (1981).

Utilizando-se as descrições de 9 perfis geológicos, feitos por ocasião de perfuração de poços para exploração de água subterrânea (SANEPAR, 1994), foram verificadas algumas características dos basaltos neste município (ANEXO 1).

O contato entre os basaltos da Formação Serra Geral e o Arenito Caiuá é variável, sendo encontrado, de forma geral, a maiores profundidades para o sul e para oeste, onde o arenito se espessa. Os derrames encontram-se em diversos estados de alteração e de fraturamento.

No conjunto, estas condições determinam algumas características superficiais. A interferência dos basaltos ocorre de forma indireta mas decisiva, tendo em vista que a sua disposição quase horizontal impôs ao relevo uma condição original de poucos ressaltos enquanto que as falhas e/ou fraturamentos determinaram, parcialmente, uma rede de drenagem condicionada.

5.1.1.1.2 A capa arenítica

Da mesma forma que os basaltos, verificou-se que as exposições do Arenito Caiuá, na área de estudo, discutidas por GIMENEZ et al. (1981) e FERNANDES (1992), são restritas, aflorando em fundos de vale dos ribeirões do município e em alguns taludes de estradas (figura 5.2), onde estão preservadas algumas características originais, tais como estratificação cruzada e coloração vermelho-arroxeadada a marrom-avermelhada. No entanto, nos locais onde o arenito está muito intemperizado, tornou-se difícil a sua identificação, confundindo-se com a formação superficial, a ele sobreposta.

FIGURA 5.2 - EXPOSIÇÃO DE ARENITO CAIUÁ



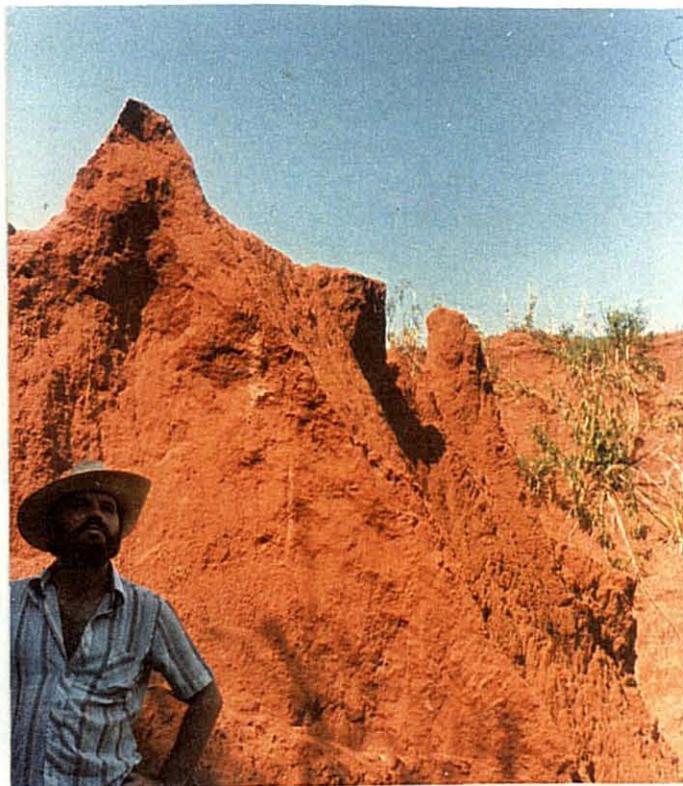
NOTA: Arenito Caiuá, em talude, na estrada de ligação entre Rondon e Guaporema, Pr., alterado, sendo possível, entretanto, verificar a estratificação cruzada.

A posição quase horizontal do substrato basáltico, confere ao Arenito Caiuá a condição de poucos ressaltos, verificando-se a inclinação geral para noroeste, com alterações mais localizadas e espessuras menores, nas proximidades do vale do Rio Ivaí.

5.1.1.1.3 A cobertura cenozóica

Sobre o Arenito Caiuá e os basaltos assentam-se depósitos cenozóicos, formando uma cobertura sedimentar de espessura variável, com características próprias, na dependência da sua distribuição e em concordância com as rochas de contato, conforme comentaram POPP e BIGARELLA (1975), GIMENEZ et al. (1981) e FERNANDES (1992). É constituída por sedimentos avermelhados, situados, em geral, em topos e médias encostas. (figura 5.3).

FIGURA 5.3 - COBERTURA CENOZÓICA



NOTA: Sedimentos cenozóicos, avermelhados, denominados por POPP e BIGARELLA (1975), de Formação Paranaíba, recobrimo o Arenito Caiuá, em talude de voçoroca, localizados na sede do município de Rondon, Pr., em porção de média encosta.

Nas baixas encostas, junto às cabeceiras de drenagem, este material adquire uma coloração mais clara, variável, de branco até matizes de cinza ou amarelo, formado, preferencialmente, por grãos de areias quartzosas, lavados, constituindo os taludes de voçorocas. Estão cobertos, às vezes, por colúvios arenosos, avermelhados. De acordo com POPP e BIGARELLA (1975), estão inclusos na Formação Paranaíba e, de acordo com GIMENEZ et al. (1981), os mesmos diferem dos colúvios que compõem aquela formação, reconhecida por POPP e BIGARELLA (1975).

Estes depósitos foram registrados, nesta pesquisa, em inúmeros locais, à jusante das Areias Quartzosas e de acordo com o mapeamento feito por FASOLO et al. (1988), em áreas de lineamentos fotogeológicos, em voçorocas estabilizadas ou em atividade, junto às redes de drenagem atual.

Como exemplo, descreveu-se um destes depósitos, junto a uma das cabeceiras de um pequeno afluente da margem direita do ribeirão do Rato, na propriedade de Scaraboto. Está parcialmente estabilizada e é semelhante, em parte, ao modelo descrito para a Formação Paranaíba, de POPP e BIGARELLA (1975).

Os sedimentos presentes foram separados visualmente, em seqüências de materiais com características diferenciadas, as quais permitiram a sua identificação. Observou-se, de baixo para cima, que a porção basal, visível do perfil, denominada de seqüência I, com cerca de 1,0 m de espessura, está representada por um material argiloso ao tato, cinzento, com pigmentação avermelhada que se acentua na base, com algumas linhas interrompidas, com 3 cm a 5 cm de espessura cada uma, de coloração ocre, irregulares, distribuídas, principalmente, na porção superior e, levemente, inclinadas para o talvegue. Logo acima, dispõe-se a seqüência, denominada II, com espessura variável, entre 1,0 m a 1,30 m, de material arenoso, cinza-amarelado claro a muito claro, quase branco, sem consistência ao tato, com algumas linhas de cor ocre na sua porção basal. Sobrepondo-se ao material arenoso, dispõe-se uma outra seqüência, denominada III, constituída de material arenoso ao tato, de coloração cinza-escuro com cerca de 0,30 m de espessura e, por último, um material muito arenoso ao tato ou seqüência IV, bastante avermelhado, com espessura variável de 0,20 m a 0,40 m, preenchendo irregularidades, com inclinação para o talvegue. Esta sucessão de sedimentos, diferenciados pela cor e pela granulometria percebida ao tato, apresenta as seqüências I e II, semelhantes às descritas por POPP e BIGARELLA (1975), ao descreverem a

Formação Paranaíba. Quanto aos materiais acima dispostos, a sequência III está referida a um horizonte superficial parcialmente recoberto por material das encostas circundantes, ou seja, um depósito coluvial atual, em formação (figura 5.4).

FIGURA 5.4 - COBERTURA CENOZÓICA



NOTA: Sedimentos cenozóicos, de coloração variável, de amarelo-acinzentado a branco-acinzentado, em voçoroca, na propriedade de Escaraboto, próxima à sede do município de Rondon, Pr., onde foram assinaladas as seqüências observadas em campo.

Como parte destes sedimentos, mas de distribuição mais restrita, destacam-se os terraços, próximos às margens dos rios, compostos de cascalheiras (figura 5.5), onde se distinguem níveis diferenciados quanto à composição, espessura e coloração. Estes depósitos influenciam localmente o relevo, ocasionando rupturas nas encostas voltadas para a rede de drenagem.

FIGURA 5.5 - CASCALHEIRA



NOTA: Detalhe de depósito de cascalheira, localizado na estrada de ligação entre Rondon e Guaporema, Pr.

Junto às margens do Rio Ivaí e seus afluentes, ocorrem depósitos aluvionares em terraços, com pequenos desníveis em relação à várzea atual, constituídos de sedimentos arenosos a areno-argilosos com presença de cascalheiras, num relevo, praticamente plano.

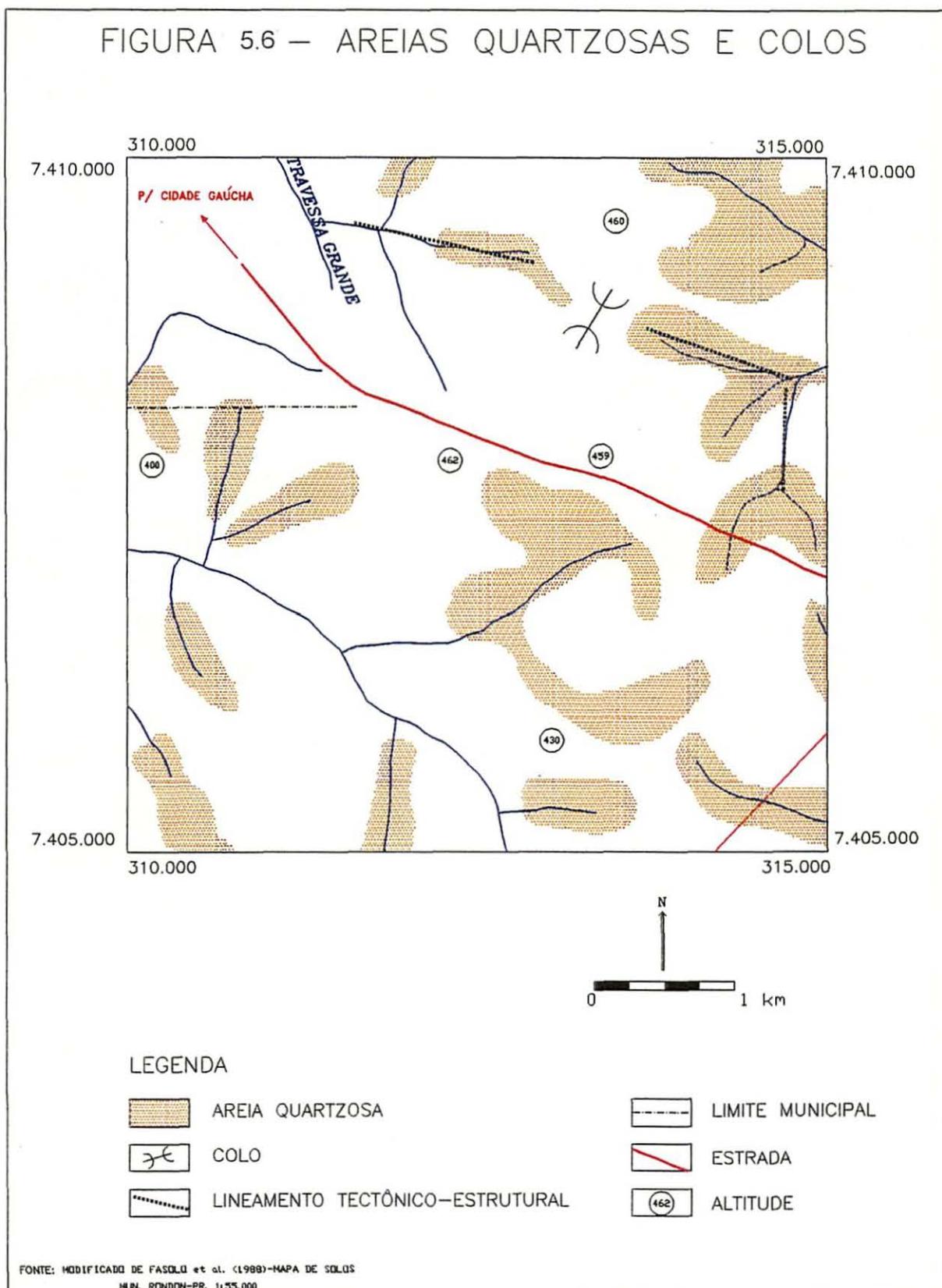
5.1.1.1.4 Os sedimentos recentes

Quanto aos aluviões atuais, os mesmos são restritos, notando-se sua presença, aliada a barramentos naturais, no ribeirões do Salto e do Rato, conforme foi observado nos trabalhos de campo. Em geral, seguem-se a trechos estreitos do vale com desníveis, caracterizando o relevo de forma pontual.

5.1.1.2 A influência tectônico-estrutural

Os componentes tectônico-estruturais do município de Rondon, parte da Bacia Sedimentar do Paraná (ALMEIDA e MELO, 1981; GIMENEZ et al., 1981; FERNANDES, 1992), referem-se, a nível geral, à inclinação das camadas para noroeste, bem como, às direções estruturais, associadas a possíveis falhamentos, onde se instalou a rede de drenagem, condicionando-a a direções preferenciais, relacionadas à atuação do Arco de Ponta Grossa, conforme assinalaram estes autores. Na direção preferencial SW-NE, estão adaptados os ribeirões do Rato e o do Salto, sendo que parte dos seus afluentes, está alinhada na direção SE-NW. Algumas destas direções podem ser evidenciadas pela relação entre drenagens opostas, dispostas em alinhamentos, reconhecidos através de fotointerpretação. Estas drenagens estão separadas por colos ou depressões de topos, induzindo ao reconhecimento de prováveis linhas de falha ou fratura (figura 5.6). Quando as Areias Quartzosas estão presentes, é comum a junção destes solos, de vertentes opostas, através dos colos, formando um único corpo de solo.

FIGURA 5.6 – AREIAS QUARTZOSAS E COLOS



Num exame mais detalhado da disposição das redes de drenagem de Rondon, através das fotografias aéreas, na escala 1:25 000 e das cartas topográficas, na escala 1:50 000, com verificação de campo, identificou-se uma série de pequenas anomalias. Em algumas seções da drenagem, o ribeirão do Rato corre encaixado, formando ângulos retos, assim como o ribeirão do Salto, que em menos de 15 km, muda, várias vezes, de direção, formando, também, ângulos de, até 90°, denotando um nítido controle estrutural. No médio curso do ribeirão do Rato, suas margens são assimétricas. Na margem esquerda, de acentuada declividade, foram observadas, ainda, algumas feições morfológicas, de detalhe, constituídas por uma sucessão de pequenos desmoronamentos, mais ou menos paralelos, indicando, movimentação de material da vertente (figura 5.7). Deve ser ressaltado que, neste trecho, o vale está encaixado. Logo a seguir, para jusante, verificou-se a presença de uma queda de água com um desnível de mais de 5 m. Estas circunstâncias, analisadas em conjunto, levam a considerar a presença de falhamento, assinalado, também, por interpretação fotogeológica, conforme interpretaram GIMENEZ et al. (1981).

FIGURA 5.7 - DINÂMICA DAS ENCOSTAS



NOTA: Movimento de material arenoso em encosta, na margem esquerda do ribeirão do Rato, no município de Rondon, Pr., indicando uma forte dinâmica no relevo e nos solos presentes, junto a feições de relevo indicativas de falhamento: assimetria da vertente com declividade acentuada junto a trecho retilíneo da rede de drenagem.

Na porção sul do município, junto à localidade de Bernadelli, está presente uma estrutura circular, evidenciada pelas nascentes do ribeirão do Salto, do córrego Itaoca ou Pacu, da Água do Queixada e de outros córregos de menor expressão. Os afluentes de primeira ordem destes ribeirões e córregos se dispõem num padrão subdendrítico, de baixa densidade e o conjunto dos ribeirões, num padrão radial centrífugo, a partir de um centro, situado a cerca de 500 m de altitude. As Areias Quartzosas estão dispostas à montante, na maioria destes segmentos de drenagem. Verificou-se, também, que à medida que se afasta do centro deste círculo, a drenagem adquire um padrão semelhante ao anular, acompanhado pelas Areias Quartzosas que também apresentam um padrão semelhante. Ocorre, nestas circunstâncias, a coalescência lateral destes solos, quando os afluentes estão muito próximos ou, ainda, através dos colos de vertentes opostas, nos alinhamentos.

Estas evidências conduziram a pesquisa, no sentido de justificar este conjunto de formas não explicáveis, somente, pela ação de fatores superficiais. Desta maneira, utilizou-se como embasamento, a bibliografia que mencionava anomalias circulares na região dos basaltos (FÚLFARO et al. 1981; SOARES, BARRETO e REDAELI, 1981) da Bacia Sedimentar do Paraná, embora não reconhecessem sua influência no Grupo Bauru. Tendo como parâmetro os trabalhos de FERREIRA (1982), FERREIRA et al. (1996), que discutiram o método aeromagnético para a identificação destas anomalias, utilizou-se, nesta pesquisa, a magnetometria para sua verificação. Com o auxílio de um sistema de tratamento de dados geofísicos, o *Geosoft* (1994), construiu-se o mapa magnético residual com a drenagem e as Areias Quartzosas na região de Bernardelli, ao sul do município de Rondon, onde havia sido detectada uma estrutura circular, acima descrita.

Através deste mapa, verificou-se uma coincidência entre os fenômenos superficiais, representados pelo padrão radial centrífugo da rede de drenagem e pela disposição concêntrica

das Areias Quartzosas em padrão anular e o substrato, indicando, também, um padrão grosseiramente circular em subsuperfície, evidenciado pelo mapa magnético.

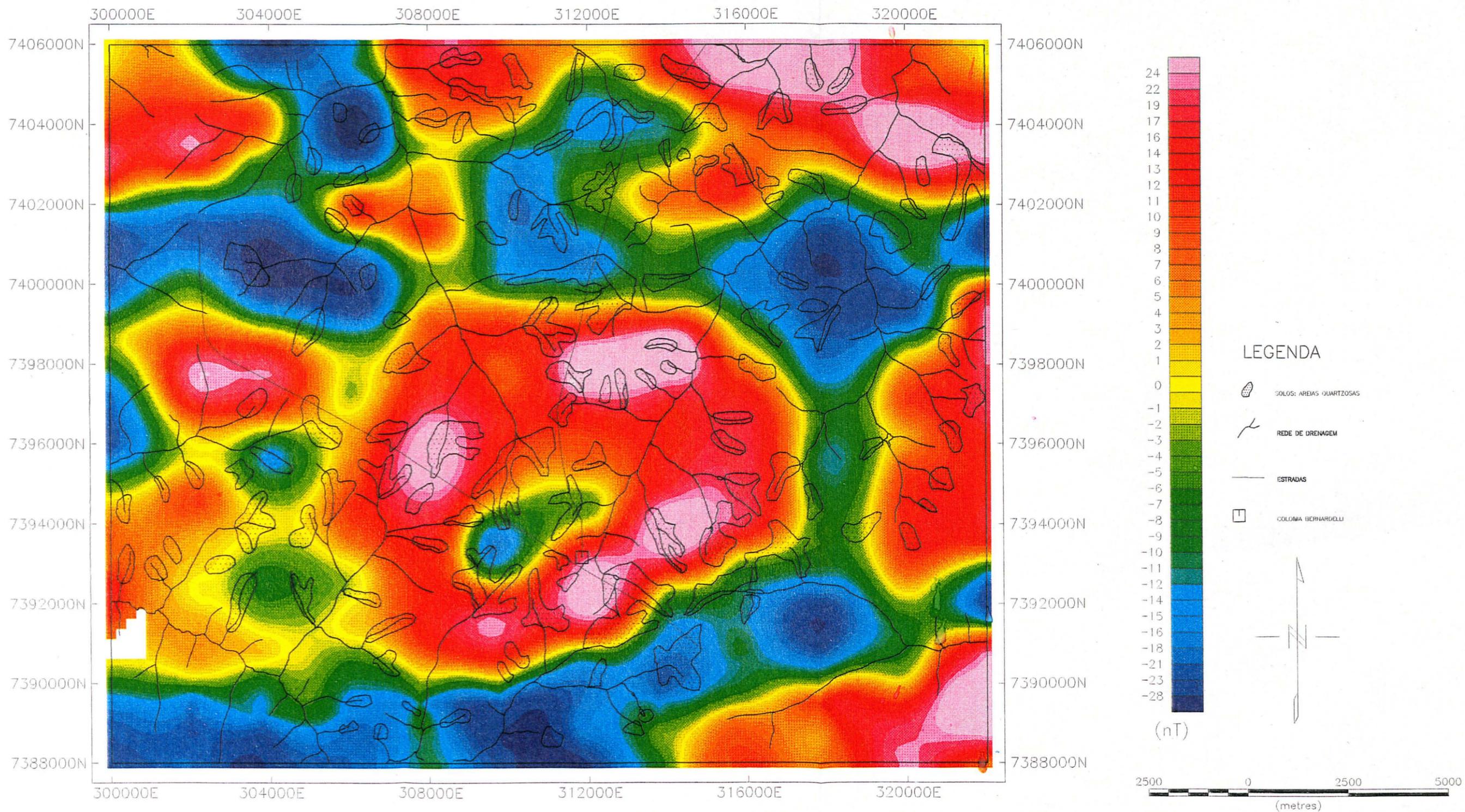
Considerando que a cobertura sedimentar é representada por arenitos da Formação Caiuá, do Grupo Bauru, os quais possuem poucos minerais ferromagnéticos, o mapa da figura 5.8, reflete, essencialmente, o topo da Formação Serra Geral, representada, na área, por uma espessura média de 1000 m de basaltos, de acordo com PAULIPETRO (1981), recobertos por uma espessura variável do Arenito Caiuá, de mais de 80 m (SANEPAR, 1994).

Notou-se, através da citada ilustração, uma estrutura, grosseiramente, circular, de um alto magnético, correspondendo às cores vermelha a rósea, contornado por anomalias negativas, em tons de azul. Esta variação de coloração representa, neste mapa, a escala do campo magnético residual, em nanoTesla (nT).

A variação destes valores é suave (de - 28 a + 24 nT), tendo em vista a profundidade da fonte ou seja, das rochas ferromagnéticas. No entanto, podem estar incluídos valores não expressos na escala e que ultrapassam aqueles assinalados.

Tais anomalias circulares têm sido recentemente, interpretadas como estruturas dômicas (FERREIRA et al. 1996), margeadas por falhas e diques de diábásio. Desta maneira, as relações entre a rede de drenagem, num padrão radial centrífugo, com a distribuição das Areias Quartzosas em um padrão anular, juntamente com a referida feição magnética, sugerem uma origem tectônica no topo do basalto. Evidenciam também, que a correspondência destas estruturas subsuperficiais com a drenagem e as Areias Quartzosas apresentam um elo de ligação, ou seja, estas estruturas subsuperficiais interferem nos aspectos geomorfológicos, influenciando, concomitantemente, na disposição das Areias Quartzosas.

FIGURA 5.8- MAPA MAGNÉTICO RESIDUAL COM DRENAGEM E AREIAS QUARTZOSAS DA REGIÃO DE BERNARDELLI, MUNICÍPIO DE RONDON (PR)



5.1.1.3 A interação da geologia com o relevo e as Areias Quartzosas no sistema ambiental

No contexto geral, a geologia determina, parcialmente, o relevo do município de Rondon como de toda a região noroeste do Paraná, na área de abrangência do Arenito Caiuá. Apresenta poucos ressaltos significativos, em altitudes que variam, desde 500 m até menos de 250 m.

Como componentes tectônico-estruturais da região noroeste do Paraná destacam-se, a inclinação das camadas para noroeste bem como as direções estruturais, associadas a possíveis falhamentos que condicionaram a rede de drenagem (GIMENEZ et al., 1981; FERNANDES, 1992).

Quanto à importância da rocha-matriz em si, a mesma refere-se, predominantemente, à composição do Arenito Caiuá, de arenito quartzoso, mineral inerte (FERNANDES, 1992), determinando, desta maneira, solos, geneticamente, pobres e feições de relevo muito sujeitas à erosão (FASOLO et al., 1988).

O material a partir do qual se originaram as Areias Quartzosas, são os sedimentos arenosos retrabalhados do Arenito Caiuá, sendo necessário, entretanto, levar em consideração as influências advindas do arcabouço geológico. Suas características podem-se refletir na cobertura sedimentar, constituída pelo Arenito Caiuá, influenciando, também, a cobertura cenozóica onde se desenvolvem os solos, posto que os fraturamentos dos derrames basálticos condicionam, em parte, a rede de drenagem que, por sua vez, apresenta estreita ligação na disposição das Areias Quartzosas. Desta maneira, existe, no mínimo, uma influência indireta para sua ocorrência. Estes solos se dispõem, sempre, nas áreas correspondentes aos lineamentos, onde se instalam os segmentos de primeira ordem da drenagem, em áreas de anfiteatro, relacionadas, desta forma, ao relevo, reforçando as colocações de SAADI (1991),

quando diz que o condicionamento tectônico-estrutural não pode deixar de ser considerado na explicação do relevo.

Identificou-se, através de cartas e fotografias aéreas da região noroeste e detalhadamente, para Rondon, o conjunto da rede de drenagem condicionada, indicando uma adaptação a alinhamentos tectônicos. Estes alinhamentos são, provavelmente, reflexos de camadas inferiores fraturadas da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo possível classificar os rios principais, em sua maior parte, com sentido geral SE-NW, seus afluentes maiores com sentido NE-SW ou SW-NE, na dependência da margem que ocupam e afluentes de primeira ordem, com direção geral NW-SE.

Dentre os inúmeros indícios, é evidente, o comportamento anômalo e, provavelmente condicionado por tectônica, do rio Goio-Erê, na porção sul da área. Este rio, após percorrer um trecho no sentido SE-NW, inflete, com ângulo próximo a 90°, no sentido NE-SW até encontrar o rio Piquiri.

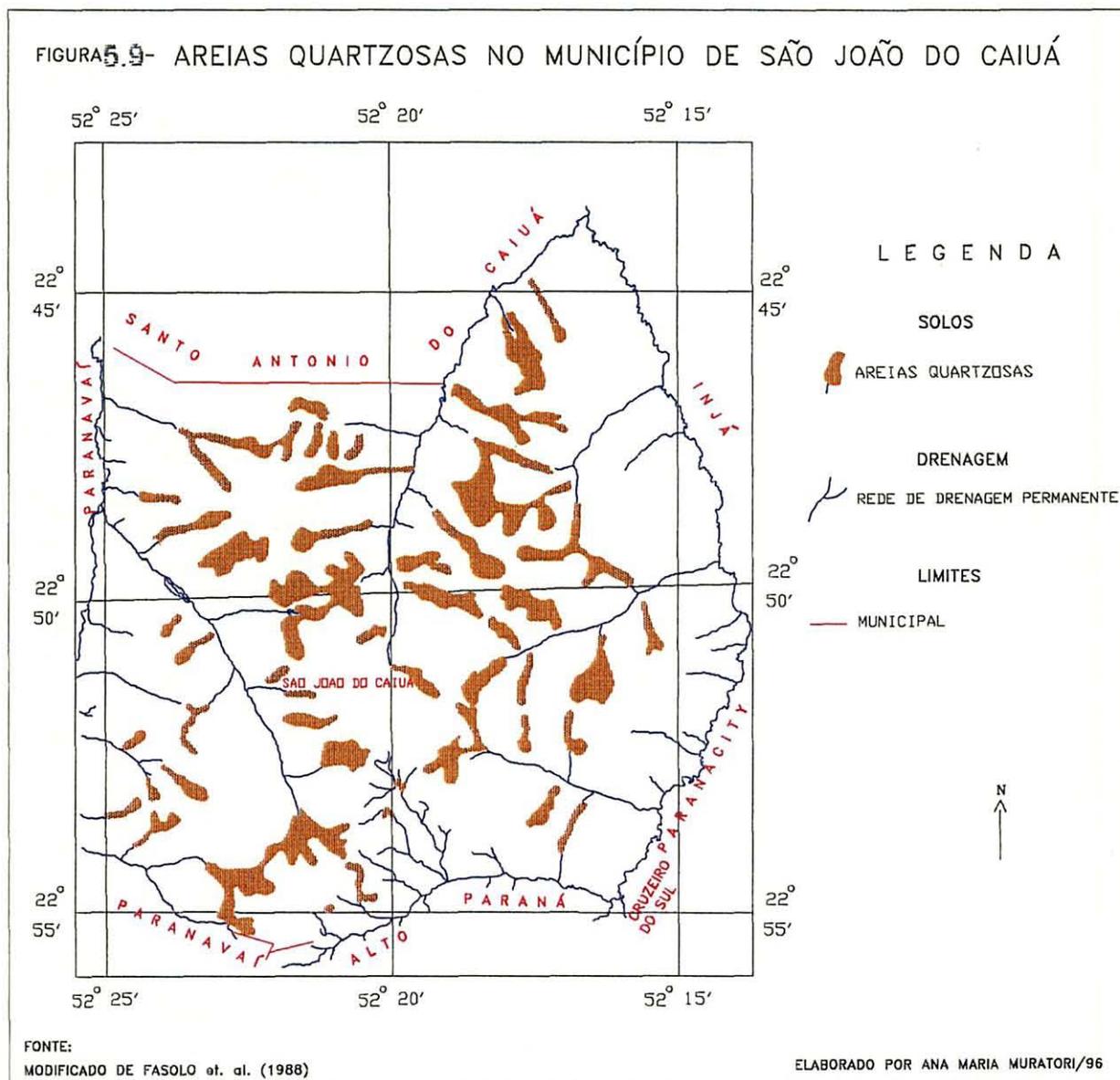
Foram reconhecidos, também, padrões de drenagem radiais centrífugos como o de Umuarama, citado anteriormente por FERNANDES (1992) e, na presente pesquisa, foram encontrados outros, menores, ligados aos segmentos de drenagem de primeira ordem.

Estes padrões de menor porte foram, em parte, ressaltados devido à delimitação feita com destaque, para as Areias Quartzosas, a partir dos mapas de solo de FASOLO et al. (1988).

Verificou-se, desta maneira, que estes solos apresentam muitas vezes, um padrão circular, acompanhando a rede de drenagem ou ainda, estão ligados a redes de drenagem que apresentam um padrão retilíneo.

De acordo com a literatura geomorfológica, expressa por PENTEADO (1978), estes padrões de drenagem circulares são, em geral, condicionados estruturalmente como, por exemplo, por estruturas dômicas.

Na região de Loanda, foram identificadas duas estruturas circulares, através do mapa de solos de FASOLO et al. (1988), na escala de 1:55 000, onde ficou evidenciado o padrão radial centrífugo dos afluentes principais, associados, em parte, ao padrão anular, composto pelos afluentes de primeira ordem. As exposições das Areias Quartzosas, estão condicionadas a estas estruturas, em presença de processos erosivos acelerados, representados por enormes voçorocas junto a estes solos. Com o auxílio das cartas de solos, das cartas topográficas e um controle através de fotografias aéreas, foram identificadas estruturas semelhantes em Santa Isabel do Ivai, sul de cidade Gaúcha e proximidades de Assis Chateaubriand, além de Rondon. Dentre estas estruturas, escolheu-se como exemplo, a rede drenagem com padrão radial centrífugo, do município de São João do Caiuá, combinado ao padrão anular, dos afluentes de primeira ordem e das Areias Quartzosas, conforme mostra a figura 5.9.



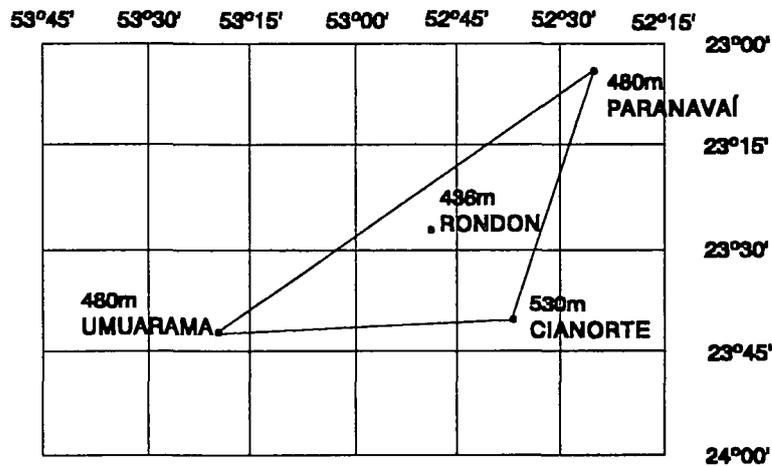
NOTA:

Disposição radial-centrífuga da rede de drenagem, no município de São João do Caiuá, Pr., verificando-se uma composição com um padrão anular dos afluentes de primeira ordem, onde estão localizadas as Areias Quartzosas.

5.1.2 Os componentes e os fatores climáticos

Na região da pesquisa, o clima, subordinado às massas tropicais e às passagens da Massa Polar Atlântica (BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985; LEITE, 1994), tem seu comportamento e intensidade estabelecidos pelos fatores geomorfológicos regionais. Estão representados pela situação de planalto do interior, sem grandes obstáculos de relevo, com altitudes em torno de 400 m e presença dos rios de maior porte que funcionam, também, como corredores na condução daquelas massas, destacando-se neste particular, a presença do rio Ivaí. Utilizando-se as observações de temperatura e precipitação (ANEXO 2a), umidade relativa e insolação registradas pelo IAPAR (1994), entre 1975 e 1993, nas estações de Umuarama, Cianorte e Paranaíba, estrategicamente localizadas, procurou-se retratar uma condição média, regional, na qual o município de Rondon está inserido (figura 5.10). Foi composto um quadro climático em dois decênios, a partir de 1975.

FIGURA 5.10 - LOCALIZAÇÃO DE RONDON EM RELAÇÃO A CIANORTE, PARANAÍ E UMUARAMA, PR.

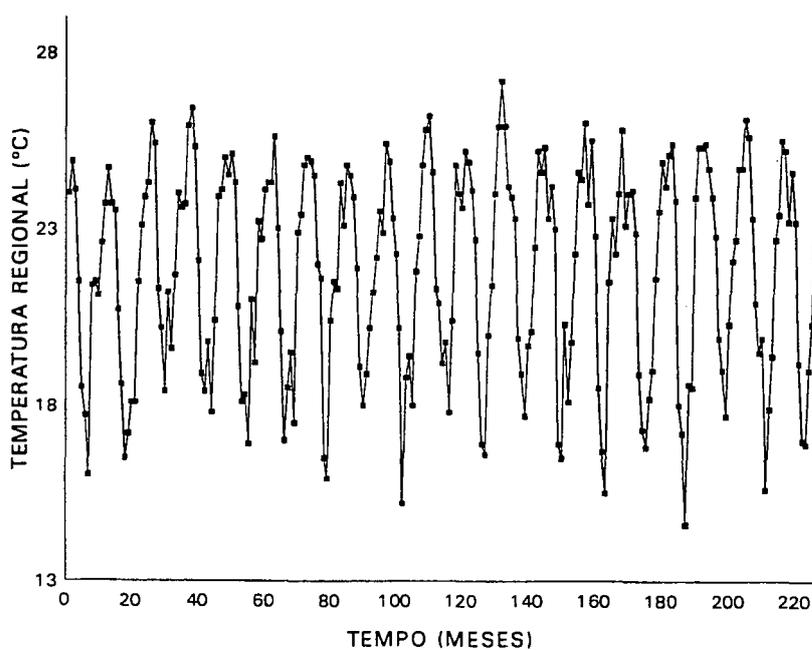


FONTE: MODIFICADO DO IAP

5.1.2.1 A influência da temperatura

Os dados do IAPAR (1994), para estas três localidades, Cianorte, Paranavaí e Umuarama, foram analisados e combinados, construindo-se a figura 5.11, onde foram plotados todos valores de temperaturas médias mensais, a partir de 1975.

FIGURA 5.11 - SÉRIE TEMPORAL DA MÉDIA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS ENTRE CIANORTE, PARANAVAÍ E UMUARAMA, PR. - 1975-1993



FONTE DE DADOS BRUTOS: IAPAR (ANEXO 2a)

Através da análise dos dados verificou-se que no período de 1975/1993, em 19 anos, a temperatura média anual, relativa a estas três localidades foi de 21,8° C, sendo que a maior média registrada foi de 22,5° C e a menor média registrada foi de 20,8° C. A maior média entre as temperaturas registradas foi de 27,5° C em Umuarama, durante o mês de dezembro de 1985 e a menor média entre as temperaturas foi de 14,4° C, durante o mês de julho de 1990. Quanto à temperatura máxima absoluta, a mesma foi registrada em Paranavaí,

alcançando 41,5° C em novembro de 1985. Do mesmo modo, a temperatura mínima absoluta, foi de -3,0° C , neste município, no mês de julho de 1975.

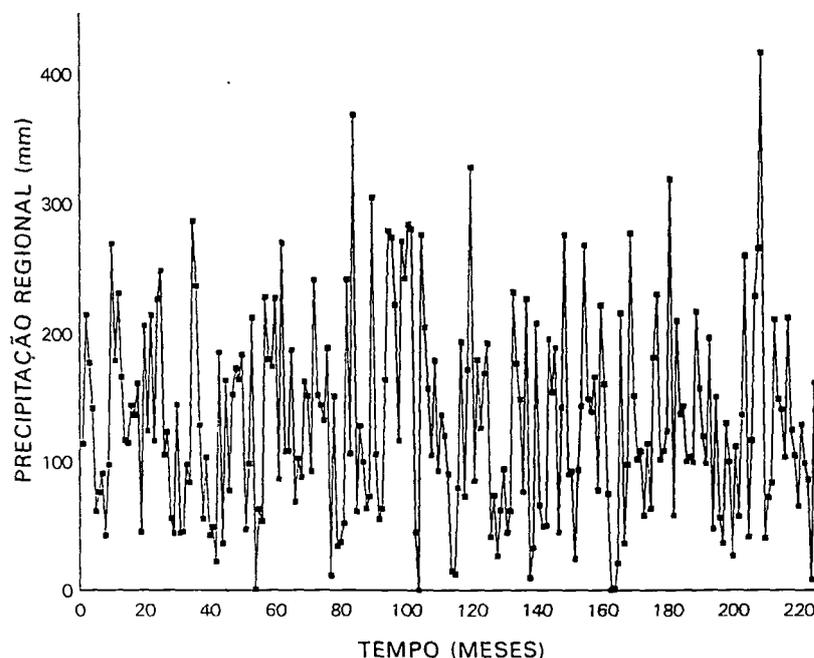
Utilizando-se as médias de temperatura, constatou-se que as mínimas ocorreram, sempre, nos meses de junho e julho com valores inferiores a 18°C e as temperaturas mais elevadas se concentraram nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, com médias, sempre acima de 23,5°C.

Pela figura 5.11, foi possível observar uma leve tendência de crescimento da temperatura no período referente aos 228 meses.

5.1.2.2 A influência da precipitação

Da mesma forma, foram combinados os dados relativos à incidência de chuvas, construindo-se a figura 5.12, relativa à média das precipitações anuais entre estas três localidades.

FIGURA 5.12 - SÉRIE TEMPORAL DA MÉDIA DAS PRECIPITAÇÕES ANUAIS ENTRE CIANORTE, PARANAÍ E UMUARAMA, PR. - 1975-1993



FONTE DE DADOS BRUTOS: IAPAR (ANEXO 2a)

A partir do exame dos totais de precipitação (ANEXO 2a), expressos na figura 5.12, calculou-se a média de precipitação, obtendo-se um valor de 1587,3 mm para as três localidades, onde a máxima observada foi de 2208,36 mm e a mínima de 1116,3 mm anuais. Neste período, a média de precipitação máxima registrada foi de 466,4 mm no mês de dezembro de 1981 e a mínima de 0,0 mm, nos meses de junho de 1979, julho de 1988 e agosto de 1983 e 1988. Pode-se observar pela figura 5.12 que, em relação à precipitação nos 3 postos meteorológicos, houve um pequeno decréscimo, em presença de picos de chuva bastante acentuados, para o período estudado.

5.1.2.3 As variáveis climáticas e os ritmos sazonais

Além da temperatura e precipitação, foram examinados outros dados disponíveis, relacionados às condições climáticas destas três localidades (IAPAR, 1994).

No período estudado, a umidade relativa média variou de 67,6% a 69,6%, com valor máximo de 75%, no mês de fevereiro, em Cianorte e valor mínimo de 62%, no mês de agosto, em Paranavaí e Umuarama, para uma média anual, na região, de 70%, sendo estes índices os menores do Estado do Paraná, de acordo com o IAPAR (1994).

Os valores de evaporação apresentaram uma média de 1391,8 mm, com valores máximos concentrados na primavera e verão e mínimos no outono, coincidentes com os períodos de maior precipitação e de estiagem, respectivamente. O máximo valor registrado, que foi de 182,1 mm no mês de agosto em Umuarama, se constituiu em uma anomalia, pois num período seco, de inverno, a evaporação deveria ser menor. Quanto ao valor mínimo de 73,6 no mês de junho, em Cianorte, o mesmo se encontra dentro de padrões normais.

No que se refere ao total de horas de insolação, o valor mensal médio foi de 216,0 horas, com valor máximo de 237,2 horas no mês de novembro, em Umuarama e valor mínimo

de 181,7 horas no mês de setembro, também em Umuarama. O maior valor anual referiu-se a Paranavaí, com 2622,1 horas de insolação, correspondendo aos parâmetros físicos condicionantes destas localidades. Segundo o IAPAR (1994), o total anual para a região é de 2600 horas, sendo o maior de todo o Estado do Paraná.

Relacionando-se os valores médios mensais de temperatura e precipitação (IAPAR, 1994), evapotranspiração potencial (ETP), segundo PENMAN²⁵ e evapotranspiração real (ETR), segundo MORTON²⁶ (COPEL, 1994b), foram elaboradas tabelas e diagramas ombrotérmicos (modificados de BAGNOULS e GAUSSEN²⁷ , 1957, citados por PETIT, 1990, p. 39), para Cianorte, Paranavaí e Umuarama.

Para a estação de Cianorte, localizada a 23° 40' Latitude S, 52° 35' Longitude W de Gr. e 530 m de altitude, a combinação dos dados resultou na tabela 5.1 e na figura 5.13, interpretadas, na sequência.

TABELA 5.1 - TEMPERATURA, PRECIPITAÇÃO, ETP E ETR MÉDIA MENSAL EM CIANORTE, PR. 1975 -1993

MESES	TEMPERATURA	PRECIPITAÇÃO	ETP mm**	ETR mm**
Janeiro	24,6	194,4	140,6	149,0
Fevereiro	24,5	150,2	117,7	124,7
Março	24,1	135,3	117,4	110,4
Abril	22,0	126,4	87,1	69,7
Mai	19,1	146,6	57,5	43,7
Junho	17,4	102,0	43,5	29,6
Julho	17,3	72,8	51,5	25,8
Agosto	18,9	81,7	70,8	32,6
Setembro	20,0	135,0	81,9	55,7
Outubro	22,4	158,1	119,4	96,7
Novembro	23,7	142,6	130,4	118,0
Dezembro	24,2	211,4	139,0	140,4
MÉDIA/TOTAL	21,5	1656,5	1156,8	996,3

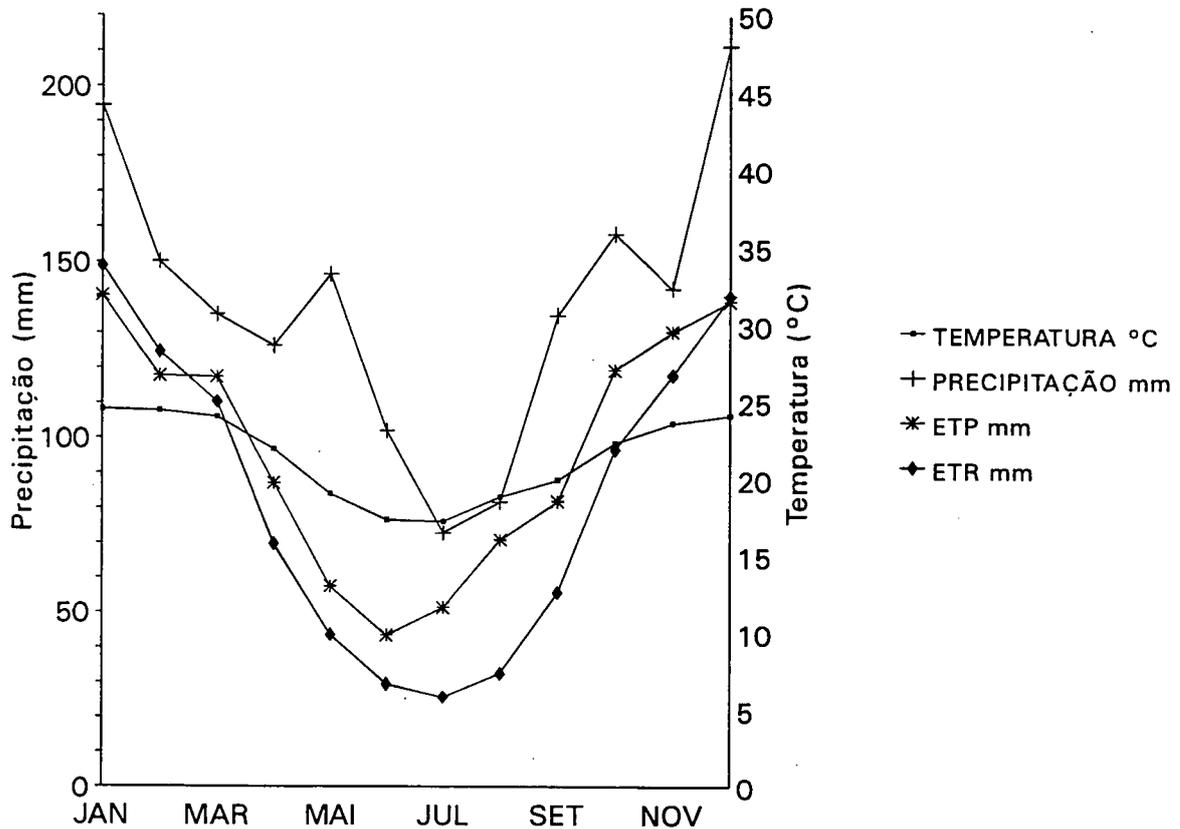
FONTE DE DADOS BRUTOS: IAPAR, COPEL

²⁵ Ibid p. 76

²⁶ Ibid p. 76

²⁷ Ibid p. 76

FIGURA 5.13 - DIAGRAMA OMBROTÉRMICO, ETP E ETR DE CIANORTE, PR., - 1975-1993



FONTE: Tabela 5.1

Em Cianorte, a temperatura média mensal, apresentou valores superiores a 22 °C durante 7 meses, com correspondência para valores de precipitação, acima de 100 mm mensais, caracterizando condições climáticas quentes e úmidas. Nos cinco meses restantes, correspondendo, ao outono e inverno, houve um decréscimo das temperaturas, enquanto os níveis de precipitação diminuíram em apenas dois meses, julho e agosto. Igualmente, ocorreu uma variação similar para os valores de evapotranspiração potencial e real.

No conjunto dos dados analisados, a temperatura revelou-se constante e com menor variação, inversamente à precipitação que apresentou picos significativos.

Quanto aos resultados de evapotranspiração potencial (ETP), da COPEL (1994b) e evapotranspiração real (ETR), da COPEL (1994b), como consequências diretas da

precipitação e da temperatura, embora acompanhem, grosseiramente, as curvas de precipitação, foram verificadas algumas diferenças. A curva da evapotranspiração potencial teve um desvio acentuado para a esquerda, correspondendo ao outono, enquanto a evapotranspiração real teve um comportamento normal, de acordo com os parâmetros de localização espacial, no município de Cianorte.

Através de procedimentos idênticos ao anterior, foram construídas a tabela 5.2 e a figura 5.14, para a estação de Paranaíba, localizada a 23° 05' de Latitude S, 52° 26' de Longitude W e 480 m de altitude.

TABELA 5.2 - TEMPERATURA, PRECIPITAÇÃO, ETP E ETR MÉDIA MENSAL EM PARANAÍBA, PR. - 1975-1993

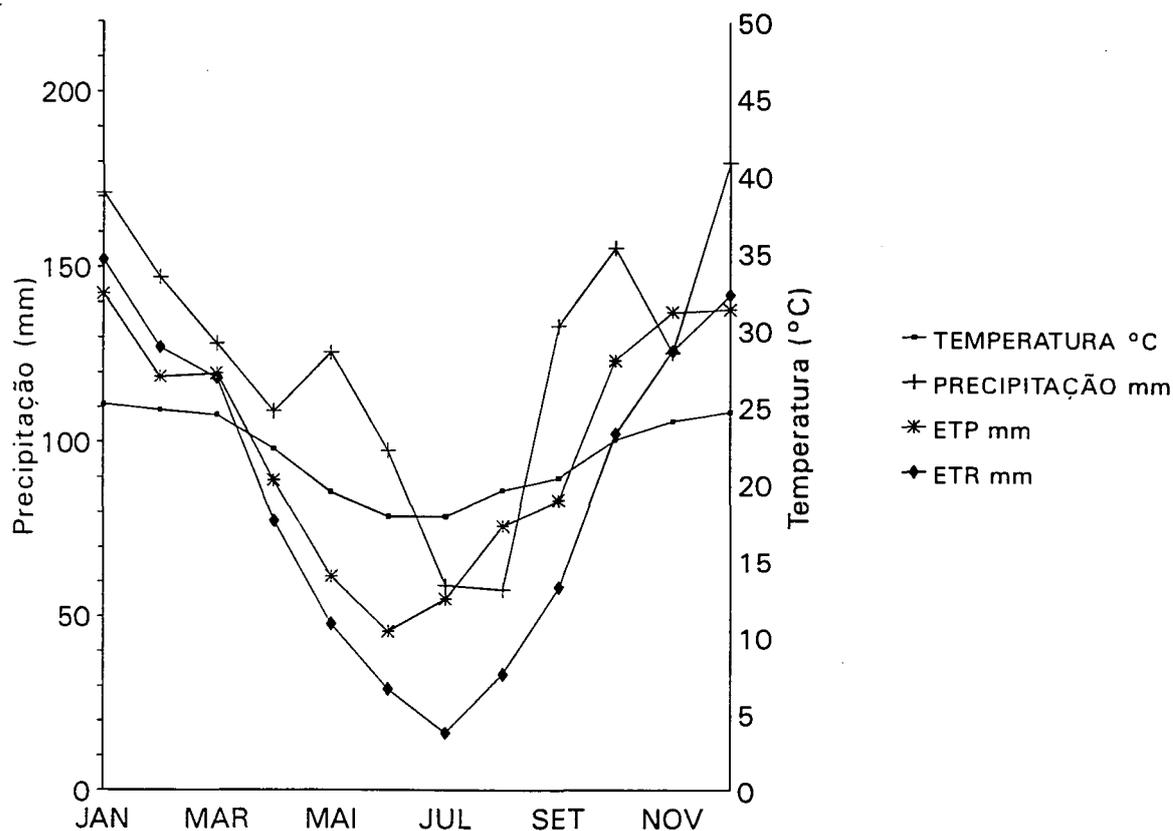
MESES	TEMPERATURA	PRECIPITAÇÃO	ETP mm**	ETR mm**
Janeiro	25,2	171,2	142,5	152,2
Fevereiro	24,8	147,1	118,8	127,2
Março	24,5	128,2	119,7	118,5
Abril	22,3	108,8	89,1	77,5
Mai	19,5	125,7	61,5	47,9
Junho	17,9	97,6	45,7	29,2
Julho	17,9	58,9	55,1	16,4
Agosto	19,6	57,7	76,1	33,5
Setembro	20,4	133,3	83,4	58,4
Outubro	22,9	155,5	123,4	102,4
Novembro	24,1	125,6	137,2	126,2
Dezembro	24,7	179,9	138,1	142,2
MÉDIA/TOTAL	22,0	1489,5	1190,6	1031,6

FONTE DE DADOS BRUTOS: IAPAR, COPEL

(*)Dados fornecidos pelo IAPAR

(**)Dados fornecidos pela COPEL

FIGURA 5.14 - DIAGRAMA OMBROTÉRMICO, ETP E ETR DE PARANAÍ, PR. - 1975-1993



FONTE: Tabela 5.2

Em Paranaíba, as médias de temperatura, embora mais elevadas que em Cianorte, apresentaram um comportamento semelhante.

Quanto à precipitação, os níveis foram inferiores a 100 mm em junho, julho e agosto, destacando-se um valor menor para a evapotranspiração potencial no mês de agosto. No conjunto, o comportamento das curvas, expressando as condições climáticas locais, apresentou o mesmo padrão, onde o dado mais estável referiu-se à temperatura.

Finalmente, construiu-se a tabela 5.3 e a respectiva figura 5.15, referente à combinação de dados da estação de Umuarama, localizada a 23° 44' de Latitude S, 53° 17' de Longitude W e 480 m de altitude.

TABELA 5.3 - TEMPERATURA, PRECIPITAÇÃO, ETP E ETR MÉDIA MENSAL EM UMUARAMA, PR. - 1975-1993

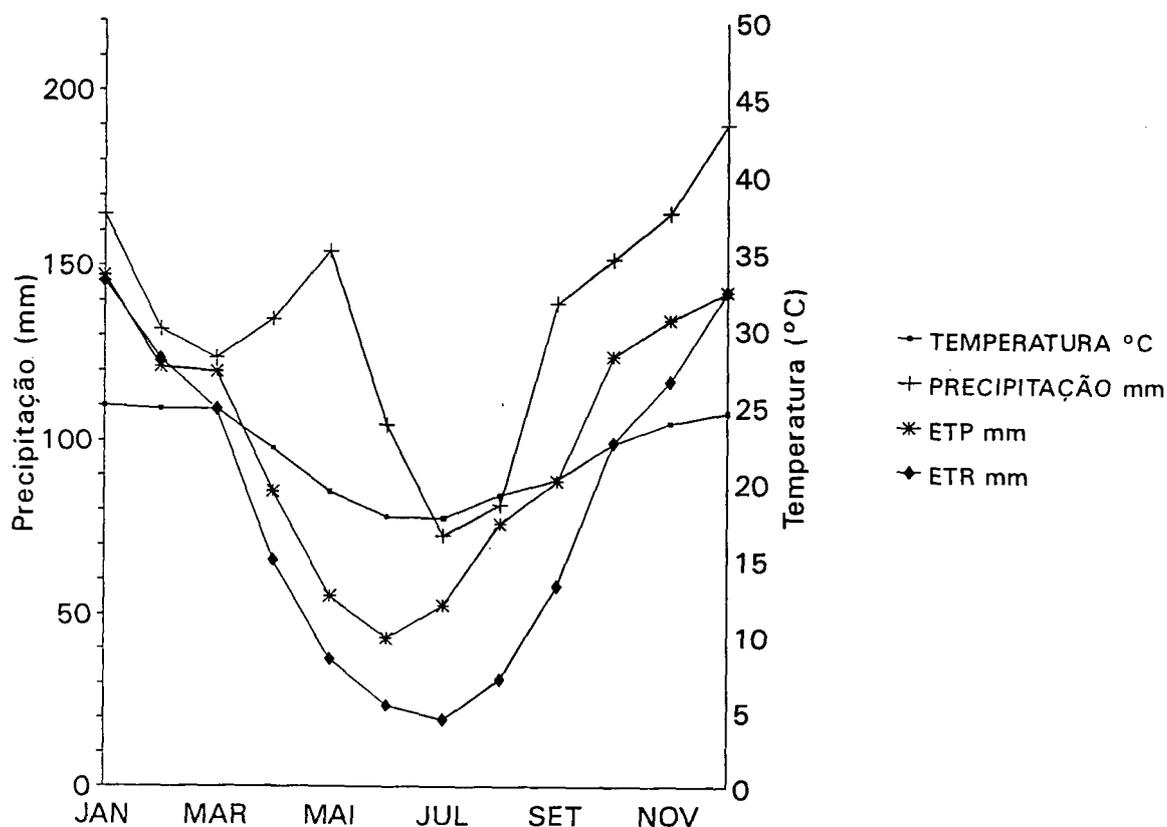
MESES	TEMPERATURA	PRECIPITAÇÃO	ETP mm**	ETR mm**
Janeiro	25,0	164,7	147,1	145,6
Fevereiro	24,8	131,8	121,1	123,5
Março	24,8	123,8	119,8	109,0
Abril	22,2	134,8	85,4	65,7
Mai	19,4	154,3	55,4	37,1
Junho	17,8	104,7	43,2	23,8
Julho	17,7	72,8	52,7	19,5
Agosto	19,2	81,7	76,3	31,3
Setembro	20,2	139,4	88,5	58,4
Outubro	22,6	152,2	124,4	99,6
Novembro	23,9	165,4	134,7	117,2
Dezembro	24,6	190,4	142,8	142,8
MÉDIA/TOTAL	21,9	1616,0	1191,4	973,5

FONTE DE DADOS BRUTOS: IAPAR, COPEL

(*)Dados fornecidos pelo IAPAR.

(**)Dados fornecidos pela COPEL.

FIGURA 5.15 - DIAGRAMA OMBROTÉRMICO, ETP E ETR DE UMUARAMA PR. - 1975-1993



FONTE: Tabela 5.3

Em Umuarama, o comportamento da temperatura foi similar ao de Cianorte e de Paranavaí, expresso por uma curva sem rupturas, denotando uma temperatura constante. Com

relação à precipitação, os valores se aproximaram mais de Cianorte, havendo correspondência para a evapotranspiração real. A evapotranspiração potencial apresentou uma tendência de diminuição nos meses subsequentes ao verão.

Comparando-se os diagramas ombrotérmicos, constatou-se que as curvas apresentaram uma variação similar para as três localidades. As alterações mais significativas foram verificadas para os meses de inverno, principalmente, em agosto e mais importantes em Paranavaí. Na combinação com ETP e ETR, destacou-se apenas Paranavaí, quando a ETP do mês de agosto foi maior que a precipitação do mesmo mês. Fazendo a correspondência com a precipitação, verificou-se uma diferença na média total em relação a Paranavaí, demonstrando uma condição de menor umidade.

Pela disposição das curvas, verificou-se que as temperaturas, ao longo do ano, se mantêm menos oscilantes que a precipitação, seguindo-se a evapotranspiração potencial, que apresentam picos significativos.

5.1.2.4 As tendências climáticas

Concordando com BIGARELLA et al. (1994), que fizeram restrições em relação à apreciação do clima médio de uma região, tendo em vista que, desta forma, podem ficar mascaradas outras variações importantes para os processos geomórficos, procurou-se reconhecer além das médias anuais, a distribuição da frequência de alguns eventos, com a finalidade de compreender os padrões presentes.

Desta maneira, utilizando-se a fórmula BAGNOULS e GAUSSEN²⁸ (1957), discutidos por PETIT (1990, p. 26), estabeleceu-se os meses ecologicamente secos, sendo

²⁸ Ibid p. 76

elaboradas as tabelas 5.4, 5.5 e 5.6, para as três localidades, cujos valores representam a intensidade da seca a partir do valor nulo.

TABELA 5.4 - MESES ECOLOGICAMENTE SECOS PARA CIANORTE, PR. - 1975-1993 (ÍNDICE DE BAGNOULS E GAUSSEN²⁹ (1957))

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Nº MESES SECOS
1975													-
1976													-
1977													-
1978		22,7			9,7	26,2		3,2					4
1979						35,7							1
1980													-
1981					36,9				4,6				2
1982	13,2												1
1983								38,6					1
1984						26,0	17,7						2
1985								11,3					1
1986						28,4	3,6			9,5	20,9		4
1987								7,6					1
1988								41,9	30,8		27,6		3
1989							30,6						1
1990													-
1991							15,9	4,8					2
1992							3,2						1
1993								33,9					1
TOTAL													25

FONTE DE DADOS BRUTOS: IAPAR

Para Cianorte, os meses mais secos foram, respectivamente, agosto, julho e junho, com mínimas em 1988 e 1983. Avaliando-se o resultado destes 25 meses em relação aos 228 meses observados, obteve-se um total de 11,0% de meses ecologicamente secos no período entre 1975 a 1993.

²⁹ Ibid p. 76

TABELA 5.5 - MESES ECOLOGICAMENTE SECOS PARA PARANAVAI, PR. - 1975-1993 (ÍNDICE DE BAGNOULS E GAUSSEN³⁰ (1957))

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Nº MESES SECOS
1975								8,3					1
1976								19,0					1
1977													-
1978		17,1		32,4		22,1		17,2					4
1979			31,9			37,2							2
1980							5,4						1
1981			35,2				5,7	27,6	27,4				4
1982									40,8				1
1983							22,9	39,4					2
1984						30,9	34,3			14,6			3
1985						4,2		18,8			8,0		3
1986						36,0	14,0				24,2		3
1987			26,5					26,6					2
1988							31,6	43,2	10,8				3
1989					3,6								1
1990		21,6											1
1991					10,1		28,2	33,3					3
1992	29,4					5,6							2
1993								20,4					1
TOTAL													38

FONTE DE DADOS BRUTOS: IAPAR

Em Paranavaí, os 38 meses ecologicamente secos, corresponderam a 16,7% do total do mesmo período, ou seja, 228 meses, com maior incidência nos meses de agosto, julho e junho e com menores valores em 1988 e 1983.

³⁰ Ibid p. 76

TABELA 5.6 - MESES ECOLOGICAMENTE SECOS PARA UMUARAMA, PR. - 1975-1993 (ÍNDICE DE BAGNOULS E GAUSSEN³¹ (1957))

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Nº MESES SECOS
1975													-
1976					7,0								1
1977					3,9								1
1978													-
1979						34,5							1
1980													-
1981					20,4								1
1982				32,3									1
1983								38,3					1
1984						14,0	29,3						2
1985								10,1					1
1986						21,3							1
1987			0,8					1,1					2
1988			1,1				31	31,6		9,1			4
1989													-
1990													-
1991							31,7	39,0					2
1992	21,0												1
1993													-
TOTAL													19

FONTE DE DADOS BRUTOS: IAPAR

Em Umuarama, os meses secos corresponderam a 8,3% do mesmo intervalo de tempo, com valores mínimos em agosto de 1983.

No conjunto, para as três localidades, verificou-se que 13,65% dos meses, são considerados ecologicamente secos e, mais acentuadamente, em Paranavaí.

Com os valores encontrados, calculou-se a frequência, frequência acumulada e percentual de frequência, expressos na tabela 5.7 .

³¹ Ibid p. 76

TABELA 5.7 - INTERVALOS DE FREQUÊNCIA PARA MESES, ECOLOGICAMENTE, SECOS, EM CIANORTE (C), PARANAVAÍ (P) E UMUARAMA (U), PR., - 1975-1993

CLASSES/ LOCALIDADE	FREQUÊNCIA			FREQUÊNCIA ACUMULADA			PERCENTUAL DE FREQUÊNCIA		
	C	P	U	C	P	U	C	P	U
0-10	8	7	6	8	7	6	32,0	18,4	31,6
10-20	4	8	2	12	15	8	16,0	21,1	10,5
20-30	6	11	4	18	26	12	24,0	28,9	21,1
30-40	6	10	7	24	36	19	24,0	26,3	36,8
40-50	1	2	-	25	38	19	4,0	5,3	-

FONTE: Tabelas 5.4, 5.5 e 5.6

Através da frequência, verificou-se uma diferença marcante em relação à Paranavaí onde os índices que expressam os meses ecologicamente secos, são mais elevados do que em relação a Cianorte e Umuarama.

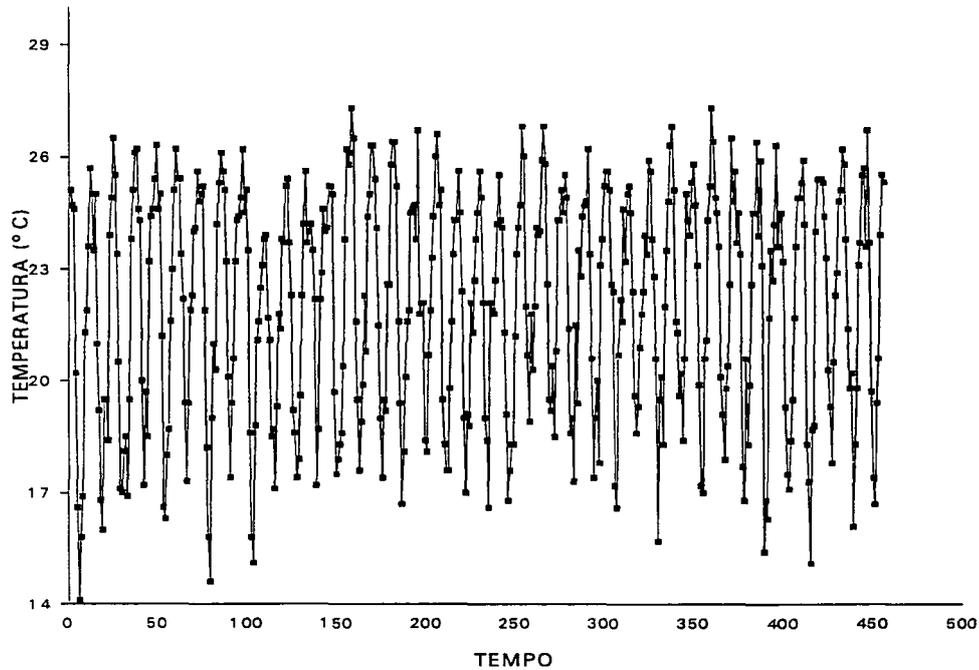
Com a finalidade de corroborar estes valores calculados e analisados, utilizou-se também, dados de temperatura e precipitação médias mensais da COMPANHIA DE MELHORAMENTOS NORTE DO PARANÁ (1995), medidos na mesma localidade de Cianorte (ANEXO 2b), localizada a 23° 40' de Latitude S, 52° 30' de Longitude W e a 550 m de altitude, a sudeste de Rondon.

Julgou-se importante destacar esta série histórica, devido ao longo período abrangido pela mesma, de janeiro de 1956 a dezembro de 1993, além da proximidade da estação com o município de Rondon.

Analisando-se o conjunto dos dados, verificou-se que, quanto às temperaturas médias mensais, os valores mais elevados ocorreram, predominantemente, em dezembro de 1985, seguindo-se março de 1977 e, de forma geral, nos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro, enquanto as menores médias mensais ocorreram apenas em junho de 1956 e julho de 1962. Como temperaturas extremas, os valores pontuais máximos e mínimos ocorreram em dezembro de 1960 e em janeiro de 1971, com 39°C e em julho de 1975, com -2,4°C.

Através das médias mensais, construiu-se a figura 5.1 da série temporal, como se segue:

FIGURA 5.16 - SÉRIE TEMPORAL DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL EM CIANORTE, PR. 1956-1993



FONTE DE DADOS BRUTOS: Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (ANEXO 2b)

A figura 5.16 permitiu uma visualização geral do comportamento das temperaturas médias mensais, verificando-se uma concentração entre 18° e 25°C, determinando uma amplitude térmica de 7°C, em média, para o local, com uma leve tendência de crescimento no período, entre 1956 e 1993.

As médias mensais, de acordo com os dados contidos no ANEXO 2b, foram agrupadas em classes, com intervalos de grau em grau, determinando-se a frequência, a frequência acumulada e a porcentagem de frequência, de acordo com a tabela 5.8 .

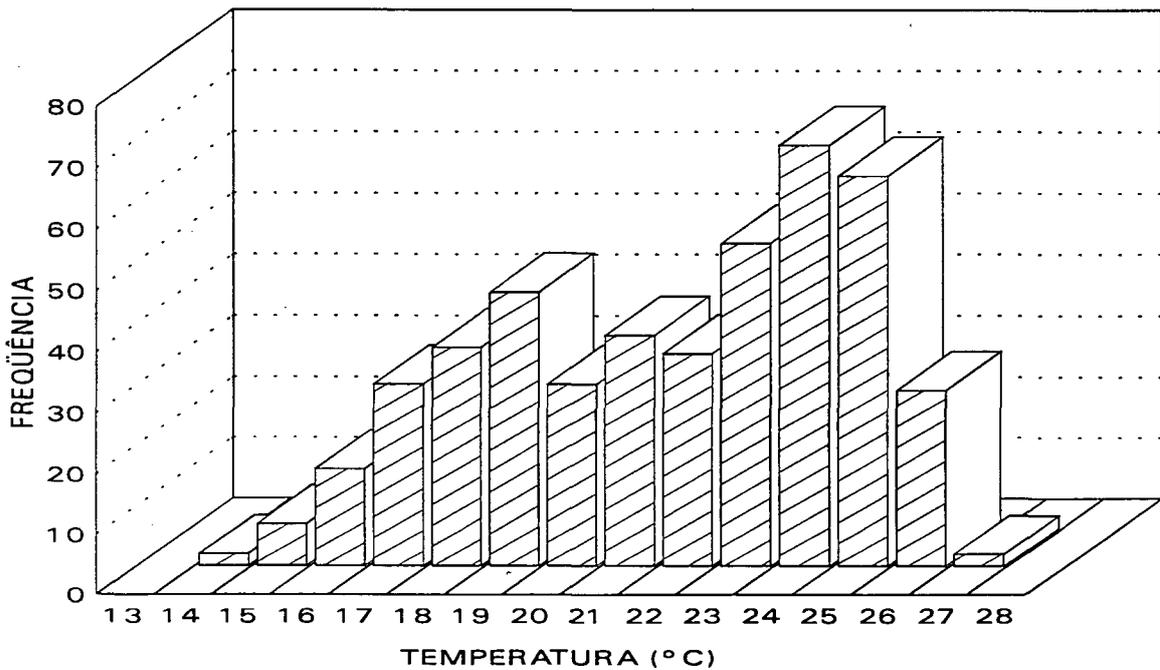
TABELA 5.8 - CLASSES DE FREQUÊNCIA PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA MÉDIA MENSAL EM CIANORTE, PR. - 1956-1993

CLASSES °C	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA ACUMULADA	PERCENTUAL DE FREQUÊNCIA
14 ≤ x < 15	2	2	0.43860
15 ≤ x < 16	7	9	1.53509
16 ≤ x < 17	1	25	3.50877
17 ≤ x < 18	30	65	6.57895
18 ≤ x < 19	36	91	7.89474
19 ≤ x < 20	45	136	9.86842
20 ≤ x < 21	30	166	6.57895
21 ≤ x < 22	38	204	8.33333
22 ≤ x < 23	35	239	7.67544
23 ≤ x < 24	53	292	11.62281
24 ≤ x < 25	69	361	15.13158
25 ≤ x < 26	64	425	14.03509
26 ≤ x < 27	29	454	6.35965
27 ≤ x < 28	2	456	0.43860

FONTE DE DADOS BRUTOS: Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (ANEXO 2b)

Através dos dados obtidos na tabela 5.8, construiu-se a figura 5.17, analisada, a seguir.

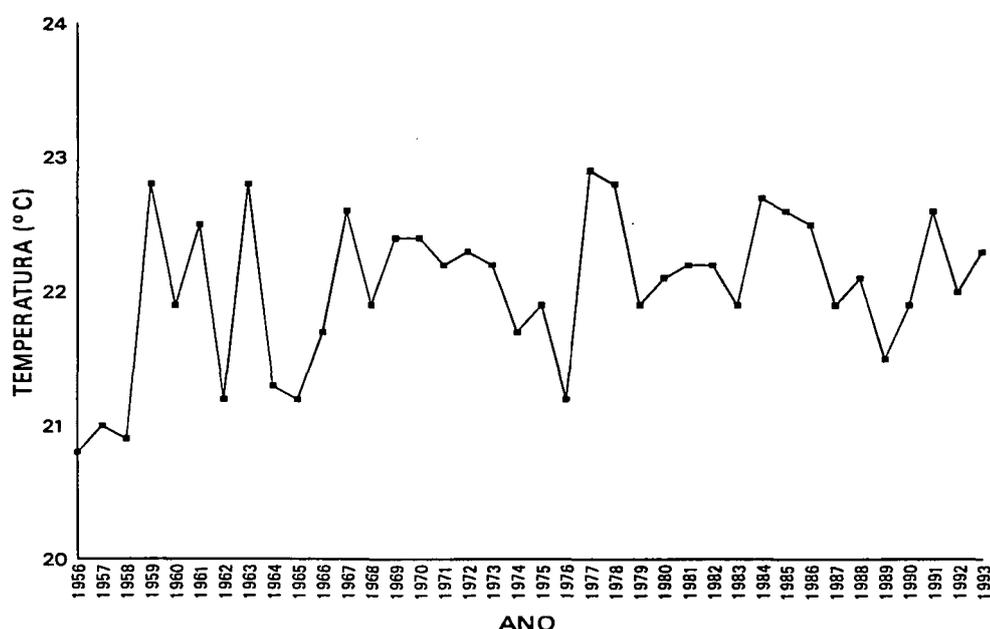
FIGURA 5.17 - CLASSES DE FREQUÊNCIA PARA A VARIÁVEL TEMPERATURA MÉDIA MENSAL EM CIANORTE, PR. - 1956-1993



FONTE: Tabela 5.8

A distribuição das temperaturas médias mensais, em classes de frequência em Cianorte, no período de 1956-1993, caracterizou-se como bimodal com dois picos entre 19°- 20 °C e 24°- 25°C. O pico entre 18 °C e 19 °C pode ser atribuído à presença da Massa Polar que provoca quedas de temperatura na região e o pico entre 24 °C e 25 °C, à presença das massas tropicais, aliada as características de localização espacial do ponto de coleta. Através das médias anuais, no total do período de 456 meses ou 38 anos, construiu-se a figura 5.18, procurando-se evidenciar alterações no comportamento das temperaturas.

FIGURA 5.18 - MÉDIAS ANUAIS A PARTIR DAS MÉDIAS MENSAS DE TEMPERATURA EM CIANORTE, PR. - 1956-1993



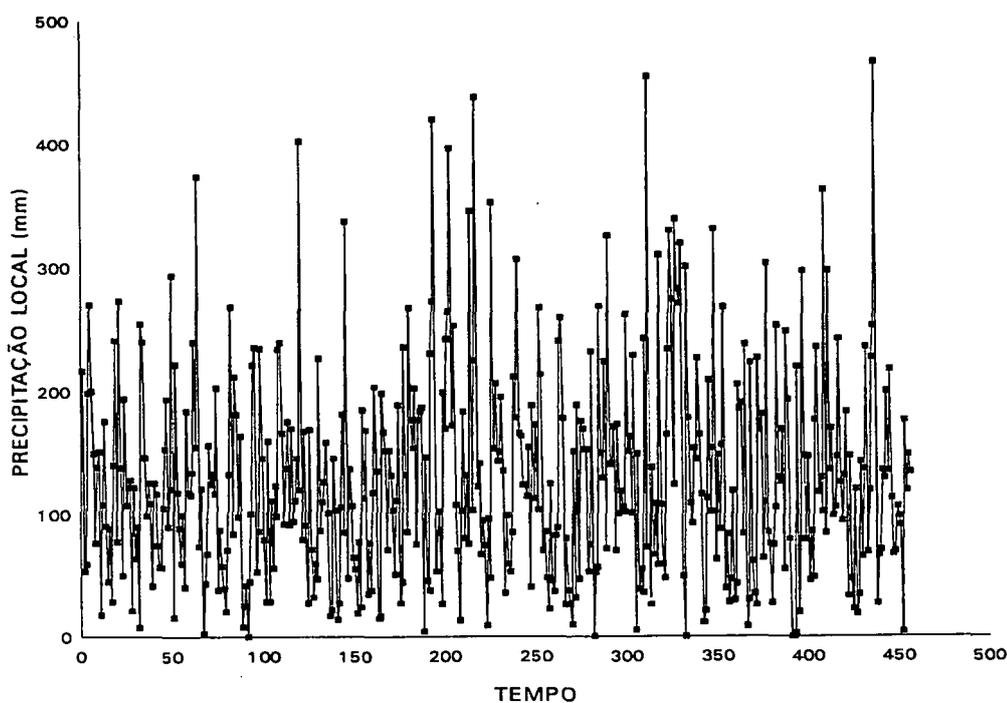
FONTE DE DADOS BRUTOS: Companhia Melhoramentos Norte do Paraná

A disposição destas médias permitiu a constatação de que existe uma tendência crescente, de aumento da temperatura, na localidade, numa distribuição cíclica ao longo do período estudado.

Procedimentos idênticos foram feitos em relação aos dados de precipitação, cujos resultados foram representados nas figuras e tabelas, na sequência.

Com os dados de precipitação do posto meteorológico, localizado em Cianorte, construiu-se a figura 5.19, analisada, a seguir.

FIGURA 5.19 - SÉRIE TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO MENSAL DE CIANORTE, PR. - 1956-1993



FONTE DE DADOS BRUTOS: Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (ANEXO 2b)

A representação da série temporal, permitiu a constatação de que a maior incidência de precipitação deu-se no intervalo entre 80 a 180 mm mensais.

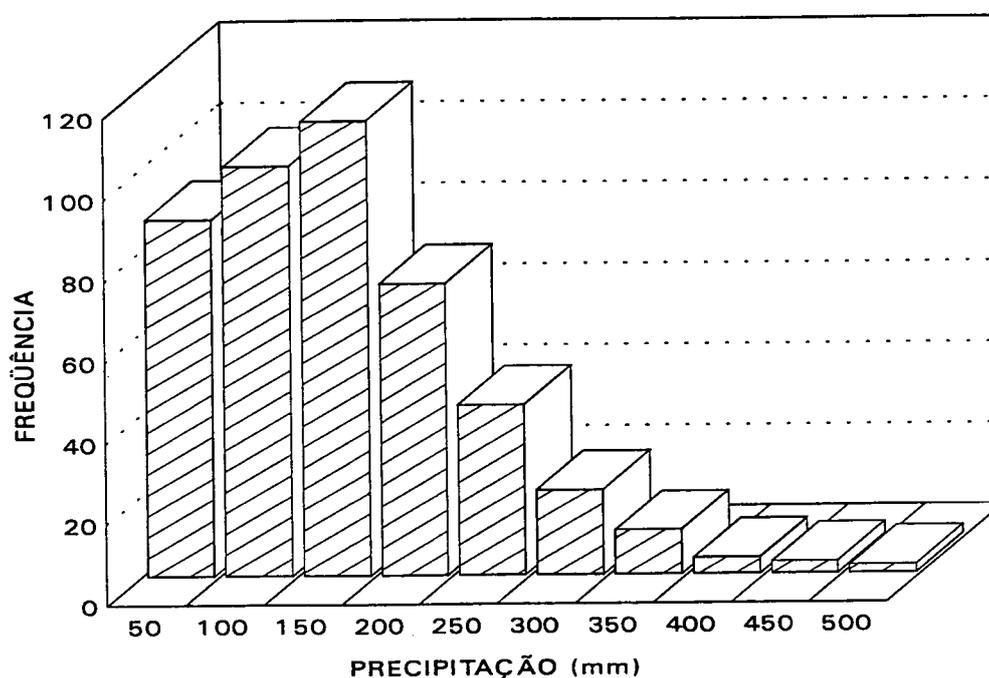
Na sequência, organizou-se os dados de precipitação em intervalos de 50 mm, construindo-se a tabela 5.9 em classes de frequência, frequência acumulada e porcentagem de frequência, visualizada pela figura 5.20 de classes de frequência.

TABELA 5.9 - INTERVALOS DE FREQUÊNCIA PARA A VARIÁVEL PRECIPITAÇÃO MENSAL EM CIANORTE, PR. - 1956-1993

CLASSES (mm)	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA ACUMULADA	PERCENTUAL DE FREQUÊNCIA
$0 \leq x < 50$	88	88	19.29825
$50 \leq x < 100$	101	189	22.14912
$100 \leq x < 150$	112	301	24.56140
$150 \leq x < 200$	72	373	15.78947
$200 \leq x < 250$	42	415	9.21053
$250 \leq x < 300$	21	436	4.60526
$300 \leq x < 350$	11	447	2.41228
$350 \leq x < 400$	4	451	0.87719
$400 \leq x < 450$	3	454	0.65789
$450 \leq x < 500$	2	456	0.43860

FONTE DE DADOS BRUTOS: Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (ANEXO 2b)

FIGURA 5.20 - CLASSES DE FREQUÊNCIA PARA A VARIÁVEL PRECIPITAÇÃO EM CIANORTE, PR. - 1956-1993



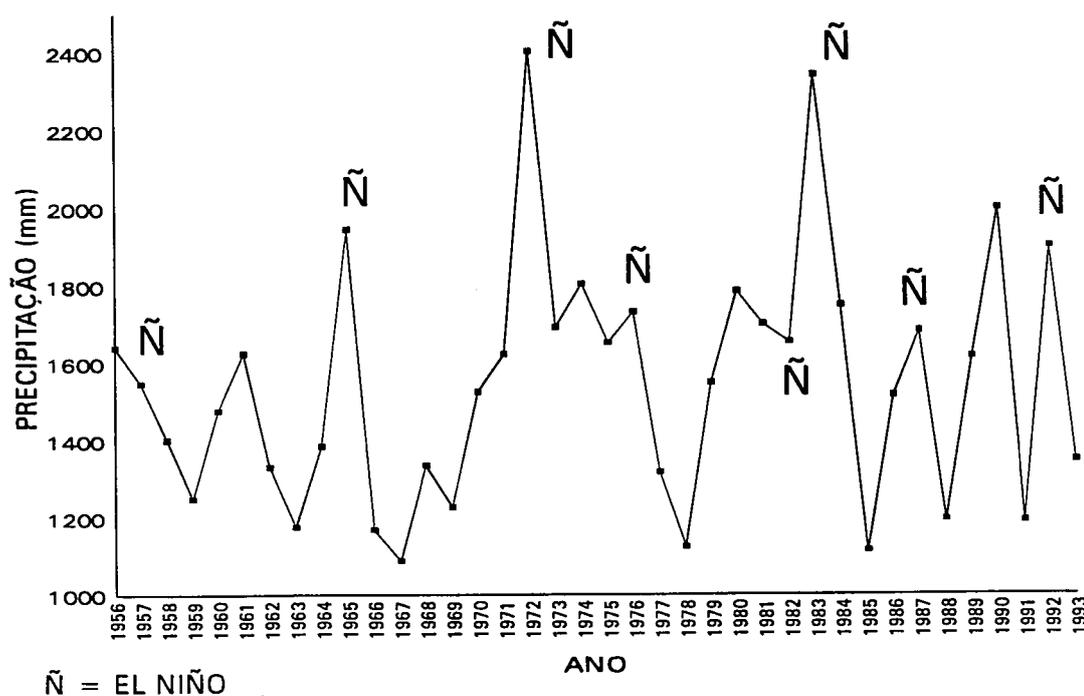
FONTE: Tabela 5.9

Para o período de 456 meses, a maior frequência situou-se nos intervalos entre 50-150 mm mensais, caracterizando-se como uma distribuição unimodal, com um pico entre 100 e 150 mm.

No entanto, os valores de 0 a 50 mm , caracterizando uma condição de pouca umidade, esteve presente, num percentual de 19,19 %.

Plotou-se, ainda, os totais anuais desde 1956 até 1993, assinalando a atuação do fenômeno El Niño, conforme a figura 5.21, a seguir:

FIGURA 5.21 - TOTAIS ANUAIS A PARTIR DOS TOTAIS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO EM CIANORTE, PR. E PRESENÇA DE EL NIÑO - 1956-1993.



FONTE DE DADOS BRUTOS: Companhia Melhoramentos Norte do Paraná
PISCIOTTANO et al.

Os totais anuais de precipitação, visualizados na figura 5.21, tiveram uma distribuição cíclica, menos evidente que a temperatura, apresentando entretanto, uma mesma tendência de crescimento, verificada pela figura 5.19.

Numa análise geral, pelos dados de precipitação, verificou-se que quase 50% dos valores estiveram acima de 1600 mm anuais, 7% com valores abaixo de 1200 mm anuais, sendo que o restante, 35%, situou-se entre 1200 e 1600 mm anuais.

Através de dados obtidos do DNAEE (1985) e COPEL (1994b), na estação de Paraíso do Norte, no limite nordeste do município de Rondon, na margem esquerda do rio Ivaí, a uma altitude de 250 m, calculou-se a média de precipitação num período de quarenta anos, obtendo-se um valor de 1361,7 mm, com chuvas mais concentradas nos meses de outubro a fevereiro.

Avaliando-se a Carta de Isoietas Anuais Normais no período de 1931-1960 (DNAEE, 1995), verificou-se que os estes valores permanecem sem grandes alterações.

Considerando-se que o clima tem seus condicionantes ligados a fatores astronômicos, mudanças regionais como as que ocorreram na região são, certamente, pouco perceptíveis do ponto de vista climático, como ficou constatado a partir da análise dos dados existentes. As maiores flutuações observadas podem ser explicadas por fatores como a presença do fenômeno "El Niño" e Anti-el Niño, portanto, considerados como fatores extrínsecos ao ambiente pesquisado.

Quanto às pequenas modificações constatadas, acordo com os resultados encontrados, os mesmos devem estar relacionados a fatos locais como mudança no albedo pela ausência da vegetação.

De qualquer forma, entendendo que os valores médios de temperatura e precipitação não sofreram solução de continuidade como tem sido, por vezes, alardeado, constatou-se que a temperatura e a precipitação médias apresentam uma leve tendência de crescimento as quais necessitam de análise mais acurada, não admitindo, a princípio, conclusões.

5.1.2.5 As evidências paleoclimáticas

No que se refere aos aspectos paleoclimáticos da área de estudo (AB'SABER, 1977; LEITE, 1994), ligados a situação glacio-eustática do último período seco pleistocênico, tem-se, primeiramente, a sua situação transicional entre as condições desérticas do sul, na atual Argentina e as condições semi-áridas do planalto central brasileiro. Nesta faixa, grosseiramente, SW-NNE, onde se insere o município de Rondon na região noroeste do Paraná, impôs-se, desta maneira, também, condições semi-áridas. Como testemunhos, podem ser citados os colúvios, dispostos sobre a maior parte das encostas e as lateritas, encontradas durante os trabalhos de campo, a cerca de um metro de profundidade, junto aos divisores de água do ribeirão do Rato. De acordo com MAACK (1947), estes colúvios e lateritas atestam condições predominantes de períodos secos. Devem ser citados, ainda, os terraços, constituídos por cascalheiras, em posição de baixas encostas, preenchendo paleovales, afastadas da drenagem atual, como testemunhos de climas préteritos, diferenciados do clima atual, já discutidas por GIMENEZ et al. (1981).

Além disso, a semidecidualidade de algumas espécies arbóreas, não condizentes com o clima úmido atual, são indícios de condições paleoclimáticas diferenciadas (LEITE, 1994).

5.1.2.6 A influência hidrológica: As águas de superfície e de subsuperfície

Os fluxos que transitam nas encostas da área de pesquisa, em superfície e em subsuperfície, são consequência direta das condições climáticas vigentes. Impulsionados pela energia gravitacional, apresentam rotas preferenciais de acordo com as características relativas à região, tais como: alta permeabilidade e porosidade nos sedimentos retrabalhados do arenito (FERNANDES, 1992); relativa impermeabilidade das camadas inferiores que compreendem os arenitos não alterados e os basaltos; gradientes pouco acentuados, levando-se em consideração que os maiores desníveis, desde as porções mais elevadas, em torno de 500 m e os vales dos rios

maiores, como o Ivaí, estão em torno de 250 m. Individualmente, observou-se que os gradientes topográficos entre topos e vales são muito menores.

Além disto, os desníveis maiores estão junto aos canais de drenagem em si e, embora as encostas possam ser longas o seu desnível, em geral, é pequeno.

Desta maneira e, levando-se em consideração o modelo proposto por RUHE (1969) e discutido por SCATOLINI (1991), verificou-se nos trabalhos de campo que nas porções de topo, onde o fluxo predominante é descendente vertical, com domínio dos Latossolos (FASOLO et al., 1988), ocorre o fenômeno da laterização, impondo uma conservação de áreas relativamente aplainadas. Nas porções inclinadas, domínio dos Podzólicos (FASOLO et al., 1988), ocorre um fluxo descendente preferencial, inclinado até alcançar o nível freático, variável, sazonalmente, até atingir o ponto comum, representado pelo canal do rio, provocando a retirada de materiais das encostas.

Esta dinâmica das águas apresenta, ainda, algumas alterações, relativamente, a outros fatores condicionantes como a presença ou não de vegetação e de alinhamentos tectônico-estruturais.

A floresta que existia em Rondon, sobre a cobertura arenítica, com estratos arbóreos emergentes até, mais ou menos, 25 m de altura, funcionava como um anteparo e um filtro, permitindo que o fluxo da água fosse, preferencialmente, subsuperficial e, induzindo a um encadeamento de processos químico-biológicos, conforme discutiu ERHART (1956). A sua retirada, de forma quase instantânea, do ponto de vista geológico-geomorfológico, mudou, bruscamente, a hidrodinâmica das encostas. A água passou a escorrer, em grande parte, superficialmente, provocando uma lavagem intensiva das encostas e desencadeando os processos erosivos físicos acelerados, sob a forma de sulcos e voçorocas.

Demonstrando esta dinâmica, foram identificados, nas nascentes do ribeirão do Rato, na Fazenda Santa Maria, através de fotografias aéreas, na escala de 1:25.000 (ITCF, 1980), depósitos, denominados de antropogênicos, por OLIVEIRA (1994), referentes a leques coluviais de pouca expressão, como resultado da erosão pluvial a partir de antigos carreadores de café.

Nos trabalhos de campo, verificou-se que estes depósitos foram totalmente descaracterizados, percebendo-se modificações, até mesmo na declividade das encostas pelo uso intensivo do solo, desencadeando processos de erosão acelerada.

A interação destes agentes e seus processos, dispersos espacialmente na área como um todo, têm seus efeitos agravados, quando a eles se unem os alinhamentos tectônico-estruturais, utilizados pela rede de drenagem existente. Nas porções inferiores das encostas, à montante dos canais e à sua volta, onde o trânsito da água é mais intenso, foram verificadas alterações quanto à coloração e cimentação do solo. O mesmo passa de vermelho para amarelo e branco e as partículas estão soltas, restando, quase que, exclusivamente, grãos de areias quartzosas.

5.1.2.7 A interação do clima com o relevo e as Areias Quartzosas no sistema ambiental

Sob o aspecto do clima atual, verificou-se na região a presença de um clima úmido, com incidência de, apenas, um mês muito seco, normalmente, em agosto, embora, em alguns anos, este número tenha subido para três e até quatro meses secos. Os índices pluviométricos estão no intervalo de 1200-1500 mm anuais com temperaturas médias acima de 22 °C, no verão e abaixo de 18 °C, no inverno.

Estas duas condições, temperatura e umidade elevadas são essenciais para a morfogênese e a pedogênese em sua dinâmica permanente, apresentando como característica principal, sedimentos sob a ação da pedogênese.

Relacionadas, entre outros fatores, ao clima, destacam-se na paisagem, áreas deprimidas com rupturas suaves ou mais abruptas, correspondendo, em geral, às áreas de Areias Quartzosas, em posição de montante, associadas, na maior parte das vezes, a sulcos e voçorocas. Do ponto de vista morfológico, constituem anfiteatros com vales em forma de manjedoura.

Algumas destas porções de montante dos segmentos de primeira ordem da drenagem constituem o que JUSTUS et al. (1985) e BIGARELLA e MAZUCHOWSKI (1985), denominaram de dales e veredas, formas estas comuns em outras áreas sedimentares como na região de cerrado do centro-oeste brasileiro. Estas formas se diferenciam pelos depósitos com maior quantidade de argila que se acumulam nas porções mais baixas, ora em forma semi-circular ou dales, ora em forma retilínea ou veredas. Embora a forma seja comum, os depósitos de argila são muito raros, acumulando-se, nestas feições, na realidade, sedimentos constituídos por areias quartzosas.

Localizadamente, ocorrem terraços, formando pequenos patamares próximos aos leitos dos ribeirões do Rato e Salto e, junto ao rio Ivaí, áreas correspondentes a trechos de paleovales, diques marginais e cordões areno-argilosos, registros de condições morfodinâmicas e hidrodinâmicas diferentes das atuais.

O clima, em relação às Areias Quartzosas, deve ser visto sob dois enfoques. Primeiramente, como principal agente ativo formador do solo e, desta forma, reportando-se aos climas que se alternaram no Quaternário, os quais propiciaram condições de temperatura e umidade para a seleção, deposição, remanejamento e construção de superfícies que sofreram pedogênese. O outro enfoque, refere-se ao período atual, com umidificação climática a partir do qual os solos evoluíram e estão evoluindo em duas fases distintas: sob cobertura florestal e após o desflorestamento.

Tanto a temperatura como a pluviosidade, manifestações diretas e indiretas da energia que entra no subsistema pedológico, passam a agir de forma diferenciada, modificando as condições de temperatura do solo e de escoamento da água.

As atividades microorgânicas bem como orgânicas têm sua velocidade ampliada, à medida que aumenta a temperatura e umidade, originando matéria orgânica em presença de formações vegetais, desde que a temperatura não atinja níveis críticos (ANDRAE, 1978). É do conhecimento comum que temperaturas muito elevadas decompõem os resíduos vegetais em tempo menor não permitindo sua acumulação sob a forma de horizonte orgânico. Desta maneira e de acordo com TROPPEMAIR (1990) e CARDOSO, POTTER e DEDECEK (1992), uma região com cobertura vegetal de campo ou esporádica, pelas culturas, vai sofrer muito mais intensamente a ação direta da temperatura, dificultando a produção de matéria orgânica.

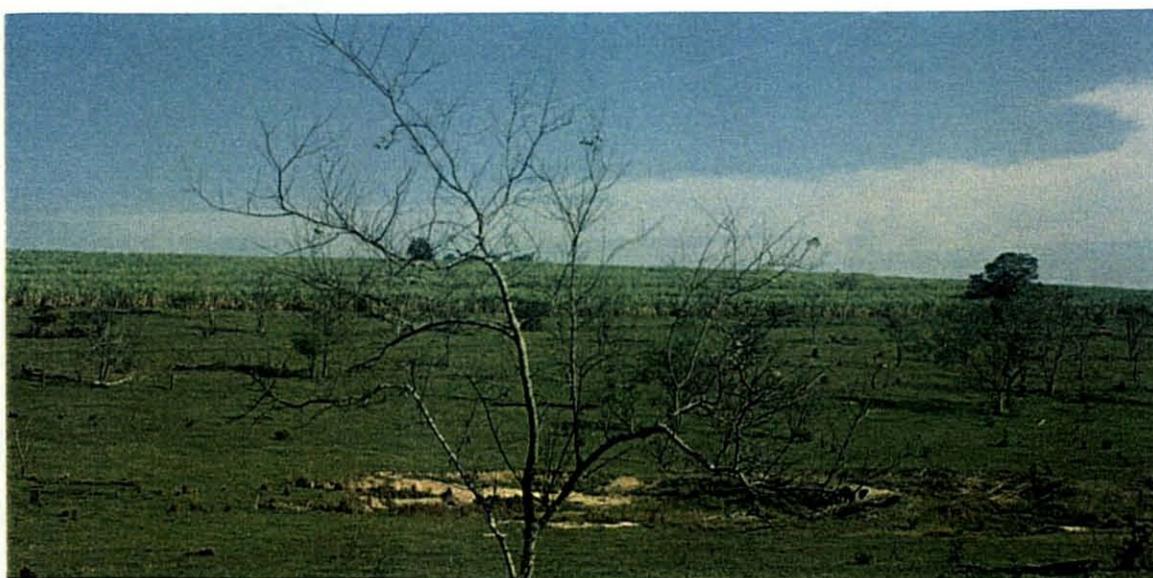
Quanto à presença de água pluvial, embora possa ser a mesma, o seu itinerário muda completamente, havendo mais escoamento superficial e menos umidade no perfil do solo (PRANDINI, 1984), o que ocasiona mais erosão. De modo encadeado, estes materiais que se deslocam pelas encostas determinam a perda de solos e a mudança das formas. Isto é muito evidente nos anfiteatros, onde se localizam as Areias Quartzosas.

Nestas condições, todos os solos são afetados e, em particular, as Areias Quartzosas, que são, por natureza, muito arenosas e incoerentes, relacionadas a zonas coletoras de água, nestes anfiteatros. A maior presença de água, aliada a uma concentração de calor, advinda da própria disposição deste tipo de relevo, em conjunto com linhas de drenagem, conduz a uma intensa lixiviação destes solos, provocando nas partes mais deprimidas do alinhamento da drenagem uma profunda mudança da cor do solo que passa de avermelhado a amarelado e à areia branca, indicando perda de elementos como o ferro.

A princípio, seria surpreendente relacionar áreas da região noroeste do Paraná a problemas de pré-desertificação, tendo em vista as condições pluviométricas existentes e já discutidas nos itens 5.1.2.2., 5.1.2.3 e 5.1.2.4, atendo-se ao conceito de deserto, puramente climático. Este conceito, que implica numa evaporação maior que a precipitação pluviométrica efetiva, de acordo com PETIT (1990), é um fato, também, inexistente, a não ser em períodos muito curtos. Corresponde, em geral, a alguns dias nos meses de inverno e, notadamente no mês de agosto, portanto, relacionados a intervalos de tempo que não são significativos quando se utilizam médias de precipitação, de acordo com as análises efetuadas.

Todavia, pelas observações de campo, são inúmeros estes depósitos, quase sem vegetação, constituídos por areias. Embora sendo inadmissíveis do ponto de vista climático, são incontestáveis como componentes das paisagens, observáveis em campo, através de pequenas manchas brancas, quase invisíveis em fotografias aéreas, a não ser de forma indireta, pela ausência de vegetação, nos anfiteatros (figura 5.22).

FIGURA 5.22 - DEPÓSITOS ARENOSOS



NOTA: Depósito arenoso à jusante de Areias Quartzosas, de material, solto, de coloração quase branca, verificando-se a vegetação rarefeita, localizado junto a um afluente da margem direita do ribeirão do Rato, na propriedade de Antonio Sardeto, no município de Rondon, Pr.

5.1.3 Os componentes e os fatores biológicos

5.1.3.1 A influência biológica

Ao discutir os componentes e os fatores biológicos, nesta pesquisa, ressaltou-se o papel da floresta (LARCHER, 1986), ou mais precisamente, a sua ausência com implicações para o relevo e os solos (ERHART, 1956), embora não se despreze a atuação dos animais, através da fauna e da microfauna. O espaço da floresta foi analisado como um espaço que englobou a fauna, a microfauna, a flora e a microflora, além do homem que, pelo seu aspecto de agente modificador instantâneo, mereceu destaque especial.

5.1.3.2 A vegetação atual

Em Rondon, a floresta, inicialmente, ocupava quase toda a região. Em 1965, restringia-se a uma área de 145,5 km² ou cerca de 29,2% e, em 1970, 59,7 km² ou 11,98% de cobertura florestal (OEA, 1973). Foi substituída, primeiramente, pelos cafezais no final dos anos 40 e década de 50 e depois, pelas pastagens e agricultura cíclica com manchas de reflorestamento nos dias atuais, não ultrapassando 2% da área total do município (BASE PÚBLICA DO ESTADO, 1994).

Através de fotointerpretação em levantamento aerofotogramétrico recente, na escala 1:25.000 (COPEL, 1994a), observou-se que a vegetação arbórea se recuperou em mínimas áreas ao longo de alguns trechos da drenagem mas a grande maioria das cabeceiras de drenagem está a descoberto, sendo que, algumas, com processos ativos de erosão remontante.

Este quadro, em termos de sucessão vegetacional, indica uma regressão ecológica pela presença dominante das gramíneas, com capoeiras ralas e capoeiras (LEITE, 1994), propriamente ditas, constituindo-se em falsas matas ciliares, descontínuas.

No entanto, não são desprezíveis as influências que as pastagens e os campos agrícolas, ou seja, a vegetação atual, desempenha no comportamento dos subsistemas relevo e solo (TRICART, 1975; RUELLAN, 1984/1985 e 1995; CARDOSO, POTTER e DEDECEK, 1992) e, conseqüentemente da paisagem, afetando sua estrutura, fisionomia e dinâmica. Observou-se em trabalhos de campo, no município de Rondon, poucas reservas florestais e, quando existentes, sem as espécies mais nobres, fraca cobertura vegetal nas áreas de pastagens e a desnudação periódica dos solos, provocando reativação dos processos erosivos acelerados. Embora estejam em uso técnicas de manejo como terraceamento, são visíveis as marcas de erosão do solo: nas encostas, pelas perdas de material, constatadas através de sulcos de diversas dimensões e na rede de drenagem, através da coloração avermelhada, indicando a presença de sedimentos, principalmente, logo após as chuvas.

5.1.3.3 A influência humana

A ação antrópica, transformando a paisagem no município de Rondon, é muito recente, embora a sua ocupação esporádica tenha ocorrido desde tempos pré-históricos.

A estabilidade da área foi rompida, modificando-se as condições de fluxo de energia e matéria componentes do sistema ambiental, através de outros componentes, extrínsecos ao sistema, como as frentes pioneiras, tendo como fatores desencadeadores dos processos de mudança, a expansão da cultura cafeeira, seguida de outras culturas e da pecuária.

5.1.3.4 A ocupação do espaço no município de Rondon

Rondon tinha uma área de 1426 km², em 1955, contando, atualmente com 513,245 km² (BASE PÚBLICA DO ESTADO, 1994).

Em 1963, grande parte da floresta original havia sido eliminada, verificando-se a clássica distribuição de propriedade, característica de toda a região noroeste, com lotes pequenos e estreitos, demarcados entre os topos e os vales dos ribeirões do Salto e do Rato (OEA, 1973). Em 1980, a transformação era total, havendo apenas resquícios da vegetação original, de acordo com as figuras 5.23 e 5.24 e, atualmente, a vegetação arbórea está restrita a algumas margens de rios.

FIGURA S 5.23 E 5.24 - VISTA AÉREA PARCIAL DO MUNICÍPIO DE RONDON, PR., EM 1952 (DGTC) E EM 1980 (ITC)



NOTA Vista aérea, parcial, do município de Rondon, Pr., identificando-se o traçado da malha urbana preliminar da sede do município, na porção superior da fotografia, em presença da Floresta Estacional Semidecidual, no ano de 1952. Na parte inferior da mesma fotografia, está presente uma feição referente a uma paleovoçoroca, encoberta pela vegetação arbórea. A outra fotografia retrata a mesma porção do município 28 anos depois, em 1980, ressaltando, como maior mudança, a retirada drástica da floresta.

5.1.3.5 População: variação e mobilidade

Em 20 anos, a população cresceu rapidamente, com proliferação de pequenos núcleos coloniais, até a década de 70, quando passou a diminuir, numa evolução, conforme mostra a seguinte tabela 5.10:

TABELA 5.10 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO EM RONDON, PR. - 1970-1991

ANO	POPULAÇÃO URBANA	PERCENTUAL	POPULAÇÃO RURAL	PERCENTUAL	TOTAL	PERCENTUAL
1970	3595	16,3	18410	83,7	22005	100
1980	3237	29,4	9760	75,1	12997	100
1991	4257	49,3	4378	50,7	8635	100

FONTE: Base Pública do Estado

Pela tabela, verificou-se que após vinte anos de ocupação territorial, houve um decréscimo populacional de 61% no período de 1970-1991, o qual coincidiu com os "azares" naturais, representados por fortes geadas, somados às oscilações da política agrícola brasileira, induzindo à migração para fora do Estado ou para as áreas urbanas de centros maiores. Neste particular, a mobilidade populacional pode ser vista através de um acréscimo na população urbana de 18% no mesmo período, representando em 1991, aproximadamente, 50% da população total do município. Quanto à população rural, houve um decréscimo de 76% no período de 1970 -1991.

5.1.3.6 A estrutura fundiária

Pelos dados do INCRA (1994), para o recadastramento de 1992/1993, o município de Rondon possuía um total de 732 imóveis classificados em minifúndios, pequenas e grandes propriedades. Este critério referiu-se ao módulo fiscal da região, equivalente a 22 hectares, estabelecendo-se que a propriedade que tivesse área equivalente a um módulo fiscal seria

classificada como minifúndio; de um a quatro módulos como pequena propriedade; de quatro a quinze módulos como média propriedade e acima de quinze módulos, grande propriedade.

De acordo com a Lei Federal no. 8.629 de 25 de fevereiro de 1993 no seu Artigo 6o. (BRASIL, 1993), ficou estabelecido o critério de produtividade ou improdutividade, considerando-se produtiva a propriedade que "... explorada econômica e racionalmente. atinge, simultaneamente, graus de utilização da terra e de eficiência na exploração, segundo índices fixados pelo órgão federal competente."

Desta forma, tornou-se possível a classificação dos imóveis rurais do município, conforme mostra a tabela 5.11 , na sequência.

TABELA 5.11 - IMÓVEIS RURAIS DE RONDON, PR.: NÚMERO E ÁREA

TIPO DE PROPRIEDADE	NÚMERO DE PROPRIEDADES	PERCENTUAL	ÁREA EM HA	PERCENTUAL
Minifúndio	368	50,3	3862,1	7,9
Pequena	250	34,2	9523,0	19,6
Média	85	11,7	15092,0	31,0
Grande	25	3,4	20039,0	41,2
Não classificada	3	0,4	129,0	0,3
TOTAL	731	100,0	48645,1	100,0

FONTE DE DADOS BRUTOS: INCRA

De acordo com estes dados, os minifúndios, que representam 50% das propriedades, ocupam menos de 8% da área total do município com uma média de 10,5 hectares, enquanto que as grandes propriedades abrangem cerca de 41% da área, com uma média de 801,56 hectares, por propriedade.

Quanto ao aspecto de produtividade ou improdutividade, embora os dados estejam, relativamente, defasados, mostrando uma realidade parcial, verificou-se que a maior parte das grandes propriedades foram consideradas improdutivas (INCRA, 1994). No entanto, pela observação de campo, constatou-se que os únicos espaços desocupados referem-se às poucas áreas de várzeas e às margens junto aos leitos dos rios.

5.1.3.7 Uso da terra: o solo rural e urbano

A partir de dados da BASE PÚBLICA DO ESTADO (1994) e EMATER (1995) foi possível compor um quadro de evolução do uso do solo, em porcentagem (tabela 5.12). Omitiu-se os valores numéricos absolutos, tendo em vista que a área do município é variável, segundo as diferentes fontes de dados.

TABELA 5.12 - EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA EM RONDON, PR. - 1985-1994

TIPOS DE USO	EM PERCENTUAL		
	1985	1992/93	1994
Pastagem natural	1,71	0,0	0,0
Pastagem. formada	71,80	65,07	61,82
Floresta natural	3,15	1,56	(*)1,84
Reflorestamento	0,44	0,70	1,33
Cana-de-açúcar	não disponível.	11,42	20,00
Algodão	não disponível	2,30	3,00
Mandioca	não disponível	2,60	3,15
Milho	não disponível	2,60	2,17
Café	não disponível	3,28	2,30
Lavoura permanente.	8,54	-	-
Lavoura temporária	12,20	-	-
Outras	(**) 2,16	(***)10,47	(**)4,39
TOTAL	100,00	100,00	100,00

FONTE DE DADOS BRUTOS: Base Pública do Estado, EMATER

NOTA: (*) Reavaliação da área, considerando matas ciliares

(**) Lavouras temporárias e terras produtivas não utilizadas

(***) Outras culturas

Estes dados permitiram algumas constatações referentes as diferentes formas de uso do solo rural do município. No que se refere às pastagens naturais que substituíram a floresta, as mesmas deixaram de existir ainda na década de 80. Quanto às pastagens formadas, ocorreu um decréscimo aproximado de 1% ao ano, de 1985 a 1994, correspondendo a uma diminuição de 14% no intervalo.

Em relação à cobertura florestal, houve um decréscimo de 0,15% ao ano e uma diminuição de 42% no intervalo. O reflorestamento, por sua vez, aumentou 0,10% ao ano, embora represente apenas 1,33% da área total do município em 1994.

Dentre as culturas, a cana-de-açúcar ocupa um lugar de destaque com um aumento aproximado de 75% no período, seguindo-se o algodão com 30% e a mandioca com 21%. Já, as culturas de café e milho, decresceram 30% e 17%, respectivamente.

Nos aspectos referentes à utilização e conservação do solo urbano, destaca-se, a sede do município, com arborização central, sistema de drenagem e ausência de focos de erosão que invadiam o perímetro urbano até a década de 80 (MURATORI, 1984).

Porém, durante a ocorrência de precipitações mais fortes, em loteamentos da periferia, notou-se, ainda, forte erosão laminar e pequenos sulcos, carreando sedimentos para as zonas de baixada. Durante o período de inverno, quando parte dos solos estão desnudos, observou-se, ainda, que o vento carrega partículas, produzindo uma poeira de coloração avermelhada.

Quanto às estradas vicinais, algumas se apresentam em estado precário como a que liga Rondon a localidade de Bernardelli, no sul no município, intransitável em época de chuvas. Embora a maioria destas ligações secundárias tenha alguma manutenção, o seu traçado impróprio e a ausência de sistemas de drenagem laterais constituem-se, ainda, em agentes aceleradores de erosão concentrada.

5.1.3.8 A interação dos organismos com o relevo e as Areias Quartzosas no sistema ambiental

Desde a época da ocupação, na década de 50, o ambiente no município de Rondon e da região noroeste vem sendo degradado e parte dos solos, perdida por erosão. No entanto, apesar dos grandes projetos (OEA, 1973; PROJETO NOROESTE, 1974), poucas ações se efetivaram para solucionar o problema, fazendo com que o próprio habitante buscasse uma melhor relação com os problemas advindos do solo, através de tentativas e alternativas, sendo que, a maioria, fora dos critérios da harmonia com o meio ambiente. Assim, ele passou do café, para a pastagem, milho,

soja, algodão e outras culturas e, quando nada deu certo, vendeu a terra e partiu para novas frentes, tal como ocorreu na década de 70.

Como reação a estas ações mudou, em parte, a estrutura fundiária e a organização social, com o aparecimento da figura do trabalhador volante, sem-terra, provocando um esvaziamento populacional rural. Grandes propriedades foram-se formando, onde a máquina substituiu o homem, sendo que, a maior parte das terras, ficou nas mãos de poucos. Neste contexto, os cafezais transformaram-se em pastos e, mais recentemente, em grandes canaviais (figura 5.25), de certa forma, até minorando, os efeitos do desequilíbrio da fase anterior.

FIGURA 5.25 - OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE RONDON, PR.



NOTA: Vista parcial de uma área de topo, junto à estrada entre a sede do município e Bernardelli, em Rondon, Pr., com registros da ocupação atual da terra por pastagens e cana-de-açúcar.

Numa avaliação do uso da terra atual e do manejo de solos no município de Rondon, evidenciou-se uma certa situação de estabilidade. A maior parte das propriedades adota mecanismos como plantio em curva de nível e terraceamento, auxiliados, a nível técnico, por órgãos como a EMATER, não eliminando, todavia, a presença de processos erosivos acelerados.

Paradoxalmente, este nível, parcialmente estável, foi alcançado, também, pelas oscilações de preço dos produtos agrícolas como o café (BASE PÚBLICA DO ESTADO, 1994), aliadas à baixa produtividade ao longo dos anos (EMATER, 1995).

Desta maneira, um agente externo ao meio, de ordem econômica, introduziu modificações inesperadas ao sistema, minimizando condições de “stress” do ambiente.

Todavia, este quadro não esconde os problemas advindos da dinâmica do relevo, na ausência da cobertura florestal, agindo nos solos sob a forma de erosão.

A cada chuva pôde-se constatar este fato, pela forte coloração avermelhada das águas dos rios e córregos e pelos inúmeros depósitos arenosos de baixada, formando leques colúviais, antrópicos e temporários (figuras 5.26 e 5.27).

FIGURAS 5.26 E 5.27 - LEQUES COLUVIAIS EM CAMPO ARADO, RONDON, PR.



NOTA: Formação de um leque coluvial, após uma chuva muito intensa, em um campo que estava preparado, para o plantio, em curva de nível. A figura 5.27 se constitui num detalhamento da figura 5.26, sendo possível constatar a degradação do solo, em uma propriedade localizada próximo à estrada de ligação entre Rondon e Paraíso do Norte, Pr.

Nas encostas mais íngremes, são comuns os movimentos de massa, devido à concentração de águas pluviais aliada aos caminhos criados pelo pisoteio do gado, entre outros, permitindo a combinação mais ativa da força gravitacional com o poder lubrificante da água.

Menos percebido e pouco importante nas áreas de climas úmidos mas, merecendo consideração sob o enfoque pedológico, observou-se nos trabalhos de campo que, nos intervalos de plantio, nos meses de inverno, as partículas dos solos desnudos são, constantemente, movimentadas pelos ventos, provocando a erosão eólica.

Através de registros fotográficos recentes (COPEL 1994a), verificou-se que, na maior parte dos municípios, incluindo Rondon não se faz reflorestamento nem em áreas como as margens e cabeceiras dos rios. Nas porções de grotões, de difícil acesso, a vegetação subsiste mas as cabeceiras de drenagem estão desnudas, com voçorocas semi-estabilizadas, sendo assoreadas em um novo ciclo de modelagem do relevo com depósitos de areias quartzosas.

Estes processos, parcialmente determinados pela vegetação atual e que criam uma pedogênese própria como afirmou TROPPEMAIR (1990), influem, necessariamente, também, nos processos morfodinâmicos, remodelando as formas topográficas, principalmente através de perdas por erosão. Estão expressos, marcadamente, nas áreas de anfiteatros, onde se localizam as Areias Quartzosas, correspondendo, tanto na forma como nos processos, aos chamados solos colapsíveis (figura 5.28), discutidos por PRANDINI (1980).

FIGURA 5.28 - DEGRADAÇÃO DOS SOLOS, DO RELEVO E DA PAISAGEM



NOTA: Paisagem frequente, no município de Rondon, Pr., com presença de formas elípticas, com erosão acentuada, semelhante à descrição dos solos colapsíveis, segundo PRANDINI (1980).

Tendo em vista que a vegetação primitiva, constituída pela Floresta Estacional Semidecidual foi praticamente extinta, eliminou-se com a mesma, um dos fatores de formação dos solos da região noroeste, criando, certamente, uma situação de desequilíbrio uma vez que os outros fatores permanecem, de maneira geral, os mesmos. Ao se extinguir a floresta, extinguiu-se, também o reservatório de elementos químicos que transitam para o solo, bem como o amortecedor do impacto das gotas de chuva, o tapete protetor do solo em relação ao calor e o filtro, em relação ao trânsito da água. Desta forma, a presença de uma mesma quantidade de calor e umidade atmosféricos, atuando em solos, atualmente, desnudos ou com vegetação de pequeno porte alterou a dinâmica entre os meios. Colocou o ambiente frente a uma situação de resistasia antrópica, de

acordo com ERHART (1956) ou evolução regressiva, de acordo com PETIT (1990), onde a morfogênese, representada pela intensa erosão, deve predominar sobre a pedogênese. Embora estas mudanças sejam de difícil mensuração, são percebidas pelos resultados dos processos erosivos, como os sulcos e as voçorocas.

A aceleração da morfogênese, criando um ambiente de alta energia, induz à uma lavagem das vertentes, pela erosão laminar e em lençol que, por sua vez, ocasiona o truncamento de solos pela eliminação da camada superficial, conforme verificaram CARDOSO, POTTER & DEDECEK (1992). Estes autores, ao empreenderem um estudo sobre o uso agrícola e degradação de solos na região noroeste compararam as características de alguns solos em 1972, 1975 e em 1982. Como resultados, detectaram uma degradação dos solos, em termos de perdas do horizonte A, grau de flocculação das argilas e diminuição do teor de matéria orgânica.

Ao mesmo tempo que ocorre a perda de camadas superficiais de aração do solo, a retirada de material das encostas descobertas de vegetação induz a modificações na forma das mesmas, apresentando uma tendência de alteração do aspecto convexo, convexo-retilíneo para côncavo. Nas bacias receptoras podem ocorrer novos processos erosivos acelerados ou mesmo reativação de antigas linhas de erosão ou voçorocas cicatrizadas, amplamente disseminadas na região. Sua presença foi verificada em fotografias aéreas recentes (COPEL, 1994a) e constatadas nos trabalhos de campo. Desta maneira, a erosão acelerada, de caráter antrópico, está provocando o transporte livre dos sedimentos alterados, das porções superiores das encostas para os vales, onde ocorre acúmulo de materiais mais grosseiros, enquanto os mais finos estão sendo exportados pela rede de drenagem.

Neste sentido, a paisagem pode ser entendida como composta de uma segunda natureza, reconstruída pelo homem, dando início, talvez, a um novo período de tempo geológico que o

geólogo russo, TER STEPAMIAN³² (1988), citado por SANTOS et al. (1990), apropriadamente, relacionou à intervenção da tecnologia, denominando-o de Tecnógeno.

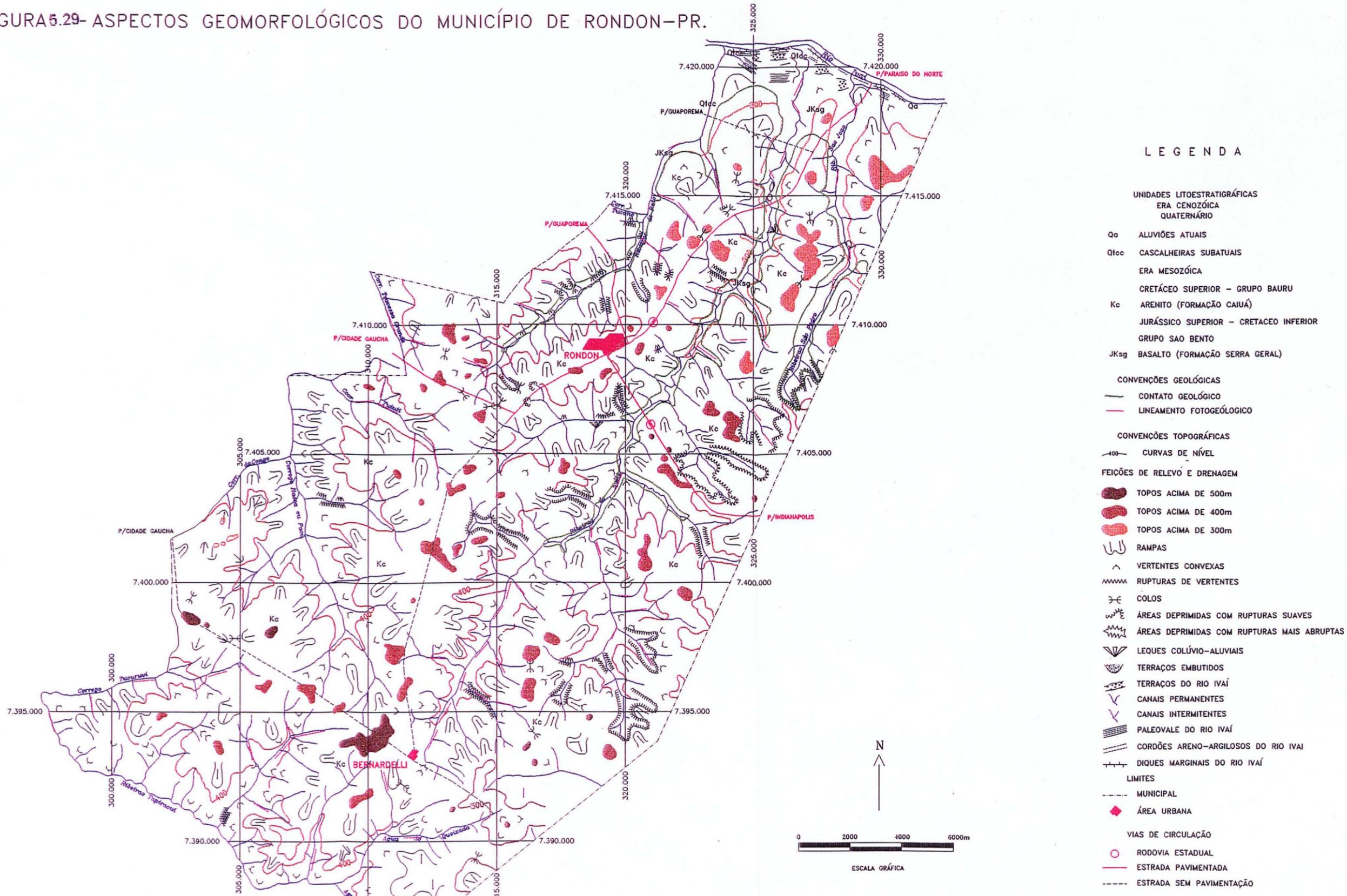
5.2 AS AREIAS QUARTZOSAS NO SUBSISTEMA MORFOLÓGICO, NO MUNICÍPIO DE RONDON

5.2.1 Características geomorfológicas do município de Rondon

A geomorfologia do município de Rondon, foi representada através de um mapa (figura 5.29), onde foram destacadas as principais feições de relevo e formas associadas, descritas e interpretadas, a seguir.

No conjunto, o relevo apresenta colinas e morros de pequena amplitude com topos arredondados, extensos e com vertentes convexas, em transição para convexas-retilíneas. As porções côncavas e côncavo-planas próximas aos talwegues correspondem, de maneira geral, aos anfiteatros de erosão. Nas porções sul e sudoeste, ocorrem pequenos morrotes convexas com amplitude média, já justificados por GIMENEZ et al. (1981), pela presença de arenitos grosseiros e muito alterados, junto à localidade de Bernardelli, aos quais relaciona-se um padrão circular de drenagem, coincidente com Areias Quartzosas, verificado através da presente pesquisa, conforme item 5.1.1.2.

³² Ibid p. 29



LEGENDA

- UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
ERA CENOZÓICA
QUATERNÁRIO
- Qa ALUVIÕES ATUAIS
 - Qlcc CASCALHEIRAS SUBATUAIS
- ERA MESOZÓICA
- Kc CRETÁCEO SUPERIOR - GRUPO BAURU
 - ARENITO (FORMAÇÃO CAIUÁ)
 - JURÁSSICO SUPERIOR - CRETACEO INFERIOR
 - GRUPO SAO BENTO
 - JKsg BASALTO (FORMAÇÃO SERRA GERAL)
- CONVENÇÕES GEOLÓGICAS
- CONTATO GEOLÓGICO
 - LINEAMENTO FOTOGEOLÓGICO
- CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS
- CURVAS DE NÍVEL
- FEIÇÕES DE RELEVÔ E DRENAGEM
- TOPOS ACIMA DE 500m
 - TOPOS ACIMA DE 400m
 - TOPOS ACIMA DE 300m
 - RAMPAS
 - VERTENTES CONVEXAS
 - RUPTURAS DE VERTENTES
 - COLOS
 - ÁREAS DEPRIMIDAS COM RUPTURAS SUAVES
 - ÁREAS DEPRIMIDAS COM RUPTURAS MAIS ABRUPTAS
 - LEQUES COLÚVIO-ALUVIAIS
 - TERRAÇOS EMBUTIDOS
 - TERRAÇOS DO RIO IVAÍ
 - CANAIIS PERMANENTES
 - CANAIIS INTERMITENTES
 - PALEOVALE DO RIO IVAÍ
 - CORDÕES ARENO-ARGILOSOS DO RIO IVAÍ
 - DIQUES MARGINAIS DO RIO IVAÍ
- LIMITES
- MUNICIPAL
 - ÁREA URBANA
- VIAS DE CIRCULAÇÃO
- RODOVIA ESTADUAL
 - ESTRADA PAVIMENTADA
 - ESTRADA SEM PAVIMENTAÇÃO

FONTE

BRASIL ME-DSG(1989)-SF.22-Y-C-III-3 1:50.000
 SF.22-Y-C-III-4 1:50.000
 SF.22-Y-C-IV-1 1:50.000
 SF.22-Y-C-VI-2 1:50.000

PAULIPETRO CONSÓRCIO CESP/IPT (1981)
 MAPA GEOLÓGICO BLOCO 75 (CIANORTE, PARAISO DO NORTE) 1:100000

MURATORI (1984) ESBOCO GEOLÓGICO BACIA DO RIBEIRÃO DO RATO 1:25000

ITCF(1980)-COBERTURA AÉREA 1:25.000

As linhas de topo estão, de forma geral, dispostas na direção SW-NE, com alinhamentos transversais na direção SE-NW, com um desnível em relação aos vales dos ribeirões do Salto e do Rato, da ordem de 60-100 m.

A ação da erosão fluvial destes ribeirões determina uma inclinação geral, do relevo do município, para a calha do rio Ivaí, com desnível de, aproximadamente, 250 m, no sentido sul para norte, numa distância de mais de 40 km, em linha reta.

Mais de 50% da área do município apresenta altitudes entre 500 e 400 m, coincidindo com restos da superfície de pediplanação Pd1, segundo BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA (1965), classificada como de idade pliocênica superior ou pleistocênica inferior, por BIGARELLA e MAZUCHOWSKI (1985).

A porção sul do município, apresenta alinhamentos de topos, muito claros, de direção NE-SW e SE-NW, em altitudes superiores a 500 m. Quanto aos topos, com altitudes acima de 400 m, os mesmos se apresentam dispersos mas com um certo alinhamento NE-SW. No restante do município, as altitudes estão entre 400 e 300 m e com alinhamento N-S e NW-SE, menos evidente.

Em toda a área do município foram reconhecidas vertentes com rampas de colúvio de forma, geral, convexas a convexo-retilíneas. Na porção mais a nordeste, correspondendo ao terço inferior das drenagens dos ribeirões do Salto e do Rato, estas rampas de colúvio são mais extensas e voltadas, de maneira geral, para o rio Ivaí, com altitudes inferiores a 400 m, com certa predominância em torno de 350 m.

Nestas altitudes destacam-se, também, áreas deprimidas com rupturas suaves, compreendendo anfiteatros, onde ocorre erosão mais acentuada.

Ainda neste intervalo altimétrico, nas bordas voltadas para o vale do ribeirão do Rato, estão localizadas cascalheiras fluviais, constituindo antigos terraços, hoje alçados a mais de 30 m do atual vale do rio Ivaí, mantendo localmente, o relevo.

Altitudes menores que 300 m, correspondendo aos restos de pedimentos embutidos, segundo BIGARELLA e MAZUCHOSWIKI (1985) e JUSTUS et al. (1985), são encontradas, apenas nos vales dos afluentes e na várzea do rio Ivaí.

Nestas porções de várzea, foram registrados barramentos dos antigos leitos do rio Ivaí, com depósitos característicos, constituídos, também, em algumas porções, por cascalheiras, além dos diques marginais, de porte regular, testemunhos atuais de uma dinâmica ambiental, diversa da presente.

5.2.2 A rede de drenagem

No município de Rondon, o sistema de drenagem está representado pelos ribeirões do Salto e do Rato, afluentes da margem esquerda do rio Ivaí, no seu terço inferior, além de trecho do rio Itaoca ou Pacu, na sua porção oeste e outros pequenos ribeirões como o Tapiracuí, córrego Tucuruvi e Água da Queixada e do Macaco em situações limítrofes, na sua porção sul e sudoeste.

Da mesma maneira que no restante da área de abrangência do Arenito Caiuá, este sistema de drenagem está, em parte, influenciado pelos caracteres litológicos e tectônicos que comandam a região noroeste: trechos retílineos sucedendo-se a sinuosos, em ângulo acentuado, próximos a 90° e quedas d'água, com parcial encaixamento da drenagem, com desníveis que podem atingir mais de 60 m entre os topos e os talwegues.

O ribeirão do Salto é o de maior expressão no município, tendo suas nascentes junto ao distrito de Bernardelli a uma altitude de, aproximadamente, 500 m, com sentido geral SW-NE, até alcançar o rio Ivaí, na cota de 250 m.

Apresenta seis afluentes diretos além de pequenos córregos, num percurso de cerca de 40 km, em materiais derivados do Arenito Caiuá, no seu terço superior e basaltos, nos terços médio e inferior. Junto à foz, seu curso se assenta sobre depósitos quaternários.

O padrão geral de drenagem tem aspecto retilíneo, sendo que, próximo a uma das nascentes, no ribeirão do Sanches, o mesmo se apresenta como subdendrítico, influenciando na disposição das Areias Quartzosas que estão distribuídas, espacialmente, nesta área, num grande anfiteatro, num padrão, grosseiramente, circular.

O ribeirão do Rato tem suas nascentes próximas à cota de 410 m, na localidade denominada de Fazenda Santa Maria, percorrendo cerca de 21 km no sentido SW-NE até alcançar o rio Ivaí na cota de 245 m, apresentando dois afluentes diretos, além de córregos de menor expressão.

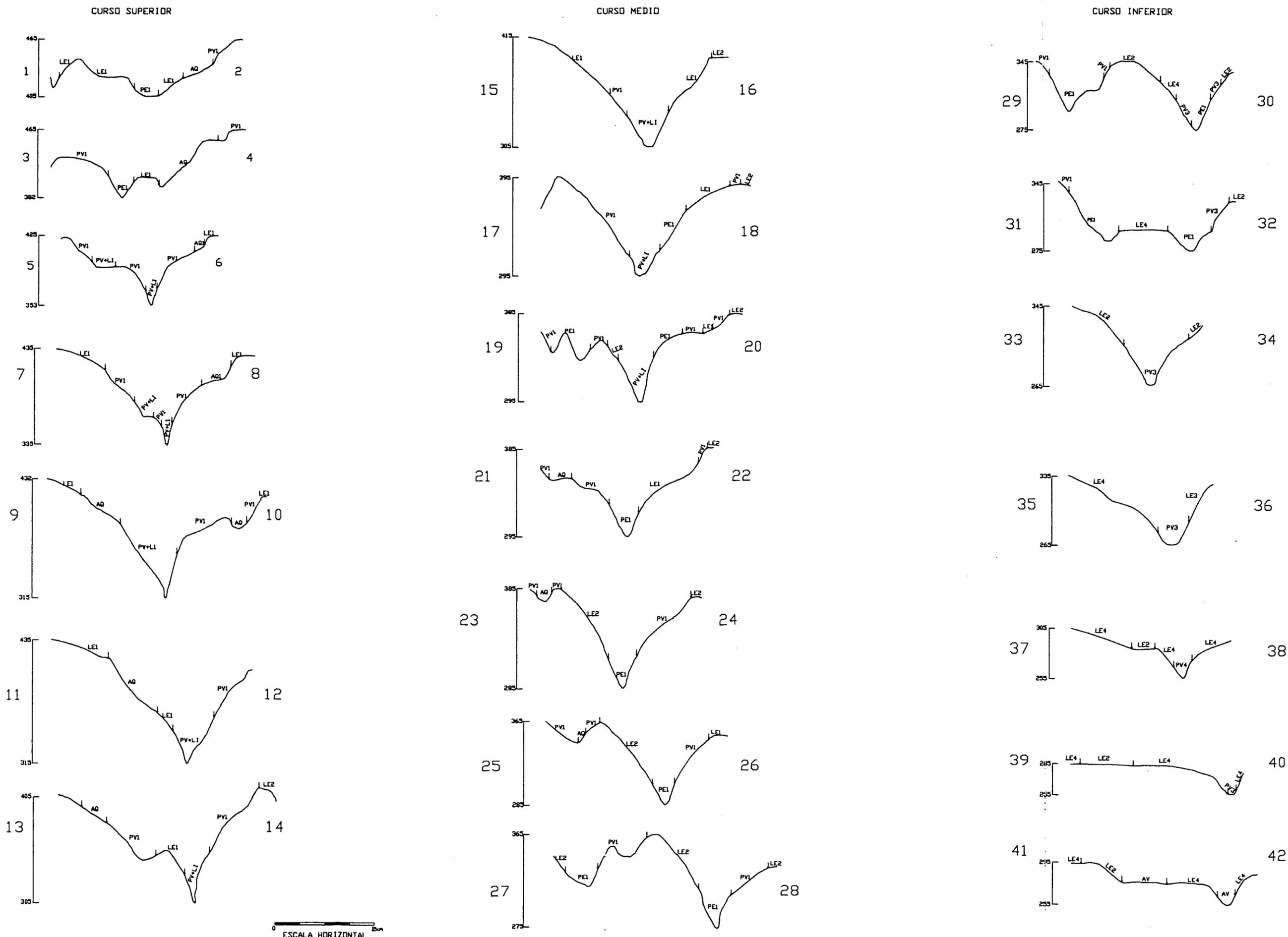
Suas cabeceiras estão sobre os materiais retrabalhados do Arenito Caiuá e o terço médio e inferior correm em afloramentos do basalto ou de arenitos pouco alterados e em presença, esporádica, de sedimentos quaternários, representados por aluviões atuais.

Por ocasião da fotointerpretação da drenagem, observou-se, junto às suas nascentes e afluentes de primeira ordem, o traçado de uma paleodrenagem mais desenvolvida que a drenagem atual, com presença de inúmeros colos, junto a paleovoçorocas, as quais estão, em parte, em processos de reativação.

Estas áreas de paleodrenagem apresentam elos de ligação entre si, através dos colos, correspondendo, muitas vezes, também, à junção de Areias Quartzosas.

Através dos trabalhos de campo, complementados por perfis transversais ao ribeirão do Rato (figura 5.30), nos cursos superior, médio e inferior, constatou-se que junto às nascentes, o vale é bastante aberto e assimétrico, com um desnível de quase 10 m em relação à margem esquerda. Avaliando-se o curso superior como um todo, verificou-se que, junto ao talvegue, o vale do ribeirão

do Rato está bastante encaixado, apresentando a forma de um “v” fechado. No curso médio, o vale se torna cada vez mais aberto até às proximidades da foz. Nos pequenos afluentes os vales são mais fechados, com paredões íngremes, constituindo grotões. Apresentam desníveis significativos, correspondendo a pequenos córregos cujas cabeceiras são, geralmente, voçorocas, cicatrizadas ou não, envolvidas pelas Areias Quartzosas.

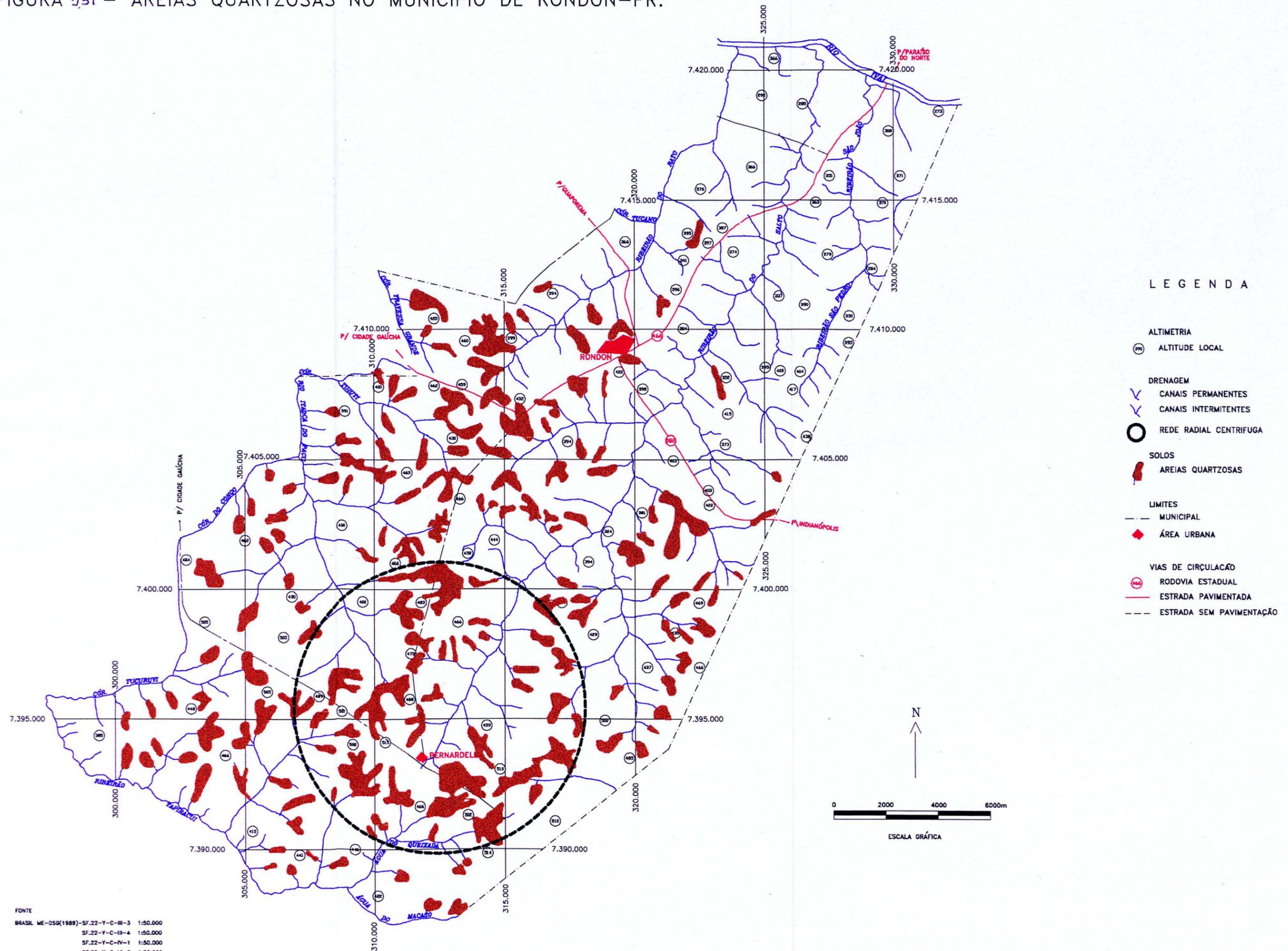


Avaliando-se os solos em relação a cada uma das margens e à posição do curso, verificou-se que predominam os Podzólicos, principalmente, na margem esquerda, seguindo-se os Latossolos. As Areias Quartzosas estão presentes, principalmente, no terço superior da margem esquerda do ribeirão do Rato.

5.2.3 O relevo e as Areias Quartzosas no município de Rondon

As Areias Quartzosas, no município de Rondon (figura 5.31), situam-se em níveis que oscilam, entre 460-380 m e, predominantemente, entre 425-385 m de altitude, com valores menores, quando estão mais próximas ao rio Ivaí, em porções deprimidas do relevo. As maiores exposições de Areias Quartzosas, estão, preferencialmente, nas porções superiores do ribeirão do Salto, em posições, parcialmente simétricas, exceto quando se relacionam ao padrão circular da drenagem. Quanto à disposição das Areias Quartzosas em relação ao ribeirão do Rato, verificou-se uma assimetria das mesmas em relação às suas margens. Podem conectar-se através de colos, que estão localizados, de maneira geral, sobre alinhamentos onde se desenvolve a rede de drenagem.

FIGURA 531 – AREIAS QUARTZOSAS NO MUNICÍPIO DE RONDON-PR.



LEGENDA

- ALTIMETRIA
 - ALTITUDE LOCAL
- DRENAGEM
 - CANAIS PERMANENTES
 - - - CANAIS INTERMITENTES
- REDE RADIAL CENTRIFUGA
 -
- SOLOS
 - AREIAS QUARTZOSAS
- LIMITES
 - - - MUNICIPAL
 - ◆ ÁREA URBANA
- VIAS DE CIRCULAÇÃO
 - RODOVIA ESTADUAL
 - ESTRADA PAVIMENTADA
 - - - ESTRADA SEM PAVIMENTAÇÃO

FONTE
 BRASIL ME-DSQ(1989)-SF.22-Y-C-III-3 1:50.000
 SF.22-Y-C-III-4 1:50.000
 SF.22-Y-C-IV-1 1:50.000
 SF.22-Y-C-VI-2 1:50.000
 PAULIPETRO CONSÓRCIO CESP/PT (1981)
 MAPA GEOLÓGICO BLOCO 73 (CIANORTE, PARAÍSO DO NORTE 1:100000)
 ITCF(1980)-COBERTURA AÉREA 1:25.000

ELABORADO POR ANA MARIA MURATORI/96

5.2.4 Características das Areias Quartzosas em topossequência, na bacia do ribeirão do Rato, em Rondon

Procurou-se identificar as características referentes às Areias Quartzosas, considerando-se a unidade de relevo, ou seja, a vertente. Verificou-se a posição altimétrica destes solos, bem como as características relativas à cor, cimentação, tipo de cobertura vegetal e presença de erosão acelerada, além de sua conexão com o topo e vale.

Para exemplificar, destacou-se uma topossequência (figura 5.32), com 250 m de extensão, à montante de uma voçoroca, parcialmente estabilizada, à margem direita do terço médio do ribeirão do Rato, na propriedade de Antonio Sardeto, próxima à sede do município. A mesma insere-se em um grande anfiteatro com amplas vertentes convexo-retilíneas, cujos limites superiores, os topos, constituem áreas, em parte, plano-convexizadas. Os limites inferiores são côncavo-planos, constituindo um vale em manjedoura, a partir do qual se origina a rede de drenagem, sob forma erosiva. Esta drenagem é constituída, de início, por uma voçoroca, com paredes abruptas, localizadamente, verticais e com forte desnível até o talvegue, tratando-se, pelas suas características, de um alinhamento tectônico-estrutural, conforme foi mapeado por GIMENEZ et al. (1981).

FIGURA 5.32 - CARACTERÍSTICAS DE ENCOSTA, EM PRESENÇA DE AREIAS QUARTZOSAS, EM RONDON, PR.



NOTA: Encosta onde foi observada uma topossequência típica: os Podzólicos ocupam a parte superior, em transição para as Areias Quartzosas na porção média e inferior, junto a afluentes de 1.ª ordem, da margem direita do ribeirão do Rato, em Rondon, Pr. (propriedade de Antonio Sardeto).

No conjunto, a área onde se estabeleceu esta topossequência, está ocupada por plantio de cana-de-açúcar nos topos e por pastagens nas demais porções, verificando-se, ainda, restos de troncos queimados da antiga floresta existente.

A porção superior desta vertente está referida, de acordo com FASOLO et al. (1988), a um Podzólico, a uma altitude de 370 m.

A transição do Podzólico para a área das Areias Quartzosas se faz a partir do terço médio para o inferior da vertente, em uma altitude, em torno de 360 m. A coloração passa de avermelhada para vermelho-amarela, tornando-se cada vez mais clara, à medida que alcança o trecho inferior da vertente, tanto em superfície como em subsuperfície, conforme foi verificado

através de tradagem. À jusante desta área de domínio das Areias Quartzosas, em posição anterior à drenagem, ou seja, ocupando a área da protodrenagem, ocorre um depósito de material solto. É constituído, exclusivamente, de areias, sendo incoerente e de coloração variável do amarelo-cinza muito claro ao branco, semelhante aos inúmeros depósitos arenosos existentes em toda a região noroeste, nas áreas de Areias Quartzosas.

A condição desta topossequência exemplifica um compartimento morfológico e pedológico, comumente existente na bacia do ribeirão do Rato, em Rondon e muitas vezes, repetido, na região noroeste do Paraná. Este conjunto é resultante da ação combinada do retrabalhamento do arenito Caiuá, numa área de fragilidade estrutural.

Através do exame desta área, nas fotografias aéreas de 1952, na escala de 1:25 000 (DGTC, 1952), verificou-se que o anfiteatro abrigava uma floresta densa, com estrato emergente de peroba-rosa, sendo possível perceber, entretanto, a presença de paleovoçoroca. Na atualidade, este compartimento apresenta uma dinâmica relativa aos processos erosivos presentes, ou seja, uma retroalimentação positiva ao sistema, ocasionando a sua desestruturação, verificada através da presença marcante de processos morfogenéticos. A atuação preferencial da morfogênese pôde ser vista pela esculturação das vertentes no anfiteatro, através da erosão, sob diferentes formas, laminar, em sulcos, salientando-se a erosão remontante da drenagem que avança na vertente, à jusante da área das Areias Quartzosas. Os depósitos de areias nas porções mais baixas, também são testemunhos desta dinâmica, informando sobre os materiais que estão transitando das porções superiores para as inferiores da vertente. Desta forma, ficou evidente que a aceleração destes processos, indica, também que os solos estão perdendo material e, portanto, evoluindo regressivamente. Neste particular, as Areias Quartzosas, pelas suas características de origem e de constituição, já nominadas, são, desta forma, bastante afetadas.

5.3 AS AREIAS QUARTZOSAS NO SUBSISTEMA PEDOLÓGICO, NO MUNICÍPIO DE RONDON

Analisando as Areias Quartzosas, como parte componente do subsistema pedológico do município de Rondon, foram identificadas algumas características destes solos bem como do seu componente mineralógico principal, os grãos de areias quartzosas.

5.3.1 Características físicas e químicas das Areias Quartzosas no município de Rondon

Tendo como propósito a caracterização das Areias Quartzosas no município de Rondon, no sentido de identificá-las e compará-las a outras localidades, julgou-se importante aplicar análises semelhantes às encontradas para o território brasileiro (ANEXO 3a e 3b). Com os resultados (ANEXO 3c e 3d), efetuou-se os mesmos tratamentos estatísticos descritivos, elementares, expressos na tabela 5.13, discutida na sequência.

TABELA 5.13 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS AREIAS QUARTZOSAS EM RONDON, PR

VARIÁVEL	HORIZONTE	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	INTERVALO DE CONFIANÇA 95 %	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %	NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA
Areia	A	95,4	83,20	90,72	3,94	87,43-94,02	4,34	NS
	C	95,2	81,20	90,07	5,17	85,75-94,40	5,74	NS
Silte	A	4,8	2,60	3,77	0,86	3,06-4,49	22,73	NS
	C	10,8	1,40	4,17	3,04	1,63-6,71	72,80	NS
Argila	A	12,0	2,00	5,50	3,67	2,43-8,56	66,63	NS
	C	10,0	2,00	5,75	3,45	2,86-8,64	60,06	0,019
pH CaCl	A	5,0	4,20	4,51	0,25	4,30-4,72	5,50	NS
	C	5,5	4,50	4,92	0,40	4,6-5,2	8,10	NS
Al+++	A	0,4	0,00	0,18	0,11	0,09-0,28	60,05	NS
	C	0,2	0,00	0,88	0,10	0,005-0,17	113,26	0,002
H+ + Al+++	A	2,9	1,50	2,09	0,47	1,70-2,48	22,39	NS
	C	2,0	1,50	1,75	0,15	1,62-1,88	8,36	NS
Ca++	A	1,5	0,40	0,73	0,36	0,43-1,04	49,12	NS
	C	1,1	0,30	0,61	0,25	0,4-0,82	40,41	NS
Mg++	A	0,9	0,40	0,69	0,15	0,56-0,82	22,60	0,0061
	C	0,8	0,40	0,62	0,12	0,53-0,72	18,64	0,00023
K+	A	0,14	0,01	0,04	0,04	0,08-0,07	96,15	NS
	C	0,02	0,01	0,01	0,005	0,009-0,02	37,64	NS
C	A	1,2	0,40	0,69	0,28	0,45-0,92	41,46	NS
	C	0,4	0,30	0,36	0,05	0,32-0,40	14,28	0,014
P	A	2,0	1,00	1,25	0,46	0,86-1,64	37,03	NS
	C	2,0	1,00	1,12	0,35	0,82-1,42	31,43	NS
m	A	19,2	0,00	12,12	6,55	6,64-17,61	54,06	0,000944
	C	22,0	0,00	7,25	8,67	-0,002-14,5	119,63	0,0000023
T	A	4,6	2,7	3,54	0,78	2,9-4,19	22,05	NS
	C	3,5	2,4	2,99	0,35	2,7-3,3	11,80	NS
V	A	48,4	28,6	41,1	6,38	35,77-46,43	15,52	0,044
	C	48,9	29,5	41,25	6,07	36,17-46,33	14,72	0,000035

Nos aspectos referentes à granulometria no horizonte superficial A, com variação de 0-20 cm de profundidade, a média encontrada foi de 90,72% para a fração areia, 3,77% para o silte e 5,5% para a argila.

No horizonte C, na profundidade entre 60-80 cm, a fração areia esteve presente, em média, em 90,07% das amostras, sendo que o restante referiu-se a silte, com média de 4,17% e argila com 5,75%.

Os valores encontrados, relativos ao desvio-padrão e coeficiente de variação demonstraram que existe uma tendência de similaridade entre as amostras quanto aos aspectos de granulometria.

Quanto aos aspectos químicos destacou-se o pH que no horizonte A, apresentou um valor médio de 4,51 e no horizonte C, um valor de 4,9, caracterizando estes solos como bastante ácidos, sendo que, o valor absoluto máximo, foi de 5,5 no horizonte C e o valor absoluto mínimo, foi de 4,2 no horizonte A.

Pela análise dos valores do desvio-padrão e coeficiente de variação, verificou-se que houve uma pequena dispersão entre os mesmos.

Os teores médios de carbono encontrados foram de 0,68% e 0,35%, respectivamente, nos horizontes A e C, com teor máximo absoluto, de 1,2% no horizonte A e mínimo absoluto de 0,3%, no horizonte C, caracterizados, desta forma, como muito baixos.

Os teores médios de alumínio trocável foram bastante baixos com 0,18 meq/100 cm³ de solo no horizonte A e com 0,08 meq/100 cm³ no horizonte C.

A saturação em alumínio apresentou um valor médio de 12,12% e 7,25% nos horizontes A e C, respectivamente.

Quanto ao cálcio, os valores médios foram de 0,73 para o horizonte A e 0,61 meq/100 cm³ para horizonte C com valor máximo de 1,5, no horizonte superficial e mínimo de 0,3, no horizonte C.

Os teores médios de magnésio foram de 0,68 e 0,62 meq/100 cm³, nestes mesmos horizontes e os teores médios de potássio foram de 0,04 e de 0,01 meq/100 cm³ nos horizontes A e C, respectivamente.

As discrepâncias encontradas entre os valores de magnésio, cálcio e potássio, principalmente no horizonte superficial, devem ser atribuídas, provavelmente, às práticas de adubação química.

No que se refere ao fósforo, os valores médios foram de 1,25 no horizonte A e 1,12 ppm, nos horizontes A e C.

Os resultados dos valores T, ou capacidade de troca de cations (CTC), e saturação de bases (V), por sua vez, demonstraram poucas reservas, identificando horizontes que retém poucos elementos fertilizantes.

Comparando-se estas análises de Areias Quartzosas no município de Rondon (anexo 3a), com a compilação de resultados das amostras destes solos, localizadas nas diferentes regiões do território brasileiro (anexo 3b), concluiu-se por uma similaridade entre as mesmas, expressas pelos valores encontrados no cálculo do nível de significância (tabela 5.13). Quanto às discrepâncias encontradas, as mesmas devem-se referir às diferenças existentes naturais, de uso e de ocupação no imenso espaço abrangido.

Estes resultados podem ser atribuídos à rocha-matriz, material de origem das Areias Quartzosas que, por sua vez, deve apresentar origens e idades diversificadas, ora eólica, ora fluvial ou flúvio-deltaica, desde arenitos mesozóicos até sedimentos quaternários.

5.3.2 Características granulométricas

Submeteu-se as amostras coletadas em Rondon, à análise granulométrica, utilizando-se a classificação de WENTWORTH (1922), com a finalidade de verificar possíveis diferenças entre os diversos locais de coleta e mesmo entre os perfis (anexo 4: 4a e 4b). Os resultados do tratamento estatístico segundo FOLK e WARD³³ (1957) e, usando o LABSE2.COM (IGUSP, 1991), estão agrupados na tabela 5.14 .-

TABELA 5.14 - SÍNTESE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (WENTWORTH), DE 7 AMOSTRAS, NOS HORIZONTES A E C, NO MUNICÍPIO DE RONDON, PR.

Nº DA AMOSTRA/ HORIZONTE	DIÂMETRO MÉDIO ϕ	MEDIANA	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	VALOR DA CURTOSE	CLASSIFICAÇÃO D CURTOSE
844 A	2.32	2.51	0.62	-0.41	0.99	mesocurti
845 C	2.43	2.58	0.59	-0.35	1.14	leptocurti
846 A	2.62	2.68	0.48	-0.13	1.43	leptocurti
847 C	2.63	2.68	0.48	-0.12	1.41	leptocurti
848 A	2.15	2.21	0.66	-0.10	0.81	platicurti
849 C	2.14	2.20	0.67	-0.10	0.79	platicurti
850 A	2.53	2.54	0.51	0.05	1.06	mesocurti
851 C	2.51	2.54	0.53	0.02	1.02	mesocurti
856 A	2.48	2.59	0.57	-0.27	1.20	leptocurti
857 C	2.17	2.26	0.65	-0.21	0.89	platicurti
860 A	2.51	2.58	0.48	-0.21	1.21	leptocurti
861 C	2.51	2.57	0.47	-0.19	1.26	leptocurti
862 A	2.41	2.42	0.56	0.01	0.99	mesocurti
863 C	2.37	2.38	0.57	0.02	0.94	mesocurti
RESULTADO A	areia fina		0.06	aproximadamente simétrica	88,56 %	meso/leptocurti
RESULTADO C	areia fina		0.07	aproximadamente simétrica	84.0 %	leptocurti

FONTE: Anexo 4

NOTA: Escala ϕ - corresponde ao logaritmo negativo de base 2 da granulometria em mm , de acordo com SUGUIO (1973).

O desvio padrão, constituindo-se numa medida do grau de dispersão da distribuição granulométrica das partículas, pode esclarecer sobre a natureza e a intensidade do transporte dos sedimentos, sendo que, quanto menor o seu valor, melhor o grau de seleção. Desta maneira, os resultados obtidos mostraram que não existe uma diferença significativa entre os mesmos, sendo bem selecionados. As pequenas diferenças observadas entre as amostras não permitem evidenciar um padrão regular de variação geográfica dos atributos granulométricos.

³³ Ibid p. 75

A assimetria positiva ou negativa pode fornecer dados sobre a natureza do transporte sofrido pelos sedimentos. No caso das amostras analisadas, verificou-se que a grande maioria é negativa, exceto, as de número 850, 851, 862 e 863 mas todas, com valores muito pequenos, tendo sido classificadas como, aproximadamente, simétricas.

A medida de curtose, relacionada ao grau de agudez das curvas de frequência, permitindo concluir sobre a seleção das partículas, apresentou como resultados no horizonte A, uma variação de mesocúrtica para leptocúrtica e no horizonte C, leptocúrtica, indicando melhor selecionamento do material. O significado da curtose é discutível. Em muitos casos, apresenta correlação direta com o grau de seleção.

De acordo com os resultados, verificou-se que nos dois horizontes, A e C, o diâmetro médio, indicador da ordem de magnitude das amostras, situa-se na fração areia fina (entre 2,0 e 3,0 ϕ ou 0,25 a 0,125 mm), caracterizando uma homogeneidade granulométrica entre os horizontes e entre os perfis.

Esta semelhança, por sua vez, presente, em todas as amostras da bacia do ribeirão do Rato, refere-se à área fonte, o Arenito Caiuá, de grande uniformidade litológica, representada por arenitos finos a médios (GIMENEZ et. al., 1981) não sendo percebidas modificações significativas das areias, após intemperização e atuação dos processos pedogenéticos.

Desta forma, acredita-se que o material, após superfície Pd1 sofreu pouco transporte, provavelmente, apenas, das porções mais elevadas para as mais baixas das encostas.

5.3.3 Características morfométricas: o grau de arredondamento e de esfericidade dos grãos das areias

Destas mesmas amostras, a partir da granulometria, procurou-se conhecer outras características como o grau de arredondamento (KRUMBEIN³⁴) e a esfericidade (RITTENHOUSE³⁵) dos grãos de areia das amostras de Areias Quartzosas.

Pelo uso de gráficos comparativos, de estimativa visual, determinou-se, através de lupa binocular o grau de arredondamento e de esfericidade no intervalo de 0,177 mm a 0,125 mm, da escala de WENTWORTH (1922), tendo em vista que o mesmo se constituiu no intervalo mais frequente, portanto, a moda, tendo-se obtido os resultados, conforme tabela 5.15, a seguir.

TABELA 5.15 - GRAU DE ESFERICIDADE E ARREDONDAMENTO, NOS HORIZONTES A E C, DE 7 AMOSTRAS COLETADAS NO MUNICÍPIO DE RONDON, PR

NÚMERO DO PERFÍL/HORIZONTE	GRAU DE ESFERICIDADE(*)	GRAU DE ARREDONDAMENTO (**)
844 A	0,83	0,59
845 C	0,84	0,59
846 A	0,83	0,56
847 C	0,83	0,56
848 A	0,81	0,60
849 C	0,80	0,58
850 A	0,80	0,60
851 C	0,81	0,59
856 A	0,78	0,61
857 C	0,83	0,62
860 A	0,82	0,61
861 C	0,79	0,60
862 A	0,81	0,60
863 C	0,83	0,59
MÉDIA	0,82	0,59

NOTA Média ponderada do grau de esfericidade e arredondamento das areias no intervalo de 0,177-0,125mm de (WENTWORTH)

(*) Esfericidade: variável entre 0,45 e 0,97 (RITTENHOUSE³⁶)

(**)Arredondamento: variável entre 0,1 e 0,9 (KRUMBEIN³⁷)

³⁴ Ibid p. 74

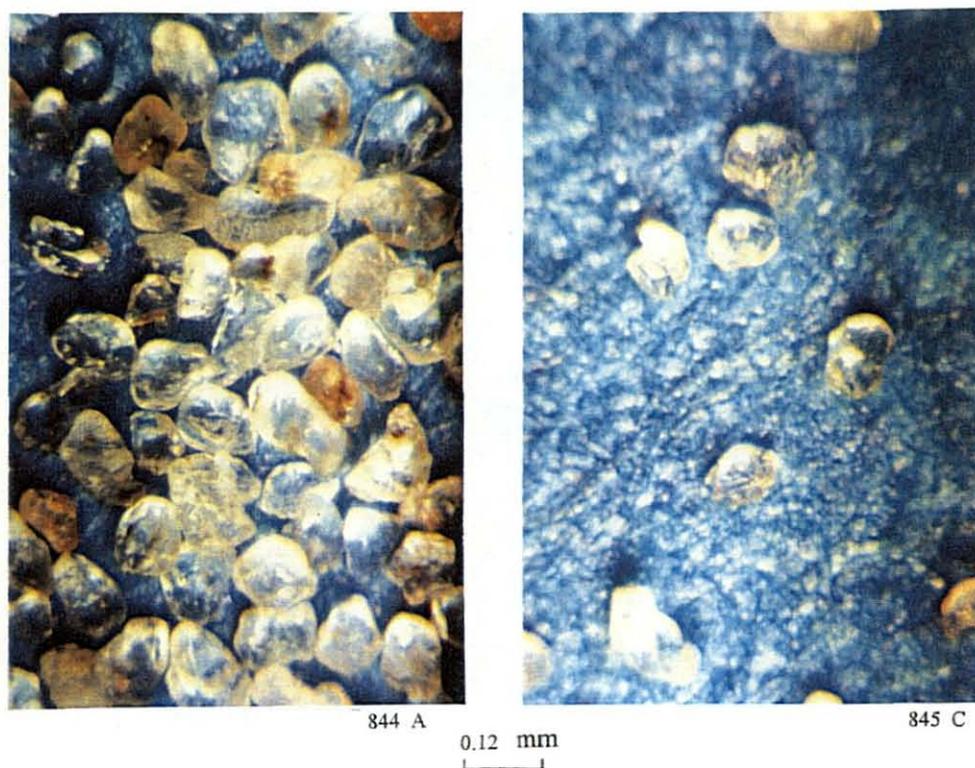
³⁵ Ibid p. 74

³⁶ Ibid p. 74

³⁷ Ibid p. 74

Os resultados demonstraram que a esfericidade dos grãos, em torno de 0,80 e o grau de arredondamento próximo a 0,6 caracterizando-os como de arredondado a bem arredondado, denotam que as mesmas foram muito trabalhadas, semelhantes às partículas que compõem o Arenito Caiuá, conforme foi descrito por FREITAS (1973) e FERNANDES (1992). E, de acordo com SUGUIO (1973, p.119), “somente areias trabalhadas em vários ciclos sucessivos é que apresentam grãos moderadamente ou bem arredondados”, tais como os que foram encontrados e registrados nas fotografias (figuras 5.33, 5.34).

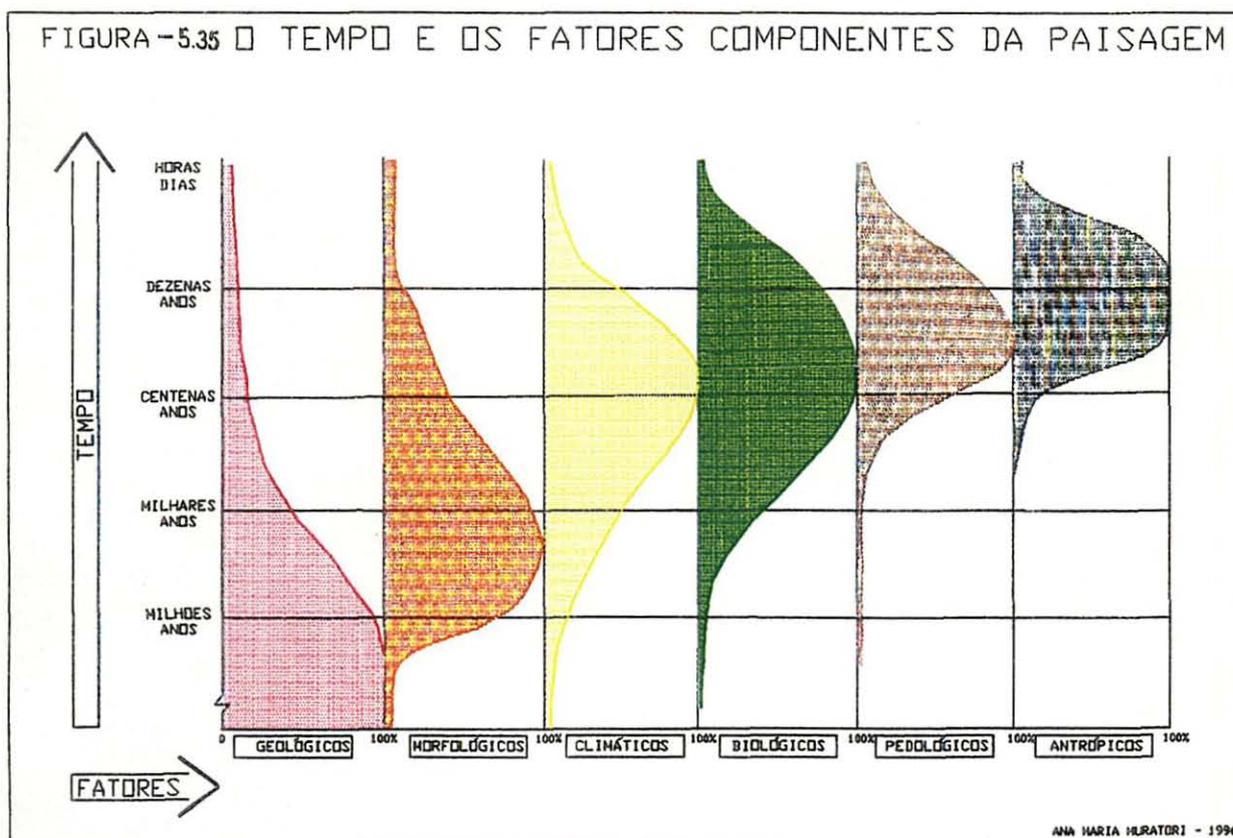
FIGURAS 5.33 E 5.34 - ASPECTOS DO ARREDONDAMENTO E DA ESFERICIDADE DAS AMOSTRAS DAS AREIAS QUARTZOSAS DE NÚMEROS 844 (HORIZONTE A) E 845 (HORIZONTE C).



NOTA: Registro fotográfico de ampliação de grãos de areia, no intervalo granulométrico entre 0,177-0,125 mm (WENTWORTH, 1922), das amostras 844 (horizonte A) e 845 (horizonte C), de Areias Quartzosas, localizadas na Fazenda Santa Maria, nas nascentes do ribeirão do Rato, Rondon, Pr.

5.4 A INFLUÊNCIA DO FATOR TEMPO SOBRE O RELEVO E AS AREIAS QUARTZOSAS NO SISTEMA AMBIENTAL

A paisagem, compreendendo o relevo e as Areias Quartzosas, foi sumarizada, levando-se em consideração seus componentes e fatores formadores relativos à geologia, ao clima, aos organismos, ao relevo, à cobertura pedológica e à forma de ocupação, na sucessão do tempo. Estes fatores foram representados, analogamente, através de um modelo gráfico de composição de paisagem (figura 5.35), justificado, a seguir.



NOTA:

A figura, representando os fatores componentes de uma paisagem, através do tempo, foi criada, com o intuito de caracterizar a região noroeste do Paraná, na região do arenito Caiuá. No entanto, ela representa, esquematicamente, a maior parte das paisagens terrestres. Os componentes geológicos das paisagens situam-se, em sua maioria, na escala dos bilhões a milhões de anos. Os fatores morfológicos, predominam no intervalo entre milhões a milhares de anos. Os eventos climáticos, embora tenham atuado em toda a história da Terra, têm sua influência no modelado da paisagem atual, relativa à ordem de milhões de anos, com destaque, para o intervalo de milhares de anos, na esculturação da paisagem. Quanto aos fatores biológicos, são influentes a partir do momento em que surgiu a vida na Terra mas, para as paisagens, sua interferência foi, predominantemente, mais recente, influenciando no intervalo de milhares, centenas a dezenas de anos. Os fatores pedológicos, relacionados a todos os demais fatores, tem sua importância relacionada a eventos que ocorreram a centenas de anos, embora sua influência possa ser mais antiga. Quanto à influência humana, consistindo nos fatores antrópicos, a mesma se fez sentir a partir de milhares de anos, sendo muito importante, no intervalo entre centenas e dezenas de anos. E, no intervalo dos dias e das horas, todos os fenômenos podem apresentar uma relação de interferência na dinâmica da paisagem.

O modelo da figura 5.35, foi aplicado ao sistema ambiental compreendido na região noroeste do Paraná, na área do Arenito Caiuá. Do ponto de vista do tempo geológico, os aspectos relevantes se prenderam, inicialmente, à Bacia Sedimentar do Paraná, cuja história se iniciou à cerca de 450 milhões de anos. Na sequência, destacou-se o derrame basáltico, entre 200 milhões até cerca de 65 milhões de anos e a cobertura sedimentar do arenito Caiuá, com idade a partir de 95 milhões de anos, cujos sedimentos retrabalhados passaram a constituir uma cobertura cenozóica, a partir do Terciário Médio (GIMENEZ et al., 1981; FERNANDES, 1992; BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985).

Estes aspectos litológicos foram acompanhados, ora com mais intensidade, ora com menos intensidade, por eventos tectônicos que afetaram a região, cuja interferência atual é apenas suposta mas não definida.

Todavia, ficou evidente, como herança de tempos passados, a ligação dos lineamentos e das estruturas circulares à rede de drenagem e à disposição das Areias Quartzosas.

Quanto à morfologia, a sua história é bem mais recente, prendendo-se a eventos a partir do desenvolvimento de superfícies de aplainamento, com início, provável, no Oligoceno, destacando-se a superfície denominada de Pd1 (JUSTUS et al., 1985; BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985), mais recente, a qual é encontrada, generalizadamente, na região de abrangência do Arenito Caiuá, com altitudes em torno de 400 m. Embutidos neste nível, são encontrados compartimentos, constituindo anfiteatros e onde se localizam as Areias Quartzosas.

O clima faz parte do sistema com atuação permanente, mas diferenciada, em toda a história geológica da bacia, sendo que os eventos mais recentes, os quais vão ter uma influência na atualidade, referem-se aos últimos episódios a partir do Terciário. As alternâncias de períodos de

aridez e umidade, permitiram, em conjunto com o material de origem, o arenito, um relevo de poucas saliências, com solos arenosos e de grande suscetibilidade à erosão.

A presença dos organismos no sistema, com destaque para a flora, está diretamente relacionada com as alternâncias climáticas que permitiram, ora a expansão de formações florestais, ora a vegetação mais aberta dos cerrados, sendo que o último evento, relacionado ao interglacial atualmente em vigência, propiciou a presença da Floresta Estacional Semidecidual ou, de acordo com LEITE (1994), Floresta Estacional Semidecídua Subxérica.

A presença desta floresta, expandida para a área de domínio do Arenito Caiuá, impôs ao sistema uma situação de equilíbrio dinâmico, com frequência diminuta de processos erosivos acelerados, permitindo uma maior atuação de processos pedogenéticos.

Os agentes geológicos, morfológicos, climáticos e biológicos em interação no tempo, permitiram a elaboração da cobertura pedológica, sendo perceptíveis níveis diferenciados de acordo com o relevo e a atuação climática mais úmida ou mais seca expressos por colúvios, cascalheiras, formando, na atualidade, solos típicos, com destaque para a presença, marcante, das areias, como seu constituinte principal.

A ação antrópica atuante, a princípio, de forma quase imperceptível no sistema, passou a fazer parte do mesmo, na sua desestruturação parcial, a cerca de quatro décadas, imprimindo à região uma situação anômala de alta energia, em clima úmido, similar a períodos passados, de climas secos, propiciando condições de resistasia antrópica.

A inversão na entrada, de condições de baixa energia para uma energia excessiva ao sistema, importou do passado algumas condições latentes. Antigas acumulações de areias, em evolução pedogenética, passaram a sofrer a ação de processos erosivos acelerados e portanto, morfogenéticos. Desta maneira, a presença do homem reavivou eventos de uma situação climática severa que, aliada a condições geológicas especiais, em alinhamentos tectônico-estruturais, está

comandando a exposição pontual mas muitas vezes repetida, de depósitos arenosos em pleno clima úmido, em solos associados, mineralogicamente pobres, compostos, em sua maioria, por grãos de areias quartzosas.

5.5 A INTERAÇÃO ENTRE O RELEVO E AS AREIAS QUARTZOSAS NO SISTEMA AMBIENTAL DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

Através do exame minucioso dos materiais cartográficos, verificou-se que as altitudes da região noroeste não excedem a 600 m, a não ser, por exemplo, em áreas muito restritas no seu limite sul, próximo à cidade de Araruna, próxima a Campo Mourão. Na sua porção norte, destaca-se o Morro dos Três Irmãos, no município de Terra Rica, com 639 m de altitude, constituindo-se, num conjunto com orientação SW-NE, ressaltado numa paisagem com altitudes médias, em torno de 400 m de altitude.

De maneira geral, o relevo é determinado por superfícies residuais aplainadas, com altitudes em torno de 500-400 m, com colinas suavemente onduladas, em geral, bastante extensas com quebras de relevo significativas junto às redes de drenagem, correspondendo às mudanças litológicas, quer seja do arenito para o basalto ou, mesmo, localizadamente, como em presença de cascalheiras alçadas. Estas superfícies correspondem aos dois grandes interflúvios, entre os rios Paranapanema e Ivaí e os rios Ivaí e Piquiri, com desenvolvimento geral na direção noroeste.

As altitudes menores que 400 m estão relacionadas às regiões próximas às calhas destes rios, bem como a maior parte dos seus afluentes, destacando-se, neste particular, a bacia do rio Ivaí que funciona como eixo principal da região.

Estes níveis escalonados e inclinações foram passíveis de identificação, onde se distinguiu a inclinação geral para noroeste, nos restos do que seria a superfície Pd1 (BIGARELLA

e MAZUCHOWSKI, 1985), bem como a inclinação para os afluentes do rio Paraná, com sentido NE-SW e SW-NE, influenciando em fragmentos de superfícies embutidas de beira-rio, conforme descreveu JUSTUS et al. (1985).

Neste contexto, as Areias Quartzosas, apresentam características similares às descritas para o município de Rondon. Verificou-se, através de cartas topográficas em outros 9 municípios da região noroeste, Nova Esperança, Colorado, Paranacity, São João do Caiuá, Paranavaí, Nova Londrina, Loanda, Santa Isabel do Ivaí e Guaporema que estes solos estão distribuídos, generalizadamente, nas cotas entre 460-380 m, em cabeceiras de drenagem com segmentos retilíneos ou, ainda, num padrão subdendrítico, em estruturas circulares. Num exame mais detalhado, verificou-se que este padrão circular está presente no município de Loanda, através de duas estruturas, relativamente próximas e dispostas na direção NW-SE, em altitudes semelhantes. Nas cabeceiras destas drenagens que divergem dos centros destas estruturas, estão presentes voçorocas semi-estabilizadas. Padrões similares foram encontrados, também ao sul de Cidade Gaúcha, próximo a Rondon.

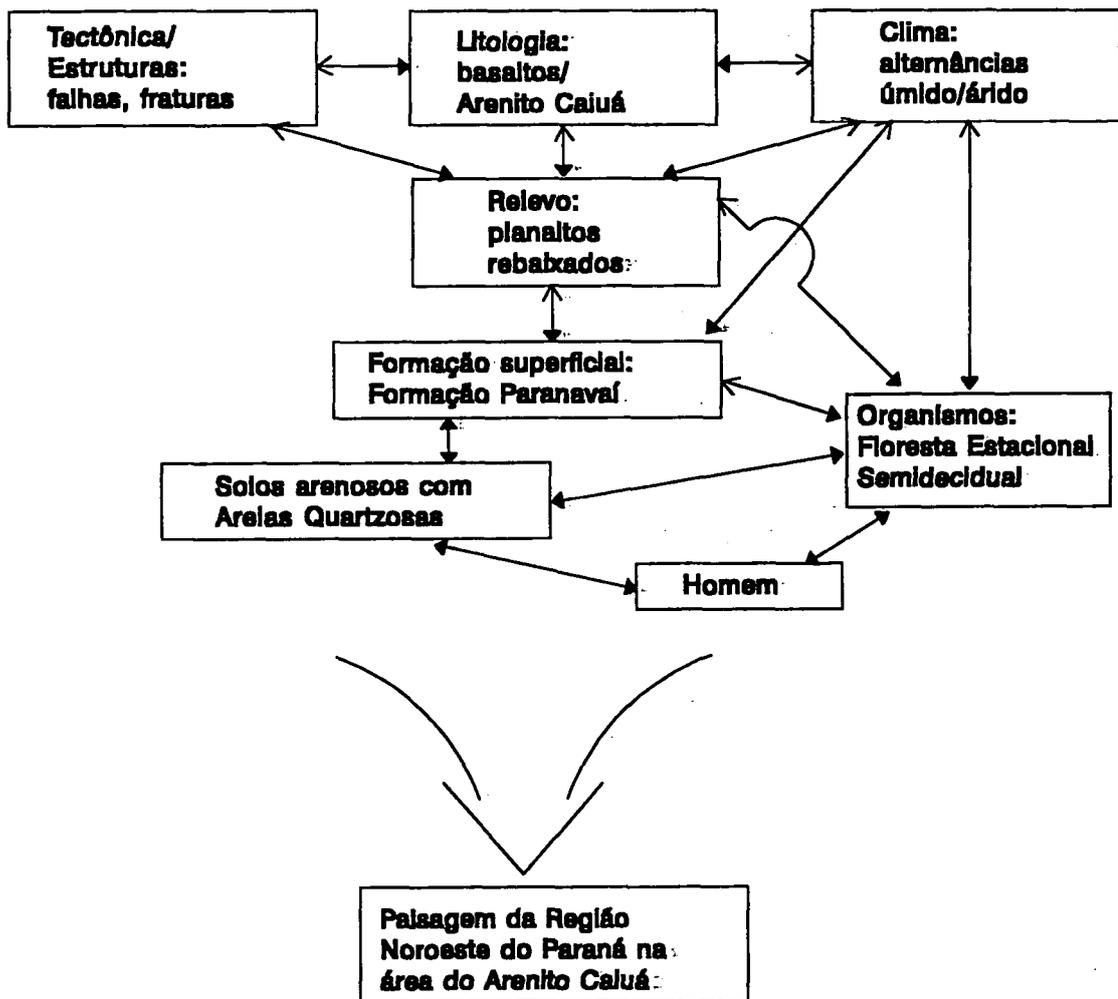
Ao mesmo tempo que a presença das Areias Quartzosas se relaciona aos anfiteatros, numa feição definida do relevo da região noroeste, sua presença ocorre em níveis, também definidos, generalizadamente, entre 460-380 m. Tal fato, foi interpretado como a combinação dos fatores tectônico-estruturais e do relevo, na área, específica, da Formação Paranavaí.

5.6 A SINTETIZAÇÃO DO SISTEMA AMBIENTAL DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ, NA ÁREA DO ARENTO CAIUÁ

O sistema ambiental da região noroeste do Paraná, destacando-se a paisagem com as Areias Quartzosas, apresenta como elementos, os componentes materiais e os fluxos energéticos,

numa interação dos meios físico, biológico e antrópico. Estão representados, esquematicamente, através da figura 5.36, onde os principais elementos estão nominados e a sua dinâmica e interação, através de fluxos energéticos, indicadas por setas.

FIGURA 5.36 - O SISTEMA AMBIENTAL DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ NA ÁREA DO ARENITO CAIUÁ



Dentre os componentes materiais destacam-se: o material de origem, representado pelo Arenito Caiuá, o qual apresenta, como principais atributos para o sistema, a sua disposição quase horizontal sobre os basaltos e a sua constituição mineralógica de arenitos quartzosos, facilmente desagregáveis e muito porosos. Estes atributos determinaram as características do relevo e da formação superficial sobre a qual se desenvolveram as Areias Quartzosas. Indiretamente, contribuiu também, o substrato basáltico, interferindo através de falhas e fraturas, refletidas no arenito e na formação superficial, condicionando o relevo, a drenagem e as Areias Quartzosas.

Outro componente material, essencial à dinâmica do sistema, é a água de precipitação e dos rios, condicionada pelo clima, cujos atributos referem-se à temperatura e umidade, influenciando nos processos de erosão das vertentes e/ou sedimentação junto às redes de drenagem.

Os componentes biológicos influenciaram, principalmente, através da Floresta Estacional Semidecidual, favorecendo os processos pedogenéticos, até a interferência humana na região, em tempos recentes, provocando uma aceleração da morfogênese, pela ação dos processos erosivos acelerados.

Quanto aos fluxos energéticos, compõem o sistema, além da energia gravitacional, a energia solar, determinado, parcialmente, as condições climáticas vigentes. A energia telúrica está referida ao sistema através de movimentações da crosta, provocando fraturas e falhas nas rochas, condicionando a localização da rede de drenagem e das Areias Quartzosas.

A dinâmica imposta aos componentes materiais, relativa aos fluxos energéticos, transitando no sistema ambiental, resultou num relevo atual de planaltos rebaixados e solos arenosos, derivados do retrabalhamento do arenito Caiuá, recobertos pela Floresta Estacional Semidecidual. Este relevo e solos associados permaneciam em equilíbrio dinâmico até a ocupação da região noroeste pelas frentes pioneiras. Com a retirada da floresta e sua substituição pela agricultura e pastagens, a fragilidade do ambiente foi ampliada, numa paisagem em que solos e

relevo estão evoluindo, regressivamente, através da erosão acelerada, com muito mais intensidade, junto aos lineamentos geológicos, nos anfiteatros, nas áreas de Areias Quartzosas.

6 CONCLUSÕES

Na região noroeste do Estado do Paraná, as relações geomorfológicas e pedológicas, com destaque para as Areias Quartzosas, refletem o estado do sistema no que diz respeito à evolução da paisagem ou seja, o elo de ligação entre processos presentes e passados onde o homem passou a desempenhar papel fundamental.

São perceptíveis as relações entre o substrato geológico, o clima e a vegetação, revestidas de uma grande complexidade.

Não obstante a participação de condicionantes climáticas atuais e subatuais na gênese do modelado do relevo regional, expressa por restos de superfícies de erosão, é importante a sua vinculação a fatores tectônico-estruturais.

O aspecto geral, se deve, sem dúvida alguma, ao substrato geológico disposto de maneira subhorizontal, sendo que a vigência de condições climáticas alternadas, de úmidas para semi-áridas ou áridas e, novamente úmidas, modelou esta extensa região constituída, essencialmente, por material arenoso, oriundo do Arenito Caiuá.

Estes fatos inter-relacionados no tempo e no espaço, originaram uma superfície onde se desenvolveram solos, produto da troca de energia e matéria entre os dois subsistemas, morfológico e pedológico, componentes do sistema ambiental.

Neste contexto, a pesquisa desenvolvida permitiu a interpretação do relevo e das Areias Quartzosas no âmbito da paisagem, conduzindo a algumas considerações, como se segue:

a) o arcabouço tectônico-estrutural da região, parcialmente mascarado pela cobertura sedimentar constituída pelo Arenito Caiuá, impôs um controle expresso:

- pela inclinação das camadas para noroeste;
- pela rede de drenagem com segmentos retilíneos;
- pelas formas topográficas, parcialmente, alinhadas;
- pela distribuição espacial das Areias Quartzosas, sujeitas aos alinhamentos e anomalias da rede de drenagem.

E, numa visão de detalhe:

- pela presença de colos, como elos de ligação entre drenagens opostas, indicando alinhamentos e permitindo a coalescência entre Areias Quartzosas;
- pelos lineamentos com orientações preferenciais NW-SE, NE-SW, provavelmente, reflexos de zonas fraturadas e/ou falhadas do substrato, em superfície;
- pelas estruturas circulares, caracterizando padrões morfoestruturais anômalos, evidenciados pela rede de drenagem radial e, principalmente, pela presença de Areias Quartzosas que tornaram possível a sua identificação;

- b) no quadro atual, as Areias Quartzosas situam-se, topograficamente, em posições inferiores aos restos da superfície de aplainamento Pd1, nos anfiteatros, por vezes, delimitados por ombreiras suavizadas, em altitudes variáveis entre 460-380 metros, entendendo-se que os seus materiais constituintes são depósitos correlativos deste nível e relacionados à Formação Paranavaí;
- c) na relação forma de relevo e solo, as Areias Quartzosas situam-se nos limites inferiores das porções convexo-retilíneas, em transição para as porções côncavo-planas de anfiteatros, junto aos segmentos de primeira ordem da rede de drenagem;
- d) as condições climáticas úmidas atuais, aliadas aos lineamentos geológicos, à eliminação da Floresta Estacional Semidecidual e ao uso intensivo do solo, transformaram as cabeceiras de drenagem, nos anfiteatros, em presença de Areias Quartzosas, na principal área de atuação de processos erosivos da região;
- e) nestes anfiteatros, o transporte e a exportação de sedimentos das encostas e de minerais dos solos presentes, estão alterando o RELEVO, O SOLO E A PAISAGEM DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ.

6.1 RECOMENDAÇÕES FINAIS

A descrição e interpretação de alguns eventos passados e presentes que determinaram e estão determinando mudanças na paisagem da região noroeste do Paraná, especificamente, na área de influência do Arenito Caiuá, permitiram relacionar evidências preditivas sobre o seu futuro.

Estas evidências, relativas ao comportamento da camada superficial, envolvendo os solos, se traduzem por uma perspectiva de que é necessário, urgentemente, uma mudança na relação homem e meio ambiente.

A atuação antrópica inverteu, parcialmente, a dinâmica de evolução da paisagem quando retirou, bruscamente, a vegetação, influente no relevo e nos solos, imprimindo, algumas características semelhantes às que ocorrem em áreas de clima semi-árido, em condições vigentes de clima úmido.

Desta forma, está-se acelerando a ação morfogenética por erosão e transporte de sedimentos e retardando os processos pedogenéticos, cujo resultado é uma tendência de evolução negativa dos solos, agravada por fatores condicionantes naturais, muito sensíveis.

Para a convivência em harmonia com o sistema, torna-se necessário, de imediato, um planejamento ambiental da região noroeste do Paraná como um todo, envolvendo aspectos multidisciplinares integrados, para determinar diferentes formas de uso e ocupação do solo, de acordo com a sua fragilidade, como forma de superar a instabilidade do meio natural.

Esta integração é essencial, tendo em vista que os enfoques parciais, na busca de soluções, têm ocorrido com resultados, também, parciais.

Tal fato é comprovado pela tendência a um certo equilíbrio ocorrente na região. Todavia, esta situação se mostra tão ou mais perigosa do que a situação que ocorreu logo após o desflorestamento, uma vez que os eventos atuais não são catastróficos, de imediato. São, ao contrário, de baixa magnitude e, por isto, não suscitando preocupações maiores.

No entanto, na história da Terra, estes são os fatos que mudam as paisagens, constituindo-se, às vezes, em fragmentos de uma atuação futura e imprevisível, sendo o seu conhecimento indispensável no entendimento dos processos em evolução.

Desta forma, a proposta de planejamento ambiental, embasada no domínio do conhecimento destes processos, permitirá a utilização do ambiente de maneira mais equilibrada, através da informação científica e da tecnologia.

Finalizando, pretende-se que as conclusões relativas a esta pesquisa, sirvam como alerta e subsídio às mudanças, na **interação do homem com o ambiente, na região noroeste do Estado do Paraná.**

ANEXOS

ANEXO 1 DESCRIÇÃO DE POÇOS PARA OBTENÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE RONDON - SANEPAR, 1994)

POÇO PADOVAN

Data: 19/8/91

Aquífero : Serra Geral

NE: 10,36

Profundidade:

- 0,0-12,0 m - arenito avermelhado, fino a médio.
 - 12,0-30,0 m - basalto cinza-esverdeado, afanítico com fragmentação grossa.
 - 30,0-42,0 m - basalto avermelhado, afanítico vesicular com fragmentação média.
 - 42,0-51,0 m - basalto cinza, afanítico, compacto com fragmentação média.
- obs. hidrogeológicas: fenda 26,0; tipo de aquífero fissurado.

POÇO AGUINHA

DATA: 20/8/91

Aquífero: Caiuá

NE: 7,00

- 0,0-79,00 m- arenito avermelhado, fino a médio, com matriz argilosa, seleção boa, subarredondado a arredondado. Pouco compacto.

POÇO ESCARABOTO

DATA: 14/11/93

Aquífero: Caiuá-Serra Geral

NE: 18,26

- 0,0- 1,0 m- solo marrom-avermelhado, constituído por areia fina 80%, silte 10%, argila 10%.
- 1,0-55,0 m- arenito fino, marrom-avermelhado, subarredondado, bem selecionado, com grãos de areia envolvidos por óxidos de ferro. Presença de níveis enriquecidos de argila.
- 56,0- 65,0 m- arenito
- 55,0-130,0 m- basalto vesicular inalterado, cinza chumbo com vesículas preenchidas por quartzo, calcita e minerais de cobre.

POÇO ESTRADA CURADOR

DATA: 6/3/93

Aquífero: Caiuá/basalto

NE: 26,16

- 0,0- 2,0 m- solo marrom-avermelhado, constituído por areia fina, silte e argila.
- 0,0-85,0 m- arenito fino a médio, marrom-avermelhado sem matriz. grãos de areia envolvidos por óxido de ferro.
- 20,0-55,0 m- presença de carbonato.
- 85,0-95,0 m- basalto vesicular, cinza-chumbo, com vesículas com quartzo e calcita.

POÇO ÁGUA DO MEL

DATA: 13/11/93

Aquífero: Caiuá

NE: 22,53

- 0,0 - 1,0 m- solo marrom-avermelhado, constituído por areia fina 80%, silte 10%, argila 10%.
- 1,0-115,30 m- arenito marrom-avermelhado, fino, subarredondado, bem selecionado, com grãos de areia com óxido de ferro. Ocorrem alguns níveis enriquecidos com argila.

POÇO BAIRRO UNIÃO

DATA: 2/7/93

Aquífero Caiuá

NE: 18,00

- 0,0- 1,0 m- solo marrom-avermelhado constituído por areia fina 80%, silte 10% e argila 10%.
- 1,0-101,0 m- arenito marrom-avermelhado, fino, subarredondado, com grãos com óxido de ferro. Níveis de argila.

POÇO CALIFORNIA MUCAI

DATA: 7/11/93

Aquífero Caiuá

NE: 20,90

- 0,0- 1,0 m - solo marrom-avermelhado, constituído por areia fina 80%, silte 10% e argila 10%.
- 1,0-114,0m - arenito marrom-avermelhado, fino, subarredondado, bem selecionado, com grãos com óxido de ferro. Níveis de argila.

POÇO SEDE MUNICIPAL No. 2

DATA: 27/3/74

Aquífero Serra Geral

NE: 11,90

- 0,0-13,0 m- arenito fino, siltico avermelhado, algo argiloso.
- 13,0-20,0 m- argila arenosa avermelhada com nódulos de arenito compacto e fragmentos de basalto.
- 20,0-38,0 m- basalto vesicular, cinza-esverdeado, com quartzo, zeólita e calcita.
- 38,0-53,0 m- basalto cinza-escuro, afanítico, de granulação fina com quartzo.
- 53,0-59,0 m- basalto avermelhado, com quartzo de granulação média, pouco alterado.
- 59,0-61,0 m- basalto muito alterado, de cor avermelhada, argiloso (meláfiro).
- 61,0-64,0 m- basalto avermelhado, com quartzo de granulação média pouco alterado.
- 64,0-81,0 m- basalto cinza-esverdeado com quartzo, olivina.
- 81,0-105,0m- basalto cinza-escuro, afanítico, com granulação fina com quartzo.

POÇO No. 3 (CÓRREGO PINTASSILGO)

DATA: 19/9/79

Aquífero: Serra Geral

NE: 19,84

- 0,0- 12,0 m- areia fina, argilosa castanha.
- 12,0- 18,0 m- regolito argiloso a argilo-arenoso, passando a basalto alterado, castanho-avermelhado.
- 18,0- 113,0 m- basalto fraturado.

POÇO MOCHI-TRONQUINI

DATA: 1/4/92

Aquífero: Serra Geral

NE: 47,00

- 0,0-34,0 m - arenito de coloração vermelha, mal selecionado, muita matriz argilosa, granulometria fina a média.
- 34,0-38,0 m- basalto de coloração avermelhada.
- 38,0-53,0 m- basalto cinza-claro, afanítico, alterado, compacto.
- 53,0-62,0 m- basalto cinza-claro, alterado, fraturado.
- 62,0-84,0 m- basalto cinza-escuro, inalterado.
- 84,-114,0 m- basalto cinza-escuro, algo alterado e fraturado.
- 114,0-119,0 m- basalto cinza-claro, alterado compacto.
- 119,0-132,0 m- basalto cinza-claro, amostragem granular fina a média, afanítico, algo alterado, compacto.

ANEXO 2

ANEXO 2a

DADOS CLIMÁTICOS DE CIANORTE, PARANAÍ E UMUARAMA (1975-1993)

Tabela 1 - Dados da Temperatura Média

row	Cian_Tempe	Para_Tempe	Umuu_Tempe	Tempo	Media_Temp
1	23.6	24.3	24.2	1	24.0
2	24.6	25.1	25.0	2	24.9
3	23.9	24.4	24.1	3	24.1
4	21.2	21.7	21.6	4	21.5
5	18.3	18.6	18.5	5	18.5
6	17.4	18.0	17.8	6	17.7
7	15.6	16.1	16.2	7	16.0
8	21.2	21.8	21.2	8	21.4
9	21.3	21.9	21.4	9	21.5
10	21.2	21.5	20.7	10	21.1
11	22.5	22.6	22.8	11	22.6
12	23.6	23.7	23.8	12	23.7
13	24.6	24.9	24.7	13	24.7
14	23.7	23.5	24.0	14	23.7
15	23.4	23.5	23.5	15	23.5
16	20.6	20.7	20.7	16	20.7
17	18.5	18.7	18.6	17	18.6
18	16.3	16.8	16.3	18	16.5
19	16.9	17.4	17.3	19	17.2
20	18.0	18.3	18.1	20	18.1
21	18.1	18.2	18.1	21	18.1
22	21.5	21.4	21.6	22	21.5
23	23.0	23.2	23.2	23	23.1
24	23.7	24.0	23.9	24	23.9
25	24.1	24.5	24.2	25	24.3
26	25.8	26.3	25.8	26	26.0
27	25.2	25.6	25.3	27	25.4
28	21.2	21.4	21.4	28	21.3
29	20.1	20.3	20.2	29	20.2
30	18.1	18.5	18.6	30	18.4
31	20.9	21.5	21.3	31	21.2
32	19.5	20.1	19.3	32	19.6
33	21.5	21.8	21.9	33	21.7
34	23.8	24.1	24.0	34	24.0
35	23.4	23.9	23.4	35	23.6
36	23.4	23.7	24.0	36	23.7
37	25.5	26.0	26.1	37	25.9
38	26.0	26.5	26.6	38	26.4
39	25.0	25.3	25.5	39	25.3
40	22.0	22.3	22.1	40	22.1
41	18.8	19.1	18.9	41	18.9
42	18.2	18.5	18.6	42	18.4
43	19.4	20.0	20.1	43	19.8
44	17.6	18.1	17.8	44	17.8
45	20.2	20.5	20.5	45	20.4
46	23.7	24.1	24.0	46	23.9
47	23.9	24.5	23.9	47	24.1
48	24.5	25.3	25.2	48	25.0
49	24.2	24.4	24.9	49	24.5
50	24.9	25.3	25.2	50	25.1
51	24.1	24.6	24.2	51	24.3
52	20.6	21.2	20.5	52	20.8
53	17.7	18.8	17.9	53	18.1
54	18.1	18.6	18.3	54	18.3
55	16.4	17.3	16.9	55	16.9
56	20.5	21.3	21.2	56	21.0
57	18.8	19.7	19.1	57	19.2
58	23.0	23.5	23.0	58	23.2
59	22.5	22.9	22.8	59	22.7
60	23.8	24.2	24.2	60	24.1
61	23.9	24.6	24.5	61	24.3

62	24.0	24.4	24.4	62	24.3
63	25.3	25.8	25.8	63	25.6
64	22.8	23.1	23.2	64	23.0
65	19.6	20.3	20.3	65	20.1
66	16.6	17.5	17.0	66	17.0
67	18.3	18.9	18.2	67	18.5
68	19.3	19.9	19.4	68	19.5
69	17.2	17.7	17.6	69	17.5
70	22.6	23.3	22.8	70	22.9
71	23.2	23.7	23.3	71	23.4
72	24.5	25.2	24.8	72	24.8
73	24.7	25.1	25.3	73	25.0
74	24.6	25.2	24.9	74	24.9
75	24.3	24.7	24.6	75	24.5
76	21.8	22.0	22.3	76	22.0
77	21.2	21.7	21.9	77	21.6
78	16.2	16.8	16.4	78	16.5
79	15.6	16.0	16.1	79	15.9
80	20.0	20.6	20.7	80	20.4
81	21.2	21.9	21.4	81	21.5
82	21.1	21.4	21.3	82	21.3
83	24.1	24.7	24.2	83	24.3
84	22.7	23.5	23.0	84	23.1
85	24.4	24.8	25.1	85	24.8
86	24.1	24.8	24.5	86	24.5
87	23.9	24.0	23.8	87	23.9
88	21.6	21.7	22.3	88	21.9
89	18.8	19.3	19.1	89	19.1
90	17.7	18.5	17.8	90	18.0
91	18.5	19.2	19.1	91	18.9
92	20.0	20.3	20.3	92	20.2
93	21.1	21.3	21.2	93	21.2
94	21.8	22.6	22.1	94	22.2
95	23.1	24.1	23.2	95	23.5
96	22.8	22.9	23.0	96	22.9
97	25.2	25.6	25.3	97	25.4
98	24.8	25.1	24.9	98	24.9
99	23.1	23.4	23.3	99	23.3
100	22.1	22.6	22.2	100	22.3
101	20.0	20.6	20.1	101	20.2
102	15.1	15.8	14.8	102	15.2
103	18.7	19.4	18.4	103	18.8
104	19.3	19.7	19.3	104	19.4
105	17.8	18.4	17.9	105	18.0
106	21.6	22.1	21.6	106	21.8
107	23.1	22.4	22.9	107	22.8
108	24.1	24.5	24.5	108	24.4
109	25.6	26.1	25.7	109	25.8
110	26.2	26.3	26.2	110	26.2
111	24.3	24.9	24.6	111	24.6
112	21.0	21.5	21.3	112	21.3
113	20.7	21.2	20.9	113	20.9
114	18.9	19.5	19.3	114	19.2
115	19.4	20.0	19.9	115	19.8
116	17.6	18.4	17.5	116	17.8
117	20.0	20.3	20.8	117	20.4
118	24.5	25.0	25.0	118	24.8
119	23.8	24.4	23.9	119	24.0
120	23.3	23.8	23.7	120	23.6
121	25.0	25.1	25.4	121	25.2
122	24.6	25.1	25.0	122	24.9
123	24.0	24.1	24.1	123	24.1
124	22.5	23.0	22.6	124	22.7
125	19.2	19.6	19.6	125	19.5
126	16.5	17.0	17.1	126	16.9
127	16.2	16.9	16.8	127	16.6

128	19.9	20.1	19.9	128	20.0
129	21.3	21.7	21.2	129	21.4
130	23.8	24.2	24.0	130	24.0
131	25.7	26.0	26.1	131	25.9
132	27.0	27.2	27.5	132	27.2
133	25.7	26.0	26.0	133	25.9
134	24.0	24.5	24.2	134	24.2
135	23.7	24.1	24.0	135	23.9
136	23.0	23.7	23.3	136	23.3
137	19.6	20.3	19.9	137	19.9
138	18.4	19.1	19.3	138	18.9
139	17.2	17.7	18.1	139	17.7
140	19.3	19.9	19.9	140	19.7
141	19.9	20.2	20.1	141	20.1
142	22.3	22.7	22.4	142	22.5
143	25.0	25.5	25.2	143	25.2
144	24.3	24.9	24.7	144	24.6
145	25.0	25.5	25.3	145	25.3
146	23.1	23.6	23.3	146	23.3
147	23.9	24.3	24.3	147	24.2
148	22.7	23.3	23.0	148	23.0
149	16.6	17.4	16.8	149	16.9
150	16.0	16.8	16.7	150	16.5
151	19.9	20.6	20.5	151	20.3
152	17.8	18.4	18.0	152	18.1
153	19.6	20.1	19.8	153	19.8
154	22.2	22.5	22.2	154	22.3
155	24.4	24.6	24.9	155	24.6
156	24.2	24.4	24.5	156	24.4
157	25.8	26.3	26.0	157	26.0
158	23.4	23.7	23.9	158	23.7
159	25.4	25.2	25.9	159	25.5
160	22.5	23.1	22.7	160	22.8
161	18.2	18.9	18.3	161	18.5
162	16.2	16.9	17.0	162	16.7
163	15.3	15.8	15.5	163	15.5
164	21.0	21.6	21.9	164	21.5
165	22.9	23.4	23.5	165	23.3
166	22.2	22.5	22.2	166	22.3
167	23.9	23.8	24.3	167	24.0
168	25.7	25.8	26.0	168	25.8
169	22.9	23.4	23.0	169	23.1
170	23.7	24.2	24.2	170	24.0
171	24.0	24.0	24.3	171	24.1
172	22.7	22.9	23.0	172	22.9
173	18.7	19.0	19.1	173	18.9
174	17.0	17.6	17.4	174	17.3
175	16.4	17.0	16.9	175	16.8
176	17.9	18.4	18.4	176	18.2
177	18.8	19.3	18.9	177	19.0
178	21.5	21.6	21.8	178	21.6
179	23.3	23.5	23.6	179	23.5
180	24.6	24.9	25.1	180	24.9
181	24.0	24.4	24.3	181	24.2
182	25.0	25.3	25.1	182	25.1
183	25.1	25.6	25.4	183	25.4
184	23.6	24.0	23.9	184	23.8
185	17.7	18.2	18.2	185	18.0
186	16.7	17.6	17.2	186	17.2
187	14.4	14.9	14.6	187	14.6
188	18.1	18.7	18.9	188	18.6
189	18.3	18.7	18.5	189	18.5
190	23.6	24.0	24.0	190	23.9
191	25.1	25.5	25.3	191	25.3
192	24.9	25.5	25.4	192	25.3
193	25.1	25.3	25.8	193	25.4

194	24.7	24.4	24.9	194	24.7
195	23.8	23.6	24.4	195	23.9
196	22.7	22.6	23.1	196	22.8
197	19.7	19.7	20.4	197	19.9
198	18.8	19.1	19.2	198	19.0
199	17.2	17.8	18.0	199	17.7
200	19.9	20.5	20.4	200	20.3
201	21.7	22.2	22.3	201	22.1
202	22.4	23.2	22.5	202	22.7
203	24.6	24.7	24.8	203	24.7
204	24.7	24.8	24.7	204	24.7
205	25.8	26.2	26.2	205	26.1
206	25.2	25.7	25.9	206	25.6
207	23.0	23.5	23.5	207	23.3
208	20.8	20.9	21.1	208	20.9
209	19.3	19.7	19.5	209	19.5
210	19.5	20.2	20.0	210	19.9
211	15.3	16.1	15.3	211	15.6
212	17.6	18.2	17.8	212	17.9
213	19.3	19.3	19.7	213	19.4
214	22.6	22.6	22.9	214	22.7
215	23.2	23.7	23.4	215	23.4
216	25.2	25.5	25.7	216	25.5
217	24.8	25.4	25.4	217	25.2
218	23.0	22.9	23.7	218	23.2
219	24.5	24.2	25.0	219	24.6
220	23.1	22.6	23.8	220	23.2
221	19.0	19.1	19.6	221	19.2
222	16.8	16.8	17.5	222	17.0
223	16.8	16.8	17.2	223	16.9
224	18.9	18.9	19.2	224	19.0
225	19.9	20.6	20.4	225	20.3
226	23.4	23.7	23.6	226	23.6
227	25.0	25.0	25.0	227	25.0
228	24.8	24.8	24.7	228	24.8

Tabela 2 - Dados da Precipitação Média

row	Cian Preci	Para Preci	Umua Preci	Tempo	Media Prec
1	143.3	91.6	106.6	1	113.8
2	202.5	301.5	140.5	2	214.8
3	203.4	192.6	136.6	3	177.5
4	143.6	95.8	186.1	4	141.8
5	54.4	100.3	30.1	5	61.6
6	81.9	51.8	95.4	6	76.4
7	59.0	97.3	116.2	7	90.8
8	47.5	35.3	45.9	8	42.9
9	88.8	105.0	99.1	9	97.6
10	225.0	378.3	204.5	10	269.3
11	140.4	181.1	215.7	11	179.1
12	361.4	226.8	105.7	12	231.3
13	184.9	178.7	134.9	13	166.2
14	149.6	104.2	96.9	14	116.9
15	130.4	80.8	133.5	15	114.9
16	128.1	155.9	150.1	16	144.7
17	147.9	196.2	66.4	17	136.8
18	162.3	170.4	151.4	18	161.4
19	43.0	50.0	43.3	19	45.4
20	201.4	216.8	201.9	20	206.7
21	105.8	182.2	84.7	21	124.2
22	151.3	294.8	197.6	22	214.6
23	109.8	115.1	125.0	23	116.6
24	273.9	193.1	214.2	24	227.1
25	213.5	282.7	249.9	25	248.7
26	70.4	114.9	130.5	26	105.3
27	85.9	154.8	129.5	27	123.4
28	48.2	67.8	51.6	28	55.9
29	22.6	74.2	36.5	29	44.4
30	125.3	154.5	154.4	30	144.7
31	47.0	44.0	42.4	31	44.5
32	38.3	21.2	77.4	32	45.6
33	85.2	112.8	96.4	33	98.1
34	89.6	77.7	84.6	34	84.0
35	243.6	254.8	362.8	35	287.1
36	264.5	272.6	173.5	36	236.9
37	181.2	112.7	92.3	37	128.7
38	29.3	35.9	102.0	38	55.7
39	85.8	93.7	131.9	39	103.8
40	38.5	12.2	78.0	40	42.9
41	27.9	69.5	50.9	41	49.4
42	10.2	14.9	42.2	42	22.4
43	197.8	175.3	184.1	43	185.7
44	32.0	19.0	58.2	44	36.4
45	189.0	143.1	158.9	45	163.7
46	48.1	89.5	96.1	46	77.9
47	177.8	96.9	184.2	47	153.0
48	170.0	180.3	169.8	48	173.4
49	154.4	145.8	194.0	49	164.7
50	155.2	205.3	191.4	50	184.0
51	53.6	17.3	70.9	51	47.3
52	76.0	95.6	123.4	52	98.3
53	235.8	157.5	244.6	53	212.6
54	0.5	0.0	2.1	54	0.9
55	53.3	75.4	61.3	55	63.3
56	57.2	43.2	60.7	56	53.7
57	269.2	198.8	217.8	57	228.6
58	153.9	182.7	204.2	58	180.3
59	129.5	108.2	286.5	59	174.7
60	230.5	191.9	259.7	60	227.4
61	93.0	108.3	58.8	61	86.7
62	328.2	250.8	231.2	62	270.1
63	141.6	93.2	90.4	63	108.4

64	143.3	120.1	61.5	64	108.3
65	173.4	146.7	243.3	65	187.8
66	71.5	100.7	34.5	66	68.9
67	174.9	32.4	100.9	67	102.7
68	99.3	89.6	74.5	68	87.8
69	145.9	212.7	130.4	69	163.0
70	106.1	150.1	199.8	70	152.0
71	103.7	82.5	92.5	71	92.9
72	262.3	220.0	243.2	72	241.8
73	152.1	165.8	139.4	73	152.4
74	166.4	149.7	117.6	74	144.6
75	103.7	94.4	199.7	75	132.6
76	231.7	131.6	203.7	76	189.0
77	5.5	5.4	23.4	77	11.4
78	149.1	143.8	161.2	78	151.4
79	40.4	26.3	35.9	79	34.2
80	55.5	13.6	42.6	80	37.2
81	37.8	16.4	101.8	81	52.0
82	248.5	275.5	202.4	82	242.1
83	77.3	129.7	112.6	83	106.5
84	466.4	230.1	409.5	84	368.7
85	35.6	75.0	73.6	85	61.4
86	149.8	119.9	115.7	86	128.5
87	67.2	128.9	104.3	87	100.1
88	110.8	68.6	12.3	88	63.9
89	59.4	42.7	117.3	89	73.1
90	310.8	227.4	377.2	90	305.1
91	109.5	114.0	93.8	91	105.8
92	59.7	49.8	56.6	92	55.4
93	56.0	40.8	93.7	93	63.5
94	165.1	155.2	172.4	94	164.2
95	238.7	278.0	322.1	95	279.6
96	332.1	275.9	215.8	96	274.6
97	281.3	226.8	159.4	97	222.5
98	124.6	99.6	125.5	98	116.6
99	340.1	267.1	206.8	99	271.3
100	283.3	184.3	260.3	100	242.6
101	272.2	217.1	363.2	101	284.2
102	320.1	300.6	222.7	102	281.1
103	50.8	15.9	69.6	103	45.4
104	0.0	0.0	0.3	104	0.1
105	311.8	240.8	277.4	105	276.7
106	178.7	119.2	317.7	106	205.2
107	109.1	171.9	191.2	107	157.4
108	93.0	134.0	88.7	108	105.2
109	154.0	168.6	216.0	109	179.5
110	145.1	73.4	60.7	110	93.1
111	227.3	76.9	106.1	111	136.8
112	164.7	122.4	74.0	112	120.4
113	116.8	50.1	104.3	113	90.4
114	11.8	8.1	24.6	114	14.8
115	21.1	5.7	10.5	115	12.4
116	113.5	58.5	66.9	116	79.6
117	208.9	164.0	209.0	117	194.0
118	103.0	35.4	81.6	118	73.3
119	153.8	167.5	196.0	119	172.4
120	331.5	355.0	298.6	120	328.4
121	63.1	84.3	107.5	121	85.0
122	150.6	201.5	187.5	122	179.9
123	88.3	134.3	156.0	123	126.2
124	151.8	112.1	243.3	124	169.1
125	268.2	110.1	200.5	125	192.9
126	39.6	29.8	55.0	126	41.5
127	83.8	48.1	89.7	127	73.9
128	28.5	21.4	29.7	128	26.5
129	46.9	43.4	96.4	129	62.2

130	126.2	82.0	74.9	130	94.4
131	30.2	44.0	60.1	131	44.8
132	43.2	66.2	76.3	132	61.9
133	220.8	228.1	246.7	133	231.9
134	186.2	200.7	144.9	134	177.3
135	190.9	152.6	103.8	135	149.1
136	84.5	76.1	69.2	136	76.6
137	238.2	166.4	276.8	137	227.1
138	8.4	2.2	17.3	138	9.3
139	30.8	21.4	45.7	139	32.6
140	223.4	187.6	213.0	140	208.0
141	61.8	77.4	60.1	141	66.4
142	35.1	59.7	53.6	142	49.5
143	29.1	26.8	95.3	143	50.4
144	227.3	175.8	185.5	144	196.2
145	168.3	181.9	113.1	145	154.4
146	181.8	200.5	185.4	146	189.2
147	64.4	22.1	47.8	147	44.8
148	110.3	164.6	152.7	148	142.5
149	302.5	256.3	269.6	149	276.1
150	85.4	128.1	58.3	150	90.6
151	76.0	126.4	75.7	151	92.7
152	28.0	10.2	34.9	152	24.4
153	75.7	105.6	100.2	153	93.8
154	106.4	168.2	156.1	154	143.6
155	353.4	211.3	240.2	155	268.3
156	130.5	167.1	148.8	156	148.8
157	127.9	142.4	147.4	157	139.2
158	169.1	167.7	163.2	158	166.7
159	55.2	127.4	50.7	159	77.8
160	250.9	87.3	327.9	160	222.0
161	194.1	133.8	154.5	161	160.8
162	79.8	52.7	92.1	162	74.9
163	0.0	0.0	0.0	163	0.0
164	0.1	0.0	3.5	164	1.2
165	15.0	36.0	12.2	165	21.1
166	220.2	232.0	195.9	166	216.0
167	20.2	49.7	39.5	167	36.5
168	81.6	66.3	145.4	168	97.8
169	298.4	306.2	228.6	169	277.7
170	146.7	174.8	133.3	170	151.6
171	79.3	119.0	107.0	171	101.8
172	147.5	55.4	122.1	172	108.3
173	46.4	34.4	93.8	173	58.2
174	86.4	134.5	121.7	174	114.2
175	49.5	79.7	61.0	175	63.4
176	177.0	178.8	189.3	176	181.7
177	239.9	194.2	256.7	177	230.3
178	118.1	65.0	121.9	178	101.7
179	130.9	76.0	117.5	179	108.1
180	102.5	110.9	158.1	180	123.8
181	371.2	308.1	278.0	181	319.1
182	84.8	29.0	60.6	182	58.1
183	297.6	190.0	142.6	183	210.1
184	137.1	106.7	167.6	184	137.1
185	170.2	154.4	105.2	185	143.3
186	100.5	95.6	104.5	186	100.2
187	109.5	109.8	92.3	187	103.9
188	147.5	83.7	68.5	188	99.9
189	242.6	199.0	209.8	189	217.1
190	125.9	202.3	144.0	190	157.4
191	94.6	95.5	169.5	191	119.9
192	131.9	61.6	102.1	192	98.5
193	229.3	200.1	161.2	193	196.9
194	33.5	54.6	55.5	194	47.9
195	147.5	165.8	138.7	195	150.7

196	47.5	68.4	53.0	196	56.3
197	22.6	29.3	58.0	197	36.6
198	133.0	136.9	121.2	198	130.4
199	18.5	7.4	4.3	199	10.1
200	35.0	7.7	36.9	200	26.5
201	142.7	67.1	125.9	201	111.9
202	66.4	58.8	46.4	202	57.2
203	137.3	122.3	150.5	203	136.7
204	237.5	242.8	300.0	204	260.1
205	70.1	23.0	31.4	205	41.5
206	119.7	125.3	105.7	206	116.9
207	227.4	259.5	200.5	207	229.1
208	253.0	251.2	294.1	208	266.1
209	466.2	350.7	432.6	209	416.5
210	27.4	34.8	59.0	210	40.4
211	67.0	37.3	113.0	211	72.4
212	86.0	41.7	124.0	212	83.9
213	136.0	260.1	237.7	213	211.3
214	134.9	142.6	170.8	214	149.4
215	199.9	85.3	138.0	215	141.1
216	136.1	91.5	83.3	216	103.6
217	218.3	222.3	197.2	217	212.6
218	113.2	186.5	75.1	218	124.9
219	68.9	66.2	179.6	219	104.9
220	69.9	90.8	35.7	220	65.5
221	106.4	92.7	189.2	221	129.4
222	98.7	67.4	131.3	222	99.1
223	91.1	52.5	115.7	223	86.4
224	3.9	17.4	2.6	224	8.0
225	176.9	132.7	177.0	225	162.2
226	119.3	184.8	134.5	226	146.2
227	103.8	90.2	155.2	227	116.4
228	136.3	156.8	248.9	228	180.7

ANEXO 2b DADOS CLIMÁTICOS DE CIANORTE, PR. (1956-1993)

TEMPO	PRECIP.	TEMPER	ANOS	TEMPO	PRECIP.	TEMPER	ANOS
1	217.0	25.1	ANO_56	229	143.3	24.5	ANO_75
2	53.7	24.7	ANO_56	230	150.5	25.6	ANO_75
3	59.3	24.6	ANO_56	231	195.5	24.9	ANO_75
4	198.9	20.2	ANO_56	232	135.2	22.1	ANO_75
5	270.2	16.6	ANO_56	233	36.0	19.0	ANO_75
6	200.8	14.1	ANO_56	234	99.2	18.4	ANO_75
7	149.7	15.8	ANO_56	235	59.6	16.6	ANO_75
8	77.0	16.9	ANO_56	236	53.3	22.1	ANO_75
9	138.5	21.3	ANO_56	237	83.5	21.9	ANO_75
10	151.0	21.9	ANO_56	238	211.7	21.8	ANO_75
11	18.0	23.6	ANO_56	239	178.5	22.7	ANO_75
12	107.8	25.7	ANO_56	240	306.5	24.2	ANO_75
13	175.8	25.0	ANO_57	241	165.9	25.5	ANO_76
14	90.8	23.5	ANO_57	242	163.5	24.3	ANO_76
15	45.1	25.0	ANO_57	243	124.0	24.1	ANO_76
16	88.3	21.0	ANO_57	244	123.5	21.3	ANO_76
17	29.0	19.2	ANO_57	245	115.0	19.1	ANO_76
18	140.0	16.8	ANO_57	246	154.5	16.8	ANO_76
19	241.4	16.0	ANO_57	247	40.5	17.6	ANO_76
20	78.0	19.5	ANO_57	248	188.5	18.3	ANO_76
21	273.5	19.5	ANO_57	249	112.5	18.3	ANO_76
22	137.9	18.4	ANO_57	250	172.9	21.2	ANO_76
23	50.3	23.9	ANO_57	251	103.9	23.4	ANO_76
24	194.5	24.9	ANO_57	252	267.6	24.1	ANO_76
25	107.5	26.5	ANO_58	253	213.5	24.7	ANO_77
26	122.3	25.5	ANO_58	254	70.4	26.8	ANO_77
27	128.0	23.4	ANO_58	255	85.7	26.0	ANO_77
28	21.4	20.5	ANO_58	256	48.2	22.0	ANO_77
29	122.0	17.1	ANO_58	257	22.6	20.7	ANO_77
30	64.0	17.0	ANO_58	258	125.0	18.9	ANO_77
31	90.0	18.1	ANO_58	259	45.6	21.8	ANO_77
32	7.9	18.5	ANO_58	260	36.7	20.3	ANO_77
33	254.7	16.9	ANO_58	261	82.5	22.0	ANO_77
34	240.3	19.5	ANO_58	262	88.9	24.1	ANO_77
35	146.3	23.8	ANO_58	263	240.5	23.9	ANO_77
36	99.2	25.1	ANO_58	264	259.4	24.0	ANO_77
37	125.7	26.1	ANO_59	265	178.0	25.9	ANO_78
38	109.0	26.0	ANO_59	266	26.4	26.8	ANO_78
39	41.5	24.6	ANO_59	267	80.5	25.8	ANO_78
40	126.0	24.3	ANO_59	268	38.0	22.6	ANO_78
41	117.0	20.0	ANO_59	269	26.7	19.5	ANO_78
42	75.0	17.2	ANO_59	270	10.2	19.2	ANO_78
43	57.0	19.7	ANO_59	271	151.0	20.4	ANO_78
44	57.0	18.5	ANO_59	272	32.0	18.5	ANO_78

45	105.5	23.2	ANO_59	273	188.8	20.8	ANO_78
46	153.0	24.4	ANO_59	274	47.6	24.3	ANO_78
47	194.0	24.6	ANO_59	275	175.8	24.3	ANO_78
48	90.0	25.4	ANO_59	276	169.6	25.1	ANO_78
49	121.0	26.3	ANO_60	277	152.8	24.5	ANO_79
50	293.9	24.6	ANO_60	278	152.7	25.5	ANO_79
51	15.7	25.0	ANO_60	279	53.4	24.9	ANO_79
52	222.1	21.2	ANO_60	280	75.5	21.4	ANO_79
53	117.9	16.6	ANO_60	281	232.4	18.6	ANO_79
54	89.0	16.3	ANO_60	282	0.5	19.0	ANO_79
55	60.0	18.0	ANO_60	283	52.8	17.3	ANO_79
56	99.5	18.7	ANO_60	284	56.8	21.5	ANO_79
57	40.5	21.6	ANO_60	285	268.8	19.4	ANO_79
58	184.5	23.0	ANO_60	286	149.9	23.5	ANO_79
59	118.0	25.1	ANO_60	287	129.5	22.8	ANO_79
60	116.0	26.2	ANO_60	288	224.4	24.4	ANO_79
61	134.0	25.4	ANO_61	289	72.4	24.7	ANO_80
62	240.0	25.4	ANO_61	290	326.1	24.8	ANO_80
63	155.0	23.4	ANO_61	291	140.8	26.2	ANO_80
64	374.0	22.2	ANO_61	292	141.6	23.4	ANO_80
65	74.0	19.4	ANO_61	293	171.1	20.6	ANO_80
66	121.2	17.3	ANO_61	294	70.6	17.4	ANO_80
67	3.0	19.4	ANO_61	295	173.2	19.0	ANO_80
68	43.6	21.9	ANO_61	296	100.8	20.0	ANO_80
69	68.0	22.3	ANO_61	297	119.2	17.8	ANO_80
70	156.2	24.0	ANO_61	298	106.1	23.1	ANO_80
71	124.6	24.1	ANO_61	299	102.3	23.8	ANO_80
72	133.4	25.6	ANO_61	300	262.4	25.2	ANO_80
73	116.8	24.8	ANO_62	301	151.1	25.6	ANO_81
74	203.4	25.0	ANO_62	302	163.2	25.6	ANO_81
75	38.4	25.2	ANO_62	303	101.3	25.1	ANO_81
76	87.5	21.9	ANO_62	304	229.3	22.6	ANO_81
77	57.8	18.2	ANO_62	305	5.5	22.4	ANO_81
78	39.8	15.8	ANO_62	306	148.8	17.2	ANO_81
79	20.4	14.6	ANO_62	307	39.1	16.6	ANO_81
80	71.0	19.0	ANO_62	308	55.5	20.7	ANO_81
81	132.8	21.0	ANO_62	309	36.4	22.2	ANO_81
82	268.6	20.3	ANO_62	310	242.9	21.6	ANO_81
83	84.4	24.2	ANO_62	311	73.4	24.6	ANO_81
84	212.4	25.3	ANO_62	312	454.2	23.2	ANO_81
85	181.4	26.1	ANO_63	313	26.6	25.0	ANO_82
86	98.2	25.6	ANO_63	314	138.1	25.2	ANO_82
87	163.8	25.1	ANO_63	315	67.2	24.5	ANO_82
88	8.0	23.2	ANO_63	316	108.9	22.4	ANO_82
89	25.4	20.1	ANO_63	317	58.9	19.6	ANO_82
90	42.2	17.4	ANO_63	318	310.2	18.6	ANO_82
91	0.0	19.4	ANO_63	319	107.9	19.3	ANO_82
92	45.4	20.6	ANO_63	320	59.7	20.9	ANO_82

93	100.6	23.2	ANO_63	321	48.0	21.8	ANO_82
94	221.8	24.3	ANO_63	322	164.6	22.4	ANO_82
95	236.0	24.4	ANO_63	323	234.2	23.9	ANO_82
96	53.2	24.9	ANO_63	324	330.2	23.4	ANO_82
97	86.2	26.2	ANO_64	325	274.3	25.9	ANO_83
98	234.8	24.5	ANO_64	326	124.2	25.6	ANO_83
99	145.6	25.1	ANO_64	327	339.6	23.8	ANO_83
100	79.6	23.5	ANO_64	328	282.6	22.8	ANO_83
101	29.2	18.6	ANO_64	329	270.9	20.6	ANO_83
102	159.6	15.8	ANO_64	330	319.7	15.7	ANO_83
103	28.8	15.1	ANO_64	331	49.7	19.5	ANO_83
104	111.0	18.8	ANO_64	332	0.0	20.1	ANO_83
105	56.2	21.1	ANO_64	333	300.4	18.3	ANO_83
106	123.2	21.6	ANO_64	334	178.4	22.0	ANO_83
107	98.4	22.5	ANO_64	335	108.8	23.5	ANO_83
108	234.2	23.1	ANO_64	336	92.9	24.8	ANO_83
109	239.8	23.8	ANO_65	337	153.7	26.3	ANO_84
110	166.0	23.9	ANO_65	338	144.9	26.8	ANO_84
111	92.4	21.7	ANO_65	339	227.1	25.1	ANO_84
112	137.2	21.1	ANO_65	340	164.7	21.6	ANO_84
113	175.4	18.5	ANO_65	341	116.6	21.3	ANO_84
114	91.8	18.7	ANO_65	342	11.8	19.6	ANO_84
115	169.8	17.1	ANO_65	343	21.1	20.2	ANO_84
116	94.4	19.3	ANO_65	344	113.0	18.4	ANO_84
117	111.2	21.8	ANO_65	345	208.9	20.6	ANO_84
118	145.6	21.4	ANO_65	346	102.0	25.0	ANO_84
119	120.0	23.8	ANO_65	347	153.7	24.3	ANO_84
120	402.0	23.7	ANO_65	348	331.4	23.9	ANO_84
121	79.6	25.2	ANO_66	349	63.1	25.3	ANO_85
122	167.6	25.4	ANO_66	350	148.2	25.8	ANO_85
123	91.2	23.7	ANO_66	351	87.9	24.7	ANO_85
124	27.2	22.3	ANO_66	352	156.2	23.1	ANO_85
125	168.8	19.2	ANO_66	353	268.2	19.9	ANO_85
126	71.4	18.6	ANO_66	354	39.6	17.2	ANO_85
127	32.4	17.4	ANO_66	355	83.8	17.0	ANO_85
128	59.9	17.9	ANO_66	356	28.5	20.6	ANO_85
129	47.6	19.6	ANO_66	357	46.8	21.1	ANO_85
130	227.0	22.3	ANO_66	358	119.1	24.3	ANO_85
131	87.1	24.2	ANO_66	359	29.9	25.2	ANO_85
132	109.9	25.6	ANO_66	360	43.0	27.3	ANO_85
133	126.5	23.7	ANO_67	361	205.4	26.4	ANO_86
134	158.6	24.0	ANO_67	362	186.0	24.9	ANO_86
135	101.2	24.2	ANO_67	363	190.6	24.5	ANO_86
136	17.2	23.5	ANO_67	364	84.1	23.6	ANO_86
137	22.3	22.2	ANO_67	365	237.9	20.1	ANO_86
138	145.6	17.2	ANO_67	366	8.4	19.1	ANO_86
139	103.0	18.7	ANO_67	367	30.8	17.9	ANO_86
140	14.3	22.2	ANO_67	368	223.1	19.8	ANO_86

141	27.5	22.9	ANO_67	369	61.8	20.4	ANO_86
142	106.1	24.6	ANO_67	370	35.1	22.6	ANO_86
143	181.4	24.0	ANO_67	371	26.1	26.5	ANO_86
144	85.5	24.1	ANO_67	372	227.1	24.8	ANO_86
145	337.5	25.2	ANO_68	373	168.3	25.6	ANO_87
146	48.1	25.2	ANO_68	374	181.8	23.7	ANO_87
147	136.8	25.0	ANO_68	375	64.4	24.5	ANO_87
148	106.8	19.7	ANO_68	376	110.3	23.4	ANO_87
149	64.6	17.5	ANO_68	377	303.1	17.7	ANO_87
150	55.2	17.9	ANO_68	378	85.4	16.8	ANO_87
151	19.0	18.3	ANO_68	379	76.0	20.6	ANO_87
152	77.6	18.6	ANO_68	380	27.8	18.3	ANO_87
153	24.4	20.4	ANO_68	381	75.5	19.9	ANO_87
154	185.0	23.8	ANO_68	382	106.1	22.6	ANO_87
155	113.0	26.2	ANO_68	383	253.4	24.5	ANO_87
156	168.2	25.8	ANO_68	384	130.0	24.5	ANO_87
157	35.4	26.1	ANO_69	385	126.3	26.4	ANO_88
158	77.1	27.3	ANO_69	386	169.1	23.9	ANO_88
159	38.0	26.5	ANO_69	387	55.2	25.9	ANO_88
160	118.0	21.6	ANO_69	388	248.4	23.1	ANO_88
161	203.5	19.5	ANO_69	389	193.4	15.4	ANO_88
162	135.5	17.6	ANO_69	390	79.8	16.8	ANO_88
163	15.3	18.9	ANO_69	391	0.0	16.3	ANO_88
164	17.0	19.9	ANO_69	392	0.1	21.7	ANO_88
165	198.6	22.3	ANO_69	393	2.6	23.5	ANO_88
166	166.7	20.8	ANO_69	394	220.2	22.7	ANO_88
167	151.8	24.4	ANO_69	395	20.2	24.2	ANO_88
168	71.0	25.0	ANO_69	396	79.6	26.3	ANO_88
169	151.5	26.3	ANO_70	397	297.2	23.6	ANO_89
170	131.5	26.3	ANO_70	398	147.3	24.4	ANO_89
171	103.0	25.4	ANO_70	399	79.3	24.5	ANO_89
172	51.0	24.1	ANO_70	400	147.1	23.2	ANO_89
173	111.3	21.5	ANO_70	401	46.4	19.3	ANO_89
174	189.0	19.0	ANO_70	402	86.4	17.5	ANO_89
175	27.5	17.4	ANO_70	403	49.2	17.1	ANO_89
176	44.7	19.5	ANO_70	404	177.0	18.4	ANO_89
177	236.0	19.2	ANO_70	405	235.9	19.5	ANO_89
178	132.1	22.6	ANO_70	406	118.1	21.7	ANO_89
179	86.0	22.6	ANO_70	407	129.9	23.6	ANO_89
180	267.5	25.8	ANO_70	408	102.3	24.9	ANO_89
181	177.0	26.4	ANO_71	409	363.3	24.9	ANO_90
182	154.0	26.4	ANO_71	410	84.7	25.3	ANO_90
183	202.9	25.2	ANO_71	411	297.5	25.9	ANO_90
184	76.0	21.6	ANO_71	412	136.5	24.2	ANO_90
185	177.0	19.4	ANO_71	413	170.2	18.3	ANO_90
186	184.0	16.7	ANO_71	414	99.2	17.3	ANO_90
187	187.0	18.1	ANO_71	415	105.8	15.1	ANO_90
188	4.5	20.1	ANO_71	416	146.7	18.7	ANO_90

189	146.5	21.6	ANO_71	417	242.5	18.8	ANO_90
190	46.0	21.9	ANO_71	418	125.8	24.0	ANO_90
191	38.0	24.5	ANO_71	419	94.6	25.4	ANO_90
192	230.5	24.6	ANO_71	420	131.9	25.4	ANO_90
193	272.5	24.7	ANO_72	421	183.7	25.4	ANO_91
194	419.5	23.8	ANO_72	422	33.5	25.3	ANO_91
195	53.5	26.7	ANO_72	423	147.5	24.4	ANO_91
196	85.0	21.8	ANO_72	424	47.5	23.3	ANO_91
197	102.0	22.1	ANO_72	425	22.6	20.3	ANO_91
198	27.0	22.1	ANO_72	426	120.8	19.3	ANO_91
199	199.0	18.4	ANO_72	427	18.5	17.8	ANO_91
200	169.4	18.1	ANO_72	428	35.0	20.5	ANO_91
201	242.4	20.7	ANO_72	429	142.7	22.3	ANO_91
202	264.4	21.9	ANO_72	430	66.0	22.9	ANO_91
203	396.4	23.3	ANO_72	431	136.7	24.8	ANO_91
204	172.2	24.4	ANO_72	432	235.9	25.1	ANO_91
205	253.0	26.0	ANO_73	433	69.5	26.2	ANO_92
206	107.5	26.6	ANO_73	434	119.7	25.8	ANO_92
207	70.1	24.7	ANO_73	435	227.3	23.8	ANO_92
208	13.0	25.1	ANO_73	436	253.0	21.4	ANO_92
209	102.5	19.5	ANO_73	437	466.1	19.8	ANO_92
210	183.9	18.3	ANO_73	438	27.4	20.2	ANO_92
211	80.4	17.6	ANO_73	439	67.0	16.1	ANO_92
212	131.7	17.6	ANO_73	440	70.9	18.3	ANO_92
213	76.0	19.8	ANO_73	441	136.0	19.8	ANO_92
214	346.0	21.6	ANO_73	442	129.3	23.1	ANO_92
215	103.2	23.4	ANO_73	443	199.9	23.7	ANO_92
216	224.8	24.3	ANO_73	444	135.3	25.5	ANO_92
217	437.7	24.3	ANO_74	445	217.9	25.7	ANO_93
218	122.7	25.6	ANO_74	446	113.2	23.6	ANO_93
219	141.4	24.5	ANO_74	447	68.1	26.7	ANO_93
220	67.3	22.4	ANO_74	448	69.9	23.7	ANO_93
221	94.8	19.0	ANO_74	449	106.4	19.7	ANO_93
222	74.8	17.0	ANO_74	450	98.7	17.4	ANO_93
223	9.0	19.1	ANO_74	451	91.1	16.7	ANO_93
224	96.3	18.8	ANO_74	452	3.8	19.4	ANO_93
225	48.0	22.1	ANO_74	453	176.6	20.6	ANO_93
226	352.7	21.3	ANO_74	454	119.3	23.9	ANO_93
227	153.1	22.7	ANO_74	455	148.7	25.5	ANO_93
228	206.5	23.8	ANO_74	456	134.1	25.3	ANO_93

ANEXO 3

ANEXO 3a: DADOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AREIAS QUARTZOSAS LOCALIZADAS NO TERRITÓRIO BRASILEIRO.

I. da Amostra	Areia %	Silte %	Argila %	pH _{CaCl}	Al ⁺⁺⁺	H+Al	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	T	P ppm	C %	m %	V %
1A	90.0	2.0	8.0	6.4	0.0	2.0	1.30	0.10	0.09	3.5	2.00	0.45	0.0	43
1C	87.0	3.0	10.0	4.5	0.4	2.00	0.5	0.10	0.03	2.60	7.00	0.15	40	23
2A	91.4	0.6	8.0	4.0	0.7	3.2	0.70	0.20	0.10	4.2	2.00	0.70	41	24
2C	78.8	4.2	17.0	4.1	0.9	3.19	1.0	0.20	0.01	4.41	1.00	0.30	42	28
3A	91.0	3.0	6.0	4.2	0.7	2.9	0.70	0.20	0.03	3.9	1.00	0.50	43	24
3C	90.0	1.0	9.0	4.2	0.6	2.49	0.4	0.20	0.01	3.11	1.00	0.20	49	20
4A	93.0	1.0	6.0	4.2	0.7	2.5	0.60	0.30	0.01	3.4	1.00	0.30	41	27
4C	89.0	1.0	10.0	4.1	0.8	2.49	0.5	0.30	0.01	3.31	1.00	0.10	49	25
5A	92.0	2.0	6.0	5.0	0.4	1.4	0.60	0.70	0.02	2.7	1.00	0.63	24	48
5C	91.0	1.0	8.0	5.1	0.5	1.00	0.9	0.90*	0.01	1.90	1.00	0.20	36	47
6A	93.0	1.0	6.0	4.3	0.1*	1.3	0.30	0.04	0.03	2.3	0.01	0.50	65	16
6C	90.0	0.0	10.0	4.2	0.8	2.70	0.2	0.02	0.01	2.93	0.10	0.40	78	8
7A	85.0	5.0	10.0	5.0	0.6	3.3	0.60	0.60*	0.02	3.9	0.50	0.60	50	15
7C	82.0	6.0	12.0	5.2	0.2	1.20	0.6	0.60*	0.01	1.80	0.50	0.19	25	33
8A	90.0	1.0	9.0	6.8	0.0	0.6	2.50	1.10	0.02	4.2	—	0.40	9	86
8C	84.0	2.0	14.0	4.6	0.7	2.40	0.2	0.10	0.02	2.70	—	0.40	70	11
9A	92.0	4.0	4.0	5.2	0.3	1.3	0.20	0.20	0.02	1.5	0.50	0.25	60	13
9C	89.0	4.0	7.0	5.4	0.2	0.70	0.2	0.20	0.01	0.90	1.00	0.08	50	22
10A	92.1	3.2	4.7	3.8	0.5*	0.9*	0.15*	0.03*	0.03*	4.3	0.03	0.90	68	5
10C	91.4	1.9	6.7	4.5	0.3*	0.47*	0.2*	0.02*	0.02*	2.61	0.01	0.30	51	10
11A	92.0	4.0	4.0	5.2	0.3	2.3	0.06	0.60	0.09	3.0	2.00	0.41	30	23
11C	92.0	2.0	6.0	4.9	0.6*	1.60*	0.1*	0.10*	0.01*	1.80	1.00	0.20	75	11
12A	90.2	3.4	6.4	4.4	0.4*	0.9*	0.10*	0.12*	0.09*	4.2	0.09	1.20	45	13
12C	85.5	3.1	11.4	4.2	0.4*	0.72*	0.1*	0.12*	0.01*	2.45	0.01	0.20	64	10
13A	86.9	3.1	10.7	4.5	1.0	4.9	0.02	0.04	0.04	5.0	1.44	1.46	91	2
13C	89.3	1.0	9.7	5.1	0.5	4.10	0.2	0.04	0.01	4.30	3.31	0.50	71	5
14A	90.0	4.0	6.0	4.7	1.0	4.4	0.60	0.40	0.07	5.5	9.00	0.83	48	20
14C	84.0	3.0	13.0	5.0	1.8	3.50	0.3	0.30	0.08	3.90	3.00	0.15	82	10
15A	79.0	13.0	8.0	4.0	3.8	19.4	0.80	0.40	0.07	20.8	5.00	5.47	73	7
15C	97.0	1.0	2.0	4.3	0.3	1.80	0.2	0.20*	0.02	2.10	4.00	0.28	50	14

* Dados imprecisos
 FONTE: página 195

NOTA: Características dos perfis. Fonte: Tabela 3a

- Perfil 1 - AQ Distrófica. Material de origem Arenito Caiuá; altitude 502 m; declividade de 0 a 3%; na localidade de Alto Paraná, PR. (EMBRAPA, 1984)
- 2 - AQ Distrófica. Material de origem Arenito Caiuá; altitude 310 m; plano; na localidade de Ivinhema, MS. (ROCHA e SCOPEL, 1987)
- 3 - AQ Distrófica. Material de origem Arenito Caiuá; altitude 340 m; plano; na localidade de Ivinhema, MS. (ROCHA e SCOPEL, 1987)
- 4 - AQ Distrófica. Material de origem Arenito Caiuá; altitude 330 m; plano; na localidade de Ivinhema, MS. (ROCHA e SCOPEL, 1987)
- 5 - AQ Distrófica. Altitude 480 m; declividade de 0 a 2%; na localidade de Manga, MG. (SALOMÃO, 1985)
- 6 - AQ Profunda. Material de origem Formação Rio Claro; altitude 790 m; declividade 5%; na localidade de Araras, SP. (OLIVEIRA, 1982)
- 7 - AQ Distrófica. Material de origem Arenito Botucatu; altitude 1010 m; suave ondulado; na localidade de Cássia dos Coqueiros, SP. (PROJETO RADAMBRASIL, 1983)
- 8 - AQ Profunda Álica. Material de origem Formação Pirambóia; altitude 650 m; declividade 2%; na localidade de Itirapina, SP. (LORANDI, 1982)
- 9 - AQ Álica. Altitude 700 m; declividade 0 a 4%; na localidade de Santana, BA. (PROJETO RADAMBRASIL, 1983)
- 10 - AQ Álica. Altitude 420m; declividade de 3 a 4%; na localidade de Poxoréu, MT. (PROJETO RADAMBRASIL, 1983)
- 11 - AQ Álica. Coxim, MT. (PROJETO RADAMBRASIL. 1983)
- 12 - AQ Álica. Altitude 140 m; declividade de 0 a 2%; na localidade Cáceres, MT. (PROJETO RADAMBRASIL, 1983)
- 13 - AQ Húmica Álica. Rondônia. (ROMAN, 1987)
- 14 - AQ Distrófica. Material de origem sedimentos recentes; altitude. 20 m; suave ondulado; na localidade de Osório, RS. (BRASIL, 1973)
- 15 - AQ Distrófica. Material de origem sedimentos costeiros recentes; plano; na localidade de Praia do Curumim, RS. (BRASIL, 1973)

ANEXO 3b: ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS DE AREIAS QUARTZOSAS, OBTIDAS NA REVISÃO DE LITERATURA.

TABELA 3b - ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS AREIAS QUARTZOSAS EM DIFERENTES LOCALIDADES DO TERRITÓRIO BRASILEIRO

Variável	Nº de Amostras	Horizontes	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Intervalo de Confiança 95 %	Coefficiente de Variação %
Areia	15	A	93,00	79,00	89,79	91,00	3,75	87,71-91,87	4,18
		C	97,00	78,80	88,00	89,00	4,54	85,48-90,52	5,16
Silte	15	A	13,00	0,60	3,35	3,10	2,99	1,70-5,01	89,14
		C	6,00	0,00	2,28	2,00	1,60	1,39-3,17	70,22
Argila	15	A	10,70	4,00	6,85	6,00	2,03	5,72-7,98	29,70
		C	17,00	2,00	9,72	10,00	3,62	7,71-11,73	37,27
pH _{CaCl}	15	A	6,80	3,80	4,78	4,50	0,86	4,30-5,26	18,07
		C	5,40	4,10	4,62	4,50	0,45	4,38-4,87	9,72
Al ⁺⁺⁺	15	A	3,80	0,00	0,70	0,46	0,91	0,19-1,20	131,04
		C	1,80	0,20	0,60	0,50	0,40	0,38-0,82	66,53
H + Al	15	A	19,40	0,60	3,42	2,30	4,60	0,87-5,97	134,76
		C	4,10	0,47	2,02	2,00	1,09	1,42-2,63	53,97
Ca ⁺⁺	15	A	2,50	0,02	0,61	0,60	0,63	0,27-0,96	101,74
		C	1,00	0,10	0,37	0,20	0,28	0,21-0,52	76,07
Mg ⁺⁺	15	A	1,10	0,03	0,33	0,20	0,30	0,17-0,50	90,58
		C	0,90	0,02	0,23	0,20	0,24	0,09-0,36	104,54
K ⁺	15	A	0,10	0,01	0,05	0,03	0,03	0,03-0,07	66,29
		C	0,08	0,01	0,02	0,01	0,02	0,008-0,03	101,14
C	15	A	5,47	0,25	0,97	0,60	1,29	0,26-1,69	132,29
		C	0,50	0,08	0,24	0,20	0,12	0,18-0,31	48,84
P	14	A	9,00	0,01	1,83	1,00	2,43	0,42-3,23	133,15
		C	7,00	0,01	1,71	1,00	1,97	0,57-2,84	115,01
m	15	A	91,00	0,00	45,81	45,00	24,07	32,47-59,14	52,55
		C	82,00	25,00	55,51	50,00	16,91	46,15-64,88	30,46
T	15	A	20,80	1,50	4,82	3,90	4,54	2,3-7,33	94,18
		C	4,41	0,90	2,72	2,61	0,98	2,18-3,26	36,02
V	15	A	86,00	2,00	24,42	20,00	21,25	12,65-36,19	87,04
		C	47,00	5,00	18,46	14,00	11,41	12,13-24,78	61,84

FONTE: Tabela 3a

NOTA: Características físico-químicas de 15 amostras distribuídas nas regiões norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil

ANEXO 3c

TABELA 3c - DADOS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE AREIAS QUARTZOSAS LOCALIZADAS EM RONDON, PR.

l.da Amostra	% A.Fina	% A.Grossa	% Areia	% Silte	% Argila	pHCaCl	Al ⁺⁺⁺	H+Al	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	T(CTC)	ppm P	% C	% m	% V
844A	28.0	61.0	89.0	3.0	8.0	4.20	0.4	2.9	0.8	0.8	0.14	4.6	2.0	0.7	18.7	37.5
845C	23.8	64.6	88.4	1.6	10.0	4.90	0.0	1.8	0.8	0.6	0.01	3.2	1.0	0.4	0.0	43.9
846A	47.0	46.6	93.6	4.4	2.0	4.40	0.2	1.7	0.6	0.6	0.02	2.9	2.0	0.4	14.1	41.8
847C	44.8	49.8	94.6	3.4	2.0	5.40	0.0	1.5	0.5	0.6	0.02	2.6	2.0	0.4	0.0	42.7
848A	26.0	69.4	95.4	2.6	2.0	4.40	0.2	1.5	0.4	0.8	0.01	2.7	1.0	0.4	14.2	44.6
849C	26.0	68.0	94.0	4.0	2.0	4.50	0.2	1.7	0.3	0.4	0.01	2.4	1.0	0.3	22.0	29.5
850A	33.2	56.0	89.2	4.8	6.0	4.70	0.1	2.0	0.9	0.9	0.02	3.8	1.0	0.6	5.2	47.6
851C	40.2	55.0	95.2	2.8	2.0	5.20	0.0	1.6	0.6	0.8	0.01	3.0	1.0	0.3	0.0	46.8
852A	21.8	54.8	76.6	19.4	4.0	5.30	0.0	1.6	1.0	0.9	0.04	3.5	1.0	0.9	0.0	54.8
853C	42.0	52.8	94.8	1.2	4.0	5.50	0.0	1.5	0.7	0.9	0.02	3.1	1.0	0.4	0.0	51.9
854A	31.4	59.4	90.8	3.2	6.0	4.50	0.8	2.7	0.7	0.8	0.05	4.3	1.0	0.7	34.0	36.5
855C	35.6	55.8	91.4	4.6	4.0	4.40	1.3	3.1	0.4	0.5	0.02	4.0	1.0	0.4	58.6	22.9
856A	33.8	49.4	83.2	4.8	12.0	4.60	0.2	2.5	0.8	0.7	0.04	4.0	1.0	1.0	11.5	38.1
857C	23.2	69.4	92.6	1.4	6.0	4.80	0.1	2.0	0.6	0.6	0.01	3.2	1.0	0.4	7.6	37.7
858A	33.2	55.8	89.0	3.0	8.0	5.00	0.0	2.0	1.5	1.1	0.14	4.7	1.0	1.0	0.0	57.8
859C	32.6	47.2	79.8	2.2	18.0	5.20	0.0	1.8	1.4	1.3	0.10	4.6	1.0	0.5	0.0	60.9
860A	36.0	53.0	89.0	3.0	8.0	5.00	0.0	2.3	1.5	0.6	0.06	4.5	1.0	1.2	0.0	48.4
861C	38.8	51.8	90.6	3.4	6.0	5.50	0.0	1.8	1.1	0.6	0.02	3.5	1.0	0.4	0.0	48.9
862A	31.8	60.6	92.4	3.6	4.0	4.40	0.2	1.7	0.5	0.7	0.02	2.9	1.0	0.5	14.1	41.8
863C	18.6	62.6	81.2	10.8	8.0	4.50	0.2	1.8	0.6	0.7	0.01	3.1	1.0	0.4	13.2	42.1

NOTA: Para a análise estatística não foram consideradas as amostra de números 852, 853, 854, 855, 858 e 859.s

PERFÍL COMPLEMENTAR 1

Classificação: Areia Quartzosa Vermelho-Amarela Distrófica

Localização: nascente do ribeirão do Rato, na Fazenda Santa Maria, próximo à estrada de ligação entre Rondon e Cidade Gaúcha.

Altitude: 407 m

Geologia: Arenito Caiuá com cobertura cenozóica

Relevo: suave ondulado a quase plano com amplas vertentes convexo-retilíneas a côncavas, em declividades de 0 a 6 %.

Erosão: laminar forte em presença de sulcos e voçorocas semi-estabilizadas junto à rede de drenagem.

Vegetação primitiva: Floresta Estacional Semidecidual.

Ocupação: presença de pequenas barragens e lagos para criação de peixes, com pastagem e cultura de cana-de-açúcar.

Morfologia:

Amostra 844 (horizonte A): 0-20 cm, castanho-avermelhado, não plástico e não pegajoso, com raízes abundantes.

Amostra 845 (horizonte C): 60-80 cm, amarelo-claro, não plástico e não pegajoso, com material bastante solto, poucas raízes.

PERFÍL COMPLEMENTAR 2

Classificação: Areia Quartzosa Vermelho-Amarela, Distrófica

Localização: nascente do ribeirão do Rato, junto a uma represa, na Fazenda Santa Maria, próximo à estrada de ligação entre Rondon e Cidade Gaúcha.

Altitude: 413 m

Geologia: Arenito Caiuá com cobertura cenozóica

Relevo: suave ondulado a quase plano com amplas vertentes convexo-retilíneas a côncavas, em declividades de 6 a 12 %.

Erosão: laminar forte, expressa por raízes descobertas, em presença de sulcos e voçorocas semi-estabilizadas junto à rede de drenagem.

Vegetação primitiva: Floresta estacional Semidecidual.

Ocupação: lagos para criação de peixes e pastagem.

Morfologia:

Amostra 846 (horizonte A): 0-20 cm, castanho-avermelhado, não plástico e não pegajoso, com raízes.

Amostra 847 (horizonte C): 60-80 cm, amarelo-claro, não plástico e não pegajoso, com material bastante solto, poucas raízes.

PERFÍL COMPLEMENTAR 3

Classificação: Areia Quartzosa Amarela, Distrófica

Localização: nascente do ribeirão do Rato, na Fazenda Santa Maria, próximo à estrada de ligação entre Rondon e Cidade Gaúcha.

Altitude: 395 m

Geologia: Arenito Caiuá com cobertura cenozóica

Relevo: suave ondulado a quase plano com amplas vertentes convexo-retilíneas a côncavas, em declividades de 0 a 6 %.

Erosão: laminar forte, junto à voçoroca em processo de reativação.

Vegetação primitiva: Floresta estacional Semidecidual.

Ocupação: lagos para criação de peixes e cultura de cana-de-açúcar.

Morfologia:

Amostra 848 (horizonte A): 0-20 cm, amarelo muito claro, não plástico e não pegajoso, com raízes.

Amostra 849 (horizonte C): 60-80 cm, amarelo-claro, não plástico e não pegajoso, com material bastante solto, poucas raízes.

PERFÍL COMPLEMENTAR 4

Classificação: Areia Quartzosa Amarela, Distrófica

Localização: ribeirão do Herval, afluente da margem esquerda do ribeirão do Salto, no Sítio Espigão, próximo à estrada de ligação entre Rondon e Cidade Gaúcha.

Altitude: 395 m

Geologia: Arenito Caiuá com cobertura cenozóica

Relevo: suave ondulado a quase plano com amplas vertentes convexo-retilíneas a côncavas, em declividades de 6 a 12 %.

Erosão: laminar forte, com presença de ravinamentos.

Vegetação primitiva: Floresta estacional Semidecidual.

Ocupação: pastagem com cultura de café e cana-de-açúcar, à montante.

Morfologia:

Amostra 850 (horizonte A): 0-20 cm, amarelo muito claro, muito claro, não plástico e não pegajoso, com raízes.

Amostra 851 (horizonte C): 60-80 cm, amarelo muito claro a branco, não plástico e não pegajoso, com material bastante solto.

PERFÍL COMPLEMENTAR 5

Classificação: Areia Quartzosa Amarela, Distrófica

Localização: margem esquerda do ribeirão do Salto, próximo à estrada do Guelffi, junto a uma floresta ciliar, rala.

Altitude: 395 m

Geologia: Arenito Caiuá com cobertura cenozóica

Relevo: ondulado com vertentes convexo-retilíneas a côncavas, em declividades de 6 a 12 %.

Erosão: laminar forte, com presença de ravinamentos.

Vegetação primitiva: Floresta estacional Semidecidual.

Ocupação: pastagem muito degradada.

Morfologia:

Amostra 852 (horizonte A): 0-20 cm, amarelo muito claro, muito claro, não plástico e não pegajoso, com raízes.

Amostra 853 (horizonte C): 60-80 cm, amarelo muito claro a branco, não plástico e não pegajoso, com material bastante solto.

PERFÍL COMPLEMENTAR 6

Classificação: Areia Quartzosa Amarela, Álica

Localização: margem esquerda do ribeirão do Rato, junto a estrada do Guelffi, próximo a um cascalheiro.

Altitude: 380 m

Geologia: Arenito Caiuá com cobertura cenozóica

Relevo: suave ondulado a quase plano com amplas vertentes convexo-retilíneas a côncavas, em declividades de 6 a 12 %.

Erosão: laminar forte, com sulcos.

Vegetação primitiva: Floresta estacional Semidecidual.

Ocupação: pastagem muito degradada.

Morfologia:

Amostra 854 (horizonte A): 0-20 cm, amarelo muito claro a branco, não plástico e não pegajoso, com raízes.

Amostra 855 (horizonte C): 60-80 cm, amarelo-branco, não plástico e não pegajoso, com material bastante solto.

PERFÍL COMPLEMENTAR 7

Classificação: Areia Quartzosa Vermelho-Amarela, Distrófica.

Localização: próximo ao cemitério de Rondon, em área de voçoroca, na propriedade de Henrique Barranco.

Altitude: 380 m

Geologia: Arenito Caiuá com cobertura cenozóica e depósitos muito recentes com fragmentos de carvão e outros detritos vegetais

Relevo: suave ondulado a quase plano com amplas vertentes convexo-retilíneas a côncavas, em declividades de 6 a 12 %.

Erosão: voçoroca em atividade.

Vegetação primitiva: Floresta estacional Semidecidual.

Ocupação: pastagem muito degradada.

Morfologia:

Amostra 856 (horizonte A): 0-20 cm, vermelho-amarelo, não plástico e não pegajoso, com presença de raízes, troncos de árvores e carvões.

Amostra 857 (horizonte C): 60-80 cm, amarelo muito claro a branco, não plástico e não pegajoso, com material solto.

PERFÍL COMPLEMENTAR 8

OBS. Amostras 858 e 859. Após análises, verificou-se que se trata de um Podzólico, não sendo objeto de interpretação isolada.

PERFÍL COMPLEMENTAR 9

Classificação: Areia Quartzosa Vermelho-Amarela, Distrófica.

Localização: próximo à estrada da AABB, na propriedade denominada Coração de Jesus, junto à margem direita do ribeirão do Rato.

Altitude: 360 m

Geologia: Arenito Caiuá com cobertura cenozóica e depósitos muito recentes com fragmentos de carvão e outros detritos vegetais

Relevo: suave ondulado a quase plano com amplas vertentes convexo-retilíneas a côncavas, em declividades de 6 a 12 %.

Erosão: pouco evidente.

Vegetação primitiva: Floresta estacional Semidecidual.

Ocupação: pastagem com terraceamento.

Morfologia:

Amostra 860 (horizonte A): 0-20 cm, castanho-avermelhado, não plástico e não pegajoso, com presença de raízes.

Amostra 861 (horizonte C): 60-80 cm, amarelo claro, não plástico e não pegajoso, com material solto.

PERFÍL COMPLEMENTAR 10

Classificação: Areia Quartzosa Vermelho-Amarela, Distrófica.

Localização: margem direita do ribeirão do Rato, em área de floresta secundária, junto a um antigo terreiro de café, na propriedade de Antonio Sardeto.

Altitude: 365 m

Geologia: Arenito Caiuá com cobertura cenozóica.

Relevo: suave ondulado a quase plano com amplas vertentes convexo-retilíneas a côncavas, em declividades de 6 a 12 %.

Erosão: pouco evidente.

Vegetação primitiva: Floresta estacional Semidecidual.

Ocupação: área abandonada, com falsa floresta ciliar.

Morfologia:

Amostra 862 (horizonte A): 0-20 cm, vermelho-amarelo claro, não plástico e não pegajoso, com presença de raízes muito finas.

Amostra 863 (horizonte C): 60-80 cm, amarelo claro, não plástico e não pegajoso, com raízes finas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AB' SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Orientação**. São Paulo. n. 3, p. 45-48, 1967.
2. _____. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. São Paulo. IGEOG-USP n. 18, 1969.
3. _____. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**. São Paulo. n. 20, p. 1-125, 1970.
4. _____. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, 3. São Paulo. IGEOG-USP, 1977.
5. _____. Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no Pleistoceno. **Inter-facies**. São José do Rio Preto. IBILCE-UNESP. n. 4, p. 1-17, 1979.
6. ALMEIDA, F. F. M. de. O planalto basáltico da Bacia do Paraná. **Boletim Paulista de Geografia**. São Paulo. n. 24, p. 3-34, outubro 1956.
7. _____. Aspectos gerais da geologia da Bacia do Alto Paraná. In: SIMPÓSIO SOBRE A GEOTECNIA DA BACIA DO ALTO PARANÁ. (1983 : São Paulo) **Anais...** São Paulo : ABMS. v. 1ª, p. 9-16, 1983.
8. _____.; MELO, M. S. de. A Bacia do Paraná e o vulcanismo mesozóico. In : MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. São Paulo : IPT.-v.-1, p. 46-81, 1981.
9. ANDRAE, F. H. **Ecologia Florestal**. Santa Maria : Imprensa Universitária da Universidade Federal de Santa Maria-RS, 1978. 228 p.
10. ARGENTO M. S. A abordagem sistêmica aplicada à planície deltáica do Paraíba do Sul. **Geografia**, Rio Claro, v. 9, n. 17-18, p. 115-131, outubro, 1984.
11. ASSINE, M. L.; SOARES, P. C.; MILANI, E. J. **Sequências tectonosedimentares mesopaleozóicas da Bacia do Paraná : sul do Brasil**. Curitiba : UFPR, Departamento de Geologia, 1993.
12. AUBERT, G. Formações superficiais e pedologia. In: Estudo e cartografia de formações superficiais e suas aplicações em regiões tropicais. (1978 : São Paulo). **Anais do COLÓQUIO INTERDISCIPLINAR FRANCO-BRASILEIRO**. São Paulo : USP, 1983. p. 241-249.
13. BASE PÚBLICA DO ESTADO. **Dados estatísticos e históricos do município de Rondon**. Curitiba : BPUB, 1994.
14. BERTALANFFY, L. von **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis : Vozes, 1973.

15. BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D.; RIEHS, P. J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. 1975. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Curitiba. n. 47, p. 411-464, 1975.
16. ____; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. dos. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Fundamentos geológico-geográficos. Alteração química e física das rochas. Relevo cárstico e dômico. Florianópolis : Ed. UFSC, 1994. 425 p.
17. ____; MAZUCHOWSKI J. Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 3., Maringá, PR. 1985. **Livro-Guia**. Curitiba : ABGE/ADEA, 1985. 332 p. ilustr.
18. ____; MOUSINHO, M. R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. *Boletim Paranaense de Geografia*. Curitiba, n. 16-17, p. 153-197, 1965.
19. ____; MOUSINHO, M. R. M; SILVA, J. X. da. Pediplanos, pedimentos e depósitos correlativos no Brasil. *Boletim Paranaense de Geografia*. Curitiba, n. 16-17, p. 117-151, 1965.
20. ____ et al. **Recursos naturais**. Ouro Fino. Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba : Secretaria de Estado do Planejamento, 1979. 30 p.
21. BIGG-WITHER T. P. **Novo caminho no Brasil meridional** : a província do Paraná, três anos de vida em suas florestas e campos 1872-1875. Rio de Janeiro : J.Olympio, 1974. 420 p. ilustr.
22. BOULET, R. et al. Géochimie des Paysages : Le rôle des couvertures pédologiques. In: Coll. "Sédimentologie et Géochimie de la Surface" à la mémoire de Georges MILLOT. p. 55-76, 1993.
23. BRAGA, R. Contribuição ao estudo fitogeográfico do Estado do Paraná : Serra dos Dourados. *Boletim Paranaense de Geografia*. Curitiba, n. 6-7, p. 29-41, maio, 1962.
24. BRANCO, S. M. **Ecossistêmica**: Uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. São Paulo : Edgard Blücher, 1989.
25. BRASIL. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do noroeste do Estado do Paraná**. 1971. 1 mapa : color; 68 x 95 cm. Escala 1:300 000.
26. _____. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado Do Rio Grande do Sul**. Recife. 1973. (Boletim Técnico, 30).
27. _____. Departamento de Produção Mineral. **Carta Geológica do Brasil ao milionésimo**. Folha SF.22 Paranapanema. Rio de Janeiro, 1974. 1 mapa : color, 60 x 80 cm. Escala 1:1 000 000.

28. _____. Diretoria do Serviço Geográfico. **Folha SF.22-Y-C-III de Paraíso do Norte**. Região Sul do Brasil, 1972. 1 mapa : preto e branco, 60 x 80 cm. Escala 1:100 000.
29. _____. **Folha SF.22-Y-C-VI de Cianorte**. Região Sul do Brasil. 1972. 1 mapa : preto e branco, 60 x 80 cm. Escala 1:100 000.
30. _____. **Folha SF.22-Y-C-VI-2 de Cianorte, Pr.** 1989. 1 mapa : preto e branco, 60 x 80 cm. Escala 1:50 000.
31. _____. **Folha SF.22-Y-C-III-3 de Rondon, Pr.** 1989. 1 mapa : preto e branco, 60 x 80 cm. Escala 1:50 000.
32. _____. **Folha SF.22-Y-C-III-4 de Paraíso do Norte, Pr.** 1989. 1 mapa : preto e branco, 60 x 80 cm. Escala 1:50 000.
33. _____. **Folha SF.22-Y-C-VI-1 de Tapejara, Pr.** 1989. 1 mapa : preto e branco, 60 x 80 cm. Escala 1:50 000.
34. _____. Lei n. 8629, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. **LEG. FEDERAL**. Brasília, p. 137-143, 1993.
35. BRONDANI, L. F.; BUBLITZ, U.; MELLA, S. C. **REIPAR**. Recuperação intensiva das pastagens do arenito Caiuá. Manual Técnico. Curitiba. 1991. 32p.
36. BUNTING, B. T. **The Geography of soil**. London : Hutchinson University Library, 1973.
37. BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; McCRAKEN, R. J. **Soil genesis and classification**. Ames, Iowa University Press, 1973.
38. CABRAL, I. de L.; MACIEL FILHO, C. L. Medidas de erosão e deposição em solos arenosos. **Geografia**, Rio Claro, v. 16, n. 2, p. 95-116, outubro, 1991.
39. CARDOSO A.; POTTER, R. O.; DEDECEK, R. A. Estudo comparativo da degradação dos solos pelo uso agrícola no noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 27. n. 2, p. 349-353, fevereiro 1992.
40. CARDOSO, J. A.; WESTPHALEN, C. M. **Atlas Histórico do Paraná**. 2.ed. Curitiba : Chain, 1986.
41. CHRISTOFOLETTI, A. As tendências atuais da Geomorfologia no Brasil. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 17, n. 33, p. 33-91, 1977.
42. _____. **Análise de sistemas em Geografia**, introdução. São Paulo. HUCITEC, 1979.
43. _____. **Sistemas em Geografia Física**. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro, v. 16-17, n. 31-34, p. 119-128, 1986-1987.

44. _____. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. S. T.; CUNHA S. B. da. **Geomorfologia. Uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, p. 415-437, 1994.
45. _____. A geografia física no estudo das mudanças ambientais. In: CHRISTOFOLETTI A. et al. **Geografia e meio ambiente no Brasil.** São Paulo : Hucitec, 1995. p. 334-345.
46. COPEL. **Levantamento aerofotogramétrico da região noroeste do Estado do Paraná.** Curitiba : 1994a. Escala 1:50 000.
47. _____. **Evapotranspiração em estações meteorológicas representativas do Estado do Paraná.** Curitiba : Departamento de Hidrologia e Estudos Energéticos. Divisão de Hidrologia. 1994b. (Relatório 13/94).
48. COMPANHIA MELHORAMENTOS NORTE DO PARANÁ. **Dados Meteorológicos da região noroeste do Estado do Paraná.** Cianorte, 1995.
49. CONTI, J. B. A desertificação como tema de estudo da Geografia Física. **Boletim Paulista de Geografia.** São Paulo, n. 63, p. 13-21. 1986.
50. DGTC-Pr. **Levantamento aerofotogramétrico do Estado do Paraná.** Curitiba : Cruzeiro do Sul, 1952. Escala 1:25 000.
51. DEHIRA, L. K. et al. Sedimentos cenozóicos na região de Paranavaí, Cianorte, Pr. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, (1981 : São Paulo). **Anais.** São Paulo : SBG, 1982. v. 2 . p. 14-24.
52. DEL'ARCO, D. M. Suscetibilidade à erosão da macrorregião da Bacia do Paraná-MS. Campo Grande : FADECT, 1992. 277 p.
53. DNAEE. Bacias dos rios Ivaí, Piquiri e Paraná. **Boletim fluviométrico.** Brasília. n. 6 03, 1985.
54. _____. **Isoietas médias anuais do Brasil.** Série histórica 1931-1988. Brasília : Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica., 1995.
55. DPE-IGUSP. **LABSE2.COM.** São Paulo : Universidade de São Paulo, 1991.
56. DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente.** São Paulo. DIFEL, 1986.
57. EMATER. **Dados estatísticos de produção agrícola do município de Rondon-Paraná, período 1994/1995 e dados gerais sobre o Estado do Paraná.** Rondon : Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensã o Rural. 1995. (inédito).
58. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná.** Curitiba, 1984, 2 v. (Boletim Técnico, 57).

59. ERHART, H. **La Genèse des Sols en tant que Phénomène Géologique** : Esquisse d'une théorie géologique et géochimique Biostasie et Rhexistasiè. Paris : Masson. 1956.
60. FASOLO, P. J. et al. **Erosão : inventário de áreas críticas no noroeste do Paraná**. Londrina : Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. 1988. (Boletim Técnico 23).
61. FERNANDES, L. A. **A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP) : os Grupos Bauru e Caiuá**. São Paulo, 1992. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar). Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo.
62. FERREIRA, F. J. F. **Integração de dados aeromagnéticos e geológicos: configuração e evolução tectônica do Arco de Ponta Grossa**. São Paulo, 1982. Dissertação (Mestrado em Geologia Geral e de Aplicação). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
63. _____; FORLIN, M.; DONATTI, L. M.; ROSTIROLLA, S. P.; SOARES, P. C. Assinatura magnética de estruturas dômicas da região de Fartura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, v. 2 (1996 : Salvador). **Anais**. Salvador : SBG. p. 341-343.
64. FÚLFARO, V. J.; GAMA JR., E. G.; SOARES, P. C. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. São Paulo : 1980. 155 p. (Relatório BP008/80, PAULIPETRO. Consórcio CESP/IPT).
65. GEOSOFT. **Geosoft 2-D Mapping System (MAPLOT)**, version 4.1. Toronto, Canadá. 1994.
66. GERRARD, J. **Soil Geomorphology: an integration of pedology and geomorphology**. London : Chapman & Hall, 1992. 269 p.
67. GIMENEZ FILHO, A. et al. **Mapeamento Geológico do Bloco SF. 22 T (ACS-73)**. São Paulo : 1981. v. 1, p. 28-56 (Relatório 14.841).
68. GREGORY, K. J. **A natureza da geografia física**. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, 1992.
69. GUIDICINI, G., NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo : Edgard Blücher, 1976.
70. GUIMARÃES, D. **Fundamentos da petrologia e as rochas ígneas do Brasil**. Rio de Janeiro, Divisão de Fomento da Produção Mineral. 1960. (Boletim, 107).
71. HARDY, F. **Suelos Tropicales : pedologia tropical con énfasis en America**. México : Herrero Hermanos, Sucesores, 1970.
72. HUBCHMAN, J. **Sols et paysages: quelques problèmes déologie du sol**. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. Toulouse, France, v. 43, n. 2, p. 147-156, 1972.

73. HUGGET, R. J. **Earth surface systems**. Berlin : Springer-Verlag, 1985. 269 p.
74. IAP. **Dados climáticos da região noroeste do Paraná**. Curitiba : Instituto Ambiental do Paraná. 1994.
75. IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina : IAPAR, 1994. v. 18.
76. IBGE. **Geografia do Brasil**. Região Sul. Rio de Janeiro : Diretoria de Geociências, 1990. 420 p.
77. _____. **Mapa de unidades de relevo do Brasil**. Rio de Janeiro : Diretoria de Geociências, 1993. 1 mapa, color. 1,25 x 1,00 m. Escala 1:5 000 000.
78. INCRA - PR. **Relatório de dados sobre propriedades rurais no município de Rondon**. Curitiba, 1994. (inédito).
79. ITC-PR. **Levantamento aerofotogramétrico do Estado do Paraná**. Curitiba : ESTEIO, 1980. Escala 1:25 000.
80. JENNY, H. **Factors of Soil Formation : A system of quantitative pedology**. New York : McGraw-Hill Book Company, 1941.
81. JUNGRIUS, P. D. **Soils and Geomorphology**. **Catena Supplement 6**, Braunschweig, 1985.
82. JUSTUS, J. D. O.; BRASIL, A. E.; HERMANN, M. L. de P. **Relatório geomorfológico da Folha SF.22 Paranapanema**. Florianópolis : Projeto RADAMBRASIL, 1985. (inédito).
83. KRAUSKOPF, K. B. **Introdução à geoquímica I**. São Paulo : Polígono, 1972.
84. KUKAL, I. The rate of geological processes. **Earth Science Reviews**. Praga, Checoslovaquia. v. 28, n. 1-3, 1990.
85. KUMPERA, V. **Interpretação sistêmica do planejamento**. São Paulo : Nobel, 1979. 229 p.
86. LACOSTE, A.; SALANON, R. **Biogeografia**. Barcelona : Oiko-tau, 1973.
87. LANDIM, P. M. B.; SOARES, P. C. Estratigrafia da Formação Caiuá. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Ouro Preto. **Anais... Ouro Preto** : SBG. 1976. v. 2, p. 277-206.
88. LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo : Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

89. LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil : proposta de classificação.** Curitiba, 1994. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.
90. LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos . **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 2. ed. Campinas : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1984. 45 p.
91. LEPSCH, I. F. Sedimentos neo-cenozóicos e depósitos superficiais em Echaporã, SP. **Boletim Paulista de Geografia.** São Paulo. n. 53, p. 5-34, 1977.
92. LISBOA, A. A. **Características das águas subterrâneas na região noroeste do Paraná.** Curitiba : Secretaria Estadual de meio Ambiente. 1994. (inédito).
93. LORANDI, R. **Mineralogia e granulometria das Areias Quartzosas da Bacia do Ribeirão do Lobo : Brotas, Itirapina, SP.** Piracicaba, 1982. Dissertação (mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade de São Paulo.
94. LUIZ, J. G.; COSTA E SILVA, L. M. **Geofísica de Prospecção.** Belém : Universidade Federal do Pará, 1995. v. 1. 311 p.
95. MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos Estados deo Paraná e Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia .** Curitiba, n. 2, p. 67-154, 1947.
96. _____. Mapa fitogeográfico do Estado do Paraná. Curitiba. **Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas e Instituto Nacional do Pinho.** Escala 1:750 000, 1950.
97. _____. O aspecto fitogeográfico atual do Paraná e considerações sobre o problema do reflorestamento. **Arquivos de Biologia e Tecnologia.** Curitiba, n. 8, p. 425-436, 1953.
98. _____. **Geografia Física do Estado do Paraná.** Curitiba : Universidade Federal do Paraná, 1968. 350 p.
99. MARQUES, J. D.; MAGALHÃES, F. S.; SERRA JR., E. Análise das feições estruturais do maciço rochoso nas fundações da barragem de Porto Primavera. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5 (1987 : São Paulo). **Anais.** São Paulo : ABGE, 1987. p. 197-208.
100. MASON, B. H. **Princípios de geoquímica.** São Paulo : Polígono. Ed. da USP, 1971.
101. MÜLLER, I. I. **Métodos de avaliação da evaporação e evapotranspiração - análise comparativa para o Estado do Paraná.** Curitiba, 1995. Dissertação (mestrado em Engenharia Hidráulica). Universidade Federal do Paraná.
102. MUNSELL COLOR COMPANY INC. **Munsell soil color charts.** Baltimore, Mar., 1946. 22 p.

103. MURATORI, A. M. **Erosão no noroeste do Paraná: uma proposta metodológica de estudo sistemático através do uso de fotografias aéreas.** Curitiba, 1984. Dissertação (mestrado em Ciências Geodésicas). Universidade Federal do Paraná.
104. ____; MURATORI, A.; SALAMUNI, R. Preliminary accounts about the geological implications of the "Sand-Quartz" (AQ Type). In: TROPICAL'S 85. FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOMECHANICS IN TROPICAL LATERITIC AND SAPROLITIC SOILS (1985 : Brasília). **Proceedings.** Brasília : ABMS. Brasília, 1985. p. 157-163.
105. ____; MURATORI, A. Contribuição ao conhecimento dos fenômenos intervenientes no processo de erosão acelerada no noroeste do Paraná; propostas metodológicas de trabalho. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROÇÃO, 3., ATAS... Maringá, ABGE, 1985. p. 213-216.
106. MUZILLI, O. Conservação do solo em sistemas de produção nas microbacias hidrográficas do Arenito Caiuá do Paraná. Londrina. IAPAR, 1990, 55 p. (Boletim Técnico, 33).
107. NIMER E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro : IBGE, 1979. 422 p. il. . - (Recursos naturais e meio ambiente ; n. 4)
108. ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia.** 4. ed. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 1988. 927 p.
109. OEA. ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. **Bacia do Rio da Prata.** Estudo para sua planificação e desenvolvimento. Estudo para controle da erosão. Rio de Janeiro : OEA, 1973. v. 1, 217 p.
110. OLIVEIRA, A. M. dos S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios.** Exemplo do reservatório de Capivara, rio Paranapanema, SP/Pr. São Paulo : 1994. Tese (doutoramento em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humana. Departamento de Geografia, USP.
111. OLIVEIRA, J. B. de et al. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo : Quadrícula de Araras. II memorial descritivo.** Campinas : Instituto Agrônomo, 1982. 180 p. (Boletim Técnico, 72).
112. ____; PRADO, H. do. **Levantamento Pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de São Carlos. II memorial descritivo.** Campinas : Instituto Agrônomo, dezembro, 1984. 188 p. (Boletim Técnico, 98).
113. PAULIPETRO. CONSÓRCIO CESP/IPT. Poço Altonia. n. 1 2-AN-1Pr. São Paulo : IPT, 1981a.
114. _____. **Mapa geológico Bloco 73. Quadrículas Cianorte.** São Paulo : IPT, 1981b. 1 mapa : preto e branco, 80 x 80 cm. Escala 1:100 000.

115. ____-LASA. **Projeto Aerogeofísico Rio Ivaí.** São Paulo : PAULIPETRO. 1982. (inédito).
116. PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia.** 2. ed. Rio de Janeiro : IBGE, 1978. 180 p.
117. PETIT, M. **Géographie physique tropicale.** Approche aux études du milieu. Morphogénèse-paysages. Paris. Éditions KARTHALA et ACCT, 1990. 351 p.
118. PINTO, M. N. **Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectiva.** Brasília : Editora Universidade de Brasília, 1990. 657 p.
119. PISCIOTTANO, G.; CAZES, A. D. A.; MECHOSO, C. R. El Niño - Southern oscillation impact on rainfall in Uruguai. American Meteorological Society. California. **Journal of Climate.** v. 7, p. 1236-1302.
120. POPP, J. H.; BIGARELLA, J. J. Formações cenozóicas do noroeste do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O QUATERNÁRIO. (1975 : Curitiba-Porto Alegre). **Anais da Academia Brasileira de Ciências,** 1975. v. 47, p. 465-472.
121. PRADO, H. do. **Manual de classificação de solos do Brasil.** Jaboticabal : FUNEP, 1993. 218p.
122. PRANDINI, F. L. Carta geotécnica dos morros de Santos e São Vicente: condicionantes do meio físico para o planejamento da ocupação urbana. São Paulo : IPT, 1980. 31 p.
123. _____. Tipos especiais de ravinas no mundo tropical. Boçorocas : diagnose, fundamentos da solução. São Paulo : IPT. 1984. (inédito).
124. PROJETO NOROESTE DO PARANÁ. **Levantamento de solos da bacia do ribeirão do Rato.** Curitiba : SUDESUL, 1973. 1 mapa, preto e branco. 80 x 75 cm. 1:20 000.
125. _____. **Carta topográfica da bacia do ribeirão do Rato.** Curitiba : SUDESUL, 1973. 1 mapa, preto e branco, 80 x 70 cm. 1:20 000.
126. _____. **Projeto piloto para controle de erosão - bacia do ribeirão do Rato.** Cidade de Rondon, Paraná. Curitiba : SUDESUL, 1974. v. 1 e 6. 57 p.
127. PROJETO RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos naturais: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Folha SD 21 Cuiabá. Rio de Janeiro : Departamento Nacional de Produção Mineral. v. 26, 1982.
128. _____. Folha SD 23 Brasília. Rio de Janeiro : Departamento Nacional de Produção Mineral. v. 29, 1982.
129. _____. Folhas SC 24/25 Aracaju/Recife. Rio de Janeiro : Departamento Nacional de Produção Mineral. v. 30, 1983.

130. _____. Folha SE 22 Goiania. Rio de Janeiro : Departamento Nacional de Produção Mineral. v. 31, 1983.
131. _____. Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro : Departamento Nacional de Produção Mineral. v. 32, 1983.
132. REBOUÇAS, A. C., FRAGA, C. G. Hidrogeologia das rochas vulcânicas do Brasil. *Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas*. São Paulo, Agosto 1988. p. 29-55.
133. RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo : interações e aplicações**. Brasília : POTAFOS, 1988. 81 p.
134. RIGOTI, A. A Geofísica aplicada à prospecção mineral. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, 4. (1955 : Rio de Janeiro). **Curso Pré-congresso**. São Paulo : IPT, 1995. 34 p.
135. RIZZI, N. E. **Influência da floresta no regime hídrico**. Pernambuco : Curso de Engenharia Florestal, Departamento de Agronomia, UFP, 1982.
136. ROCHA, H.O. **Die Böden und Geomorphologischen Einheiten der Region von Curitiba (Paraná-Brasilien)**. Freiburg, 1981. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg im Breisgau.
137. ____; SCOPEL, I. **Levantamento de solos e aptidão agrícola das Terras da Gleba Marau-Ivinhema/MS**. Curitiba, 1987. 70p. (inédito).
138. RODRIGUES, J. E; VILAR, O. M.; GANDOLFI, N. Parâmetros físicos de boçorocas em sedimentos modernos (cenozóicos) da região de São Carlos - SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SOLOS TROPICAIS EM ENGENHARIA. (1981: Rio de Janeiro). **Anais...** Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ - CNPq - ABMS. p. 199-207, 1981.
139. ROMAN, E. S. **Caracterização e interpretação para uso e manejo dos principais solos da Rondônia**. Lavras, MG. 1987. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura de Lavras. UFMG.
140. ROSA FILHO, E. F. **Compartimentação hidrogeológica básica do Estado do Paraná**. Curitiba : Universidade Federal do Paraná. 1996. (Inédito).
141. ____; SALAMUNI, R.; BITTENCOURT, A. V. L. Contribuição ao estudo das águas subterrâneas nos basaltos no Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba, n. 37, p. 22-52, 1987.
142. RUELLAN, A. Les sols dans le paysage. **Cah. ORSTOM**, Sér. Pédol., v. 21, n. 2-3, p. 133-217, 1984/85.
143. _____. **Degradação dos Solos**. Curitiba : **Curso de Pós-Graduação em Meio Ambiente**. Universidade Federal do Paraná, 1994.

144. ____; DOSSO, M.; FRITSCH, E. L'analyse structurale de la couverture pédologique. *Science du Sol*. France : v. 27, n. 4, p. 319-334, 1989.
145. RUHE, R. V. **Geomorphology**. Geomorphic Processes and Surficial Geology. Boston, Houghton Mifflin, 1975. 246 p.
146. SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais (Tensões Intra-Placa, Descontinuidades Crustais e Morfogênese)**. Minas Gerais, 1991. Tese (Professor Titular) Departamento de Geografia. Instituto de Geociências. UFMG.
147. SALOMÃO, F. X. de T. **Interpretação geopedológica aplicada a estudos de Geologia de Engenharia**. São Paulo : Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1985.
148. SANEPAR. **Dados de perfuração de poços para água subterrânea no município de Rondon**. Curitiba, 1994.
149. SANTOS, A. R. dos; PRANDINI, F. L.; OLIVEIRA, A. M. **Limites ambientais do desenvolvimento : Geociências aplicadas, uma abordagem tecnológica da biosfera**. São Paulo : Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1990.
150. SCATOLINI, F. M. **Influência da posição topográfica, do material de origem e do lençol freático suspenso em uma catena de solos em Mococa (SP)**. Piracicaba, SP., 1991. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP.
151. SILVA, F. V. **Processamento de dados geológicos : GEOSOFT**. Curitiba : Departamento de Geologia. UFPR. 1996. (Inédito).
152. SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Cenozoic deposits in South Central Brazil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O QUATERNÁRIO (1975 : Curitiba-Porto Alegre). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 1975. v. 47, p. 343-351.
153. ____; BARRETO, M. L. K.; REDAELLI, R. Aplicação da análise morfoestrutural em semi-detalle com fotos aéreas na Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. (1981 : Curitiba). *Atas...* Curitiba : Sociedade Brasileira de Geologia, 1981. v. 1, p. 217-225.
154. ____ et al. Análise morfoestrutural regional com imagens de radar e Landsat na Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. (1981 : Curitiba). *Atas...* Curitiba : Sociedade Brasileira de Geologia, 1981. v. 1, p. 201-216.
155. SOUZA FILHO, E. E. de. Evolução da planície do rio Paraná (PR-MS) Trocas de padrão e influência tectônica. In: SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 5. (1993 : Curitiba). *Anais...* Curitiba : Sociedade Brasileira de Geologia, 1993. p. 35-36.
156. SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo : Edgard Blücher, 1973. 317 p.

157. THORNBURY, W. D. **Princípios de Geomorfologia**. 2.ed. Buenos Aires : Editorial Kapelusz. 1966.
158. TRICART, J. As relações entre a morfogênese e a pedogênese. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 8, n. 15, p. 5-18, 1968.
159. _____. Variações do ambiente ecológico. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 246, p. 5-16, jul/set. 1975.
160. _____. L'étude des formations superficielles selon une approche écologique. (Formações superficiais e geomorfologia). In: Estudo e cartografia de formações superficiais e suas aplicações em regiões tropicais. (1978 : São Paulo). **Anais do COLÓQUIO INTERDISCIPLINAR FRANCO-BRASILEIRO**. São Paulo : USP, 1983 p. 139-150.
161. TROPMAIR, H. Geomorfologia e ecologia. Rio Claro. **Boletim de Geografia Teorética**, v. 20, n. 39, p. 33-44, 1990.
162. VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro : IBGE. 1991. 123 p.
163. VETTORI, L.; PIERANTONI, H. **Análise granulométrica**. Novo método para determinar a fração argila. Rio de Janeiro : Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1968.
164. _____. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro : Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).
165. VILAR, O. M.; RODRIGUES, J. E.; NOGUEIRA, J. B. Solos colapsíveis: um problema para a engenharia de solos tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SOLOS TROPICAIS EM ENGENHARIA. (1981 : Rio de Janeiro). **Anais...** Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ - CNPq -ABMS. p. 209-224.
166. WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology**, n. 30, p. 377-392, 1922.
167. WOLMANN, M.G.; MILLER, J. P. Magnitude and frequency on forces in geomorphic process. **Journal Geology**. n. 68, p. 54-74, 1960.