

**JÚLIO CAETANO TOMAZONI**

**MORFODINÂMICA E TRANSPORTE FLUVIAL NO SUDOESTE DO  
ESTADO DO PARANÁ POR MÉTODO DE LEVANTAMENTO DE  
MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS ATRAVÉS DE GEOPROCESSAMENTO**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor. Curso de Pós Graduação em Geologia, com área de concentração em Geologia Ambiental, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani  
Co-Orientadores: Dr. André Virmond Lima Bittencourt e Dr. Ernani Francisco da Rosa Filho.

**CURITIBA 2003**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**JÚLIO CAETANO TOMAZONI**

### **MORFODINÂMICA E TRANSPORTE FLUVIAL NO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ POR MÉTODO DE LEVANTAMENTO DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS ATRAVÉS DE GEOPROCESSAMENTO**

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Geologia, com área de concentração em Geologia Ambiental, da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

---

Prof. Dr. Uriel Duarte - USP

---

Prof. Dr. José Cândido Stevaux - UEM

---

Prof. Dr. Antonio Carlos Gondim de Andrade e Silva - UFPR

---

Prof. Dr. Everton Passos - UFPR

---

Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani - UFPR  
Presidente

Curitiba, 19 de dezembro de 2003

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a Deus por permitir-me a sua realização, a meus filhos Eduardo Caetano e Nicole e a meus pais Candido e Teresinha pelo apoio, ao Prof. Dr. André Virmond Lima Bittencourt pela compreensão e ajuda no Mestrado e Doutorado.

## **AGRADECIMENTOS**

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

Às colegas MSc. Loraci H. Tonus e Dra. Elenice Fritzsons pelas correções e a MSc. Elisete Guimarães pelo apoio e sugestões; ao INPE e aos seus professores Dr. Julio Dalge e Dra. Lúbia Vinhas, pelos cursos e imagens de satélite cedidas; à SANEPAR e aos seus funcionários Valdir Dalsente, Celso Cosma, Luiz Amélio Maranski, Nésio e José, pelo apoio e monitoramento das estações fluvio-sedimentométrica e coleta das amostras; ao aluno Ederson Luiz Zabott, pelo auxílio nas análises de material particulado; ao Engenheiro Renato Mayer Bueno, pelo apoio obtido junto a SANEPAR.

Meu especial agradecimento aos professores Dr. Luiz Eduardo Mantovani e Dr. André Virmond Lima Bittencourt, pelo acompanhamento e revisão do estudo.

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>LISTA DE FOTOS</b> .....	<b>xxi</b>
<b>LISTA DE FOTOS</b> .....	<b>xxi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDOS</b> ..	<b>7</b>
2.1. LOCALIZAÇÃO E ÁREA .....	7
2.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
2.2.1. Materiais .....	7
2.2.2. Metodologia usada para caracterização geral das áreas objeto de estudos .....	11
2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	21
2.3.1. Geologia .....	21
2.3.2. O Solo .....	22
2.3.3. Clima .....	39
2.3.4. Relevo.....	45
2.3.5. Vegetação .....	52
2.3.5.1. Floresta Estacional Semidecidual .....	52
2.3.5.2. Floresta Ombrófila Mista .....	53
2.3.5.3. Estepes (Campos Gerais Planálticos).....	54
2.3.5.4. Situação das bacias em relação à vegetação primitiva .....	54
2.3.6. Formas de classificação do remanescente das florestas primitivas do Sudoeste do Estado do Paraná.....	56
2.3.6.1. Uso da terra nas quatro bacias hidrográficas.....	57

2.3.7. Hidrografia.....	68
2.3.8. Estrutura fundiária e atividades agrícolas .....	70
<b>3. FLUXOS HÍDRICOS E MATERIAL TRANSPORTADO .....</b>	<b>74</b>
3.1. METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO FLUXOS HÍDRICOS E MATERIAL TRANSPORTADO .....	74
3.1.1. Determinação de sítio de amostragem .....	74
3.1.2. Material particulado em suspensão .....	75
3.1.3. Material dissolvido hidrotransportado .....	76
3.2. A FLÚVIO-SEDIMENTOMETRIA .....	77
3.2.1. Estações flúvio-sedimentométricas.....	78
3.2.1.1. Secção de medição .....	79
3.2.1.2. Escala fluviométrica e sua instalação .....	79
3.2.1.3. Medição de descarga.....	79
3.3. FLUVIOMETRIA E MATERIAL TRANSPORTADO .....	81
3.3.1. Sítios de amostragem .....	81
3.3.2. Pluviometria, fluxos hídricos e material particulado hidrotransportado .....	86
3.3.2.1. Dados pluviométricos.....	86
3.3.2.2. Fluxos hídricos e material particulado hidrotransportado .....	94
3.3.2.3. Sólidos dissolvidos hidrotransportados.....	107
<b>4. FATOR DE CONVERSÃO DE TURBIDEZ EM CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO.....</b>	<b>109</b>
4.1. METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO DE TURBIDEZ EM CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO.....	109
4.1.1. Dados originários de amostras coletadas em estações flúvio-sedimentométricas .....	109
4.1.2. Dados originários de amostras com adição de material particulado .....	110

4.1.3. Dados originários de resgate histórico de análises de material particulado efetuadas pela SANEPAR de 1984 até 2000.....	111
4.1.4. Tratamento matemático-estatístico .....	111
4.1.5. Equações para calcular linhas de tendência .....	112
4.2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA TURBIDIMETRIA .....	112
4.3. DADOS DA PESQUISA DE CAMPO .....	117
<b>5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DAS ÁGUAS .....</b>	<b>121</b>
5.1. METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAR AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DAS ÁGUAS .....	121
5.2. IQA - ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	122
5.3. INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS.....	123
5.3.1. Determinação do IQA - Índice de Qualidade da Água .....	124
5.3.2. Interpretação das análises físico-químicas .....	128
5.3.3. Análises espectrofotométricas .....	131
5.3.4. Análises cromatográficas .....	131
5.3.5. Análises bacteriológicas .....	131
<b>6. EROÇÃO SUPERFICIAL .....</b>	<b>141</b>
6.1. METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAR A EROÇÃO SUPERFICIAL .....	141
6.2. O PROCESSO EROSIVO.....	148
6.2.1. Erosão laminar .....	149
6.2.2. Aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo - U.S.L.E, na quantificação da erosão laminar .....	150
6.2.2.1. Fator erosividade das chuvas - R.....	150
6.2.2.2. Fator erodibilidade do solo - K.....	152

6.2.2.3. Fator comprimento de rampa e grau de declive - LS.....	161
6.2.2.4. Fator uso – manejo - C e Fator práticas conservacionistas - P.....	166
6.2.2.5. Perdas de solo .....	172
6.2.2.6. Considerações sobre os resultados dos fatores da USLE.....	177
<b>7. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DO SOLO.....</b>	<b>186</b>
7.1. METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DO SOLO .....	186
7.2. CONTROLE DO PROCESSO EROSIVO LAMINAR .....	190
7.2.1. Determinação da tolerância de perda de solos .....	191
7.2.2. Determinação da capacidade de uso do solo.....	193
7.2.3. Enquadramento das classes nas bacias.....	196
<b>8. CONCLUSÕES .....</b>	<b>214</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>222</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>227</b>
<b>ANEXO 01 - PROGRAMAS .....</b>	<b>228</b>
<b>ANEXO 02 - DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS.....</b>	<b>243</b>
<b>ANEXO 03 - MATERIAL DISSOLVIDO HIDROTRANSPORTADO .....</b>	<b>250</b>
<b>ANEXO 04 - FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F).....</b>	<b>252</b>
<b>ANEXO 05 - ANÁLISES FÍSICO/QUÍMICA .....</b>	<b>264</b>
<b>ANEXO 06 - ANÁLISES ESPECTROFOTOMÉTRICAS .....</b>	<b>268</b>
<b>ANEXO 07 - ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS .....</b>	<b>270</b>
<b>ANEXO 08 - ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS .....</b>	<b>274</b>
<b>ANEXO 09 - PERÍODO HISTÓRICO DE RESGATE DAS ANÁLISES .....</b>	<b>279</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DIMENSÃO DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU	7
TABELA 2 - IDENTIFICAÇÃO DAS CARTAS E FOTOS AÉREAS QUE COBREM AS BACIAS.....	10
TABELA 3 - PROCEDIMENTO ADOTADO PARA CONVERSÃO DAS ASSOCIAÇÕES PEDOLÓGICAS EM TIPOS ESPECÍFICOS DE SOLO.....	14
TABELA 4 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DA BACIA DO RIO ANTA GORDA.....	25
TABELA 5 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DA BACIA DO RIO BRINCO .....	28
TABELA 6 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DA BACIA DO RIO COXILHA RICA .....	32
TABELA 7 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DA BACIA DO RIO JIRAU.....	34
TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS NAS BACIAS DOS RIO ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU .....	37
TABELA 9 - DADOS DAS ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS EXISTENTES NO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ.....	41
TABELA 10 - DADOS CLIMÁTICOS DAS ESTAÇÕES DE PATO BRANCO, CLEVELÂNDIA, FRANCISCO BELTRÃO, PLANALTO E PALMAS, LOCALIZADAS NO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ .....	44
TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO DA DECLIVIDADE NAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU .....	46
TABELA 12 – USO DA TERRA EM 22 DE JUNHO DE 2000, NA BACIA DO RIO ANTA GORDA .....	58
TABELA 13 – USO DA TERRA EM 22 DE JUNHO DE 2000, NA BACIA DO RIO BRINCO .....	60
TABELA 14 – USO DA TERRA EM 22 DE JUNHO DE 2000, NA BACIA DO RIO COXILHA RICA .....	63
TABELA 15 – USO DA TERRA EM 22 DE JUNHO DE 2000, NA BACIA DO RIO JIRAU.....	66
TABELA 16 – CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU.....	69
TABELA 17 – OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO ANTA GORDA NO PERÍODO (mm) .....	90

TABELA 18 – OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO COXILHA RICA NO PERÍODO (mm) .....	91
TABELA 19 – OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO BRINCO NO PERÍODO (mm)....	92
TABELA 20 – OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO JIRAU NO PERÍODO (mm) .....	93
TABELA 21 – RESUMO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DAS QUATRO ESTAÇÕES QUE ABRANGEM AS BACIAS, NOS ANOS 2000 E 2001 .....	94
TABELA 22 – SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS QUATRO BACIAS .....	104
TABELA 23 – RESUMO DO MATERIAL DISSOLVIDO E MATERIAL PARTICULADO HIDROTRANSPORTADO NAS QUATRO BACIAS.....	108
TABELA 24 – RESUMO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F).....	118
TABELA 25 - VALOR DE QI (QUALIDADE DO I-ÉSIMO PARÂMETRO) UTILIZADOS NO CÁLCULO DO IQA.....	126
TABELA 26 - DETERMINAÇÃO DO PESO WI UTILIZADO NO CÁLCULO DO IQA .....	126
TABELA 27 - QUALIFICAÇÃO DA ÁGUA <i>IN NATURA</i> EM FUNÇÃO DO IQA.....	128
TABELA 28 - IQA- ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA MÉDIO DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO E JIRAU, NO PERÍODO DE 1984, E DO RIO COXILHA RICA, CORRESPONDENDO A 2001 .....	128
TABELA 29 - PRECIPITAÇÃO E EROSIVIDADE DAS CHUVAS DAS QUATRO BACIAS (FATOR R) .	152
TABELA 30 - PARÂMETROS FÍSICOS E FATOR K DOS SOLOS .....	154
TABELA 31 - COMPARAÇÃO ENTRE O FATOR K OBTIDO POR CÁLCULOS E PELO ÁBACO .....	156
TABELA 32 - ERODIBILIDADE DOS SOLOS (FATOR K) DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU.....	156
TABELA 33 - COMPRIMENTO DE RAMP A E GRAU DO DECLIVE (FATOR LS) DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU .....	161
TABELA 34 - DETERMINAÇÃO DE CP.....	166
TABELA 35 - FATOR USO, MANEJO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS (FATOR CP) DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU .....	167

TABELA 36 - DISTRIBUIÇÃO DAS PERDAS DE SOLO POR EROSIÃO LAMINAR NAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU .....	172
TABELA 37 – SÍNTESE DOS FATORES DA USLE E DO MPT HIDROTRANSPORTADO .....	178
TABELA 38 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE SOLOS E PERDAS NATURAIS NA BACIA DO RIO ANTA GORDA .....	183
TABELA 39 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NATURAIS NA BACIA DO RIO BRINCO .....	183
TABELA 40 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE SOLOS E PERDAS NATURAIS NA BACIA DO RIO COXILHA RICA .....	184
TABELA 41 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NATURAIS NA BACIA DO RIO JIRAU .....	184
TABELA 42 - TOLERÂNCIA DE PERDAS DE SOLO EM TONELADAS POR HECTARE POR ANO E PARÂMETROS UTILIZADOS .....	192
TABELA 43 - CAPACIDADE DE USO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS .....	197
TABELA 44 - CLASSE DE CAPACIDADE DE USO, PRÁTICAS MECÂNICAS E FATOR LS .....	198
TABELA 45 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO E PRÁTICA CONSERVACIONISTA TOLERÁVEL – CPT PARA A BACIA DO RIO ANTA GORDA.....	199
TABELA 46 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO E PRÁTICA CONSERVACIONISTA TOLERÁVEL – CPT PARA A BACIA DO RIO BRINCO .....	200
TABELA 47 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO E PRÁTICA CONSERVACIONISTA TOLERÁVEL – CPT PARA A BACIA DO RIO COXILHA RICA.....	201
TABELA 48 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO E PRÁTICA CONSERVACIONISTA TOLERÁVEL – CPT PARA A BACIA DO RIO JIRAU .....	202
TABELA 49 - DEFINIÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO EM FUNÇÃO DO LS, K E CPT	203
TABELA 50 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DAS BACIAS DOS RIO ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU .....	205
TABELA 51 – SÍNTESE DOS FATORES DA USLE CALCULADOS E DO MPT HIDROTRANSPORTADO .....	205

TABELA 52 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NA BACIA DO RIO ANTA GORDA, APÓS IMPLANTAÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO .....	206
TABELA 53 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NA BACIA DO RIO BRINCO, APÓS IMPLANTAÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO .....	207
TABELA 54 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NA BACIA DO RIO COXILHA RICA, APÓS IMPLANTAÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO .....	207
TABELA 55 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NA BACIA DO RIO JIRAU, APÓS IMPLANTAÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO .....	207
TABELA 56 – RESUMO DA TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE USO E USO EM 2000, DAS QUATRO BACIAS .....	208
TABELA 57 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE USO E USO EM 2000, NA BACIA DO RIO ANTA GORDA .....	208
TABELA 58 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE USO E USO EM 2000, NA BACIA DO RIO BRINCO .....	209
TABELA 59 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE USO E USO EM 2000, NA BACIA DO COXILHA RICA .....	209
TABELA 60 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE USO E USO EM 2000, NA BACIA DO RIO JIRAU.....	209
TABELA 61 - DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DA ESTAÇÃO ANTA GORDA.....	243
TABELA 62 – DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DO RIO COXILHA RICA .....	246
TABELA 63 – DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DO RIO BRINCO.....	248
TABELA 64 – DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DO RIO JIRAU .....	249
TABELA 65 - MÉDIA DE MATERIAL DISSOLVIDO HIDROTRANSPORTADO NAS ÁGUAS DO RIO ANTA GORDA.....	250

TABELA 66 - MÉDIA DE MATERIAL DISSOLVIDO HIDROTRANSPORTADO NAS ÁGUAS DO RIO COXILHA RICA.....	250
TABELA 67 – MÉDIA DE MATERIAL DISSOLVIDO HIDROTRANSPORTADO NAS ÁGUAS DO RIO BRINCO.....	251
TABELA 68 – MÉDIA DE MATERIAL DISSOLVIDO HIDROTRANSPORTADO NAS ÁGUAS DO RIO JIRAU .....	251
TABELA 69 – DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO ANTA GORDA.....	252
TABELA 70 - RESUMO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO ANTA GORDA .....	253
TABELA 71 - DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO BRINCO.....	253
TABELA 72 - RESUMO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO BRINCO.....	254
TABELA 73 – DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO COXILHA RICA.....	254
TABELA 74 – RESUMO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO COXILHA RICA .....	255
TABELA 75 – DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO JIRAU .....	256
TABELA 76 – RESUMO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO JIRAU .....	257
TABELA 77 – DADOS TOTAIS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU.....	257
TABELA 78 - RESUMO DOS DADOS TOTAIS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU...	261

TABELA 79 - DADOS TOTAIS REMANESCENTES APÓS SANEAMENTOS, PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU .....	261
TABELA 80 - COMPORTAMENTO MÉDIO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIO ANTA GORDA.....	264
TABELA 81 - COMPORTAMENTO MÉDIO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIO BRINCO .....	265
TABELA 82 - COMPORTAMENTO MÉDIO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIO COXILHA RICA .....	266
TABELA 83 - COMPORTAMENTO MÉDIO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIO JIRAU.....	267
TABELA 84 - COMPORTAMENTO DE ELEMENTOS TRAÇOS DAS ÁGUAS DO RIO ANTA GORDA – ESPECTROFOTOMÉTRICAS (DADOS EM MG/L) .....	268
TABELA 85 - COMPORTAMENTO DE ELEMENTOS TRAÇOS DAS ÁGUAS DO RIO BRINCO – ESPECTROFOTOMÉTRICAS (DADOS EM MG/L) .....	268
TABELA 86 - COMPORTAMENTO DE ELEMENTOS TRAÇOS DAS ÁGUAS DO RIO COXILHA RICA – ESPECTROFOTOMÉTRICAS (DADOS EM MG/L) .....	269
TABELA 87 - COMPORTAMENTO DE ELEMENTOS TRAÇOS DAS ÁGUAS DO RIO JIRAU – ESPECTROFOTOMÉTRICAS (DADOS EM MG/L) .....	269
TABELA 88 - ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS DO RIO ANTA GORDA.....	270
TABELA 89 - ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS DO RIO BRINCO .....	271
TABELA 90 - ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS DO RIO COXILHA RICA.....	272
TABELA 91 – ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS DO RIO JIRAU .....	273
TABELA 92 - ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DO RIO ANTA GORDA .....	274
TABELA 93 - ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DO RIO BRINCO.....	276
TABELA 94 - ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DO RIO COXILHA RICA .....	277
TABELA 95 - ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DO RIO JIRAU .....	278

TABELA 96 - PERÍODO HISTÓRICO DE RESGATE DAS ANÁLISES E DIAS EM QUE FORAM REALIZADAS .....	279
---	-----

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ, NO ESTADO E NO BRASIL ..	8
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS, NO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ, ENFATIZANDO A SITUAÇÃO QUANTO A HIDROGRAFIA E LITOLOGIA .....	9
FIGURA 3 - FLUXOGRAMA DA ESTRUTURAÇÃO DOS BANCOS DE DADOS DAS BACIAS.....	12
FIGURA 4 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 1, DESENVOLVIDO PARA EFETUAR A CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS .....	14
FIGURA 5 – ÁBACO DEMONSTRANDO A CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS DAS BACIAS DOIS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU.....	37
FIGURA 6 – ISOTERMAS E CLIMAS DO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ, COM LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS .....	42
FIGURA 7 – ISOIETAS E CLIMAS DO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ, COM LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS .....	43
FIGURA 8 - MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO DAS ESTAÇÕES CLEVELÂNDIA, FRANCISCO BELTRÃO, PALMAS, PATO BRANCO E PLANALTO, LOCALIZADAS NO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ .....	45
FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVES NAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU.....	46
FIGURA 10 – DECLIVE EM % NA BACIA DO RIO ANTA GORDA .....	48
FIGURA 11 – DECLIVE EM % NA BACIA DO RIO BRINCO.....	49
FIGURA 12 – DECLIVE EM % NA BACIA DO RIO COXILHA RICA .....	50
FIGURA 13 – DECLIVE EM % NA BACIA DO RIO JIRAU .....	51
FIGURA 14 – FORMAÇÕES VEGETAIS PRIMITIVAS E RELEVO DO SUDOESTE DO ESTADDO DO PARANÁ, COM A LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS .....	55
FIGURA 15 – BLOCO DIAGRAMA DA ESTAÇÃO FLUVIOSEDIMENTOMÉTRICA ANTA GORDA.....	81
FIGURA 16 – BLOCO DIAGRAMA DA ESTAÇÃO FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICA BRINCO .....	83
FIGURA 17 – BLOCO DIAGRAMA DA ESTAÇÃO FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICA COXILHA RICA ..	84

FIGURA 18 – BLOCO DIAGRAMA DA ESTAÇÃO FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICA JIRAU.....	85
FIGURA 19 – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO ANTA GORDA NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2000 A DEZEMBRO DE 2001.....	86
FIGURA 20 – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO COXILHA RICA, NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2000 A DEZEMBRO DE 2001.....	87
FIGURA 21 – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO BRINCO, NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2000 A DEZEMBRO DE 2001 .....	88
FIGURA 22 – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO JIRAU, NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2000 A OUTUBRO DE 2001 .....	89
FIGURA 23 – RELAÇÃO CARGA MEDIDA X VAZÃO DO RIO ANTA GORDA, NO PERÍODO DE 26/11/00 A 29/11/01 .....	96
FIGURA 24 – RELAÇÃO CARGA NÃO MEDIDA X VAZÃO DO RIO ANTA GORDA, NO PERÍODO DE 26/11/00 A 29/11/01 .....	96
FIGURA 25 – RELAÇÃO CARGA MEDIDA X VAZÃO DO RIO COXILHA RICA, NO PERÍODO DE 24/11/00 A 29/11/01 .....	98
FIGURA 26 – RELAÇÃO CARGA NÃO MEDIDA X VAZÃO DO RIO COXILHA RICA, NO PERÍODO DE 24/11/00 A 29/11/01 .....	99
FIGURA 27 – RELAÇÃO CARGA MEDIDA X VAZÃO DO RIO BRINCO, NO PERÍODO DE 27/11/00 A 20/11/01 .....	101
FIGURA 28 – RELAÇÃO CARGA NÃO MEDIDA X VAZÃO DO RIO BRINCO, NO PERÍODO DE 27/11/00 A 20/11/01 .....	101
FIGURA 29 – RELAÇÃO CARGA MEDIDA X VAZÃO DO RIO JIRAU, NO PERÍODO DE 08/02/01 A 14/11/01 .....	103
FIGURA 30 – RELAÇÃO CARGA NÃO MEDIDA X VAZÃO DO RIO JIRAU, NO PERÍODO DE 08/02/01 A 14/11/01.....	104
FIGURA 31 – MATERIAL PARTICULADO SUSPENSO (MPT) E TURBIDEZ (NTU) NOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU (DADOS SEM SANEAMENTO).....	119

FIGURA 32 – MATERIAL PARTICULADO SUSPENSO (MPT) E TURBIDEZ (NTU) NOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU (DADOS SANEADOS).....	120
FIGURA 33 - PADRÕES DE DRENAGEM, LOCALIZAÇÃO DE FOTOS PANORÂMICAS E INCIDÊNCIA DE ÁREAS URBANIZADAS SOBRE A BACIA DE CAPTAÇÃO DO RIO ANTA GORDA.	137
FIGURA 34 - PADRÕES DE DRENAGEM, LOCALIZAÇÃO DE FOTOS PANORÂMICAS E INCIDÊNCIA DE ÁREAS URBANIZADAS SOBRE A BACIA DE CAPTAÇÃO DO RIO BRINCO .....	138
FIGURA 35 - PADRÕES DE DRENAGEM E LOCALIZAÇÃO DE FOTOS PANORÂMICAS NA BACIA DE CAPTAÇÃO DO RIO COXILHA RICA.....	139
FIGURA 36 - PADRÕES DE DRENAGEM, LOCALIZAÇÃO DE FOTOS PANORÂMICAS E INCIDÊNCIA DE ÁREAS URBANIZADAS SOBRE A BACIA DE CAPTAÇÃO DO RIO JIRAU .....	140
FIGURA 37 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 2, DESENVOLVIDO PARA CALCULAR O FATOR R.....	142
FIGURA 38 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 3, DESENVOLVIDO PARA ATRIBUIR OS VALORES DE K AOS SOLOS.....	143
FIGURA 39 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 4, DESENVOLVIDO PARA CALCULAR O FATOR LS .....	145
FIGURA 40 - FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 5, DESENVOLVIDO PARA ATRIBUIR O VALOR DE CP ÀS DIFERENTES FORMAS DE USO .....	147
FIGURA 41 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 6, DESENVOLVIDO PARA CALCULAR AS PERDAS DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR .....	148
FIGURA 42 - NOMOGRAMA PARA ESTIMAR A ERODIBILIDADE - K.....	155
FIGURA 43 - TIPO DE SOLOS E CARACTERIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE (FATOR K) DA BACIA DO RIO ANTA GORDA.....	157
FIGURA 44 - TIPO DE SOLOS E CARACTERIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE (FATOR K) DA BACIA DO RIO BRINCO .....	158
FIGURA 45 - TIPO DE SOLOS E CARACTERIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE (FATOR K) DA BACIA DO RIO COXILHA RICA .....	159

FIGURA 46 - TIPO DE SOLOS E CARACTERIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE (FATOR K) DA BACIA DO RIO JIRAU.....	160
FIGURA 47 – DISTRIBUIÇÃO DO FATOR LS NA BACIA DO RIO ANTA GORDA .....	162
FIGURA 48 – DISTRIBUIÇÃO DO FATOR LS NA BACIA DO RIO BRINCO.....	163
FIGURA 49 – DISTRIBUIÇÃO DO FATOR LS NA BACIA DO RIO COXILHA RICA.....	164
FIGURA 50 – DISTRIBUIÇÃO DO FATOR LS NA BACIA DO RIO JIRAU .....	165
FIGURA 51 – USO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO DO FATOR CP NA BACIA DO RIO ANTA GORDA...	168
FIGURA 52 – USO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO DO FATOR CP NA BACIA DO RIO BRINCO .....	169
FIGURA 53 – USO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO DO FATOR CP NA BACIA DO RIO COXILHA RICA.	170
FIGURA 54 – USO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO DO FATOR CP NA BACIA DO RIO JIRAU .....	171
FIGURA 55 - DISTRIBUIÇÃO DAS PERDAS DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR NA BACIA DO RIO ANTA GORDA.....	173
FIGURA 56 - DISTRIBUIÇÃO DAS PERDAS DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR NA BACIA DO RIO BRINCO.....	174
FIGURA 57 - DISTRIBUIÇÃO DAS PERDAS DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR NA BACIA DO RIO COXILHA RICA.....	175
Figura 58 - DISTRIBUIÇÃO DAS PERDAS DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR NA BACIA DO RIO JIRAU .....	176
FIGURA 59 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 7 E 8, DESENVOLVIDOS PARA ATRIBUIR COMPRIMENTOS DE RAMPA PRÉ-ESTABELECIDOS E CALCULAR O NOVO FATOR LS .....	187
FIGURA 60 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 9, DESENVOLVIDO PARA ATRIBUIR PERDAS TOLERÁVEIS AOS DIFERENTES TIPOS DE SOLOS.....	188
FIGURA 61 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 10, DESENVOLVIDOS PARA CALCULAR AS CAPACIDADES DE USOS E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS TOLERÁVEIS.....	189

FIGURA 62 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMAS LEGAIS 11 E 12, DESENVOLVIDOS PARA CRIAREM MAPAS DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO.....	189
FIGURA 63 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO DA BACIA DO RIO ANTA GORDA .....	210
FIGURA 64 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO DA BACIA DO RIO BRINCO.....	211
FIGURA 65 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO DA BACIA DO RIO COXILHA RICA ...	212
FIGURA 66 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO DA BACIA DO RIO JIRAU .....	213

## LISTA DE FOTOS

FOTO 1 - PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 2): TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica (R. ANTA GORDA 08-09-00).....	26
FOTO 2 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 1): LRd - LATOSSOLO ROXO Distrófico (R. ANTA GORDA 8-9-00).....	26
FOTO 3 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 3): Re - SOLO LITÓLICO Eutrófico (R. ANTA GORDA 08-09-00).....	27
FOTO 4 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 4): Ce - CAMBISSOLO EUTRÓFICO (R. ANTA GORDA 08-09-00).....	27
FOTO 5 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 5): TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica (R. ANTA GORDA 08-09-00).....	27
FOTO 6 – PERFIL TÍPICO DE SOLO LRd - LATOSSOLO ROXO Distrófico (R. BRINCO 30-08-00).....	29
FOTO 7 – PERFIL TÍPICO DE SOLO Ca - CAMBISSOLO ÁLICO (R. BRINCO 30-08-00).....	29
FOTO 8 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 7): LBa – LATOSSOLO BRUNO Álico (R. BRINCO 30-08-00)..	29
FOTO 9 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 8): LVd – LATOSSOLO ROXO Distrófico (R. BRINCO 30-08-00).....	29
FOTO 10 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 9): Ca - CAMBISSOLO ÁLICO (R. BRINCO 30-08-00).....	30
FOTO 11 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 10): LRd – LATOSSOLO ROXO Distrófico (R. BRINCO 30-08-00).....	30
FOTO 12 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 11): TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica (R. BRINCO 30-08-00).....	30
FOTO 13 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 12): Ra - SOLO LITÓLICO ÁLICO (R. BRINCO 30-08-00).....	30
FOTO 14 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 13): Ca - CAMBISSOLO ÁLICO (R. BRINCO 30-08-00).....	31
FOTO 15 – DISJUNÇÃO PLANO-PARALELA EM ROCHA ÁCIDA BASTANTE ALTERADA (R. BRINCO 30-08-00).....	31
FOTO 16 – PERFIL DE SOLO Ce - CAMBISSOLO EUTRÓFICO (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	33

FOTO 17 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 14): LRe - LATOSSOLO ROXO Eutrófico (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	33
FOTO 18 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 15): Ca - CAMBISSOLO ÁLICO (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	33
FOTO 19 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 16): Re - SOLO LITÓLICO EUTRÓFICO (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	33
FOTO 20 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 17): TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	34
FOTO 21 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 18): LRe - LATOSSOLO ROXO Eutrófico (R. JIRAU 5-9-00) ..	35
FOTO 22 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 19): LRd - LATOSSOLO ROXO Distrófico(R. JIRAU 5-9-00).....	35
FOTO 23 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 20): TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica (R. JIRAU 5-9-00) .....	36
FOTO 24 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 21): Re - SOLO LITÓLICO Eutrófico (R. JIRAU 5-9-00) .....	36
FOTO 25 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 22): TRd - TERRA ROXA Distrófica (R. JIRAU 5-9-00).....	36
FOTO 26 – NO PRIMEIRO PLANO, BAIRRO SOBRE A BACIA. AO FUNDO, LAVOURAS E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO EM ÁREAS AGRÍCOLAS (R. ANTA GORDA 8-9-00).....	59
FOTO 27 – PESQUE E PAGUE QUE SE LOCALIZA A ALGUMAS CENTENAS DE METROS À MONTANTE DA ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO (R. ANTA GORDA 8-9-00).....	59
FOTO 28 – NO PRIMEIRO PLANO E AO FUNDO, LAVOURA MECANIZADA DE TRIGO. NO CENTRO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO. ASPECTO DE RELEVO ONDULADO (R. ANTA GORDA 8-9-00).....	59
FOTO 29 – NO PRIMEIRO PLANO, LAVOURAS MECANIZADAS DE TRIGO. AO FUNDO, NO CENTRO, MATAS CILIARES AO LONGO DO VALE DO RIO ANTA GORDA. ASPECTO DE RELEVO ONDULADO E FORTE ONDULADO (R. ANTA GORDA 8-9-00) .....	60
FOTO 30 – NO PRIMEIRO PLANO, LAVOURAS E RELEVO ONDULADO. NO CENTRO, PROLONGAMENTO DO VALE DO RIO ANTA GORDA (R. ANTA GORDA 8-9-00).....	60
FOTO 31 – PAISAGEM DE LAVOURAS MECANIZADAS EM LATOSSOLO E TERRA ROXA. RELEVO SUAVE ONDULADO E ONDULADO (R. BRINCO 30-8-00) .....	61

FOTO 32 – LAVOURA MECANIZADA COM PLANTIO DIRETO E VISÃO PANORÂMICA DA BACIA (R. BRINCO 30-8-00).....	61
FOTO 33 - NO PRIMEIRO PLANO, LAVOURA MECANIZADA COM PLANTIO DIRETO EM FUNDO DE VALE. NO CENTRO, MATA CILIAR ÀS MARGENS DO RIO BRINCO E, AO FUNDO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO E RELEVO ONDULADO E FORTE ONDULADO (R. BRINCO 30-8-00).....	61
FOTO 34 – NO PRIMEIRO PLANO, LAVOURA MECANIZADA EM POUSIO DE INVERNO. AO FUNDO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO E RELEVO ONDULADO (R. BRINCO 30-8-00).....	62
FOTO 35 – NO PRIMEIRO PLANO PASTAGEM. NO CENTRO, LEITO DO RIO BRINCO (BREJO) E, AO FUNDO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO (R. BRINCO 30-8-00) .....	62
FOTO 36 – NO PRIMEIRO PLANO, PASTAGEM. NO CENTRO, À DIREITA, POÇO TUBULAR INTEGRADO AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E, AO FUNDO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO (R. BRINCO 30-8-00) .....	62
FOTO 37 – NO PRIMEIRO PLANO, PASTAGEM. NO CENTRO, MATAS CILIARES EM UM TRIBUTÁRIO DO RIO BRINCO. AO FUNDO, AVANÇO DA URBANIZAÇÃO SOBRE O MANANCIAL (R. BRINCO 30-8-00).....	62
FOTO 38 – NO PRIMEIRO PLANO, PASTAGEM ÀS MARGENS DE UMA ESTRADA. NO CENTRO, À DIREITA, MATAS CILIARES EM UM TRIBUTÁRIO DO RIO BRINCO. AO FUNDO, AVANÇO DA URBANIZAÇÃO SOBRE A ÁREA DO MANANCIAL (R. BRINCO 30-8-00).....	63
FOTO 39 – PAISAGEM DE LAVOURAS, PEQUENAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO INICIAL. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E O FORTE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	64
FOTO 40 – PAISAGEM DE LAVOURAS, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO INICIAL. A FORMA DE RELEVO É O ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00)....	64

FOTO 41 - PAISAGEM DE LAVOURAS E PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO. A FORMA DE RELEVO É O ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	64
FOTO 42 - PAISAGEM DE LAVOURAS, PASTAGEM, MATA SECUNDÁRIA E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E, RESTRITAMENTE, O FORTE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00) .....	64
FOTO 43 - PAISAGEM DE LAVOURAS, MATA SECUNDÁRIA E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E, RESTRITAMENTE, O FORTE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	65
FOTO 44 - LAVOURAS PROTEGIDAS POR PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONTROLE DE EROSÃO. VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO INICIAL. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E, RESTRITAMENTE, O FORTE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	65
FOTO 45 - LAVOURAS PROTEGIDAS POR PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONTROLE DE EROSÃO. AO FUNDO E À DIREITA, PASTAGEM. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E, RESTRITAMENTE, O FORTE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00) .....	65
FOTO 46 – LAVOURAS DE TRIGO PROTEGIDAS POR PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONTROLE DE EROSÃO. NO CENTRO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO INICIAL. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E O SUAVE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00) .....	65
FOTO 47 – PEDREIRA DE BASALTO NA MARGEM ESQUERDA DO RIO JIRAU, EXPLORADA SEM NENHUMA PRÁTICA DE PROTEÇÃO PARA O MANANCIAL (R. JIRAU 5-9-00) .....	67
FOTO 48 – NO PRIMEIRO PLANO, ÁREA DE PASTAGEM. NO CENTRO, MATAS CILIARES AO LONGO DAS MARGENS DO RIO JIRAU E TRIBUTÁRIOS. À DIREITA, LAVOURAS MECANIZADAS COM PRÁTICAS MECÂNICAS DE PROTEÇÃO DO SOLO. AO FUNDO, LAVOURAS DE TRIGO. NO INÍCIO, RELEVO FORTE ONDULADO, NO CENTRO E AO FUNDO, RELEVO ONDULADO (R. JIRAU 5-9-00) .....	67

FOTO 49 – REGIÃO CENTRAL DA BACIA. NA BASE, LAVOURAS MECANIZADAS EM POUSIO DE INVERNO, PROTEGIDAS POR PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONSERVAÇÃO DE SOLOS. NO CENTRO, MATAS CILIARES AO LONGO DO RIO JIRAU E LAVOURAS DE TRIGO. AO FUNDO, CIDADE DE DOIS VIZINHOS. ASPECTOS DE RELEVO ONDULADO E, À ESQUERDA, AO FUNDO, FORTE ONDULADO (R. JIRAU 5-9-00).....	67
FOTO 50 – AO LONGO DO VALE DE UM TRIBUTÁRIO DO RIO JIRAU, PASTAGENS E MATAS CILIARES. LAVOURAS MECANIZADAS EM POUSIO DE INVERNO, PROTEGIDAS POR PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONSERVAÇÃO DE SOLOS (R. JIRAU 5-9-00).....	68
FOTO 51 – LAVOURAS MECANIZADAS COM PASTAGEM DE INVERNO. AO FUNDO, À ESQUERDA, ÁREA DE PASTAGEM E, NO CENTRO, LAVOURAS DE TRIGO. NA BASE, RELEVO SUAVE ONDULADO E ONDULADO E, AO FUNDO, FORTE ONDULADO (R. JIRAU 5-9-00).....	68
FOTO 52 - SISTEMA DE PROTEÇÃO DE ESTRADA (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	73
FOTO 53 – ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DA SANEPAR (R. ANTA GORDA 8-9-00).....	82
FOTO 54– ESTAÇÃO FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICA (R. ANTA GORDA 8-9-00).....	82
FOTO 55 – ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DA SANEPAR (R. BRINCO 30-8-00) .....	83
FOTO 56 - ESTAÇÃO FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICA (VIDE RÉGUA NO CENTRO), LAVOURA DE MILHO E MATA CILIAR (R. COXILHA RICA 1-9-00).....	84
FOTO 57 – ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DA SANEPAR (R. JIRAU 5-9-00).....	85
FOTO 58 – VIVEIRO MUNICIPAL DE DOIS VIZINHOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS, NA MARGEM ESQUERDA DO RIO JIRAU E JUNTO À ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DA SANEPAR, ESTENDENDO-SE PARA MONTANTE (R. JIRAU 5-9-00).....	135
FOTO 59 – GRANJA DE SUÍNOS DE HÉLIO CAPELESO, COM PLANTEL MÉDIO DE 254 MATRIZES E 400 LEITÕES ATÉ 25 KG. A FOTO 59 À FOTO 61 MOSTRAM ESTERQUEIRAS E LAGOAS DE DECANTAÇÃO COM SISTEMA DE ESCOAMENTO DIRETO EM TRIBUTÁRIO DO RIO JIRAU (R. JIRAU 5-9-00).....	135
FOTO 60 – ESTERQUEIRA (R. JIRAU 5-9-00) .....	136
FOTO 61 – LAGOA DE DECANTAÇÃO OU ESTERQUEIRA (R. JIRAU 5-9-00).....	136

FOTO 62 – À DIREITA, LAGOAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DO FRIGORÍFICO MIOLAR, LOCALIZADAS A POUCOS METROS À JUSANTE DA ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DA SANEPAR. AO FUNDO, FRIGORÍFICO MIOLAR, LOCALIZADO NA MARGEM DIREITA DO RIO JIRAU, CUJAS CONSTRUÇÕES DISTAM CENTENAS DE METROS À MONTANTE DA ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA SANEPAR (R. JIRAU 5-9-00) ..... 136

## RESUMO

Na região Sudoeste do Estado do Paraná, na área rural, os problemas ambientais relevantes concentram-se na degradação da cobertura pedológica e na erradicação da cobertura vegetal natural, pelo uso agrícola inadequado, o qual acelera a erosão hídrica poluindo os rios com material particulado, adubos e agrotóxicos. Para proporcionar uma perspectiva de sanar esses problemas, desenvolveu-se um estudo que tem a finalidade de contribuir com os métodos de gestão e monitoramento ambiental de microbacias hidrográficas dentro de uma visão integrada da morfodinâmica e transporte fluvial. Para execução dos trabalhos, foram selecionadas as bacias hidrográficas dos rios: Anta Gorda, no município de Santa Izabel do Oeste, Brinco, no município de Clevelândia, Coxilha Rica, no município de Itapejara do Oeste e Jirau, no município de Dois Vizinhos, todas no Sudoeste do Estado do Paraná. Essas bacias situam-se em locais estratégicos, com características físicas diferenciadas, principalmente no que tange a solos, clima e geomorfologia. O ambiente hídrico foi avaliado pela quantificação dos fluxos de material particulado e dissolvido transportado e pelo resgate de dados históricos da Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR. Além disso, obteve-se o fator médio 0,6937 para conversão da turbidez em Unidades Nefelométricas de Turbidez - NTU, para material particulado em mg/L. Foi desenvolvida uma metodologia no ambiente do *software* SPRING, que usa os fatores da Equação Universal de Perdas de Solo - USLE e as perdas toleráveis para cada tipo de solo, para determinar as classes de capacidade de uso para a cobertura pedológica de cada bacia e com isso identificar as práticas conservacionistas mais adequadas.

Palavras-chave: erosão; flúvio-sedimentometria; classes de capacidade de uso do solo; gestão e monitoramento ambiental de micro-bacias; sistema de informação geográfica; turbidez.

## **ABSTRACT**

In the Southwest area of the Paraná state, in the rural area, the relevant environmental problems concentrate on the degradation of the pedologic covering and on the eradication of the natural vegetable covering, due to inadequate agricultural use that accelerates the hydric erosion polluting rivers with particulated material and agricultural fertilizers and pesticides. To give a perspective of solving these problems, it was developed a study that has the purpose of contributing with the administration methods and environmental monitoring of watersheds within an integrated vision of the morphodynamic and fluvial transport. To the execution of the works, it was selected the watersheds of the rivers Anta Gorda in Santa Isabel do Oeste country, Brinco in Clevelândia country, Coxilha Rica in Itapejara D' Oeste country and Jirau in Dois Vizinhos country, all in the Southwest of Paraná State. These basins are located at strategic places, with differentiated physical characteristics, mainly regarding to soil, climate and geomorphology. The hydric environment was evaluated by the quantification of the particled flows and dissolved material transported and by the rescue of historical data of Parana Sanitation Company - SANEPAR. Besides, it was obtained the medium factor 0,6937 for conversion of the turbidity in Nefelometric Turbidity Unit - NTU for particled material in mg/L. It was developed a methodology in software SPRING ambient that uses the factors of Universal Loss Equation (USLE) and the tolerable losses for each type of soil to determine the use capacity classes for the pedologic covering of each basin and then to identify the most appropriate conservationists practices.

Key-words: erosion; fluvio-sedimentation; use capacity classes of soils; management and environmental monitoring of watersheds; geographic information systems; turbidity.

## 1. INTRODUÇÃO

As discussões atuais sobre problemas relacionados ao meio ambiente e seus reflexos na qualidade de vida de diversas comunidades e sobre o futuro do planeta têm levado em conta, cada vez mais, o papel dos recursos geológicos, pedológicos, hídricos, atmosféricos e biológicos, nos quais ocorrem as maiores agressões e impactos ao meio ambiente (WHITE et al 1992).

As bacias hidrográficas são segmentos do meio ambiente definidos no espaço e reconhecidas em função de características e propriedades que sejam razoavelmente estáveis ou ciclicamente previsíveis, incluindo aquelas da atmosfera, do solo, do substrato geológico, da hidrologia e do resultado do sistema de ocupação do solo (RAMOS et al 1989).

Portanto, a bacia hidrográfica inclui em suas características o solo e também outros atributos físicos como a localização geográfica, a geomorfologia, a vegetação e a morfodinâmica, incluindo tipos e graus de erosão, os aspectos climáticos e as características físico-químico e a limnologia de suas águas. Esses aspectos determinam a capacidade de uso do solo e o potencial de uso dos recursos hídricos.

Muitos métodos têm sido desenvolvidos e utilizados na gestão ambiental de bacias hidrográficas, tais como os adotados por VIEIRA & VIEIRA (1983), BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), LEPSCH et al. (1991), CARVALHO (1994), e BELTRAME (1994), dentre outros. Entretanto, a grande maioria considera aspectos isolados, sem uma visão ampla do todo, isto é, do delineamento do aproveitamento integrado dos recursos naturais: solo, água, bioma, dentro do sistema bacia hidrográfica.

As microbacias hidrográficas, que constituem o objeto desta pesquisa, são pequenas bacias hidrográficas que, pela classificação de STRALHER (1992),

abrangem, no máximo, curso de água de 5ª ordem. Essas bacias devem ser entendidas como sistemas geomorfológicos drenados por cursos de água ou por um sistema de canais conectados que convergem, direta ou indiretamente, para um rio principal ou para um espelho de água, constituindo-se, assim, em uma unidade sistêmica ideal para o planejamento do manejo integrado dos recursos naturais (BERTONI & LOMBARDI NETO 1990).

Trabalhando-se de forma adequada em bacias hidrográficas, podem ser integrados os interesses de todos os segmentos da sociedade em termos de atividades agrárias, abastecimento, saneamento, habitação, lazer e proteção e preservação do meio ambiente, promovendo o bem estar de toda a comunidade.

Na região Sudoeste do Estado do Paraná, na área agrícola, os problemas ambientais relevantes estão concentrados na degradação do solo e na erradicação da cobertura vegetal natural. Tais problemas são provocados principalmente pelo mau uso agrícola que acelera a erosão hídrica e polui os rios com material particulado, adubos e pesticidas. Percebe-se também que os projetos de conservação do solo existentes não estão orientados no entendimento sistêmico de bacias hidrográficas, mas desenvolvidos de maneira não integrada, pois se atêm às propriedades agrícolas das terras de forma individualizada.

Diante desse fato, desenvolveu-se um estudo que visa a contribuir com os métodos de gestão e monitoramento ambiental de bacias hidrográficas segundo uma visão integrada de todos os recursos naturais que compõem esses sistemas.

Com essa visão ampla, isto é, com o aproveitamento integrado dos recursos naturais: solo, água, flora e fauna, dentro do sistema bacia hidrográfica, os estudos foram direcionados à avaliação do ambiente hídrico e do interflúvio. No ambiente hídrico monitorou-se durante um ano os fluxos hídricos e de material particulado e dissolvido hidrotransportado. No interflúvio, os trabalhos foram direcionados à

quantificação do processo erosivo e à classificação do solo de acordo com sua capacidade de uso, utilizando-se como ferramenta o SIG – Sistema de Informação Geográfica.

Os trabalhos foram realizados nas bacias hidrográficas dos rios Anta Gorda, no município de Santa Izabel do Oeste, Brinco, no município de Clevelândia, Coxilha Rica, no município de Itapejara do Oeste, e Jirau, no município de Dois Vizinhos. Todas essas bacias estão localizadas no Sudoeste do Estado do Paraná, em locais estratégicos, com características físicas diferenciadas, principalmente no que tange a solos, clima e geomorfologia. Todos esses rios, exceto o rio Coxilha Rica, os demais são mananciais de captação da Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR.

As quatro bacias são áreas de intenso uso agrícola e os mananciais hídricos podem estar sendo contaminados por materiais orgânicos e inorgânicos, particulados e dissolvidos, que chegam ao ambiente hídrico pelo escoamento superficial. Dessa forma deve existir, nessas bacias uma relação entre os processos erosivos laminares nos interflúvios e as cargas de poluentes dos ambientes hídricos. A erosão laminar depende dos fatores naturais de cada bacia e das formas de uso do solo. Controlando esse processo erosivo nas quatro bacias, pode-se diminuir a carga sólida que é transportada pelos rios, mitigando um dos principais problemas ambientais das mesmas.

O estudo desses sistemas hídricos teve como objetivo principal estabelecer relações entre material particulado transportado por águas fluviais e os processos potenciais de erosão, que ocorrem nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau, que são representativas da região Sudoeste do Estado do Paraná e propor medidas que orientem o uso do solo segundo suas potencialidades naturais, num contexto de clima subtropical úmido e solos derivados de rochas efusivas básicas e intermediárias.

Para abranger todos os aspectos a que se propõe esse estudo, o mesmo foi estruturado em fases, as quais serão delineadas a seguir.

Na primeira fase (Capítulo 3) efetuou-se a caracterização das bacias hidrográficas quanto aos aspectos físicos: geologia, solos, clima, relevo, vegetação, uso do solo e hidrografia.

Para caracterização dos aspectos físicos, estruturou-se um banco de dados para cada bacia hidrográfica em ambiente do software SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas e utilizando os recursos desse SIG e de outros *softwares*, os recursos naturais que compõem cada uma das bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau foram delineados, caracterizados e quantificados.

Na segunda fase (Capítulo 4), paralelo a estruturação do banco de dados geográficos, iniciou-se um processo de monitoramento dos recursos hídricos e de material hidrotransportado.

Esse processo de monitoramento contou com a implantação de estação flúvio-sedimentométrica em cada bacia, nas estações de captação da SANEPAR. No caso do rio Coxilha Rica, que não é manancial de abastecimento da SANEPAR, o local de implantação da estação foi definido em campo.

As implantações das estações flúvio-sedimentométricas foram realizadas em novembro de 2000 e o monitoramento seguiu até novembro de 2001. O controle das estações foi realizado por técnicos da SANEPAR e teve peculiaridades para cada bacia, cujos esclarecimentos constam na seqüência deste trabalho.

Através dessas estações flúvio-sedimentométricas foram avaliados os fluxos hídricos e o material particulado e o dissolvido hidrotransportado. Esse estudo é importante para se saber quanto de material está sendo veiculado no rio e como se comporta esse processo de transporte ao longo do tempo. Portanto, torna possível

caracterizar, por exemplo, que o material erodido que chega ao rio é transportado em poucos dias do ano.

A quantificação da carga em suspensão é morosa, pois deve-se coletar amostras de água e usar o sistema de filtragem a vácuo em laboratório, para determinar a concentração do material particulado em suspensão. Para facilitar o processo de quantificação do material particulado suspenso, desenvolveu-se uma pesquisa para obter um fator de conversão da turbidez em NTU para concentração de material particulado em mg/L. A determinação desse fator facilita o monitoramento de material transportado pelo rio, pois dispensa o transporte de amostra para quantificação em laboratório, podendo esse procedimento ser realizado através da análise da turbidez em campo (Capítulo 5).

Outro aspecto avaliado no ambiente hídrico se refere aos parâmetros de qualidade da água. Foram utilizados os dados de análises já realizadas pela SANEPAR, e efetuou-se uma campanha complementar no período de acompanhamento do levantamento das bacias. Dessa forma foi possível ter uma avaliação da qualidade da água nesses ambientes hídricos, bem como a eficiência do monitoramento exercido pela SANEPAR (Capítulo 6).

Na terceira fase (Capítulo 7) estudou-se os interflúvios, implementando a base de dados das características fisiográficas. Através da USLE – Equação Universal de Perdas de Solos quantificou-se o processo erosivo laminar atuante em cada bacia hidrográfica, sendo todo o processo sistematizado no SPRING.

Com base na tolerância de perdas de solo e dos fatores físicos da USLE (R, K e LS) determinou-se a capacidade de uso do solo das bacias, constituindo como produto final a Carta de Capacidade de Uso para cada bacia hidrográfica (Capítulo 8).

Dessa forma, pela integração dos aspectos naturais, propõe-se uma readequação das formas de uso em cada bacia hidrográfica, que conseqüentemente irá

refletir sobre as características do ambiente hídrico, diminuindo o material particulado hidrotransportado. O controle da erosão no interflúvio cerceará também o transporte de substâncias poluentes para os rios.

Através dessa concepção pretende-se cumprir todos os objetivos estipulados, que visam a contribuir no estudo do monitoramento e gestão ambiental em bacias hidrográficas, dentro de um processo integrado, usando como ferramenta base o geoprocessamento.

## 2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDOS

### 2.1. LOCALIZAÇÃO E ÁREA

As pequenas bacias hidrográficas objeto do presente estudo, estão inteiramente localizadas no Sudoeste do Estado do Paraná e representam situações diversas encontradas na região. Vide na FIGURA 1, na página 8, a localização da Região Sudoeste no Estado do Paraná e Brasil e na FIGURA 2, na página 9, a localização geográfica das bacias no Sudoeste do Estado do Paraná.

Na TABELA 1, constam as respectivas áreas de abrangência e perímetros das quatro bacias efetivas.

As áreas estudadas são bacias efetivas, que compreendem as área de contribuição que ficam a montante dos locais onde foram implantadas as estações flúvio-sedimentométricas.

TABELA 1 - DIMENSÃO DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Identificação da bacia	Bacias	
	Área ha	Perímetro km
Rio Anta Gorda	1.212,40	16,42
Rio Brinco	1.487,61	20,87
Rio Coxilha Rica	671,76	11,69
Rio Jirau	2.472,53	22,52

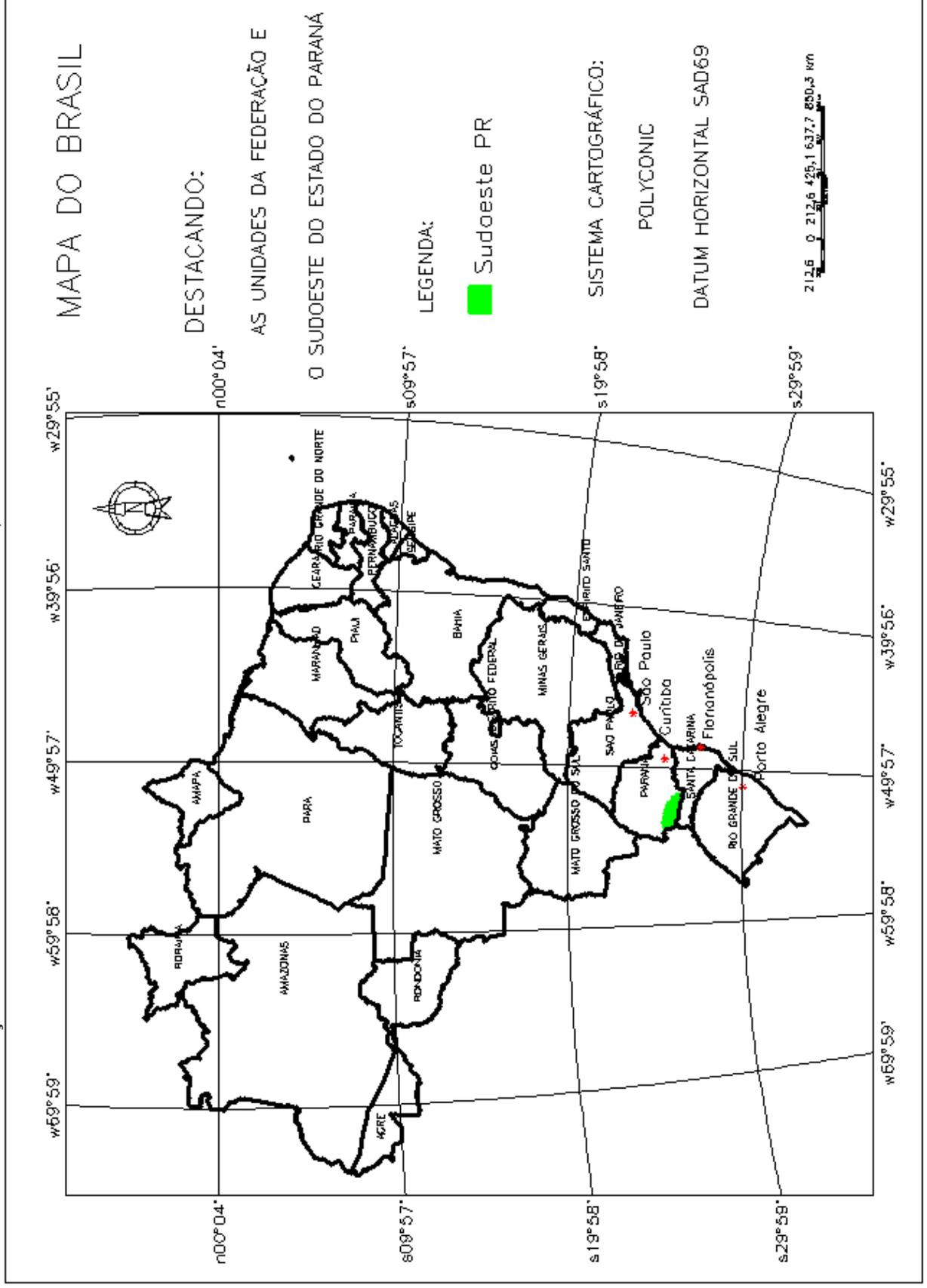
### 2.2. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.2.1. Materiais

##### a) Equipamentos

Microcomputador Pentium IV, 1,5 GHz, 256 MB de memória RAM; mesa digitalizadora tipo A3; scanner de mesa A4, 9.600 dpi; impressora Jato de Tinta A4; nível topográfico; trena métrica (20m); mira topográfica; embalagem plástica para coleta de amostras de solos; garrafas plásticas para coleta de água; laboratório simples de sedimentologia; régua simples para determinação de cota; flutuador; cronômetro, para medição de velocidade.

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO SUDOESTE DO PARANÁ, NO ESTADO E NO BRASIL





### **b) Mapas**

Mapa de Levantamento e Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná E:1:600.000 de autoria de LARACH *et al.* (1984, b).

Atlas do Estado do Paraná, E:1:1.500.000 elaborado pelo ITCF (1987).

Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná, E:1:2.000.000, elaborado pela SUDERHSA (1998).

Imagem do Satélite LANDSAT TM5 (2000), Bandas 3, 4 e 5 de 22-06-2000, cena 222/78 abrangendo a bacia do rio Brinco e 223/78, abrangendo as bacias dos rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau.

### **c) Cartas e fotos aéreas vôo de 1980**

As cartas geográficas que abrangem as bacias e constam na TABELA 2, foram confeccionadas e editadas pelo MINISTÉRIO DO EXÉRCITO (1980).

As fotos aéreas que cobrem as bacias e constam na TABELA 2 são de vôo realizado em março de 1980 e pertencem ao ITC (1980).

TABELA 2 - IDENTIFICAÇÃO DAS CARTAS E FOTOS AÉREAS QUE COBREM AS BACIAS

Bacia	Município	Carta(s) Geográfica(s)	Fotos aéreas vôo de 1980 nsº
Rio Anta Gorda	Santa Isabel do Oeste	SG 22-V-C-IV-4 (MI 2848/4) SG 22-V-C-V-3 (MI 2849/3)	35293 a 35299 35407 a 35412
Rio Coxilha Rica	Itapejara do Oeste	SG 22-V-C-VI-3 (MI 2850/3) SG 22-Y-A-III-1 (MI 2862/1)	34717 a 34713 35121 a 35125
Rio Brinco	Clevelândia	SG 22-Y-B-I-3 (MI 2863/3)	44388 a 44393 42755 a 42759
Rio Jirau	Dois Vizinhos	SG 22-V-C-V-4 (MI 2849/4) SG 22-V-C-V-2 (MI-2849/2)	33152 a 33159 33203 a 33209

### **d) Softwares**

Microsot Office 2000, produzido pela MICROSOFT (2000); Surfer 7.0, produzido pela GOLDEN GOLDEN *SOFTWARE* (1999); Corel Draw 10, produzido pela COREL CORPORATION (2000); AutoCAD Map 2000, produzido pela AUTODESK (2000); SPRING, produzido pelo INPE (2003 e).

## 2.2.2. Metodologia usada para caracterização geral das áreas objeto de estudos

### a) Base cartográfica

Para construir a base cartográfica do capítulo III, atuou-se sobre dois aspectos diferentes:

- **Base Cartográfica do Sudoeste do Estado do Paraná** – Inicialmente criou-se, em ambiente SPRING, um projeto dentro do sistema de projeção UTM – Universal Transversa de Mercator, Datum horizontal Córrego Alegre, para receber as informações dos mapas dos Atlas do ITCF (1987) e SUDERHSA (1998). Em seguida, escanerizou-se esses mapas com os dados de clima, relevo, precipitação, umidade e temperatura e através do *software* IPMA, converteu-se as imagens para formato GRIB. As imagens GRIB foram registradas no SPRING e, após estarem devidamente georeferenciadas, foram incorporadas ao banco de dados.

Introduzidas essas imagens no banco de dados, iniciou-se a vetorização e posterior tratamento dos dados já vetorizados para gerar os produtos finais.

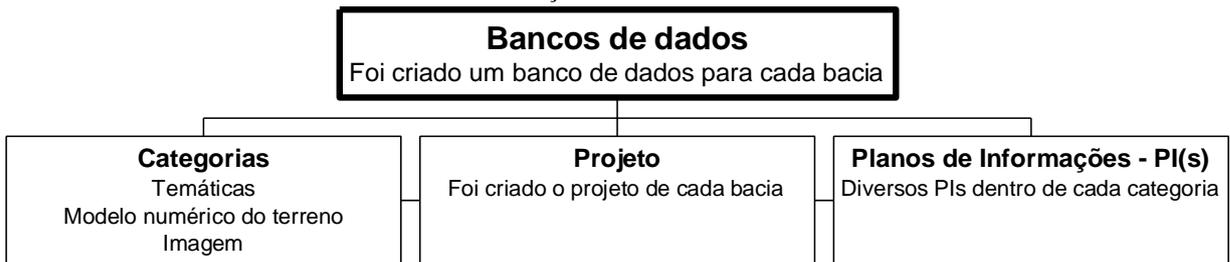
Previamente, antes de introduzir qualquer informação, formatou-se o banco de dados criando categorias para formato raster, vetorial e numérico.

Essa base permitiu inserir os dados das quatro bacias estudadas e verificar a situação das mesmas em termos de clima, precipitação, temperatura, solo e geologia.

- **Base cartográfica das bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau** – Criaram-se quatro bancos de dados no ambiente SPRING, com denominação Santa Izabel, Dois Vizinhos, Clevelândia e Itapejara. Nesses bancos, criou-se uma série de categorias (temáticas, modelo numérico do terreno e imagem) para receber os planos de informações do projeto.

Nesses bancos de dados foram criados projetos dentro do sistema de projeção UTM – Universal Transversa de Mercator, Datum Horizontal Córrego Alegre. Cada bacia passou a pertencer a um projeto, conforme demonstrado na FIGURA 3.

FIGURA 3 - FLUXOGRAMA DA ESTRUTURAÇÃO DOS BANCOS DE DADOS DAS BACIAS



As cartas topográficas na escala 1:50.000 (MINISTÉRIO DO EXÉRCITO, 1980) foram digitalizadas em ambiente AutoCAD, utilizando a mesa digitalizadora Genius 1812. A digitalização obedeceu à sistemática do “software”, sendo digitalizados primeiro os rios em um “layer”, as curvas de nível como “polylines” e devidamente cotadas em outro “layer”, as estradas em outro, o perímetro da bacia em outro “layer”.

Para a digitalização, selecionou-se na carta uma área retangular, na qual estava inserida a respectiva bacia, e procedeu-se à vetorização dessa área ultrapassando os limites da bacia. Esse procedimento, além de permitir uma noção do entorno, possibilita um melhor tratamento dos dados relativos à bacia. Antes de início da digitalização, criou-se um arquivo com os limites já em coordenadas UTM, no AutoCAD Map, para vetorização via mesa digitalizadora.

Esses arquivos vetoriais de cada bacia foram salvos em formato DXF 12, (formato aceito pelo SPRING) e, em seguida, incorporados ao projeto no SPRING, via importação.

Cada “layer” passou a incorporar na forma de PI (plano de informação) uma respectiva categoria. Esses dados então foram submetidos a tratamento dentro do SPRING.

### **b) Geologia**

A caracterização da geologia da bacia do Paraná foi fundamentada no MAPA HIDROGEOLÓGICO DA AMÉRICA DO SUL elaborado pela UNESCO & CPRM (1996) e PICCIRILO & MELFI (1988).

Com base nessas fontes, caracterizou-se a geologia das bacias e do Sudoeste

do Estado do Paraná.

### **c) Solo**

Para caracterização do solo, usou-se como base os trabalhos de LEMOS & SANTOS (1984), VIEIRA & VIEIRA (1983) e LARACH *et al.* (1984, a). Inicialmente efetuou-se um reconhecimento prévio de campo e, com auxílio do mapa de Levantamento e Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná, E:1:600.000 de autoria de LARACH *et al.* (1984, b), identificou-se, pela classificação da EMBRAPA, as grandes associações de solos reinantes em cada bacia. Na seqüência, escanizou-se o mapa já citado e incorporou-se o arquivo raster no banco de dados do SPRING, primeiramente convertendo o arquivo para \*.GRIB no *software* Impima e, em seguida, registrando definitivamente nos respectivos bancos de dados. Feito isso em categoria temática, criou-se um plano de informação (PI) específico e digitalizou-se as associações de solos na forma de polígonos. Nas categorias temáticas, criaram-se classes que representavam os solos e associaram-se os polígonos às respectivas classes a que pertenciam.

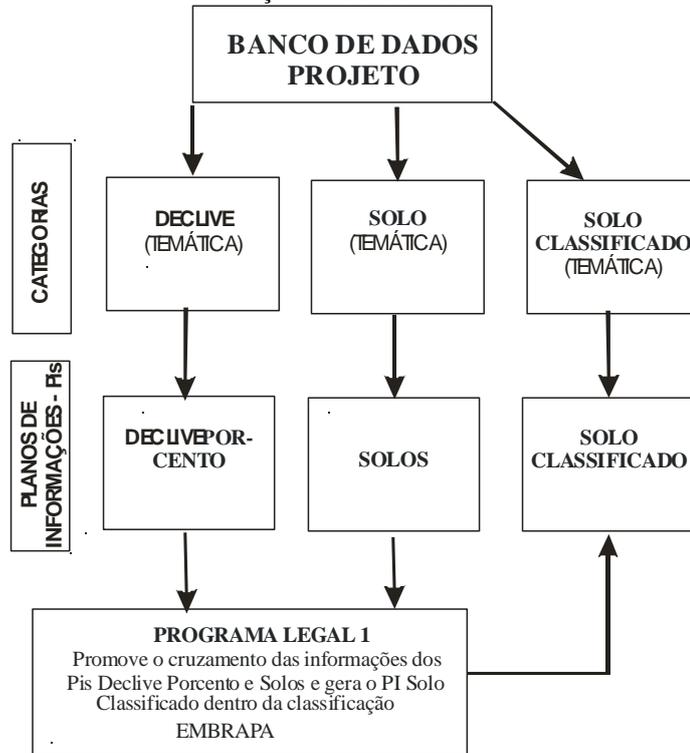
Para efetuar uma caracterização pedológica em tipos específicos de solos, foi desenvolvido um programa exclusivamente para esse trabalho no ambiente SPRING – Módulo Legal cuja estrutura consta na FIGURA 4, que fosse capaz de associar os polígonos das associações de solos, com a declividade, e converter essas informações em um mapa de caracterização de solos, conforme demonstrado na TABELA 3.

Para proceder à classificação dos solos, desenvolveu-se um programa para as bacias dos rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau, que apresentam constituição de solos semelhantes e um programa específico para a bacia do rio Brinco.

TABELA 3 - PROCEDIMENTO ADOTADO PARA CONVERSÃO DAS ASSOCIAÇÕES PEDOLÓGICAS EM TIPOS ESPECÍFICOS DE SOLO

Mapa Inicial	Associações de solos	Categoria de declive	Tipo de solo	Mapa Final
<p>MAPA DE RECONHECIMENTO E LEVANTAMENTO DOS SOLOS DO ESTADO DO PARANÁ - E:1:600.000 (LARACH et al. 1984, b)</p>	LRd3 e LRd4	0 a 8%	LRd	<p>MAPA DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, COXILHA RICA E JIRAU - E:1:25.000</p>
		8 a 15%	TRd	
		15 a 40%	Ba	
		> 40%	Re	
	TRe5	0 a 5%	LRe	
		5 a 15%	TRe	
		15 a 40%	Ba	
		> 40%	Re	
	Re9	0 a 8%	LRe	
		8 a 15%	TRe	
		>15%	Re	
	Re11	5 a 8%	LRe	
		8 a 15%	TRe	
15 a 25%		Ce		
25 a 40%		Re		
<p>MAPA DE RECONHECIMENTO E LEVANTAMENTO DOS SOLOS DO ESTADO DO PARANÁ - E:1:600.000 (LARACH et al. 1984, b)</p>	LRA6	0 a 8%	LRA	<p>MAPA DE CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DAS BACIAS DO RIO BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU - E:1:25.000</p>
		8 a 15%	TRd	
		15 a 25%	Ca	
		> 25%	Ra	
	LBA3	0 a 8%	LBA	
		8 a 15%	TRd	
		15 a 25%	Ca	
		> 25%	Ra	

FIGURA 4 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 1, DESENVOLVIDO PARA EFETUAR A CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS



Antes da elaboração do programa, foram efetuadas várias incursões nas bacias, coletando amostras de solos para análises físico-químicas e observando o comportamento das topo-seqüências, procedimento fundamental para definirmos os critérios de classificação do programa.

As amostras de solos foram coletadas em pontos representativos para cada tipo de solo e restringiram-se à parte do horizonte de 30cm de profundidade. A análise físico-química foi realizada pelo Laboratório de Solos do CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná / IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná.

#### **d) Clima**

Para interpretar as características climáticas do Sudoeste do Estado do Paraná e das respectivas bacias, inicialmente escanerizou-se os mapas de isoietas do Atlas da SUDERHSA (1998) e de tipos climáticos do Atlas do ITCF (1987). Através do *software* IPMA, converteu-se as imagens para formato GRIB. As imagens GRIB foram registradas no SPRING e, após estarem devidamente georeferenciadas, foram incorporadas ao banco de dados. Introduzidas essas imagens no banco de dados, iniciou-se a vetorização e posterior tratamento dos dados vetorizados para gerar os produtos finais constituídos pela FIGURA 6 e FIGURA 7 nas páginas 42 e 43.

Como os dados do perímetro das bacias já integram o projeto do Sudoeste do Estado do Paraná, imediatamente fica caracterizada a posição das mesmas na FIGURA 6 e FIGURA 7 nas páginas 42 e 43 em relação aos dados climáticos.

Paralelo a isso foram solicitados ao SIMEPAR - Sistema Meteorológico do Paraná, os dados meteorológicos (médias mensais) das cinco estações climatológicas existentes no Sudoeste do Estado do Paraná, dentro da retrospectiva máxima contida no banco de dados daquela instituição. O histórico dos dados confirmou a classificação climática contida nos mapas.

#### **e) Relevo**

Foram incorporados no ambiente SPRING os arquivos vetoriais que

continham as curvas de níveis devidamente cotadas, em uma categoria de modelo numérico do terreno. Após isso, as curvas de níveis, na condição de amostras, foram submetidas a uma seqüência de tratamento no SPRING, para possibilitar a total interpretação das características topográficas das bacias.

Através da ferramenta MNT do SPRING, comando "Geração de grade triangular", utilizando como dados de entrada as amostras (curvas de nível), gerou-se uma grade triangular (TIN).

As cartas topográficas foram digitalizadas em ambiente AutoCAD Map, utilizando a mesa digitalizadora Genius 1812. Esse trabalho obedeceu à sistemática do *software*, de forma que foram digitalizados em “*layers*” distintos os rios, as curvas de nível, como “*polylines*” devidamente cotadas, em outro “*layer*”, as estradas e, finalmente, o perímetro da bacia.

Para a digitalização, selecionou-se na carta uma área retangular, na qual estava inserida a respectiva bacia, e procedeu-se à vetorização dessa área ultrapassando os limites da bacia. Esse procedimento, além de permitir uma noção do entorno, possibilita um melhor tratamento dos dados relativos à bacia. Antes do início da digitalização, criou-se um arquivo com os limites já em coordenadas UTM, no AutoCAD Map, para criação dos vetores via mesa digitalizadora.

Esses arquivos vetoriais de cada bacia foram salvos em formato DXF 12 (formato que o SPRING decodifica) e, em seguida, incorporados ao projeto no SPRING, via importação.

Cada “*layer*” do arquivo DXF (Autocad Drawing Exchange Format) passou a incorporar um PI de uma categoria. Esses dados então foram submetidos a tratamento dentro do SPRING com o intuito de gerar grades triangulares e retangulares e posterior cálculo da declividade em % ou grau.

**Modelagem numérica de terreno - MNT** (em inglês, **DTM** = Digital Terrain Model) é uma representação matemática da distribuição espacial de uma

determinada característica, vinculada a uma superfície real (INPE, 2000 a). A superfície é, em geral, contínua e o fenômeno, que representa, pode ser variado (INPE, 2000 b). Dentre alguns usos do MNT pode-se citar:

- armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos;
- análises de corte-aterro para projeto de estradas e barragens;
- elaboração de mapas de declive e exposição do terreno para apoio na análise de geomorfologia e erodibilidade;
- análise de variáveis geofísicas e geoquímicas;
- apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

No processo de modelagem numérica de terreno, podem-se distinguir três fases: **aquisição dos dados (através de importação ou edição de dados), geração de grades e elaboração de produtos**, representando as informações obtidas.

**Grades e Interpoladores** - As grades retangulares são geralmente utilizadas em aplicações qualitativas, ou seja, para visualização da superfície. O modelo de grade irregular, por sua vez, é utilizado quando se requer maior precisão na análise quantitativa dos dados (INPE, 2000 c).

Os interpoladores de grade Retangular e Triangular, utilizados no SPRING para a geração de modelos numéricos de terreno, foram especificados de acordo com os tipos de dados de entrada, ou seja, amostras (pontos e isolinhas) e grade retangular ou triangular.

**Grade Triangular** - Os vértices do triângulo são geralmente os pontos amostrados da superfície. Essa modelagem considerando as arestas dos triângulos permite que as informações morfológicas importantes como as discontinuidades, representadas por feições lineares de relevo (cristas) e drenagem (vales), sejam consideradas durante a geração da grade triangular possibilitando, assim, modelar a superfície do terreno preservando as feições geomórficas da superfície (INPE, 2000, a).

**Grade retangular** - A grade retangular ou regular é um modelo digital que aproxima superfícies através de um poliedro de faces retangulares. Os vértices desses poliedros podem ser os próprios pontos amostrados, caso estes tenham sido adquiridos nas mesmas localizações X e Y que definem a grade desejada (INPE, 2000, a).

Inicialmente, utilizando a ferramenta MNT do SPRING, comando geração de TIN, tendo como base de entrada as amostras (curvas de nível), gerou-se uma grade triangular usando os rios como linha de quebra e interpolador do tipo Delaunay, tolerância de isolinhas (m) 1, distância entre pontos de isolinhas (m) 20, tolerância de linhas de quebra (m) 1 e menor aresta de triangulação (m) 0,1.

Construída a grade triangular, empregando a ferramenta MNT do SPRING, comando Geração de grade retangular tendo o TIN como dado de entrada e interpolador linear, construiu-se a grade retangular com uma resolução de X(10m) e Y(10m).

Com base na grade retangular, através da ferramenta MNT do SPRING, comando Declividade, gerou-se uma grade de declive em %, com resolução de X(10m) e Y(10m).

A grade de declividade foi fatiada através da ferramenta MNT do SPRING, comando Fatiamento, em diferentes intervalos de declive. As fatias de declividade foram, então, associadas com classes de uma categoria temática, gerando um PI de declividade vetorial (polígonos e classes) dentro dessa nova categoria. Após esse procedimento, recortou-se o PI temático e calculou-se a área para cada classe de declividade em toda a bacia.

#### **f) Hidrografia**

Os dados vetoriais foram incorporados ao banco de dados do SPRING em uma categoria temática Hidrografia. Essa categoria continha classes baseadas na morfologia de STRAHLER (1992, p. 416). As classes obtidas foram as de 1ª a 5ª ordem, sendo a identificação visual das mesmas efetuada por tons de azul e espessura

das linhas. Criado o PI da hidrografia, com as respectivas linhas, usando a ferramenta Editar, comando Vetorial do SPRING, associaram-se as linhas com as respectivas classes.

### **g) Vegetação**

Para interpretar as formas de vegetação primárias do Sudoeste e a situação das bacias hidrográficas em relação às mesmas, inicialmente escanerizou-se os mapas de vegetação do Atlas do ITCF (1987) e, através do programa IPIMA, converteu-se as imagens para formato GRIB. As imagens GRIB foram registradas no SPRING e após estarem devidamente georeferenciadas foram incorporadas ao banco de dados. Em seguida, após a introdução dessas imagens, iniciou-se a vetorização e posterior tratamento dos dados vetorizados para gerar os produtos finais, atualizando o Atlas do ITCF (1987), com base em IBGE (1997).

Incorporado o perímetro das bacias no projeto do Sudoeste do Estado do Paraná, foi imediatamente caracterizada a posição das mesmas em relação aos dados da vegetação primitiva.

Para interpretação do uso do solo utilizaram-se imagens das bandas 3, 4 e 5, de 22 de junho de 2000, do satélite LANDSAT TM5 (2000).

Essas imagens, que estavam em formato TIF, sem geo-referenciamento, foram recortadas na região do retângulo de cada bacia e, em seguida, utilizando o programa IPIMA, foram convertidas para o formato GRIB. Nesse formato, foi procedido o registro das mesmas no *software* SPRING e a incorporação definitiva ao banco de dados de cada bacia.

Inicialmente dentro de critérios constantes em INPE (2000, d), efetuou-se o contraste adequado de cada banda, usando a ferramenta Imagem, comando Contraste. Em seguida, dentro da mesma ferramenta, com o comando Classificação, efetuou-se a interpretação das formas de uso das bacias para aquela ocasião.

A classificação contou inicialmente com a criação de um arquivo de contexto com os respectivos temas e, pelo comando Treinamento, foram adquiridas 5 amostras

para cada tema (forma de uso). Acionando o comando Classificação, foi gerado um novo PI para a imagem classificada e, usando o classificador Maxver e limiar de aceitação 100%, efetuou-se uma análise preliminar das amostras.

As amostras cujo desempenho médio era inferior a 70% foram eliminadas e, a seguir, acionando o comando Classificar, procedeu-se uma classificação prévia da imagem. Na seqüência, com o comando Pós-classificação efetuou-se a classificação definitiva.

Utilizando o comando Mapeamento, associaram-se os temas da imagem classificada com classes de uma categoria temática de forma de uso que recebesse os dados da imagem classificada, criando um PI com classes de capacidade de uso. Esse plano de informação foi então recortado pelo divisor de água da bacia e, pela ferramenta Temático, comando Cálculo de área, foram identificadas as áreas com correspondentes a cada forma de uso.

Para delimitar as áreas de preservação permanente de recursos hídricos, inicialmente, com o PI da hidrografia ativo, usando a ferramenta Temático, comando Mapa de distância, com a opção de seleção por classe, selecionou-se as classes de rios a partir das quais o *software* criaria o mapa de distância. A resolução usada foi de X(10m) e Y(10m). Os dados foram descarregados pelo programa em uma categoria temática, na forma de isolinha. Foi determinada a geração em arquivo, passo de 30m. Acionando o comando Executar, o “programa” criou uma isolinha a 30m de distância (“buffer”) de cada margem dos cursos de água, região essa que, para o caso das quatro bacias que possuem cursos de água com largura do leito inferior a 10m, é considerada área de preservação permanente. Outras áreas que se enquadrassem na categoria de preservação permanente, foram delimitadas manualmente.

Criados os polígonos das áreas de preservação permanente, recortou-se a imagem classificada das formas de uso pelo seu limite externo e procedeu-se à identificação e à quantificação das formas de uso existentes nessa parte da bacia em 22-06-2000.

## 2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### 2.3.1. Geologia

O Sudoeste do Estado do Paraná, bem como as bacias hidrográficas dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau, estão inseridos na bacia sedimentar do Paraná.

O Sudoeste do Estado do Paraná se situa na parte centro oriental da Bacia Sedimentar do Paraná, cujo território, em 75 % de sua extensão, é coberto por rochas vulcânicas, predominando as de natureza basáltica.

A grande bacia sedimentar do Paraná cobre uma área de aproximadamente 1.295.000 km<sup>2</sup>, sendo que 1.000.000 km<sup>2</sup> estão no Brasil, 66.500 km<sup>2</sup> estão na Argentina, 96.500 km<sup>2</sup> no Uruguai e 132.000 km<sup>2</sup> no Paraguai, de acordo com o MAPA HIDROGEOLÓGICO DA AMÉRICA DO SUL elaborado por UNESCO & CPRM (1996).

Pode-se dizer que a geologia da região Sudoeste do Estado do Paraná, de acordo com MAPA HIDROGEOLÓGICO DA AMÉRICA DO SUL elaborado por UNESCO & CPRM (1996) e PICCIRILO & MELFI (1988), assim se enquadra: JKβsg – Rochas basálticas do Grupo São Bento, Formação Serra Geral. As rochas são do tipo basalto toleíticos, com intercalações de arenito, ou são vulcânicas ácidas, ambas intercaladas por diques e sills de diabásio ou dolerito. Na região Sudoeste muitos desses diques intrabasálticos são marcados no relevo por longas lombadas de flancos inclinados.

São minerais essenciais dos basaltos os feldspatos álcali-cálcicos e piroxênios, ambos totalizando de 70 a 80% do volume da rocha. A maioria dos plagioclásios está na faixa da andesina, ocorrendo também os feldspatos potássicos, geralmente microcristalinos, constituindo até 10% da rocha. Dos piroxênios destacam-se as pigeonitas e os clinopiroxênios sub-cálcicos, sendo que as augitas e ferroaugitas estão nos equivalentes intrusivos. Os opacos encontrados são as magnetitas. É comum a existência de basaltos amigdalóides, às vezes preenchidos por quartzo, variedades microcristalinas ou hidratadas de sílica, calcitas e zeólitas.

As ocorrências minerais se restringem a ametistas, zeólitas e cobre nativo. As duas primeiras ocorrem na região de Mangueirinha e o último na região de Chopinzinho.

Os compartimentos são cortados por diques de quimismo básico (diabásio), na direção SE-NW, e por diques carentes em diabásio, na direção SW-NE, ambos relacionados com o arco de Ponta Grossa e com o vulcanismo continental toleítico da Bacia do Paraná.

No que tange às quatro bacias, verifica-se que na bacia do rio Brinco a estrutura geológica está caracterizada por rochas do Vulcanismo Ácido Palmas - VAP.

As rochas dessa bacia constituem fluxos de basalto-andesito, com teores médios de óxido de titânio na faixa de 2 a 3% do peso. Isso classifica a rocha de intermediária a básica. Essas rochas são fracamente porfíricas, com textura hipocristalina e apresentam fenocristais de plagioclásio e augita. Aparecem também, em estado alterado, plagioclásio e augita e microfenocristais de apatita. A rocha mater consiste de plagioclásio, vidro vulcânico, opacos, augita e olivina alterada, apatita e piogenita.

Nas bacias do Rio Anta Gorda, Rio Coxilha Rica e Rio Jirau, que estão incluídas na província geológica da Bacia do Paraná Central - BPC, a estrutura geológica é caracterizada de rochas básicas a intermediárias efusivas e vulcânicas.

As rochas dessas bacias se caracterizam por fluxos de lavas basálticas, consolidadas em basaltos toleíticos, com baixo teor de óxido de titânio (<2% do peso), constituindo, assim, rochas básicas a intermediárias.

Essas rochas são subafíricas, com textura hipocristalina. Apresentam plagioclásio, augita e olivina alterados, fenocristais e opacos e também microcristais de opacos, piogenita, feldspato alcalino e apatitas com minerais acessórios. As vesículas muitas vezes se encontram preenchidas com calcedônia.

### **2.3.2. O Solo**

Neste estudo foram adaptados os dados de solos propostos por (LARACH et al. 1984, a). Após os estudos de campo e interpretação das bases cartográficas que

constituem os bancos de dados de cada bacia, constatou-se que nas áreas objeto dos estudos ocorrem cinco unidades de solos, as quais estão descritas a seguir.

**Litólico** - É um solo pouco desenvolvido, não hidromórfico, geralmente com pouca espessura até a rocha sólida, que pode variar de 20 a 80cm. Apresenta seqüência de horizontes A/C/R e o horizonte A possui espessura entre 15 e 40cm. Abaixo do horizonte A ocorrem calhaus e pedras ou, ainda, materiais semi-alterados das rochas em mistura com material desse horizonte. Esporadicamente, pode apresentar um pequeno horizonte B em início de formação, cuja espessura dificilmente ultrapassa a 20cm. A proximidade do material de origem caracteriza um constante processo de rejuvenescimento (LARACH et al. 1984, a).

Podem constituir variedade desse solo o LITÓLICO EUTRÓFICO - Re, o LITÓLICO DISTRÓFICO - Rd e o LITÓLICO ÁLICO - Ra.

**Brunizem** - São solos minerais, não hidromórficos, com horizonte A chernozêmico, B textural, argila de alta atividade e alta saturação de bases. São moderadamente profundos, geralmente com a espessura do solum (A+Bt) entre 60 e 120cm. São características desses solos a alta fertilidade natural e a alta troca de cátions, mesmo no horizonte Bt, onde os teores de carbono orgânico são geralmente baixos (LARACH et al. 1984, a). Ocorre apenas sob a variedade BRUNIZEM AVERMELHADO - Ba.

**Cambissolo** - São solos minerais, não hidromórficos, de profundidade média, são moderados a bem drenados. Apresentam seqüência de horizontes A, (B) e C, sendo o A moderadamente desenvolvido. Apresenta transição, normalmente clara, entre os horizontes (VIEIRA & VIEIRA, 1983).

Esses solos apresentam um certo grau de evolução, mas não o suficiente para decompor totalmente minerais primários de fácil intemperização, como feldspato, mica, horblenda, augita e outros. As acumulações de óxidos de ferro, húmus e argilas, não são significativas, a ponto de permitir identificá-los como possuindo B textural ou B podzol (LARACH et al. 1984, a).

Podem constituir variedade de CAMBISSOLO EUTRÓFICO - Ce, CAMBISSOLO DISTRÓFICO - Cd e CAMBISSOLO ÁLICO - Ca.

**Terra Roxa Estruturada** - São solos minerais argilosos, não hidromórficos,

com seqüência de horizontes A, B e C. Esses solos possuem horizonte B textural e cerosidade no B revestindo as unidades estruturais e existe relativa dificuldade de diferenciação dos horizontes pela cor (VIEIRA & VIEIRA, 1983).

Podem ocorrer na variedade TERRA ROXA ESTRUTURADA Eutrófica - TRe, caracterizando-se por alta fertilidade natural, ou na variedade TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica - TRd, com fertilidade natural média, ou ainda extremamente ácidos em variedade TERRA ROXA ESTRUTURADA Álica - TRa (LARACH et al. 1984, a).

**Latossolo Roxo** - Solos minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico. Possuem coloração arroxeadada, são porosos, muito friáveis, acentuadamente drenados, com argila de baixa capacidade de troca de cátions e elevados teores de sesquióxido de ferro, alumínio e óxido de titânio e manganês. São solos muito profundos, normalmente com mais de 3m de espessura. Possuem seqüência de horizontes A, B, C e R, sendo a transição entre os horizontes A e B pouco nítida. A textura dos horizontes A e B é muito argilosa, ocasionando um baixo gradiente textural. O grau de consistência do perfil vai de macio, quando seco, muito friável ou friável quando úmido e plástico, e pegajoso com o solo molhado (LARACH et al. 1984, a).

Podem ocorrer sob três variações, que são: LATOSSOLO ROXO Eutrófico - LRe, LATOSSOLO ROXO Distrófico - LRd e LATOSSOLO ROXO Álico - LRa.

**Latossolo Bruno** - Constitui-se por solos minerais, não hidromórficos, com argila de baixa capacidade de troca de cátions, com horizonte A proeminente e B latossólico. Esses solos possuem coloração bruno-avermelhada, vermelha ou vermelho-escura, apresentam altos teores de argila, são profundos, porosos e acentuadamente drenados, com alta saturação de alumínio trocável e são, portanto, muito ácidos. São derivados de rochas basálticas e apresentam teores de sesquióxido de ferro e alumínio e óxido de titânio elevado. Apresentam seqüência de Horizontes A, B e C e são normalmente graduais as transições entre A e B (LARACH et al. 1984, a).

Ocorrem normalmente como LATOSSOLO BRUNO Álico - LBa.

Definiu-se o caráter distrófico e eutrófico dos solos das quatro bacias pelo valor de saturação de bases. Assim, quando o valor de V for  $\leq$  a 50% é distrófico, se

for  $\geq 50\%$ , é eutrófico (EMBRAPA, 1999, p.10).

O termo álico, foi usado para definir classes de solo com saturação por Al  $\geq 50\%$  (CAMARGO et al., 1986).

Nas TABELA 4, TABELA 6 e TABELA 7 estão uma série de análises físico-químicas dos solos das quatro bacias. Essas análises referem-se às amostras dos 30cm superficiais do horizonte A dos perfis analisados. Na TABELA 8, estão as áreas de abrangência de cada tipo de solo em cada bacia.

TABELA 4 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DA BACIA DO RIO ANTA GORDA

Parâmetro	Amostra					
	1	2	3	4	5	6
Teor de MO (g/dm <sup>3</sup> )	37,53	40,21	33,51	40,21	40,21	37,53
Acidez						
pH	4,4	4,0	5,1	5,0	4,3	4,6
Alumínio Trocável – Al (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	0,17	0,85	0	0	0,14	0,07
Macronutrientes						
Cálcio – Ca (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	5,4	2,9	9,36	8,9	4,9	5,9
Cálcio + Magnésio – Ca+Mg (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	7,9	3,9	12,3	11,4	6,9	7,9
Potássio (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	0,25	0,33	0,5	0,45	0,25	0,25
Fósforo P (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	7,06	4,82	3,74	5,54	4,03	4,46
Relações						
Soma de Bases Trocáveis – SB (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	8,15	4,23	12,8	11,85	7,15	8,15
Capacidade de Troca de Cátions (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	17,15	15,49	19,01	18,54	16,15	15,91
Saturação de Bases V %	47,52	27,28	67,33	63,92	44,27	51,23
Saturação de Alumínio Al %	2,04	16,75	----	----	2,59	1,45
Micronutrientes						
Cobre Cu mg/dm <sup>3</sup>	11,06	15,31	12,07	14,28	22,01	16,16
Zinco Zn mg/dm <sup>3</sup>	1,34	2,4	5,54	14,38	6,41	2,05
Ferro mg/dm <sup>3</sup>	7,23	9,03	6,85	7,33	7,82	7,06
Manganês mg/dm <sup>3</sup>	187,17	193,99	185,88	193,05	191,17	182,94
Análise Granulométrica						
Argila %	60	59	32	37	46	64
Areia %	28	33	42	44	41	31
Silte	12	8	26	19	13	5

Legenda: Baixo, Médio e Alto; P - fósforo, C - carbono, V - saturação de bases.

Vide na FOTO 1 à FOTO 5 os respectivos perfis dos quais foram coletadas as amostras de solo, na FIGURA 5 na página 37 a classificação textural e na FIGURA 43, na página 157, a espacialização desses solos e os locais de coletas de amostras.

Amostra 1: LRd - LATOSSOLO ROXO Distrófico, muito argiloso, teor de MO (Matéria Orgânica) 2,14%, saturação por bases (V%) 47,52%, que justifica o enquadramento como distrófico. Fertilidade, ácido. Forma de uso, lavoura de soja.

Amostra 2: TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica, textura argilosa, teor de MO 2,30%, saturação por bases 27,28%, caracterizando-o como

distrófico. Fertilidade baixa, ácido. Forma de uso, lavoura de milho.

Amostra 3: Re - SOLO LITÓLICO Eutrófico, textura franco argilosa, teor de MO 1,91%, saturação por bases 67,33%, enfatizando o caráter eutrófico. Fertilidade, moderadamente ácido. Forma de uso, lavoura de milho.

Amostra 4: Ce - CAMBISSOLO EUTRÓFICO, textura franco argilosa, teor de MO 2,3%, saturação por bases 63%, enquadrando como eutrófico. Fertilidade, moderadamente ácido. Forma de uso, mata.

Amostra 5: TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica, textura franco argilosa, teor de MO 2,3%, saturação por bases 44,27%, enquadrando-o como distrófico. Fertilidade baixa, ácido. Forma de uso, lavoura de soja.

Amostra 6: LRe - LATOSSOLO ROXO Eutrófico, muito argiloso, teor de MO 2,14%, saturação por bases 51,23%, classificando-o como eutrófico. Fertilidade, fortemente ácido. Forma de uso, pastagem.

FOTO 1 - PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 2): TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica (R. ANTA GORDA 08-09-00)



FOTO 2 - PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 1): LRd - LATOSSOLO ROXO Distrófico (R. ANTA GORDA 8-9-00)



FOTO 3 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 3): Re - SOLO LITÓLICO Eutrófico (R. ANTA GORDA 08-09-00)



FOTO 4 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 4): Ce - CAMBISSOLO EUTRÓFICO (R. ANTA GORDA 08-09-00)



FOTO 5 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 5): TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica (R. ANTA GORDA 08-09-00)



TABELA 5 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DA BACIA DO RIO BRINCO

Parâmetro	Amostra						
	7	8	9	10	11	12	13
Teor de MO (g/dm <sup>3</sup> )	46,91	40,21	46,91	46,91	37,53	50,93	67,01
Acidez							
PH	3,9	3,7	4,0	4,4	4,0	3,9	4,0
Alumínio Trocável – Al (cmol+)/dm <sup>3</sup>	1,88	3,23	1,05	0,24	1,52	1,73	1,62
Macronutrientes							
Cálcio – Ca (cmol+)/dm <sup>3</sup>	0,7	0,3	0,8	2,9	0,5	0,9	2,46
Cálcio + Magnésio – Ca+Mg (cmol+)/dm <sup>3</sup>	1,05	0,52	1,6	3,13	0,9	1,45	3,06
Potássio (cmol+)/dm <sup>3</sup>	0,08	0,03	0,1	0,23	0,18	0,05	0,08
Fósforo P (cmol+)/dm <sup>3</sup>	5,54	3,02	5,54	8,71	2,02	2,66	3,38
Relações							
Soma de Bases Trocáveis – SB (cmol+)/dm <sup>3</sup>	1,13	0,55	1,7	3,36	1,08	1,5	3,14
Capacidade de Troca de Cátions (cmol+)/dm <sup>3</sup>	15,21	16,88	14,76	11,72	14,14	18,76	21,99
Saturação de Bases V %	7,40	3,23	11,52	28,64	7,61	8,0	14,26
Saturação de Alumínio Al %	62,56	85,56	38,18	6,68	58,57	53,56	34,07
Micronutrientes							
Cobre Cu mg/dm <sup>3</sup>	7,92	6,15	9,04	7,44	4,94	5,76	5,27
Zinco Zn mg/dm <sup>3</sup>	0,94	0,11	0,32	1,88	0,10	0,02	0,42
Ferro mg/dm <sup>3</sup>	15,04	12,17	9,99	12,86	7,36	9,22	9,93
Manganês mg/dm <sup>3</sup>	33,15	21,52	44,61	82,75	22,04	25,16	30,89
Análise Granulométrica							
Argila %	63	73	61	32,6	68	67	55
Areia %	24	20	23	24	20	10	13
Silte	13	7	16	43,4	12	10	13

Legenda: Baixo, Médio e Alto; P - fósforo, C - carbono, V - saturação de bases.

Vide na FOTO 6 à FOTO 14, os respectivos perfis dos quais foram coletadas as amostras de solo, na FIGURA 5, na página 37, a classificação textural e na FIGURA 44, na página 158, a espacialização desses solos e os locais de coletas de amostras.

Amostra 7: LBa – LATOSSOLO BRUNO Álico, textura muito argilosa, fertilidade, extremamente ácido, necessitando de correção, teor de MO 2,7%, saturação por bases 7,4%, enfatizando o caráter álico. Esse solo, no ponto de coleta, estava sendo usado com gramínea nativa.

Amostra 8: LBa – LATOSSOLO BRUNO Álico, textura muito argilosa, fertilidade, extremamente ácido, necessitando de correção para uso com agropecuária, teor de MO 2,3%, saturação por bases 3,23%, enquadrando como álico. Esse solo é usado com lavoura mecanizada de soja.

Amostra 9: Ca - CAMBISSOLO ÁLICO, muito argiloso, teor de MO 2,14%, fertilidade, extremamente ácido, saturação por bases 7,61%, enquadrando-o como aluminico. Forma de uso, pastagem.

FOTO 6 – PERFIL TÍPICO DE SOLO LRd - LATOSSOLO ROXO Distrófico (R. BRINCO 30-08-00)

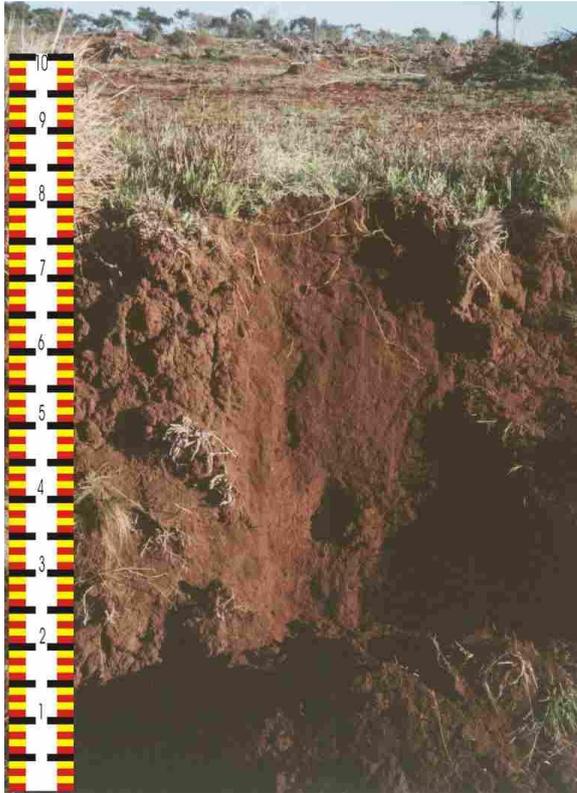


FOTO 7 – PERFIL TÍPICO DE SOLO Ca - CAMBISSOLO ÁLICO (R. BRINCO 30-08-00)



FOTO 8 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 7): LBa – LATOSSOLO BRUNO Álico (R. BRINCO 30-08-00)

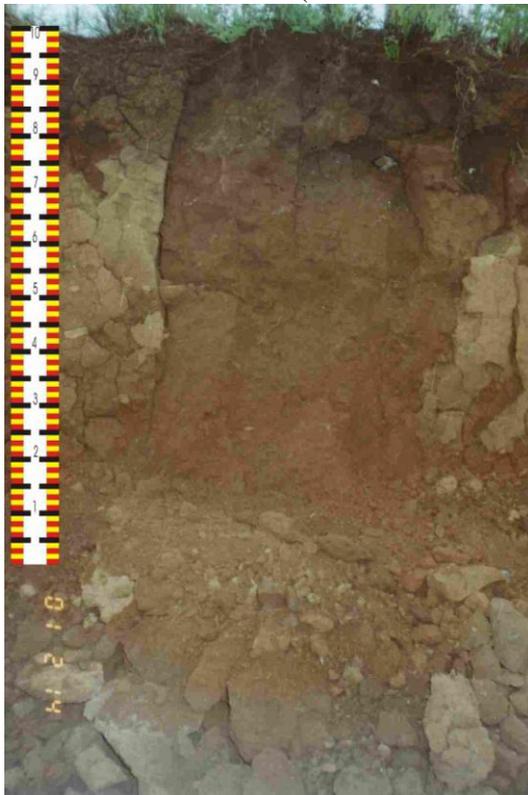


FOTO 9 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 8): LVd – LATOSSOLO ROXO Distrófico (R. BRINCO 30-08-00)

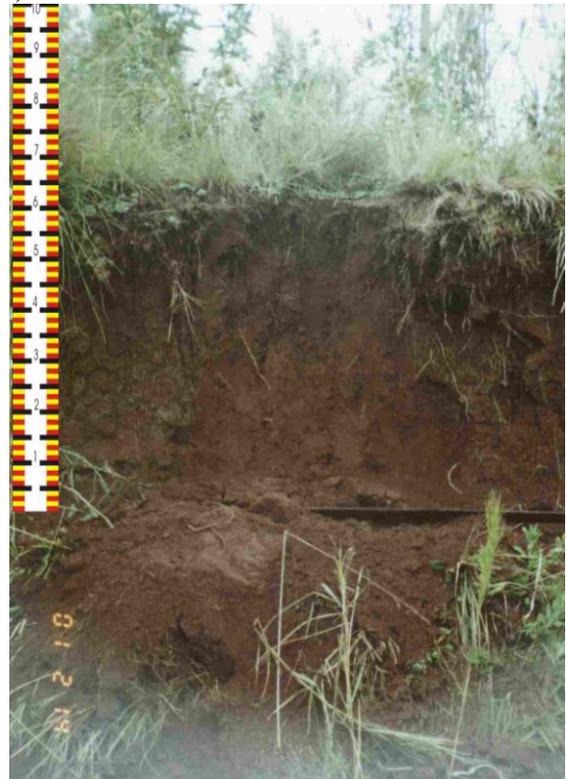


FOTO 10 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 9): Ca  
- CAMBISSOLO ÁLICO (R. BRINCO 30-08-00)

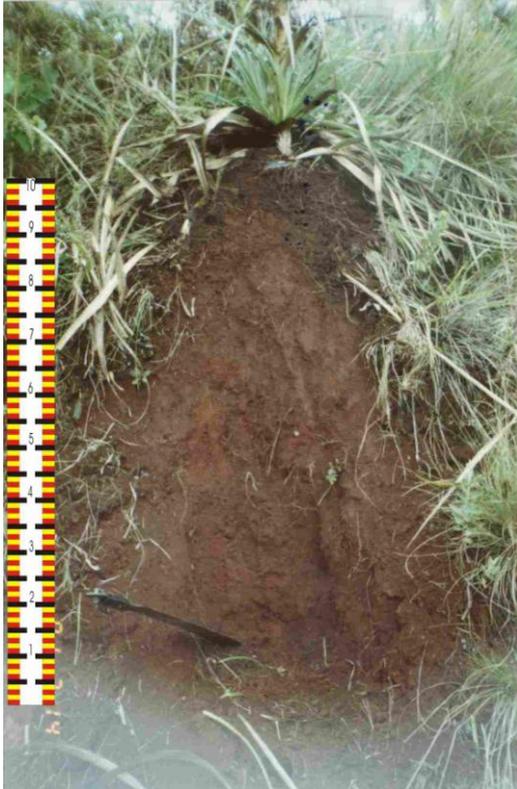


FOTO 11 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 10): LRd –  
LATOSSOLO ROXO Distrófico (R. BRINCO 30-08-00)

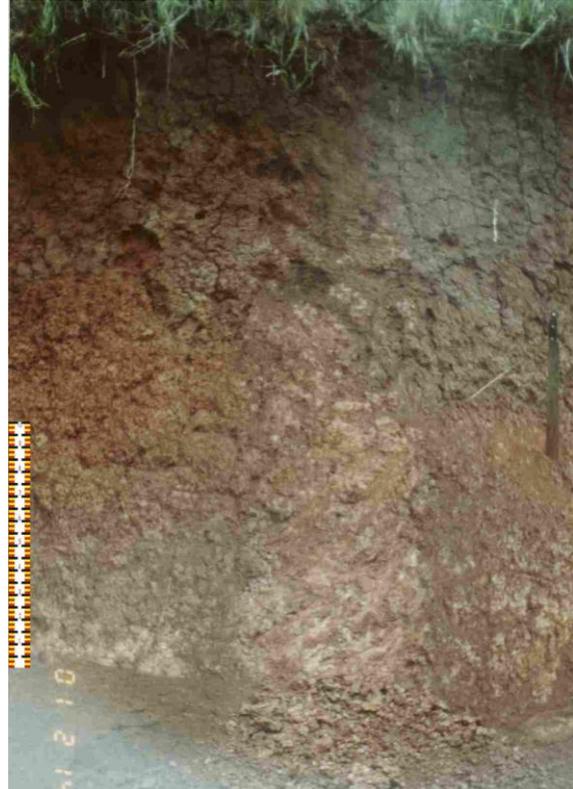


FOTO 12 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 11): TRd -  
TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica (R. BRINCO  
30-08-00)



FOTO 13 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 12):  
Ra - SOLO LITÓLICO ÁLICO (R. BRINCO 30-  
08-00)



FOTO 14 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 13): Ca - CAMBISSOLO ÁLICO (R. BRINCO 30-08-00) FOTO 15 – DISJUNÇÃO PLANO-PARALELA EM ROCHA ÁCIDA BASTANTE ALTERADA (R. BRINCO 30-08-00)



Amostra 10: LRd – LATOSSOLO ROXO Distrófico, textura franco argilo siltosa, teor de MO 2,7%, fertilidade, fortemente ácido, saturação por bases 28,64%. Solo usado com pastagem.

Amostra 11 - TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica, textura muito argilosa, fortemente ácido, teor de MO 2,7%, saturação por bases 11,52%, sendo, portanto distrófico. Forma de uso, pastagem.

Amostra 12: Ra - SOLO LITÓLICO Álico, muito argiloso, teor de MO 2,9%, fertilidade, extremamente ácido, saturação por bases 8%, enquadrando como álico ou alumínico. Forma de uso, pastagem.

Amostra 13: Ca - CAMBISSOLO ÁLICO, argilo-siltoso, teor de MO 3,8%, fertilidade extremamente ácido, saturação por bases 14,26%, condição álico ou alumínico. Forma de uso, pastagem.

TABELA 6 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DA BACIA DO RIO COXILHA RICA

Parâmetro	Amostra			
	14	15	16	17
Teor de MO (g/dm <sup>3</sup> )	40,21	20,10	26,80	26,80
Acidez				
PH	5,10	4,9	5,00	4,40
Alumínio Trocável – Al (cmol+)/dm <sup>3</sup>	0,0	0,25	0,0	0,18
Macronutrientes				
Cálcio – Ca (cmol+)/dm <sup>3</sup>	5,70	5,20	6,10	4,60
Cálcio + Magnésio – Ca+Mg (cmol+)/dm <sup>3</sup>	8,30	6,05	7,08	5,55
Potássio (cmol+)/dm <sup>3</sup>	0,08	0,1	0,6	0,2
Fósforo P (cmol+)/dm <sup>3</sup>	22,03	10,01	10,01	5,54
Relações				
Soma de Bases Trocáveis – SB (cmol+)/dm <sup>3</sup>	8,38	6,15	7,68	5,75
Capacidade de Troca de Cátions (cmol+)/dm <sup>3</sup>	14,59	14,51	13,89	14,11
Saturação de Bases V %	57,42	51,0	55,29	40,75
Saturação de Alumínio Al %	----	3,91	----	3,04
Micronutrientes				
Cobre Cu mg/dm <sup>3</sup>	17,3	21,25	20,63	16,0
Zinco Zn mg/dm <sup>3</sup>	0,97	2,27	5,73	1,08
Ferro mg/dm <sup>3</sup>	7,25	9,81	8,34	7,52
Manganês mg/dm <sup>3</sup>	154,47	53,26	149,08	107,91
Análise Granulométrica				
Argila %	60,8	70,0	31,6	64,4
Areia %	28,2	15,0	36,4	27,6
Silte	11,0	15,0	32,0	8,0

Legenda: **Baixo**, **Médio** e **Alto**; P - fósforo, C - carbono, V - saturação de bases.

Vide na FOTO 16 à FOTO 20 os respectivos perfis dos quais foram coletadas as amostras de solo, na FIGURA 5, na página 37, a classificação textural e na FIGURA 45, na página 159, a espacialização desses solos e os locais de coletas de amostras.

Amostra 14: LRe - LATOSSOLO ROXO Eutrófico, muito argiloso, saturação por bases alta, 57%, dando o caráter eutrófico; fertilidade, moderadamente ácido; teor de MO 2,3%. Forma de uso, lavoura de soja.

Amostra 15: Ce - CAMBISSOLO ÁLICO Distrófico, muito argiloso, teor de MO 1,15%, fertilidade, fortemente ácido, saturação por bases 42,38%, que o caracteriza como distrófico. Forma de uso, lavouras anuais de milho e soja.

Amostra 16: Re - SOLO LITÓLICO Eutrófico, franco argiloso, teor de MO 1,53%, saturação por base 55,29%, caracterizando-o como eutrófico, fertilidade, moderadamente ácido. Forma de uso, lavoura de milho.

Amostra 17: TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica, muito argiloso, teor de MO 1,53%, saturação por base 40,75% sendo, portanto, distrófico e fertilidade, fortemente ácido. Forma de uso, lavoura de soja.

FOTO 16 – PERFIL DE SOLO Ce - CAMBISSOLO EUTRÓFICO (R. COXILHA RICA 1-9-00) - FOTO 17 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 14): LRe - LATOSSOLO ROXO Eutrófico (R. COXILHA RICA 1-9-00)

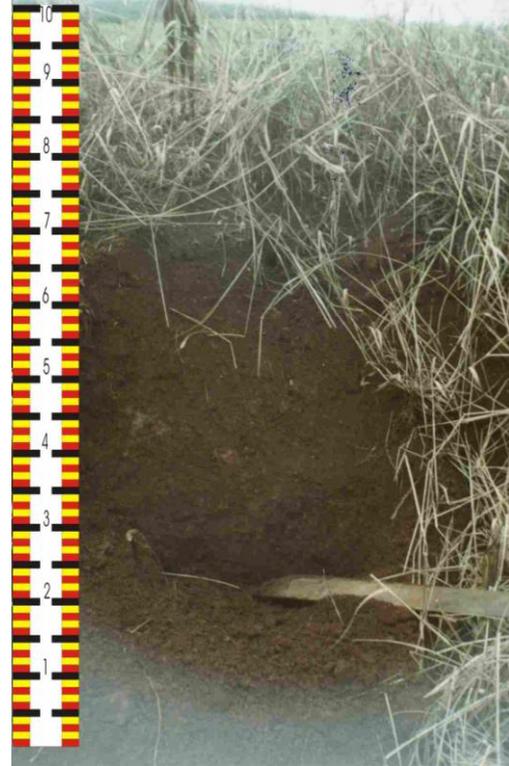


FOTO 18 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 15): Ca - CAMBISSOLO ÁLICO (R. COXILHA RICA 1-9-00) - FOTO 19 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 16): Re - SOLO LITÓLICO EUTRÓFICO (R. COXILHA RICA 1-9-00)



FOTO 20 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 17): TRd  
- TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica (R.  
COXILHA RICA 1-9-00)



TABELA 7 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DA BACIA DO RIO JIRAU

Parâmetro	Amostra					
	18	19	20	21	22	23
Teor de MO (g/dm <sup>3</sup> )	46,91	33,51	33,51	33,51	26,8	26,8
Acidez						
PH	5,0	4,1	4,0	5,3	4,2	5,3
Alumínio Trocável – Al (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	0,0	1,11	0,95	0,0	0,62	0,0
Macronutrientes						
Cálcio – Ca (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	4,7	2,4	3,3	13,9	2,1	8,7
Cálcio + Magnésio – Ca+Mg (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	7,39	3,02	4,24	19,08	3,5	12,19
Potássio (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	0,18	0,08	0,1	0,6	0,2	0,55
Fósforo P (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	3,74	4,82	3,74	7,49	3,02	3,38
Relações						
Soma de Bases Trocáveis – SB (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	7,57	3,10	4,34	19,68	3,70	12,74
Capacidade de Troca de Cátions (cmol(+)/dm <sup>3</sup> )	13,78	13,55	15,60	24,64	13,40	17,70
Saturação de Bases V %	54,92	22,85	27,82	79,87	27,61	71,98
Saturação de Alumínio Al %	----	26,4	17,96	----	14,35	----
Micronutrientes						
Cobre Cu mg/dm <sup>3</sup>	11,12	6,39	8,81	16,63	9,34	30,18
Zinco Zn mg/dm <sup>3</sup>	0,41	0,18	0,73	7,02	0,06	6,58
Ferro mg/dm <sup>3</sup>	7,17	7,18	6,61	7,44	7,73	6,45
Manganês mg/dm <sup>3</sup>	83,59	46,31	124,65	190,94	44,07	180,68
Análise Granulométrica						
Argila %	62,0	73,0	68,0	29,0	58,0	35,0
Areia %	29,0	19,0	21,0	43,0	33,0	39,0
Silte	9,0	8,0	11,0	28,0	9,0	26,0

Legenda: **Baixo**, **Médio** e **Alto**, P - fósforo, C - carbono, V - saturação de bases.

Vide na FOTO 21 à FOTO 25 os respectivos perfis dos quais foram coletadas as amostras de solo, na FIGURA 5, na página 37, a classificação textural e FIGURA 46, na página 160, a espacialização desses solos e os locais de coletas de amostras.

Amostra 18: LRe - LATOSSOLO ROXO Eutrófico, muito argiloso, teor de MO 2,7%, fertilidade, fortemente ácido, saturação por base 54,92%, dando o caráter distrófico. Forma de uso, lavoura de soja.

Amostra 19: LRd - LATOSSOLO ROXO Distrófico, muito argiloso, teor de MO 1,91%, saturação por bases 22,85%, dando o caráter distrófico, fertilidade natural, extremamente ácido. Forma de uso, lavoura de soja.

FOTO 21 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 18): LRe - LATOSSOLO ROXO Eutrófico (R. JIRAU 5-9-00)

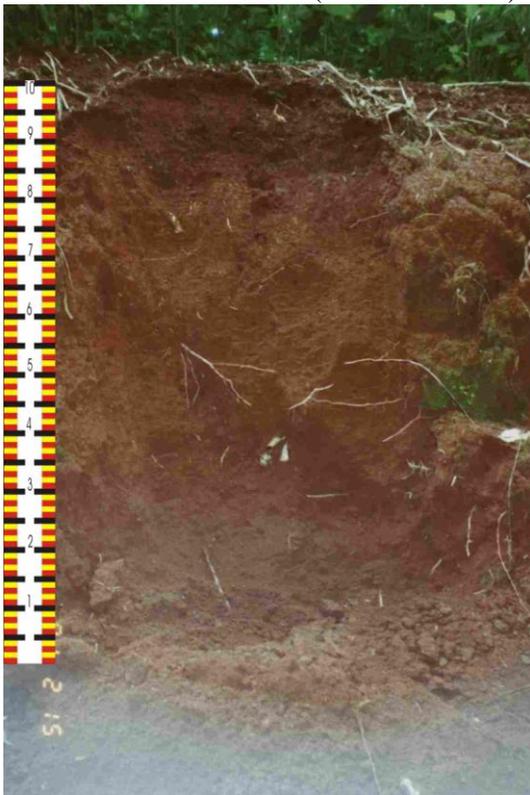


FOTO 22 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 19): LRd - LATOSSOLO ROXO Distrófico (R. JIRAU 5-9-00)



Amostra 20: TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica, muito argiloso, teor de MO 1,91%, saturação por bases 27,82%, confirmando o caráter distrófico, fertilidade, extremamente ácido. Forma de uso, pastagem.

Amostra 21: Re - SOLO LITÓLICO EUTRÓFICO, textura franco argilosa, teor de MO 1,91%, saturação por bases 79,87%, fertilidade, moderadamente ácido. Forma de uso, pastagem.

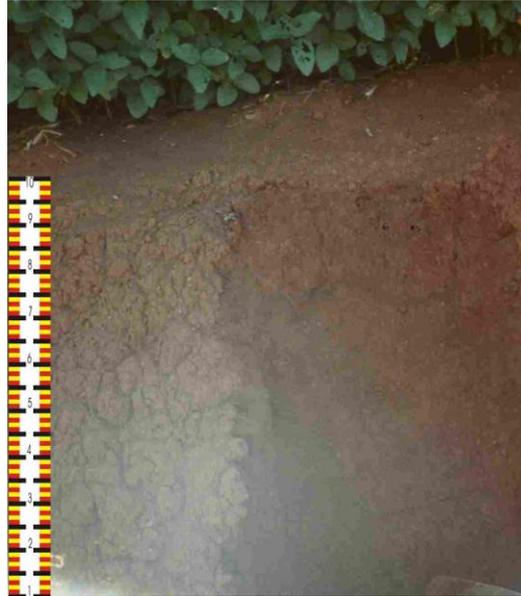
FOTO 23 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 20): TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica (R. JIRAU 5-9-00)



FOTO 24 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 21): Re - SOLO LITÓLICO Eutrófico (R. JIRAU 5-9-00)



FOTO 25 – PERFIL DE SOLO (AMOSTRA 22): TRd - TERRA ROXA Distrófica (R. JIRAU 5-9-00)



Amostra 22: TRd - TERRA ROXA ESTRUTURADA Distrófica, argilo-siltoso, teor de MO 1,53%, saturação por bases 27,61%, confirmando o caráter distrófico. Forma de uso, lavoura de soja.

Amostra 23: Ce - CAMBISSOLO ÁLICO Eutrófico, textura franco argilo siltosa, teor de MO 1,53%, saturação por bases 71,98%, fertilidade, moderadamente ácido. Forma de uso, pastagem.

FIGURA 5 – ÁBACO DEMONSTRANDO A CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS DAS BACIAS DOIS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

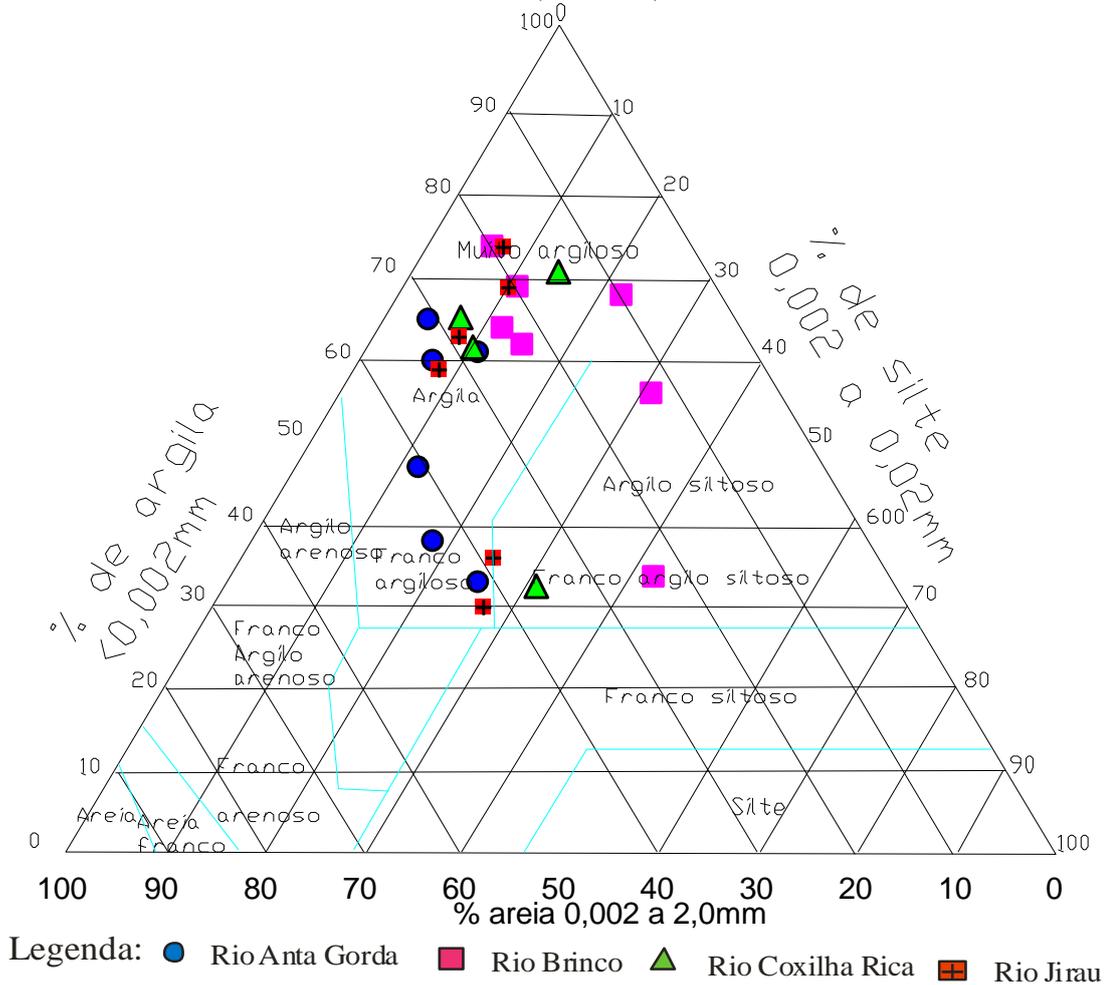


TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS NAS BACIAS DOS RIO ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Solo	Anta Gorda		Brinco		Coxilha Rica		Jirau	
	Área ha	% do total	Área ha	% do total	Área ha	% do total	Área ha	% do total
Ca	----	----	56,83	3,82	----	----	----	----
Ce	----	----	----	----	29,46	4,39	50,84	2,06
LBa	----	----	420,17	28,24	----	----	----	----
LRd	132,86	10,96	735,26	49,43	139,76	20,81	389,44	15,75
LRe	304,53	25,12	----	----	5,90	0,88	366,98	14,84
Ba	74,59	6,15	----	----	144,59	21,52	500,28	20,23
TRd	85,35	7,04	----	----	----	----	----	----
TRe	507,49	41,86	266,19	17,89	350,31	52,15	1152,28	46,60
Ra	----	----	9,16	0,62	----	----	----	----
Re	107,59	8,87	----	----	1,73	0,26	12,70	0,51
Total geral	1212,40	100,00	1487,61	100,00	671,76	100,00	2472,53	100,00

Vide na FIGURA 43 à FIGURA 46, nas páginas 157 a 160, a distribuição dos solos nas respectivas bacias.

Dos solos que ocorrem na bacia do rio Anta Gorda, predomina a Terra Roxa Estruturada Eutrófica em 41,86% da área; na seqüência vêm o Latossolo Roxo Eutrófico, em 25,12% da área, o Latossolo Roxo Distrófico, em 10,96% da área, o Litólico Eutrófico Álico, em 8,87% da área e, em último lugar, o Brunizem Avermelhado, em 6,15% da área.

Dos solos que ocorrem na bacia do rio Brinco, predomina o Latossolo Roxo Distrófico em 28,24% da área; na seqüência vêm o Latossolo Bruno Álico, em 28,24% da área, a Terra Roxa Estruturada Distrófica, em 17,89% da área, o Cambissolo Álico, em 3,82% da área e, em último lugar, o Litólico Álico, em 0,62% da área.

Dos solos que ocorrem na bacia do rio Coxilha Rica, predomina a Terra Roxa Estruturada Eutrófica em 52,15% da área; em seguida vêm o Brunizem Avermelhado, em 21,52% da área, o Latossolo Roxo Distrófico, em 20,81% da área, o Cambissolo Eutrófico, em 4,39% da área, o Latossolo Roxo Eutrófico, em 0,88% da área e, em último lugar, o Litólico Eutrófico, em 0,26% da área.

Dos solos que ocorrem na bacia rio Jirau, predomina a Terra Roxa Estruturada Eutrófica em 46,60% da área, o Brunizem Avermelhado em 20,23%, o Latossolo Roxo Distrófico em 15,75% da área, o Latossolo Roxo Eutrófico em 14,84% da área, o Cambissolo Eutrófico em 2,06% da área e, por último, o Litólico Eutrófico em 0,51% da área.

Em relação ao material de origem desses solos, deve-se observar que na bacia do rio Brinco os solos são originários de rochas basálticas do vulcanismo ácido de Palmas. Essa característica do material de origem e a menor temperatura do clima é que caracterizam a predominância de solos distróficos a ácidos.

Nas bacias dos rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau, a rocha mater é do tipo básica a intermediária e as temperaturas médias anuais são mais elevadas, possibilitando, portanto, o surgimento de solos distróficos e eutróficos, com fertilidade natural tendendo a moderada.

### 2.3.3. Clima

O Sudoeste do Estado do Paraná e as bacias estudadas apresentam as condições meteorológicas que, segundo o esquema clássico e tradicional de NIMER (1979), baseado na antiga teoria frontológica da Escola Norueguesa, seriam controladas por massas de ar diferenciadas.

mPa- Massa polar atlântica, é uma massa fria e úmida, de origem marítima.

mTc - Massa tropical continental, originária na planície do Chaco, na Argentina. É quente e seca, traz estabilidade ao tempo;

mTa - Massa tropical atlântica, originária do anticiclone do Atlântico. É uma massa quente, úmida, com tendência a trazer estabilidade ao tempo. Forma os alísios de SE.

mEc - Massa equatorial continental, originária da Amazônia. É uma massa quente e de elevada umidade, que traz instabilidade ao tempo.

A massa polar pode ter origem continental e marítima. A polar continental, mais seca, penetra no Sul do Brasil e Sudoeste do Estado do Paraná, principalmente no período outono-inverno, e é responsável pela ocorrência de geadas e dias ensolarados desse período do ano.

A polar marítima, úmida, atinge o Sul do Brasil pela costa, tendo maior influência no litoral, nas serras e nos planaltos próximos, porém pode esporadicamente atingir o Sudoeste do Estado do Paraná. A atuação dessa massa provoca bruscas quedas de temperatura, mau tempo, frio úmido e chuvas abundantes.

As massas de ar frio acentuam-se no inverno, provocando ondas de frio, responsáveis, no Sudoeste do Estado do Paraná, pela formação de geadas e até queda de neve na região de Palmas.

A massa de ar tropical atlântica origina os ventos alísios de SE, que incidem sobre o litoral. No inverno, com o avanço da faixa de convergência intertropical para o Norte, esse anticiclone também se desloca 5° latitudinais nesse sentido, dilatando-se zonalmente e incidindo inclusive no Sudoeste do Estado do Paraná. O encontro com a

massa polar ocasiona chuvas frontais principalmente no período que vai do final do outono ao inverno e início da primavera.

A massa equatorial continental desloca-se pelo Planalto Central Brasileiro, chegando a atingir esporadicamente o Sudoeste do Estado do Paraná.

Atualmente cresce a aceitação da visão dinâmica condicionada pelas flutuações da corrente de jato subtropical que induz o deslocamento horizontal e vertical de massas de ar provocando grande parte das precipitações pluviométricas regionais.

O Sudoeste do Estado do Paraná, em termos climáticos, está totalmente situado na região de clima subtropical onde dominam temperaturas amenas e precipitações abundantes o ano todo.

As temperaturas médias mais elevadas (19 a 20°C) estão na região Noroeste e coincidem com as menores altitudes, enquanto que as menores temperaturas médias anuais (17 a <15°C) estão no Sudeste, na região de Palmas, onde estão as maiores altitudes.

Apesar de as isotermas estarem entre as mais baixas do Brasil, muitas vezes as temperaturas absolutas podem apresentar grandes contrastes. As máximas podem chegar a 40°C na região Noroeste, no vale do rio Iguaçu, e as mínimas, no extremo Sudeste, na região de Palmas, a -15°C. A amplitude térmica média anual fica entre 12 e 13°C.

A região não possui estação seca definida, pois as isoietas registram os maiores índices pluviométricos do interior do Estado, ficando entre 1600 a 2000mm anuais, conforme demonstrado na FIGURA 7, na página 43.

Os dados das isoietas e isotermas, se transportados para a classificação climática de Köppen, caracterizam o tipo climático regional como Cf – clima mesotérmico superúmido. Considerando as isotermas, subdivide-se o clima mesotérmico em Cfa e Cfb.

Cfb – Clima mesotérmico superúmido, com média do mês mais quente

inferior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca, com verão brando e geadas severas demasiadamente freqüentes. Distribui-se pelas terras mais altas na região de Palmas, em altitude geralmente superior a 850 e 900m (IAPAR, 1994, p. 06).

Cfa - Clima mesotérmico superúmido, com média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca, com verão quente e geadas menos freqüentes. Distribui-se pelas terras mais baixas do Sudoeste, em altitude geralmente inferior a 850 e 900m (IAPAR, 1994, p. 06).

Verificando a posição das quatro bacias em relação às isoietas, isotermas e, conseqüentemente, à classificação climática de Köppen, pode-se definir os tipos climáticos que ocorrem nas bacias, como o Cfa e Cfb.

O Cfa ocorre nas bacias dos rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau e o Cfb ocorre na bacia do rio Brinco.

Maiores detalhes da temperatura, precipitação e clima, vide FIGURA 6 e FIGURA 7 nas páginas 42 e 43. Na seqüência na FIGURA 8 e TABELA 10, são apresentados dados meteorológicos das cinco estações climatológicas que existem no Sudoeste do Estado do Paraná, com o alcance histórico máximo obtido no SIMEPAR - Sistema Meteorológico do Paraná, que confirmam a classificação climática que fora determinado anteriormente. Na TABELA 9, estão os dados das estações Clevelândia, Francisco Beltrão, Palmas, Pato Branco e Planalto.

TABELA 9 - DADOS DAS ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS EXISTENTES NO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ

Estação	Código ANEEL	Latitude S	Longitude O	Altitude m	Clima
Clevelândia	2652003	26° 25' 00",12	52° 21' 00"	930	Cfb
Francisco Beltrão	2653012	26° 04' 59",88	53° 03' 00"	650	Cfa
Palmas	2651043	26° 28' 59",88	51° 58' 59", 88	1110	Cfb
Pato Branco	2652035	26° 07' 00",12	52° 40' 59",88	700	Cfb
Planalto	2553015	25° 42' 00"	53°46' 00",12	400	Cfa

FIGURA 6 – ISOTERMAS E CLIMAS DO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ, COM LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS

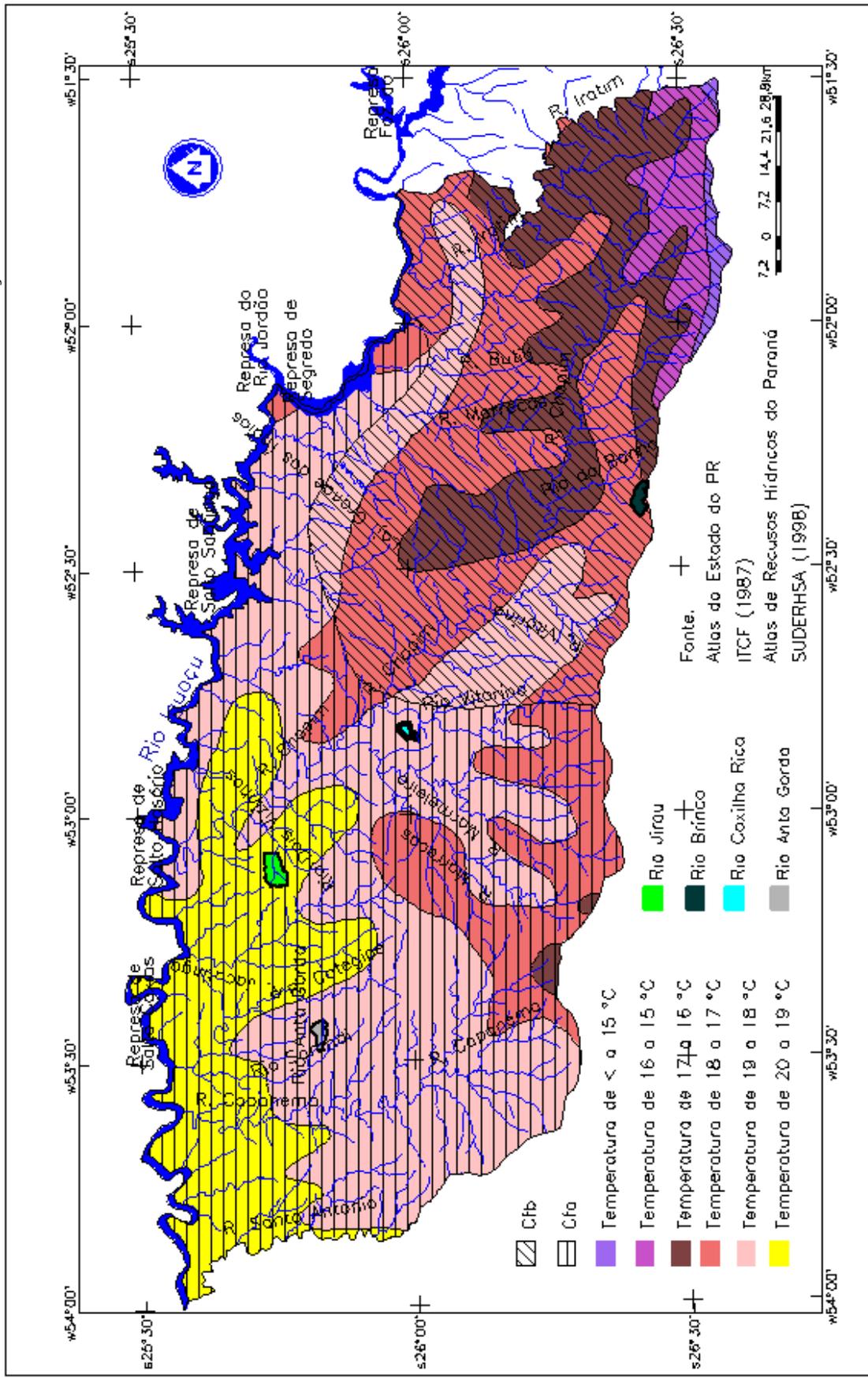


FIGURA 7 – ISOIETAS E CLIMAS DO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ, COM LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS

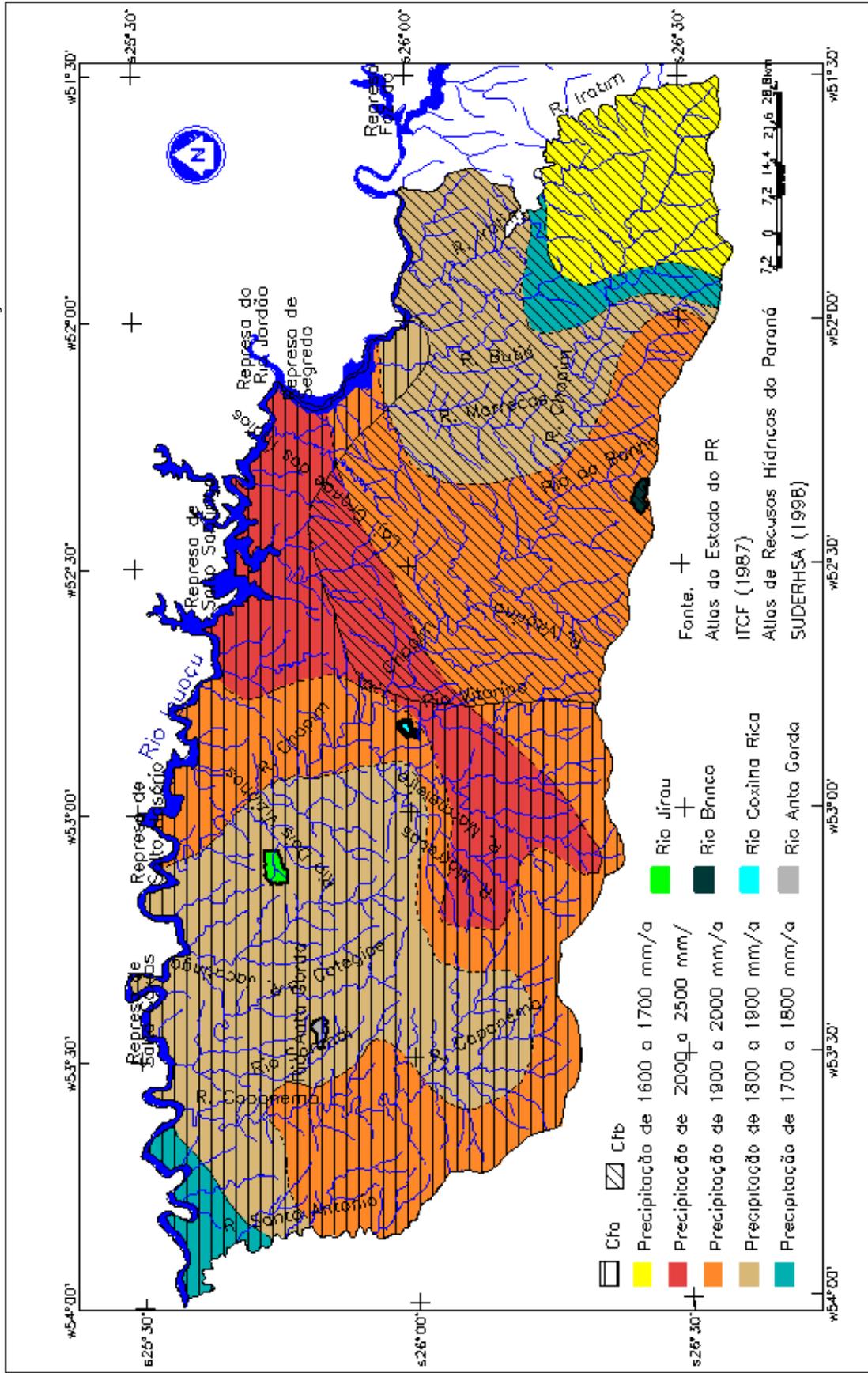


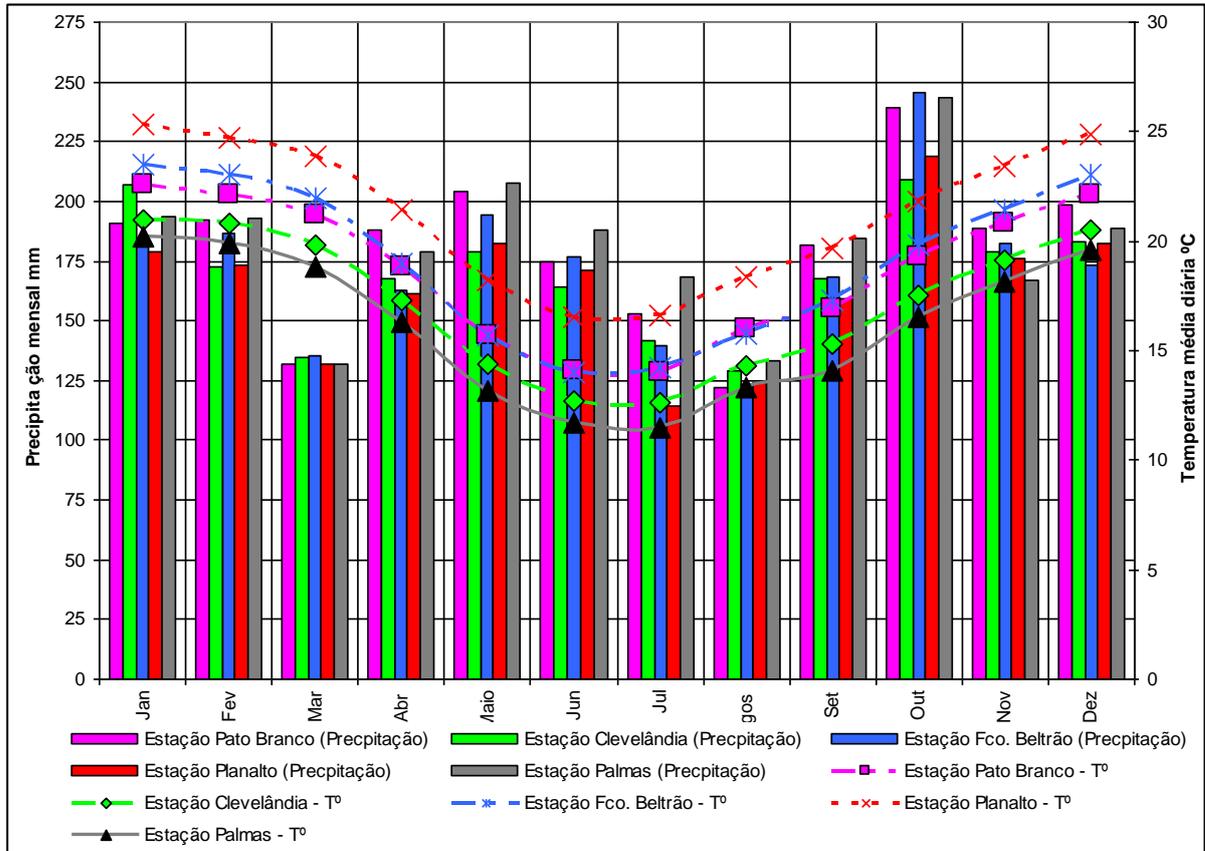
TABELA 10 - DADOS CLIMÁTICOS DAS ESTAÇÕES DE PATO BRANCO, CLEVELÂNDIA, FRANCISCO BELTRÃO, PLANALTO E PALMAS, LOCALIZADAS NO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ

Estações	Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agos	Set	Out	Nov	Dez	Média
<b>Estação Pato Branco</b> (período de janeiro de 1979 a agosto de 2000)	TmaxMed	28,9	28,2	27,8	25,1	22,0	20,2	20,4	22,7	23,4	25,5	27,3	28,4	25,0
	TmaxAbs	32,4	31,8	31,1	30,1	27,3	26,0	26,4	29,6	30,8	31,7	32,3	32,8	30,2
	TminMed	18,0	17,9	16,8	14,7	11,6	10,1	9,7	11,2	12,0	14,4	15,8	17,3	14,1
	TminAbs	14,1	14,0	11,7	7,1	3,8	0,9	0,9	2,5	4,4	7,5	10,0	12,6	7,4
	Tmed	22,6	22,1	21,2	18,8	15,7	14,1	14,0	16,0	16,9	19,3	20,8	22,1	18,6
	Umid	74,6	78,4	75,3	76,9	77,3	77,1	72,4	68,2	68,6	70,3	68,4	71,8	73,3
	Prec	191,0	191,9	131,8	188,2	204,1	174,6	153,1	122,1	181,7	239,3	188,4	198,3	180,4
	Evapotransp*	120,3	97,9	94,5	66,2	47,9	36,9	38,6	52,5	57,0	82,5	97,44	113,3	75,4
	Insol	7,9	7,2	7,7	7,1	6,9	6,3	7,0	7,3	7,2	7,3	8,2	8,0	7,3
	TempRel	14,2	14,2	12,4	11,6	8,4	6,8	6,3	8,0	9,6	11,8	9,6	13,5	10,5
<b>Estação Clevelândia</b> (período de janeiro de 1973 a agosto de 2000)	TmaxMed	26,9	26,6	26,0	23,3	20,3	18,5	18,7	20,7	21,5	23,7	25,5	26,5	23,2
	TmaxAbs	30,6	30,3	29,7	28,5	25,7	24,1	24,7	27,4	28,6	29,8	30,4	30,9	28,4
	TminMed	17,0	17,0	15,9	13,3	10,7	8,9	8,7	9,9	10,8	12,9	14,3	16,1	12,9
	TminAbs	13,2	13,2	11,1	5,6	2,9	-0,4	-0,3	1,2	2,8	6,4	8,5	11,5	6,3
	Tmed	21,0	20,8	19,8	17,3	14,4	12,7	12,6	14,3	15,3	17,5	19,1	20,5	17,1
	Umid	78,2	80,9	78,9	78,2	78,8	78,7	75,2	71,1	72,7	73,2	70,5	74,0	75,9
	Prec	206,8	172,8	134,9	167,5	178,6	164,0	141,9	129,1	167,4	209,0	179,1	182,9	169,5
	Evapotransp*	106,2	88,7	81,9	60,5	42,3	34,3	35,9	43,8	51,0	72,6	84,0	102,7	66,9
	Insol	7,3	7,0	7,2	6,9	6,7	6,3	6,9	7,0	6,9	7,2	8,2	7,6	7,1
	TempRel	3,2	9,4	9,0	8,3	8,2	7,5	6,7	8,1	9,3	9,7	8,5	10,6	8,2
<b>Estação Francisco Beltrão</b> (período de maio de 1973 a agosto de 2000)	TmaxMed	30,1	29,7	29,1	26,1	22,7	20,8	21,3	23,2	24,1	26,4	28,0	29,5	25,9
	TmaxAbs	33,9	33,4	32,7	31,2	28,5	27,0	27,7	30,3	31,7	32,8	33,1	33,9	31,4
	TminMed	18,5	18,2	16,9	13,8	10,6	9,0	8,9	10,1	11,8	14,3	15,6	17,5	13,8
	TminAbs	14,3	14,0	11,5	6,3	2,8	-0,2	0,5	1,6	4,3	7,6	9,2	12,7	7,0
	Tmed	23,5	23,0	22,0	19,0	15,7	14,0	14,2	15,8	17,3	19,8	21,4	23,0	19,1
	Umid	74,4	77,6	76,4	77,3	79,4	80,2	75,8	71,0	70,1	70,6	69,0	71,5	74,4
	Prec	180,8	186,9	135,7	163,0	194,5	177,1	139,9	123,5	168,1	245,2	182,5	173,5	172,6
	Evapotransp*	126,3	106,0	97,6	69,2	45,1	34,3	36,3	47,0	57	82,5	96,5	123,9	76,8
	Insol	7,2	7,0	7,3	6,8	6,4	5,8	6,4	6,9	7,0	7,4	8,0	7,6	7,0
	TempRel				2,5	7,4	6,1	4,9	6,8	8,5	3,7			
<b>Estação Planalto</b> (período de março de 1973 a agosto de 2000)	TmaxMed	31,2	30,5	30,0	27,3	23,8	21,9	22,5	24,6	25,7	27,7	29,4	30,6	27,1
	TmaxAbs	35,1	34,2	33,9	32,7	29,6	28,2	29,1	32,1	33,8	34,8	34,6	35,2	32,8
	TminMed	20,8	20,3	19,5	17,0	14,1	12,5	12,4	13,7	14,7	16,9	18,2	20,1	16,7
	TminAbs	17,1	16,5	14,6	9,6	5,4	2,7	2,7	4,6	6,9	10,6	12,5	15,7	9,9
	Tmed	25,3	24,7	23,9	21,4	18,2	16,5	16,6	18,4	19,7	21,8	23,4	24,9	21,2
	Umid	70,6	74,0	71,7	72,4	74,0	75,1	69,5	64,6	64,1	66,4	66,2	67,4	69,7
	Prec	178,8	173,1	132,0	161,3	182,7	171,3	114,3	124,3	158,9	219,0	176,4	182,5	164,5
	Evapotransp*	136,9	112,1	110,3	77,8	53,6	39,6	41,9	55,9	66,0	92,4	109,9	131,0	85,6
	Insol	7,9	7,6	7,6	7,2	6,8	6,2	6,7	7,1	7,2	7,6	8,2	8,2	7,4
	TempRel			8,5	5,7	11,3	10,4	9,5	11,1	12,7	7,4	5,8	16,7	
<b>Estação Palmas</b> (período de janeiro de 1979 a agosto de 2000)	TmaxMed	26,4	25,9	25,3	22,5	19,5	18,0	18,0	20,3	20,6	22,6	24,5	25,7	22,4
	TmaxAbs	30,1	29,4	28,9	27,5	24,9	23,7	24,0	26,9	28,0	28,6	29,7	30,2	27,7
	TminMed	15,9	16,0	14,8	12,4	9,1	7,6	7,2	8,5	9,6	12,0	13,3	15,0	11,8
	TminAbs	11,5	11,6	9,2	4,2	0,9	-1,7	-1,7	-0,4	1,8	4,9	7,0	9,7	4,7
	Tmed	20,2	19,9	18,8	16,3	13,2	11,7	11,5	13,3	14,1	16,5	18,1	19,6	16,1
	Umid	77,3	80,4	79,1	80,9	81,8	80,8	77,5	73,0	74,0	75,5	73,3	75,3	77,4
	Prec	193,7	193,2	131,7	178,7	207,6	187,8	168,7	133,2	184,5	243,6	167,0	188,9	181,5
Evapotransp*	99,1	82,6	78,8	57,6	42,3	31,7	33,1	43,8	48,0	69,3	80,6	95,6	63,5	
Insol	6,6	6,5	6,7	6,2	6,3	6,0	6,6	7,0	6,7	7,2	7,8	7,0	6,7	
TempRel	14,0	13,7	12,3	9,5	5,5	4,7	4,0	4,8	7,2	9,7	10,7	12,8	9,1	

Legenda: TmaxMed - média das temperaturas máximas (graus Celsius); TmaxAbs - temperatura máxima absoluta (graus Celsius); TminMed - média das temperaturas mínimas (graus Celsius); TminAbs - temperatura mínima absoluta (graus Celsius); Tmed - temperatura média (graus Celsius); Umid - umidade relativa do ar média (%); Prec - precipitação acumulada (mm); Evapotransp - evapotranspiração (mm/mês) método de cálculo THORNTWAITE & MATHER (1955)<sup>1</sup> apud LEPSCH et al. (1991); Insol - insolação média (horas/dia); TempRel - temperatura de relva (graus Celsius).

<sup>1</sup> THORNTWAITE, C. W. & MATHER, V. R. The water balance. Centerton, H. J. Laboratory of climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, V. 8, nº 1).

FIGURA 8 - MÉDIA MENSAL DA TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO DAS ESTAÇÕES CLEVELÂNDIA, FRANCISCO BELTRÃO, PALMAS, PATO BRANCO E PLANALTO, LOCALIZADAS NO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ



Os dados de cada estação são médias dos períodos: Estação Clevelândia, janeiro de 1973 a agosto de 2000; Estação Francisco Beltrão, maio de 1973 a agosto de 2000; Estação Palmas, janeiro de 1979 a agosto de 2000, Estação Planalto, março de 1973 a agosto de 2000; e Estação Pato Branco, janeiro de 1979 a agosto de 2000.

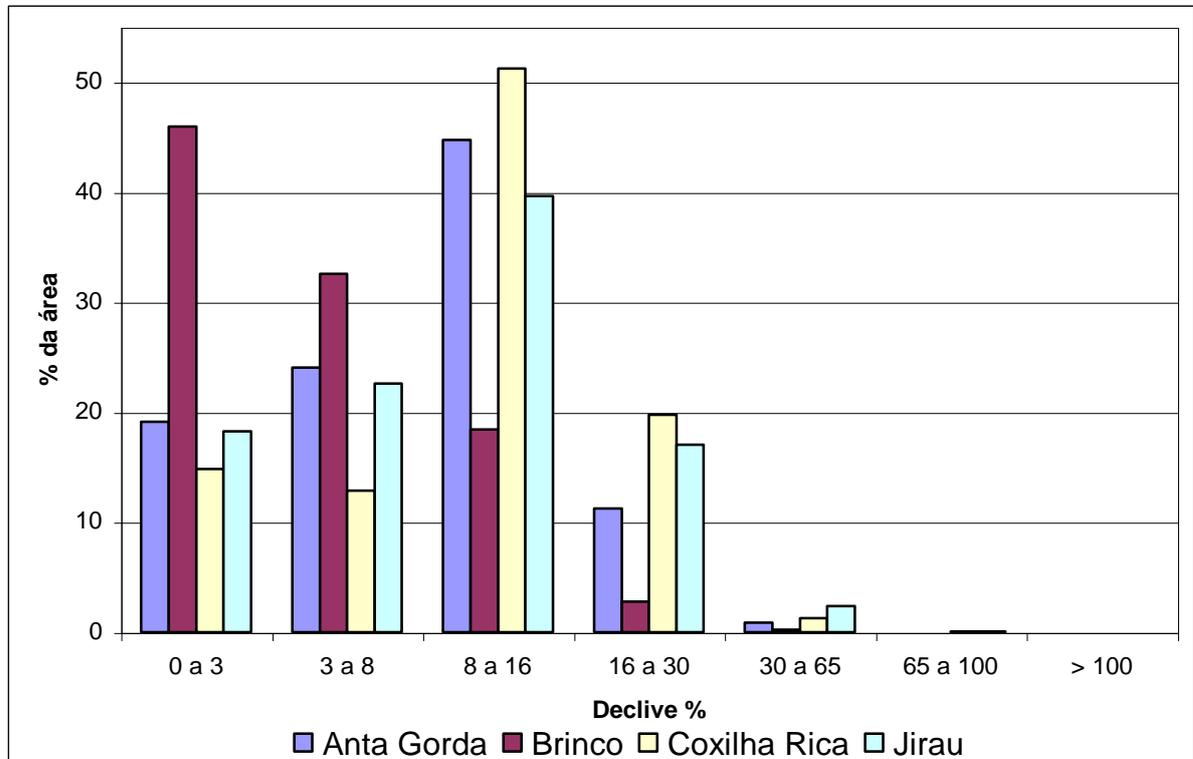
#### 2.3.4. Relevo

O relevo das bacias estudadas foi interpretado segundo LEPSH et al. (1991) e a quantificação das áreas abrangidas em cada bacia consta na TABELA 11. A FIGURA 9 permite uma comparação dos dados numéricos da TABELA 11 e na FIGURA 10 à FIGURA 13, está a distribuição das classes de declive em cada bacia.

TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO DA DECLIVIDADE NAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Declive % (LEPSH et al., 1991, p.89)	Identificação das bacias efetivas							
	Anta Gorda		Brinco		Coxilha Rica		Jirau	
	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área
0 a 3	231,71	19,11	683,51	45,95	99,49	14,81	451,84	18,27
3 a 8	291,67	24,06	484,95	32,60	86,61	12,89	558,99	22,61
8 a 16	542,26	44,73	274,36	18,44	344,22	51,24	980,91	39,67
16 a 30	136,34	11,25	41,29	2,78	132,76	19,76	421,63	17,05
30 a 65	10,412	0,86	3,39	0,23	8,41	1,25	58,34	2,36
65 a 100	0	0,00	0,12	0,01	0,27	0,04	0,73	0,03
> 100	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
Total	1212,4	100,00	1487,61	100,00	671,76	100,00	2472,53	100,00

FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVES NAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU



Na bacia do rio Anta Gorda, as categorias de declive 0 a 3 e 3 a 8% abrangem 43,17 % da área; a categoria 8 a 16% abrange 44,73% da área. Portanto, as áreas com o declive de 0 a 16%, que permitem a mecanização, abrangem 87,90% da área total da bacia. A categoria de relevo de 16 a 30% de declive abrange 11,25% da área. Declives da ordem de 30 a 65% abrangem 0,86% da área.

Na bacia do rio Brinco, as categorias de declive 0 a 3 e 3 a 8% abrangem 78,55% da área; a categoria 8 a 16% abrange 18,44% da área. Portanto, as áreas que,

de acordo com o declive (0 a 16%), permitem a mecanização, abrangem 96,99 % da área total da bacia. A categoria de relevo de 16 a 30% de declive abrange 2,78% da área. Declives da ordem de 30 a 65% abrangem 0,01% da área.

Na bacia do rio Coxilha Rica, as categorias de declive 0 a 3 e 3 a 8% abrangem 27,70% da área; a categoria 8 a 16% abrange 51,24% da área. Portanto, as áreas com o declive de 0 a 16%, que permitem a mecanização, abrangem 78,94% da área total da bacia. A categoria de relevo de 16 a 30% de declive abrange 19,76% da área. Declives da ordem de 30 a 65% abrangem 0,04% da área.

Na bacia do rio Jirau, as categorias de declive 0 a 3 e 3 a 8% abrangem 40,88% da área; a categoria 8 a 16% abrange 39,67% da área. Assim, as áreas com o declive 0 a 16%, que permitem a mecanização, abrangem 80,55% da área total da bacia. A categoria de relevo de 16 a 30% de declive abrange 17,05% da área. Declives, da ordem de 30 a 65%, abrangem 2,36% da área e os de 65 a 100% estão em apenas 0,03% da área.

Pode-se dizer que a bacia do rio Brinco possui uma topografia pouco movimentada, com predominância de relevo plano, suave ondulado e ondulado. Na seqüência, os rios Anta Gorda e Jirau apresentam igualmente uma característica de relevo de suave ondulado a ondulado. Por último está o rio Coxilha Rica, que apresenta uma topografia um pouco mais agressiva, com predomínio de um relevo ondulado.

A forma de vertente predominante nas bacias é a côncavo-convexa sendo que, na bacia do rio Jirau, apresentam-se formas mais alongadas, nos rios Anta Gorda e Brinco, formas medianamente alongadas e no rio Coxilha Rica predominam as mais curtas.

FIGURA 10 – DECLIVE EM % NA BACIA DO RIO ANTA GORDA

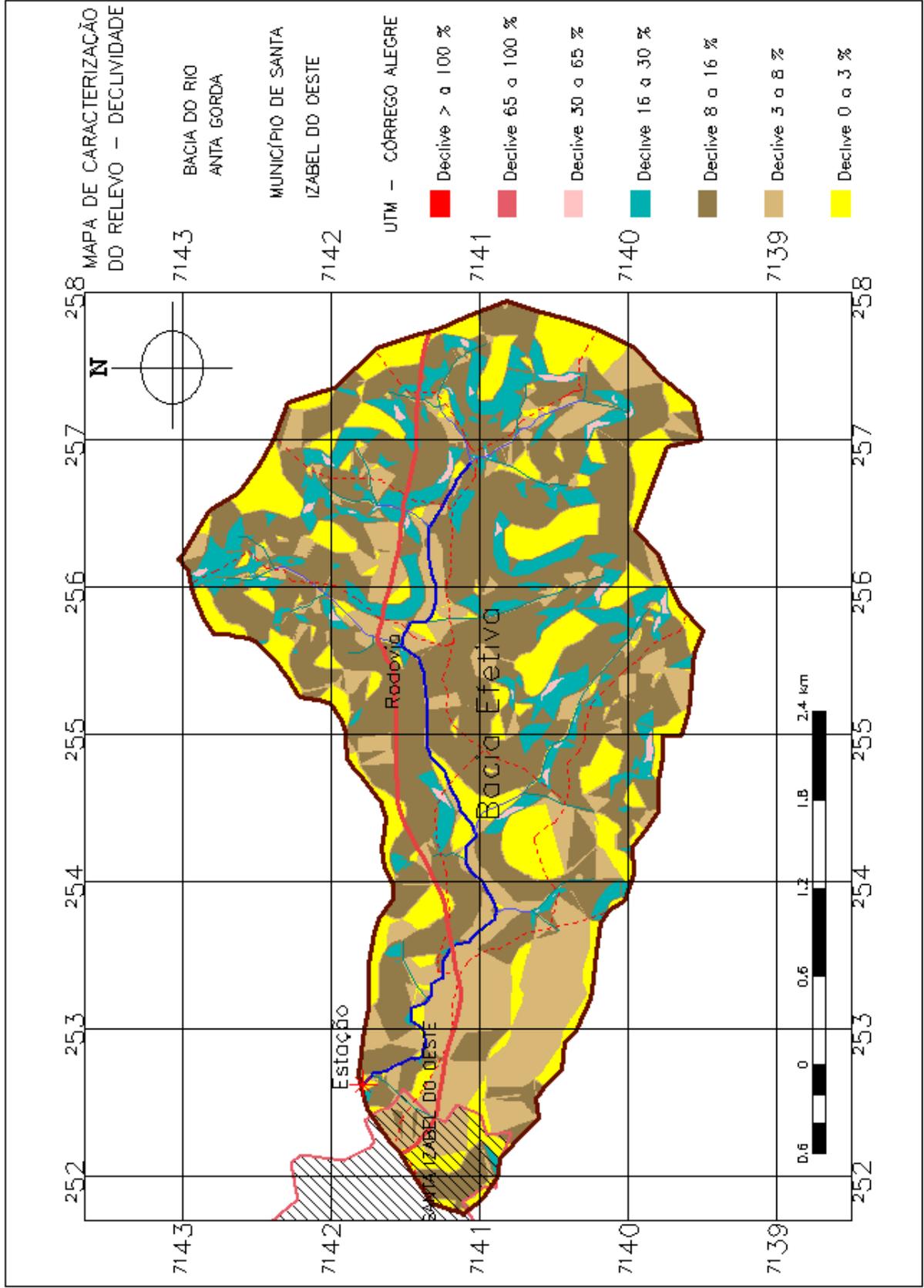


FIGURA 11 – DECLIVE EM % NA BACIA DO RIO BRINCO

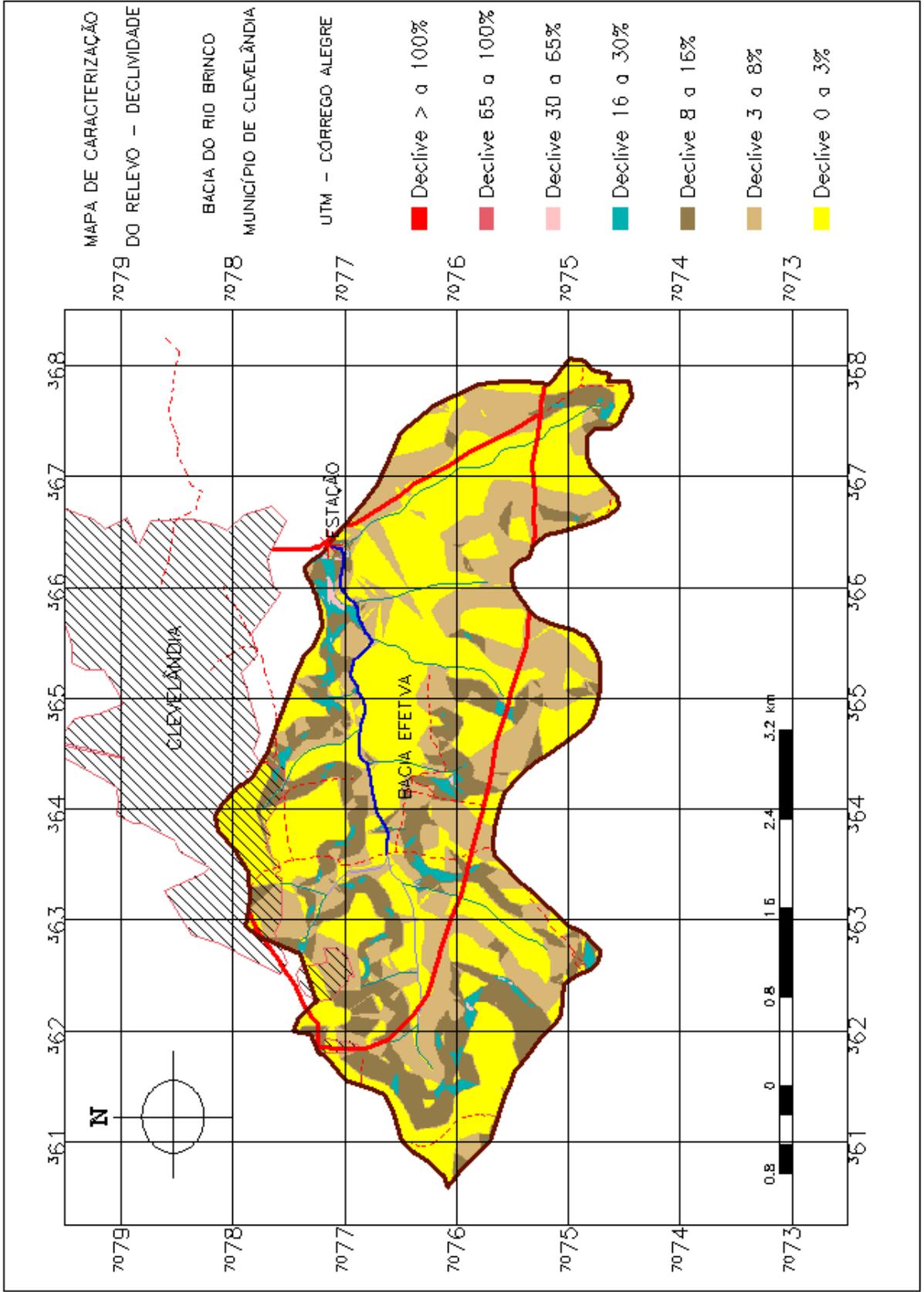


FIGURA 12 – DECLIVE EM % NA BACIA DO RIO COXILHA RICA

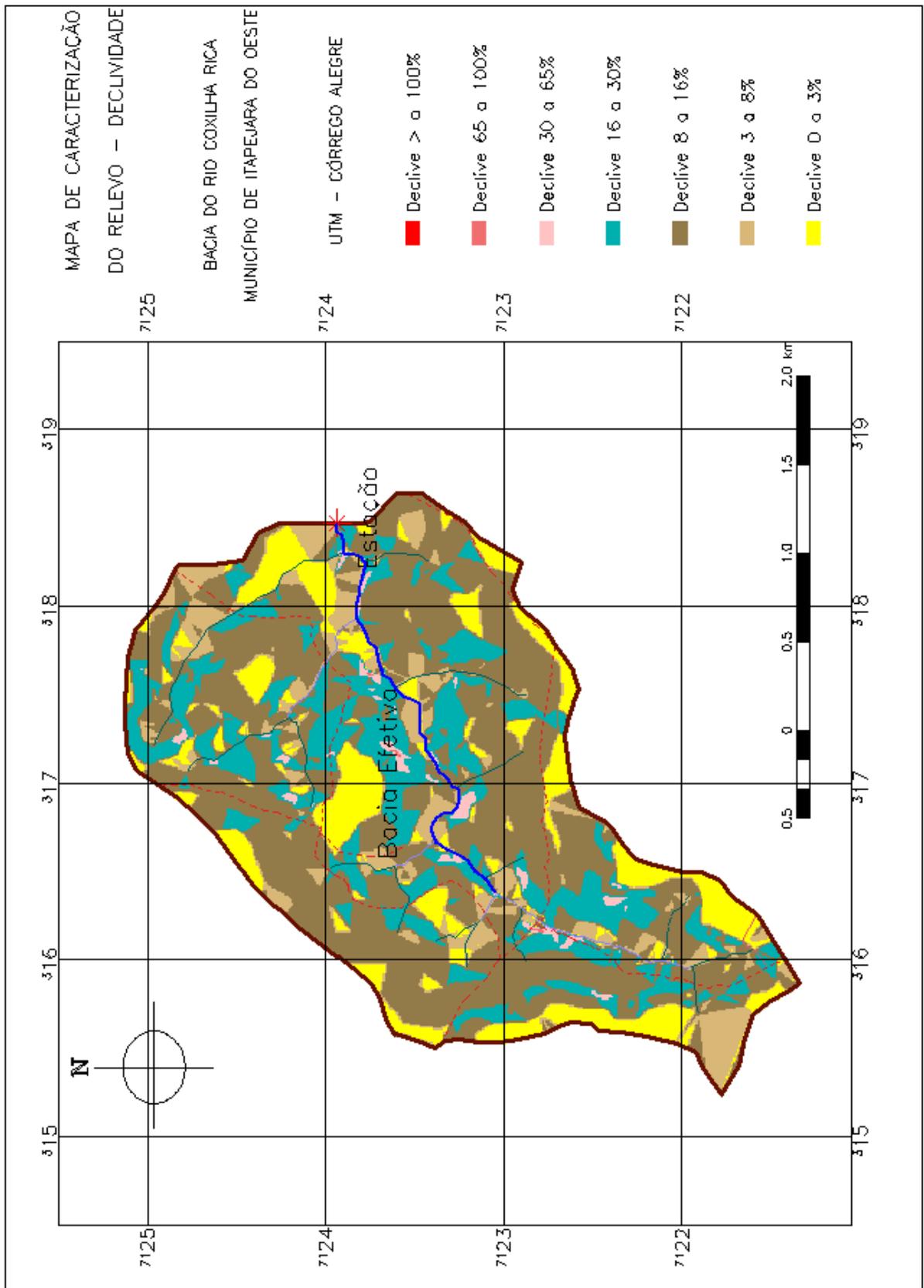
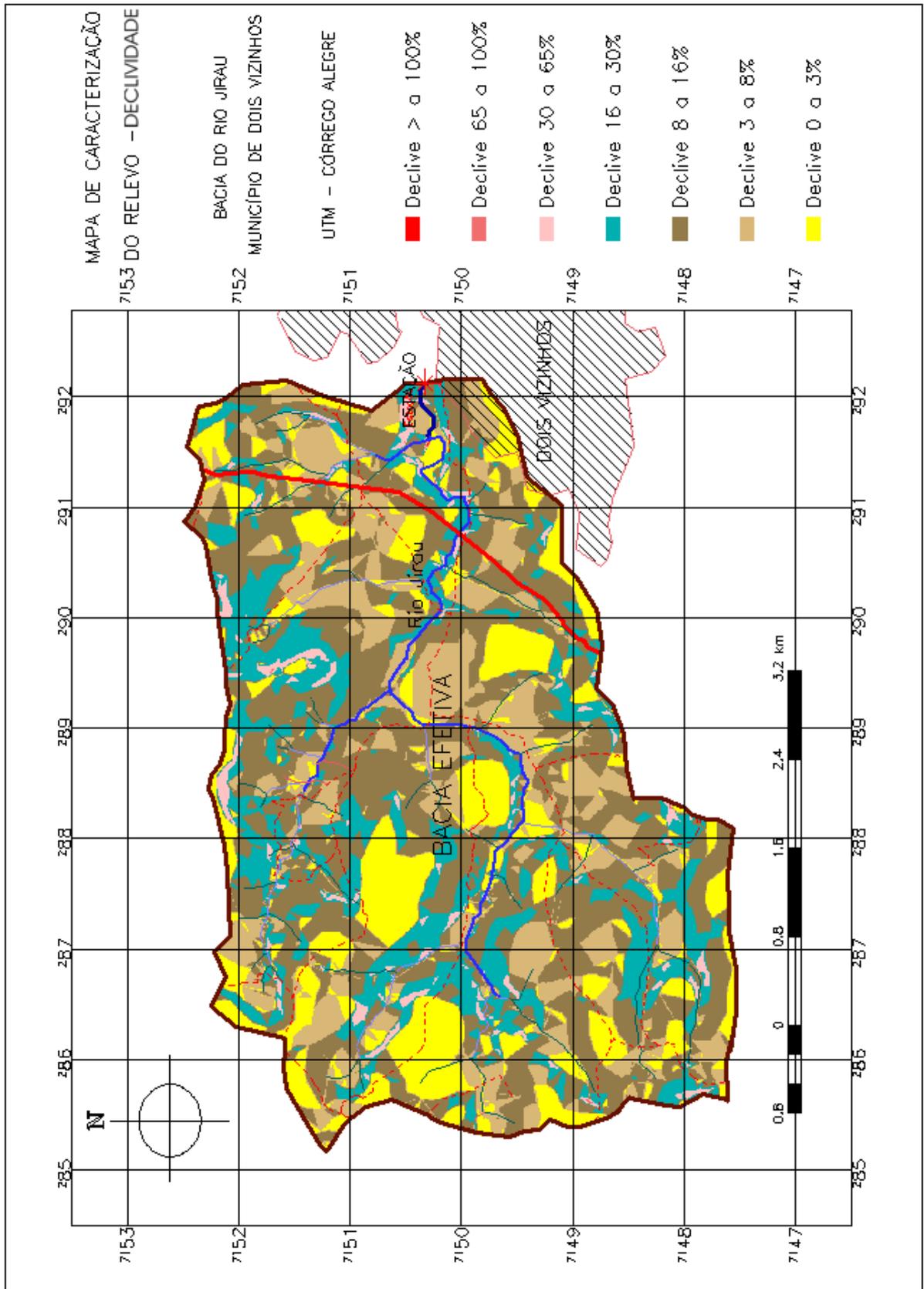


FIGURA 13 – DECLIVE EM % NA BACIA DO RIO JIRAU



### 2.3.5. Vegetação

A cobertura vegetal existente na superfície terrestre é constituída por enorme diversidade de espécies e é resultante de um longo processo de evolução, proporcionado pela adaptação das plantas em conjunto com toda a biosfera, aos sucessivos ambientes geológicos e climáticos de nosso planeta (NAKATA & COELHO, 1986).

Nesse processo de evolução-adaptação se formaram as diversas paisagens atuais e agora elas preservam dinamicamente padrões genéticos acumulados durante milhões de anos, evoluindo em comunidades que foram se transformando e se adaptando a ambientes mutáveis ao longo do tempo. Entretanto, a ocupação desordenada das terras na região Sudoeste do Estado do Paraná levou à completa erradicação de todas as formações de florestas primárias, restando apenas fragmentos florestais restritos e áreas de sucessão vegetal.

Para caracterização das diferentes formações florestais, adaptou-se a classificação utilizada pelo ITCF (1987) à classificação proposta pelo IBGE (1997), cuja descrição das formações vegetais do Sudoeste do Estado do Paraná estão a seguir.

#### 2.3.5.1. Floresta Estacional Semidecidual

Essa floresta ocorre sob condições climáticas de dupla estacionalidade, uma tropical com intensas chuvas de verão, com temperaturas médias de 22°C, sucedida por estiagem acentuada, e outra subtropical, sem períodos secos, mas com seca fisiológica provocada por temperaturas baixas, com média em torno de 15°C. Essas condições climáticas típicas provocam estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, os quais estão adaptados ora à deficiência hídrica, ora à queda de temperatura no período frio. As árvores caducifólias do conjunto florestal abrangem 20 a 50% do total, no período desfavorável. Predominam na competição florística os gêneros *Tabebuia*, *Cariniana*, *Parapiptadenia*, *Lecythis*, *Astronium*, *Peltophorum* e *Copaifora* (IBGE, 1997).

Na FIGURA 14, verifica-se que no Sudoeste do Estado do Paraná, as formações Aluvial, Terras Baixas e Submontana ocorrem ao longo do vale do rio Iguaçu, penetrando no vale de seus tributários. Exemplo desse tipo de formação

florestal é o Parque Nacional do Iguaçu, no extremo Oeste do Estado, única floresta dessa natureza onde estão protegidos a fauna e a flora primária.

### 2.3.5.2. Floresta Ombrófila Mista

Essa formação vegetal é também conhecida como "mata-de-araucária", ocorrendo exclusivamente no planalto Meridional Brasileiro. Ela é característica de regiões com ocorrência de clima ombrófilo, com temperaturas médias de 18°C, mas com alguns meses bastante frios, apresentando um período de 3 a 6 meses com médias inferiores aos 15°C. Os gêneros *Araucaria*, *Podocarpus*, *Drymis* e *Ocotea*, além de outras de menor expressão, se destacam na sua composição florística. As florestas Ombrófilas Mistas apresentam quatro formações: Aluvial, Submontana, Montana e Alto-Montana (IBGE, 1997, p.113).

Estudos mais detalhados sobre essa formação vegetal foram realizados pelo então IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, atual IBAMA – Instituto Brasileiro de Amparo ao Meio Ambiente, e constam em IBDF (1978), onde as Florestas de Araucária em tipo I, II e III foram classificadas.

Tipo I – Floresta de *Araucaria angustifolia*, típica com densidade de 80 a 100%.

Tipo II – Floresta de *Araucaria angustifolia*, com densidade de 50 a 80%.

Tipo III – Floresta latifoliada com baixa incidência de *Araucaria angustifolia*.

Associando a classificação do IBGE (1997), com a do IBDF (1978), essa formação vegetal no Sudoeste fica assim dividida:

Nos tipos I e II, correspondendo respectivamente às formações Alto-Montana e Montana, sobressai nitidamente a *araucaria*, formando um andar de 25 a 30 metros de altura, ao mesmo tempo em que forma um andar inferior de árvores e arbustos latifoliados com 12 a 15 metros de altura. Ocorre no Sudoeste do Estado do Paraná em altitudes superiores a 700 metros.

No tipo III, correspondendo às formações Aluviais e Submontana, forma-se uma floresta mista de *araucarias* e árvores latifoliadas, em um nível único, por volta de 25 a 30 metros de altura. As espécies latifoliadas são, na grande maioria, as mesmas

da Floresta Estacional Semidecidual aparecendo junto às mesmas a *Araucaria angustifolia*.

Esse tipo de vegetação é uma forma de transição da Floresta Estacional Semidecidual com a Floresta Ombrófila Mista, típica de *araucaria*. Ocorre geralmente no Sudoeste do Estado do Paraná de 500 a 700 metros de altitude.

### **2.3.5.3. Estepes (Campos Gerais Planálticos)**

A estepe é constituída por vegetação campestre, com presença de florestas-de-galeria. Nessa formação vegetal, a *Araucaria angustifolia*, de origem Australásica, mas de distribuição Afro-brasileira, ocorre nas matas-de-galeria, conferindo caráter diferencial em relação à Campanha Gaúcha (IBGE, 1997).

Dominam as gramíneas dos gêneros *Paspalum*, *Andropogon* e *Axonopus* e leguminosas dos gêneros *Desmodium* e *Trifolium* (IBGE, 1997). Nos chamados Campos de Palmas de Baixo, transição da Floresta Ombrófila Mista com a Estepe, é grande a incidência de *Elionorus candidus* (capim-limão) e *Aristida pallens* (barba-de-bode), assim como de vegetação de semi-arbustos e arbustiva, pertencentes às famílias das compostas, leguminosas, melastomatáceas, mirtáceas, malváceas e rubiáceas (MAACK, 1984, p. 257).

### **2.3.5.4. Situação das bacias em relação à vegetação primitiva**

As bacias dos rios Brinco, Coxilha Rica e Jirau estão em locais pertencentes à Floresta Ombrófila Mista e a bacia do rio Anta Gorda situa-se numa região de transição entre as Florestas Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual. Esses detalhes podem ser visualizados na FIGURA 14.

As bacias dos rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau estão em área de formações Submontana da Floresta Ombrófila Mista e a bacia do rio Brinco encontra-se na região de formações Montana da Floresta Ombrófila Mista.



### 2.3.6. Formas de classificação do remanescente das florestas primitivas do Sudoeste do Estado do Paraná

Verifica-se nas quatro bacias que, gradativamente, as áreas de florestas cederam lugar às atividades da agropecuária e a vegetação natural passou a constituir-se por diferentes estágios sucessivos de vegetação secundária. As características dessa vegetação para o Estado do Paraná estão descritas a seguir, seguindo-se os critérios da Resolução 02 do CONAMA (1994).

- **Vegetação primária (VP)** – É representada por toda a comunidade vegetal de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos antrópicos mínimos, a ponto de não afetarem significativamente suas características originais de estrutura de espécies.

- **Vegetação secundária (VS)** – As formações florestais abrangidas pela Floresta Ombrófila Densa (terras baixas, submontana e montana), Floresta Ombrófila Mista (montana) e a Floresta Estacional Semidecidual (submontana), em seus diferentes estágios de sucessão de vegetação secundária, assim se classificam:

**Vegetação secundária em estágio inicial (VSEI)** – Fisionomia herbáceo/arbustiva, formando um estrato, variando de fechado a aberto, com a presença de espécies predominantemente heliófitas. As espécies lenhosas ocorrentes variam entre uma a dez espécies, apresentam amplitude diamétrica e amplitude de altura pequenas, podendo a altura das espécies lenhosas do dossel chegar até 10m, com área basal ( $m^2/ha$ ) variando entre 8 a  $20m^2/ha$ , com distribuição variando entre 5 a 15cm, e média da amplitude do DAP (diâmetro na altura do peito) de 10cm.

As espécies mais comuns, indicadoras do estágio inicial de regeneração, entre outras, podem ser consideradas: bracatinga (*Mimosa scabrella*), vassourão (*Vernonia discolor*), aroeira (*Schinus terebenthi folius*), jacaritão (*Tibouchina selwiana* e *Miconia circrescens*), embaúba (*Cercropia adenopus*), marica (*Mimosa bimucronata*), taquara e taquaruçu (*Bambusa spp*).

**Vegetação secundária em estágio médio (VSEM)** – Fisionomia arbustiva e/ou arbórea, formando de 1 a 2 estratos, com a presença de espécies predominantemente facultativas. As espécies lenhosas variam entre 5 a 30 espécies,

apresentam amplitude diamétrica média e amplitude de altura média. A altura das espécies lenhosas do dossel varia entre 8 e 17 metros, com área basal ( $m^2/ha$ ) variando entre 15 e  $35m^2/ha$ , com distribuição diamétrica variando entre 10 a 40cm, e média da amplitude do DAP de 25cm.

As espécies mais comuns, indicadoras do estágio médio de regeneração, entre outras, podem ser consideradas: congonha (*Ilex theezans*), vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia*), canela guaica (*Ocotea puberula*), palmito (*Euterpe edulis*), guapuruvu (*Schizolobium parayba*), guaricica (*Vochsia bifalcata*), cedro (*Cedrela fissilis*), caxeta (*Tabebuia cassionoides*), etc.

**Vegetação secundária em estágio avançado (VSEA)** – Fisionomia arbórea dominante sobre as demais, formando dossel fechado e uniforme do porte, com a presença de mais de 2 estratos e espécies predominantemente ombrófilas. As espécies lenhosas correntes apresentam número superior a 30 espécies, amplitude diamétrica e de altura grandes. A altura do dossel das espécies lenhosas é superior a 15 metros, com área basal ( $m^2/ha$ ) superior a  $30 m^2/ha$ , com distribuição diamétrica variando entre 20 a 60cm, e média da amplitude do DAP de 40cm.

As espécies mais comuns, indicadoras do estágio avançado de regeneração, entre outras, podem ser consideradas: pinheiro (*Araucária angustifolia*), imbuia (*Ocotea porosa*), canafístula (*Petophorum dubgium*), ipê (*Tabebuia alba*), angico (*Parapiptadenia rigida*) e figueira (*Ficus sp*).

#### **2.3.6.1. Uso da terra nas quatro bacias hidrográficas**

O levantamento do uso do solo levou em consideração a destinação básica de cada área em 22 de junho de 2000 e a situação das áreas de preservação permanente.

Para avaliar as áreas de preservação permanente, levou-se em consideração o Código Florestal, artigos 2º, 3º, 5º, 6º, 9º e 18º da lei 4.771/65 (BRASIL, 1965), com alterações instituídas pela Lei 7.803/89 (BRASIL, 1989), segundo os quais deveriam ser respeitadas como áreas de preservação permanente, os locais conforme transcrito a seguir:

*Artigo 2º da lei 7.803/89: consideram-se de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas:*

*a) ao longo dos rios ou de qualquer curso de água desde seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:*

- 1 . De 30m, para os cursos de água de menos de 10m de largura.*
- 2 . De 50m, para os cursos de água que tenham de 10 a 50m de largura.*
- 3 . De 100m, para os cursos de água que tenham de 50 a 200m de largura.*
- 4 . De 500m, para os cursos de água que tenham largura superior a 600m.*

*b) Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais.*

*c) Nas nascentes, ainda que intermitentes, e nos chamados olhos de água, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m de largura.*

*d) No topo de morros, montes, montanhas e serras.*

*e) Nas encostas ou partes destas, com inclinação superior a 45°.*

TABELA 12 – USO DA TERRA EM 22 DE JUNHO DE 2000, NA BACIA DO RIO ANTA GORDA

Forma de Uso	Uso do solo na bacia		Situação das áreas de preservação permanente		
	Área ha	% da área total	Área ha	% da área de preservação permanente	% da área total da bacia
VP	106,83	8,81	10,89	9,33	0,90
VSEA	72,45	5,98	15,03	12,88	1,24
VSEM	64,17	5,29	18,27	15,65	1,51
VSEI	150,30	12,40	36,27	31,07	2,99
Lavoura	344,98	28,45	7,74	6,63	0,64
Solo descoberto	194,58	16,05	7,47	6,40	0,62
Pastagem	279,09	23,02	21,06	18,04	1,74
Área total	1212,40	100,00	116,73	100,00	9,63

*VP - Vegetação primária; VSEA - Vegetação secundária em estágio avançado; VSEM - Vegetação secundária em estágio médio; VSEI - Vegetação secundária em estágio inicial.*

Para melhor entendimento dos dados da TABELA 12, vide na FIGURA 51, na página 168, o uso do solo na bacia, destacando a situação das áreas de preservação permanente, e na FIGURA 33, na página 137, a localização de todas as fotos horizontais; a FOTO 26 à FOTO 30 permitem visão panorâmica de diferentes pontos da bacia.

Observando os dados do uso da terra na bacia do rio Anta Gorda, na TABELA 12, verifica-se que a cobertura arbórea, constituída por vegetação primária, vegetação secundária em estágio avançado e vegetação secundária em estágio médio, abrange

20,08% da área. A vegetação secundária em estágio inicial, que resulta da regeneração natural e pode ser áreas de lavouras de pousio, abrange 12,40% da bacia. As áreas de lavouras e as de solo descoberto (lavouras em pousio de inverno) representam 44,50% da área. As pastagens, 23,20%.

As áreas de preservação permanente representam 9,63% da área total da bacia. Do contingente total na bacia enquadrado como área de preservação permanente, 62,14% deve passar por um processo de recuperação, pois atualmente estão ocupadas com vegetação secundária em estágio inicial, lavouras, solo descoberto e pastagens.

As áreas de preservação permanente restringiram-se às de proteção aos recursos hídricos, pois conforme TABELA 11 e FIGURA 9, na página 46, não existem declives igual ou superiores a 100% em nenhuma das quatro bacias.

FOTO 26 – NO PRIMEIRO PLANO, BAIRRO SOBRE A BACIA. AO FUNDO, LAVOURAS E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO EM ÁREAS AGRÍCOLAS (R. ANTA GORDA 8-9-00)



FOTO 27 – PESQUE E PAGUE QUE SE LOCALIZA A ALGUMAS CENTENAS DE METROS À MONTANTE DA ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO (R. ANTA GORDA 8-9-00)



FOTO 28 – NO PRIMEIRO PLANO E AO FUNDO, LAVOURA MECANIZADA DE TRIGO. NO CENTRO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO. ASPECTO DE RELEVO ONDULADO (R. ANTA GORDA 8-9-00)



FOTO 29 – NO PRIMEIRO PLANO, LAVOURAS MECANIZADAS DE TRIGO. AO FUNDO, NO CENTRO, MATAS CILIARES AO LONGO DO VALE DO RIO ANTA GORDA. ASPECTO DE RELEVO ONDULADO E FORTE ONDULADO (R. ANTA GORDA 8-9-00)



FOTO 30 – NO PRIMEIRO PLANO, LAVOURAS E RELEVO ONDULADO. NO CENTRO, PROLONGAMENTO DO VALE DO RIO ANTA GORDA (R. ANTA GORDA 8-9-00)



TABELA 13 – USO DA TERRA EM 22 DE JUNHO DE 2000, NA BACIA DO RIO BRINCO

Uso do solo na bacia			Situação das áreas de preservação permanente		
Forma de Uso	Área ha	% da área total	Área ha	% da área de preservação permanente	% da área total da bacia
VP	97,60	6,56	8,46	8,31	0,57
VSEA	166,13	11,17	14,09	13,85	0,95
VSEM	145,91	9,81	15,66	15,39	1,05
VSEI	194,04	13,04	23,22	22,82	1,56
Lavoura	595,07	40,00	25,65	25,21	1,72
Solo descoberto	45,27	3,04	2,16	2,12	0,15
Pastagem	243,60	16,38	12,51	12,29	0,84
Área total	1487,61	100,00	101,75	100,00	6,84

VP - Vegetação primária; VSEA - Vegetação secundária em estágio avançado; VSEM - Vegetação secundária em estágio médio; VSEI - Vegetação secundária em estágio inicial.

Para melhor entendimento dos dados das TABELA 13, vide na FIGURA 52, na página 169, o uso do solo na bacia, destacando as áreas de preservação permanente e, na FIGURA 34, na página 138, a localização de todas as fotos horizontais; a FOTO 31 à FOTO 38 permitem visão panorâmica de diferentes pontos da bacia.

Na TABELA 13, verifica-se que, na bacia do rio Brinco, a cobertura arbórea, constituída por vegetação primária, vegetação secundária em estágio avançado e vegetação secundária em estágio médio, abrange 27,54% da área da bacia. A vegetação secundária em estágio inicial, que resulta da regeneração natural e pode ser áreas de lavouras de pousio, abrange 13,04% da bacia. As áreas de lavouras e as de

solo descoberto (lavouras em pousio de inverno) representam 43,04% da área e as pastagens, 16,38%.

As áreas de preservação permanentes representam 6,84% da área total da bacia do rio Brinco. Do contingente total enquadrado como área de preservação permanente, 62,44% deve passar por um processo de recuperação, pois são ocupadas com vegetação secundária em estágio inicial, lavouras, solo descoberto e pastagens.

FOTO 31 – PAISAGEM DE LAVOURAS MECANIZADAS EM LATOSSOLO E TERRA ROXA. RELEVO SUAVE ONDULADO E ONDULADO (R. BRINCO 30-8-00)



FOTO 32 – LAVOURA MECANIZADA COM PLANTIO DIRETO E VISÃO PANORÂMICA DA BACIA (R. BRINCO 30-8-00)



FOTO 33 - NO PRIMEIRO PLANO, LAVOURA MECANIZADA COM PLANTIO DIRETO EM FUNDO DE VALE. NO CENTRO, MATA CILIAR ÀS MARGENS DO RIO BRINCO E, AO FUNDO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO E RELEVO ONDULADO E FORTE ONDULADO (R. BRINCO 30-8-00)



FOTO 34 – NO PRIMEIRO PLANO, LAVOURA MECANIZADA EM POUSIO DE INVERNO. AO FUNDO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO E RELEVO ONDULADO (R. BRINCO 30-8-00)



FOTO 35 – NO PRIMEIRO PLANO PASTAGEM. NO CENTRO, LEITO DO RIO BRINCO (BREJO) E, AO FUNDO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO (R. BRINCO 30-8-00)



FOTO 36 – NO PRIMEIRO PLANO, PASTAGEM. NO CENTRO, À DIREITA, POÇO TUBULAR INTEGRADO AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E, AO FUNDO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO (R. BRINCO 30-8-00)



FOTO 37 – NO PRIMEIRO PLANO, PASTAGEM. NO CENTRO, MATAS CILIARES EM UM TRIBUTÁRIO DO RIO BRINCO. AO FUNDO, AVANÇO DA URBANIZAÇÃO SOBRE O MANANCIAL (R. BRINCO 30-8-00)



FOTO 38 – NO PRIMEIRO PLANO, PASTAGEM ÀS MARGENS DE UMA ESTRADA. NO CENTRO, À DIREITA, MATAS CILIARES EM UM TRIBUTÁRIO DO RIO BRINCO. AO FUNDO, AVANÇO DA URBANIZAÇÃO SOBRE A ÁREA DO MANANCIAL (R. BRINCO 30-8-00)



TABELA 14 – USO DA TERRA EM 22 DE JUNHO DE 2000, NA BACIA DO RIO COXILHA RICA

Uso do solo na bacia			Situação das áreas de preservação permanente		
Forma de Uso	Área ha	% da área total	Área ha	% da área de preservação permanente	% da área total da bacia
VP	121,86	18,10	17,46	22,05	2,59
Mata S	56,07	8,33	19,26	24,32	2,86
VSEM	56,97	8,46	22,14	27,95	3,29
VSEI	15,80	2,35	3,15	3,98	0,47
Lavoura	245,21	36,42	4,41	5,57	0,65
Solo descoberto	69,57	10,33	2,79	3,52	0,41
Pastagem	107,82	16,01	9,99	12,61	1,48
Área total	673,30	100,00	79,2	100,00	11,76

VP - Vegetação primária; VSEA - Vegetação secundária em estágio avançado; VSEM - Vegetação secundária em estágio médio; VSEI - Vegetação secundária em estágio inicial.

Para melhor entendimento dos dados da TABELA 14, vide na FIGURA 53, na página 170, o uso do solo em toda a bacia, com destaque para a situação das áreas de preservação permanente e na FIGURA 35, na página 139, a localização de fotos horizontais. A FOTO 39 à FOTO 46, permitem uma visão panorâmica de diferentes pontos da bacia.

Os dados da TABELA 14 permitem sintetizar o uso da terra na bacia do rio Coxilha Rica. Os valores demonstram que a cobertura arbórea, constituída por vegetação primária, vegetação secundária em estágio avançado e vegetação secundária em estágio médio, abrange 34,89% da área da bacia. A vegetação secundária em estágio inicial, que resulta da regeneração natural e pode ser áreas de lavouras de pousio, abrange 2,35% da bacia. As áreas de lavouras e as de solo descoberto (lavouras em pousio de inverno) representam 46,75% da área e as pastagens, 16,01%.

As áreas de preservação permanente representam 11,76% da área total da bacia do rio Coxilha Rica. Do contingente total enquadrado como área de preservação permanente, 25,68% deve passar por um processo de recuperação, pois são ocupadas com vegetação secundária em estágio inicial, lavouras, solo descoberto e pastagens.

FOTO 39 – PAISAGEM DE LAVOURAS, PEQUENAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO INICIAL. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E O FORTE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00)



FOTO 40 – PAISAGEM DE LAVOURAS, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO INICIAL. A FORMA DE RELEVO É O ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00)



FOTO 41 - PAISAGEM DE LAVOURAS E PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO. A FORMA DE RELEVO É O ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00)



FOTO 42 - PAISAGEM DE LAVOURAS, PASTAGEM, MATA SECUNDÁRIA E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E, RESTRITAMENTE, O FORTE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00)



FOTO 43 - PAISAGEM DE LAVOURAS, MATA SECUNDÁRIA E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E, RESTRITAMENTE, O FORTE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00)



FOTO 44 - LAVOURAS PROTEGIDAS POR PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONTROLE DE EROSÃO. VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO INICIAL. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E, RESTRITAMENTE, O FORTE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00)



FOTO 45 - LAVOURAS PROTEGIDAS POR PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONTROLE DE EROSÃO. AO FUNDO E À DIREITA, PASTAGEM. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E, RESTRITAMENTE, O FORTE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00)



FOTO 46 - LAVOURAS DE TRIGO PROTEGIDAS POR PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONTROLE DE EROSÃO. NO CENTRO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO, VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO MÉDIO E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO INICIAL. AS FORMAS DE RELEVO SÃO O ONDULADO E O SUAVE ONDULADO (R. COXILHA RICA 1-9-00)



TABELA 15 – USO DA TERRA EM 22 DE JUNHO DE 2000, NA BACIA DO RIO JIRAU

Uso do solo na bacia			Situação das áreas de preservação permanente		
Forma de Uso	Área ha	% da área total	Área ha	% da área de preservação permanente	% da área total da bacia
VP	137,97	5,58	31,41	14,84	1,27
VSEA	112,23	4,54	24,48	11,57	0,99
VSEM	153,18	6,20	18,54	8,76	0,75
VSEI	308,43	12,47	8,29	3,92	0,34
Lavoura	858,38	34,72	24,21	11,44	0,98
Solo descoberto	341,91	13,83	50,31	23,78	2,03
Pastagem	560,43	22,67	54,36	25,69	2,20
Área total	2472,53	100,00	211,6	100,00	8,56

*VP - Vegetação primária; VSEA - Vegetação secundária em estágio avançado; VSEM - Vegetação secundária em estágio médio; VSEI - Vegetação secundária em estágio inicial.*

Para melhor entendimento dos dados das TABELA 15, vide na FIGURA 54, na página 171, o uso do solo na bacia, na FIGURA 36, na página 140, destacando as áreas de preservação permanente e na FIGURA 39, na página 145, a localização de fotos horizontais; a FOTO 47 à FOTO 51 permitem visão panorâmica de diferentes pontos da bacia.

A TABELA 15 demonstra que, na bacia do rio Jirau, a cobertura arbórea, constituída por vegetação primária, vegetação secundária em estágio avançado e vegetação secundária em estágio médio, abrange 16,32% da área da bacia. A vegetação secundária em estágio inicial, que resulta da regeneração natural e pode ser áreas de lavouras de pousio, abrange 12,47% da bacia. As áreas de lavouras e as de solo descoberto (lavouras em pousio de inverno) representam 48,55% da área. As pastagens, 22,67%.

As áreas de preservação permanentes representam 8,26% da área total da bacia. Do contingente total enquadrado como áreas de preservação permanente 64,83% devem passar por um processo de recuperação, pois são ocupadas com vegetação secundária em estágio inicial, lavouras, solo descoberto e pastagens.

FOTO 47 – PEDREIRA DE BASALTO NA MARGEM ESQUERDA DO RIO JIRAU, EXPLORADA SEM NENHUMA PRÁTICA DE PROTEÇÃO PARA O MANANCIAL (R. JIRAU 5-9-00)



FOTO 48 – NO PRIMEIRO PLANO, ÁREA DE PASTAGEM. NO CENTRO, MATAS CILIARES AO LONGO DAS MARGENS DO RIO JIRAU E TRIBUTÁRIOS. À DIREITA, LAVOURAS MECANIZADAS COM PRÁTICAS MECÂNICAS DE PROTEÇÃO DO SOLO. AO FUNDO, LAVOURAS DE TRIGO. NO INÍCIO, RELEVO FORTE ONDULADO, NO CENTRO E AO FUNDO, RELEVO ONDULADO (R. JIRAU 5-9-00)



FOTO 49 – REGIÃO CENTRAL DA BACIA. NA BASE, LAVOURAS MECANIZADAS EM POUSIO DE INVERNO, PROTEGIDAS POR PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONSERVAÇÃO DE SOLOS. NO CENTRO, MATAS CILIARES AO LONGO DO RIO JIRAU E LAVOURAS DE TRIGO. AO FUNDO, CIDADE DE DOIS VIZINHOS. ASPECTOS DE RELEVO ONDULADO E, À ESQUERDA, AO FUNDO, FORTE ONDULADO (R. JIRAU 5-9-00)



FOTO 50 – AO LONGO DO VALE DE UM TRIBUTÁRIO DO RIO JIRAU, PASTAGENS E MATAS CILIARES. LAVOURAS MECANIZADAS EM POUSIO DE INVERNO, PROTEGIDAS POR PRÁTICAS MECÂNICAS DE CONSERVAÇÃO DE SOLOS (R. JIRAU 5-9-00)



FOTO 51 – LAVOURAS MECANIZADAS COM PASTAGEM DE INVERNO. AO FUNDO, À ESQUERDA, ÁREA DE PASTAGEM E, NO CENTRO, LAVOURAS DE TRIGO. NA BASE, RELEVO SUAVE ONDULADO E ONDULADO E, AO FUNDO, FORTE ONDULADO (R. JIRAU 5-9-00)



### 2.3.7. Hidrografia

As quatro bacias integram a margem esquerda da bacia do rio Iguaçu em seu curso médio e, conseqüentemente, a bacia do Rio Paraná.

O rio Anta Gorda é tributário da margem direita do rio Sarandi que, por sua vez, é tributário da margem esquerda do rio Cotejipe, que tem sua foz no Iguaçu.

O rio Brinco é tributário da margem esquerda do rio do Banho que, por sua vez, é tributário da margem esquerda do rio Chopim, que tem sua foz no Iguaçu.

O rio Coxilha Rica é tributário da margem esquerda do rio Vitorino que, por sua vez, é tributário da margem esquerda do rio Chopim, que tem sua foz no Iguaçu.

O rio Jirau é tributário da margem esquerda do rio Dois Vizinhos que, por sua vez, é tributário da margem esquerda do rio Chopim, que tem sua foz no Iguaçu.

As bacias do Sudoeste do Estado do Paraná e, conseqüentemente, as bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau, por pertencerem à bacia do rio

Paraná, são exorreicas e, dentro de uma conceituação sistêmica, são sistemas abertos e em seqüência. Vide FIGURA 2, na página 9.

As quatro bacias são de pequeno porte, com leito médio dos cursos de água principais, com largura inferior a 10 m.

Os quatro rios são perenes, sempre apresentam água no canal, e subseqüentes, pois o sentido do fluxo é controlado pela estrutura rochosa, acompanhando zonas de fraquezas (falhas e diáclase, rochas menos resistentes, etc).

Os arranjos das drenagens das quatro bacias são de características dendrítica ou arborescente.

Em relação à morfologia da drenagem, utilizando o método de STRAHLER (1992, p. 416), conforme ilustrado na FIGURA 33 à FIGURA 36 nas páginas 137 a 140, e na TABELA 16, as bacias são assim classificadas: a bacia do rio Jirau é de quarta ordem, as bacias dos rios Anta Gorda, Brinco e Coxilha Rica são de terceira ordem.

TABELA 16 – CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Descrição	Anta Gorda	Brinco	Coxilha Rica	Jirau
Área km <sup>2</sup> (A)	12,1	14,9	6,7	24,7
Perímetro (P) km	16,4	20,9	11,7	22,5
Número de rios (N)	18,0	12,0	15,0	44,0
Comprimento total dos canais km (L)	18,7	17,1	12,7	41,6
Comprimento total do canal principal km (L1)	6,6	5,3	4,3	9,2
Comprimento total dos canais tributários m (L2)	12120,0	11800,0	8350,0	32410,0
Comprimento médio dos canais tributários m (L3)	712,9	1072,7	596,4	753,7
Densidade de drenagem, km de rios / km <sup>2</sup> (D) D=L/A	1,5	1,1	1,9	1,7
Frequência de rios. Rios /km <sup>2</sup> (F) F=N/A	1,5	0,8	2,2	1,8
Razão de textura. Rios/km (T) T=N/P	1,1	0,6	1,3	2,0
Altitude mínima do rio principal m (Hmin)	480,0	922,0	503,0	490,0
Altitude máxima do rio principal m (Hmax)	570,0	945,0	659,0	620,0
Amplitude altimétrica do rio principal m (H1)	90,0	23,0	156,0	130,0
Gradiente do curso principal % (G) G=H1x100/L1	1,4	0,4	3,6	1,4

Esses dados foram extraídos dos bancos de dados das respectivas bacias, usando como ferramenta o SPRING. Portanto, a base cartográfica são cartas geográficas na E:1:50.000 (MINISTÉRIO DO EXÉRCITO, 1980) e fotos aéreas E:1:25.000 (ITC, 1980).

A densidade da drenagem (km de rios/km<sup>2</sup>) e a frequência de rios (rios/km<sup>2</sup>) são indicativas da razão infiltração/deflúvio, capacidade de infiltração, permeabilidade e textura dos solos que ocorrem em uma área (KOFFLER, 1992, p.41). Maiores densidades e frequência de rios por km<sup>2</sup> indicam a presença de solos rasos, pouco permeáveis, que facilitam o escoamento superficial, enquanto que valores menores desses parâmetros indicam solos mais profundos e permeáveis, portanto menos suscetíveis à erosão.

Ao se analisar a TABELA 16, na qual o método de cálculo é fundamentado em CHRISTOFOLETTI (1988, p. 109 a 121), verifica-se que a bacia do rio Coxilha Rica tem as maiores densidades e frequências de rios por km<sup>2</sup>, na seqüência estão os rios Jirau, Anta Gorda e, por último, o rio Brinco. Portanto, os solos da bacia do rio Coxilha Rica, na sua totalidade, tendem a ser mais rasos e menos permeáveis do que os das demais, e então, mais susceptíveis ao processo erosivo. Na bacia do rio Brinco ocorrem os solos mais profundos e mais permeáveis das quatro bacias e mais resistentes à erosão.

A competência de um curso de água está relacionado à tensão tangencial. Esta, por sua vez, no leito de um rio, é proporcional ao produto da declividade pela profundidade média. A diminuição da profundidade e o aumento da declividade no curso de um rio atribuem maior competência no transporte, principalmente nas cargas de fundo (SUGUIO & BIGARELLA, 1990 p. 30). Verificando-se na TABELA 16 o gradiente das quatro bacias, pode-se dizer que o rio Coxilha Rica é o que tem maior competência, seguido dos rios Jirau e Anta Gorda e, por último, do rio Brinco.

### **2.3.8. Estrutura fundiária e atividades agrícolas**

Na bacia do rio Brinco, exceto as áreas urbanas e suburbanas que incidem sobre a mesma, a parte rural é caracterizada por médias propriedades rurais.

As atividades agrícolas são constituídas, basicamente, de lavouras mecanizadas de soja e milho, no verão, em rotação de cultura com trigo, no inverno.

A pecuária está presente na bacia, representada pela bovinocultura de corte e,

em menor escala, a bovinocultura leiteira.

Verifica-se que, de uma maneira geral, embora as lavouras estejam protegidas por práticas mecânicas, essas são inadequadas, devendo sofrer melhorias com o uso de uma associação adequada de práticas edáficas e vegetativas.

Nas bacias dos rios Anta Gorda, Jirau e Coxilha Rica, a estrutura fundiária, exceto para as áreas urbanas e suburbanas das duas primeiras, é caracterizada por pequenas propriedades agrícolas.

As atividades agrícolas têm características peculiares em cada bacia, conforme descrito na seqüência.

Anta Gorda – Predominam as lavouras anuais de soja, milho, feijão e trigo. As práticas conservacionistas usuais são as mecânicas, edáficas e vegetativas, porém não há sincronismo e adequação entre elas, além de serem, de forma geral, deficitárias. É constante, no cultivo, o emprego de corretivos (calcário dolomítico), adubos químicos e orgânico (cama de aviário) e pesticidas agrícolas como herbicidas, inseticidas e especialmente fungicidas no cultivo de trigo.

A pecuária é constituída pela suinocultura de corte, existindo várias pocilgas em plena atividade. Há também a avicultura de corte, com vários aviários instalados e em pleno funcionamento. A bovinocultura aparece em pequena escala e sua destinação é o corte e a produção de leite.

Verifica-se também a presença da piscicultura, com vários tanques de criação e um pesque-pague em atividade.

Jirau – As lavouras anuais de soja, milho, feijão e trigo são as atividades agrícolas principais. As práticas conservacionistas, embora adotadas, as mecânicas, edáficas e vegetativas, não estão sistematizadas de forma correta, o que gera problemas ambientais na bacia. É constante, no cultivo, o emprego de corretivos (calcário), adubos químico e orgânico (cama de aviário) e pesticidas agrícolas como: herbicidas, inseticidas e, às vezes, fungicidas no cultivo do trigo.

A pecuária tem representação significativa, sendo a bovinocultura de corte a

atividade principal; a bovinocultura leiteira está presente, mas em menor escala.

A suinocultura de corte é uma atividade expressiva, constituindo-se por várias pocilgas em funcionamento, inclusive sem tratamento de resíduos.

A criação de aves é bastante intensa, existindo vários aviários de grande porte no interior da bacia.

A piscicultura é desenvolvida em pequena escala, quase que com objetivos de auto-suficiência.

Coxilha Rica – As lavouras anuais de soja, milho, feijão e trigo, são as atividades principais da bacia.

As práticas agrícolas, que vão das mecânicas, edáficas e vegetativas, são conduzidas de forma adequada, existindo um sincronismo entre elas. No que concerne à mecânica, houve inclusive o processo de readequação de estradas e a construção dos chamados bigodes para captação e retenção das águas das pistas de rolamento. Esse sistema (FOTO 52) capta as águas da pista de rolamento, acumulando-as e forçando a sua penetração no solo.

É constante, no cultivo, o emprego de corretivos (calcário), adubos químico e orgânico (cama de aviário) e pesticidas agrícolas como herbicidas, inseticidas e, às vezes, fungicidas no cultivo do trigo.

A pecuária é representada pela bovinocultura de corte e, em menor escala, pela bovinocultura leiteira. A suinocultura aparece de forma bastante significativa, com várias pocilgas que, inclusive, não contam com tratamento adequado de resíduos.

Há também vários aviários no interior da bacia, sendo a avicultura de corte uma atividade bastante desenvolvida no local.

Existe um número considerável de tanques de piscicultura, cuja produção tem finalidade comercial.

FOTO 52 - SISTEMA DE PROTEÇÃO DE ESTRADA (R. COXILHA RICA 1-9-00)



### **3. FLUXOS HÍDRICOS E MATERIAL TRANSPORTADO**

#### **3.1.METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO FLUXOS HÍDRICOS E MATERIAL TRANSPORTADO**

##### **3.1.1. Determinação de sítio de amostragem**

Os locais dos sítios de amostragens foram definidos no período de 20 a 22 de novembro de 2000. Após percorrer diversos pontos do curso dos rios Anta Gorda, Brinco e Jirau, nas proximidades da captação da SANEPAR, foram identificados os locais ideais para a implantação das estações flúvio-sedimentométricas. No rio Coxilha Rica, foram percorridos pontos do curso a montante da PR-489 e encontrou-se o local onde o rio possui leito regular e margens encaixadas, ideal para implantação da estação flúvio-sedimentométrica.

O monitoramento das estações ficou sob responsabilidade dos funcionários da SANEPAR e, por isso, buscou-se selecionar locais com características ideais ou mínimas necessárias para implantar sítios de amostragem, que, também, facilitassem o controle e a sincronização por parte dos responsáveis pela coleta.

Identificados os locais do sítio de amostragem, utilizando nível topográfico, mira e trena, efetuou-se o levantamento planialtimétrico das seções.

O levantamento planialtimétrico contou inicialmente com um piqueteamento da área de cada sítio de amostragem e fixação de duas réguas em dois lances de 1 m, para controle de cota. Foram fixados também, em cada estação, dois níveis de referência para que, em caso de eventuais danos às réguas, fosse possível recolocá-las nos seus devidos locais. Uma das réguas foi fixada dentro do curso de água, com o zero abaixo do nível mínimo, e a outra fora do curso, mas tomando-se o cuidado para que a parte superior da primeira (100 cm) coincidissem com a parte inferior da segunda (0 cm). As réguas foram construídas de madeira com escala pintada, para facilitar a

leitura.

Em seguida, foi realizado o levantamento topográfico da seção de duas linhas transversais ao eixo de fluxo dos rios, com identificação das coordenadas X, Y e Z, locais.

Efetuada o levantamento topográfico em planilha Excel, executou-se o cálculo da área da seção ocupada pela água, para cada centímetro de cota.

Plotou-se, em ambiente Surfer, o bloco diagrama das estações flúvio-sedimentométricas, para tornar possível a visualização tridimensional do leito no local de controle.

### **3.1.2. Material particulado em suspensão**

As estações flúvio-sedimentométricas simples são constituídas por régua graduada para leitura de cota, cronômetro e flutuador para medir velocidade de fluxo e termômetro para medir a temperatura da água. PINTO et al. (1973, p.173) citam que o uso de flutuadores gera uma medida um tanto precária, mas pode ser empregada quando não se dispõe de outro meio. Para tentar corrigir em parte as distorções, usaram-se como flutuadores, bolas de tênis com água injetada no interior. Dessa forma, elas permaneciam com a maior parte do corpo sob a água, recebendo pouca influência do vento.

No monitoramento, um funcionário local da SANEPAR coletou, diariamente, amostras de água para identificação de material particulado e dissolvido e anotou a cota e a velocidade de fluxo. Foram coletadas amostras diárias nos dias de maior concentração. Nos períodos de baixa de sólidos em suspensão, quando a turbidez fosse menor que 20 NTU, as coletas foram espaçadas paulatinamente até ao máximo de 4 dias. A água foi coletada e armazenada em frascos de plástico branco com capacidade para 1 litro. Para a coleta, os frascos foram introduzidos lentamente no fluxo da superfície para baixo, sem tocar o fundo, e retornados para a superfície, até preencher 80% do recipiente.

Logo após a coleta, através de turbidímetro, foi identificada a turbidez em

NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). Posteriormente, em contingentes de 20 garrafas, o material foi enviado ao laboratório de sedimentologia do CEFET-PR da Unidade de Pato Branco, para quantificação do material particulado e dissolvido transportado.

Para quantificar o material particulado, procedeu-se à filtração a vácuo das amostras de água em aparelho Millipore, com membranas filtrantes com poros de 0,8  $\mu\text{m}$ . As amostras filtradas variaram de 60 mL, nas grandes concentrações, até 990 mL nas baixas concentrações, com pouco material em suspensão. Após a filtração, as membranas com amostras foram levadas a uma estufa à temperatura de 80°C, por 30 minutos, até ficarem totalmente secas, sendo depois colocadas em dessecador para esfriar e, em seguida, pesar em balança digital. O peso da membrana mais o sedimento, subtraído o peso da membrana (tara), identificou o material em suspensão na amostra, por unidade de volume. Sendo a vazão de água conhecida, foi identificado o material transportado na seção, por unidade de tempo.

Os cálculos da descarga sólida medida, descarga sólida não medida e descarga sólida total foram efetuados pelo método de COLBY (1957)<sup>2</sup> apud CARVALHO (1994, p. 201), calculados pelo *software* Programa de Cálculo da Descarga Sólida Total pelo Método Simplificado de Colby, desenvolvido por PRODANOFF (1996).

A descarga não medida constitui o material em suspensão, que o amostrador não teve condições de registrar, somado à descarga do leito.

### **3.1.3. Material dissolvido hidrotransportado**

Os materiais dissolvidos hidrotransportados foram identificados pelo processo de evaporação. Foram utilizadas amostras de 40 a 80 mL, previamente filtradas a vácuo em ambiente Millipore, com membrana filtrante de 0,8 $\mu\text{m}$  e em seguida em membrana de 0,45 $\mu\text{m}$ , acondicionadas em béqueres identificados, tarados

---

<sup>2</sup> COLBY, B. R.. & HUBBELL, D. W. *Simplified methods for computing total sediment discharge with the modified eistein procedure*. Washington, D. C.: U. S. Geological Survey. 1961. (Water-Supply Paper 1593).

e levados a uma estufa em temperatura de 80°C até a completa evaporação da água. Os recipientes contendo os resíduos secos foram colocados em dessecador por 30 a 40 minutos para resfriamento e pesagem. Subtraída a tara do peso bruto, obteve-se o material sólido dissolvido na amostra. Conhecida a vazão de água na seção, identificou-se o contingente transportado em relação a volume e unidade de tempo.

### **3.2. A FLÚVIO-SEDIMENTOMETRIA**

Neste trabalho se focalizou a parte do ciclo hidrológico que consiste na precipitação, nos fluxos superficiais e no transporte ou escoamento de soluções e materiais particulados em suspensão.

O termo material particulado, dentro dos propósitos deste trabalho, é a partícula derivada de rocha ou matéria biológica que pode ser hidrotransportada. O termo soluções refere-se a todo o contingente químico transportado pelas águas superficiais, de origem natural ou artificial, que determina o quimismo das águas e seu padrão de qualidade (BITTENCOURT, 1994).

O fluxo de água no interflúvio de uma bacia hidrográfica, no canal do rio e no reservatório, é uma das parcelas importantes do ciclo hidrológico, pois trata da ocorrência do transporte de água na superfície terrestre. O escoamento é regido por leis físicas e representado quantitativamente por variáveis como vazão, profundidade e velocidade (CARVALHO, 1994).

O estudo fluviométrico de um curso de água compreende o uso de técnicas diversas. Elas têm início com a implantação de uma estação fluviométrica, seleção de equipamento utilizados e processo de monitoramento de dados fluviométricos, físico-químicos e bacteriológicos a serem coletados.

No estudo, como um dos objetivos era quantificar a movimentação de material particulado suspenso veiculado nos cursos de água, denominou-se o local de controle e conjunto de aparatos utilizados de estação flúvio-sedimentométrica.

### 3.2.1. Estações flúvio-sedimentométricas

A estação flúvio-sedimentométrica é uma instalação técnica destinada ao levantamento de um ou vários parâmetros de um curso de água em determinada seção transversal do mesmo, dentre os quais, o material particulado (DNAE, 1967).

Atualmente, os equipamentos utilizados são os mais avançados, como a “estação total”, que é um equipamento eletrônico, programável, capaz de monitorar a velocidade de fluxo, a turbidez, a cota e outros parâmetros de acordo com a sofisticação do equipamento.

Há molinetes eletrônicos para medição de velocidade de fluxo, linígrafos com data logger para determinação de cota, ecobatímetro para determinação da profundidade dos cursos de água, amostradores de material particulado em suspensão e de fundo. Enfim, existe um aparato altamente sofisticado e também de alto custo, que pode ser utilizado no monitoramento de recursos hídricos.

No caso, devido à precariedade de recursos financeiros, montou-se uma estação flúvio-sedimentométrica simples, cujos equipamentos eram régua de madeira, para determinação de cota, e flutuadores, para determinação de velocidade.

Na implantação das estações, foram obedecidos critérios básicos, pois depende deles, em grande parte, a excelência dos dados coletados, ou seja:

- na implantação da estação, foi observado se o local é de acesso permanente, a fim de que não haja interrupção na operação da mesma;
- o trecho do curso de água onde se localiza a estação deve ser em tangente ao eixo longitudinal do leito, tendo à jusante da seção, sensível estreitamento, uma queda ou uma corredeira que propicie ao curso de água um bom controle;
- as margens são estáveis e suficientemente altas para impedir que, nas cheias, o rio saia da caixa;
- o leito do rio é firme, isento de vegetação e de preferência rochoso;
- cada estação deve localizar-se fora de remansos causados por barragens, confluências de rios, etc. e as secções de controle são mais estreitas do que a dos canais de chegada.

### **3.2.1.1. Secção de medição**

É a secção transversal, normal ao curso d'água, onde são efetuadas as medições de descarga (SUGUIO & BIGARELA, 1990). O estabelecimento de cada secção de medição obedeceu aos seguintes critérios:

- é regular;
- as declividades laterais são moderadas, o leito é firme e de pequena rugosidade;
- a corrente, sempre normal à secção transversal (paralelismo dos filetes), é retilínea, suave e, conseqüentemente, isenta de redemoinhos e turbulências;
- em águas médias, a corrente deve possuir velocidade moderada com variações entre os limites de 0,30 m/s e 1,2 m/s.

### **3.2.1.2. Escala fluviométrica e sua instalação**

A escala fluviométrica é uma mira com graduação métrica ascendente, sendo, no caso, em madeira (com escala pintada ou denteada).

Para facilitar a montagem e proporcionar maior estabilidade, as escalas foram implantadas em lances, observando-se, na instalação, a perfeita concordância da cota do topo de um lance com a do pé do outro imediatamente superior.

Os lances da escala foram alinhados numa normal do eixo do curso de água.

A instalação foi rígida e apresenta boa visibilidade.

O zero da escala ficou abaixo do nível mínimo a que poderia chegar a água, evitando leituras negativas.

A altitude do zero da escala foi determinada por transporte topográfico de ponto de altitude conhecida.

### **3.2.1.3. Medição de descarga**

Foi usado o método área-velocidade, que consiste na determinação da velocidade média de escoamento numa secção transversal do curso de água que,

multiplicada pela área, fornece o volume da água que passa na unidade de tempo (é a descarga em m<sup>3</sup>/s.).

A velocidade foi determinada diretamente pela utilização do flutuador, mas também poderia ser feita indiretamente por solutos químicos, em função de declividade superficial ou por meio do instrumento registrador de rotações: o molinete.

A área de cada secção foi determinada por levantamento topográfico.

A descarga sólida total foi obtida pelo método simplificado de COLBY (1957)<sup>3</sup> apud PRODANOFF (1996).

O método simplificado usa três ábacos e dados de descarga líquida, velocidade média, profundidade média, largura da seção e concentração média de sedimentos em suspensão.

A descarga sólida total é calculada pelas expressões:

$$Q_{st} = Q_{sm} + Q_{nm}; \quad Q_{sm} = 0,0864 \cdot Q \cdot C's; \quad Q_{nm} = q_{nm} \cdot K \cdot S$$

Onde:  $Q_{st}$  – descarga sólida total, em t/dia;  $Q_{sm}$  – descarga sólida medida, em t/dia;  $Q_{nm}$  – descarga sólida não medida, em t/dia;  $Q$  – descarga líquida, em m<sup>3</sup>/s;  $C's$  – concentração média em mg/L;  $S$  - Largura do rio em m;  $K$  – fator de correção; 0,0864 – fator de multiplicação para apresentar resultados em t/dia, a partir de descarga líquida em m<sup>3</sup>/s e concentração em mg/L.

O valor de  $Q_{nm}$  corresponde à descarga de arrasto somada à descarga não amostrada, sendo encontrado por método analógico com auxílio de ábacos a partir da velocidade média em m/s, da profundidade média em m, da concentração média em mg/L ou ppm e da largura da seção em m.

Os cálculos das descargas sólida medida, sólida não medida e sólida total, podem ser efetuados pelo *software*: Programa de Cálculo da Descarga Sólida Total pelo Método Simplificado de COLBY (1957)<sup>4</sup>, apud CARVALHO (1994, p. 201), desenvolvido por PRODANOFF (1996).

---

<sup>3</sup> COLBY & HUBBELL. Op. Citada na página 76.

<sup>4</sup> COLBY & HUBBELL. Op. Citada na página 76

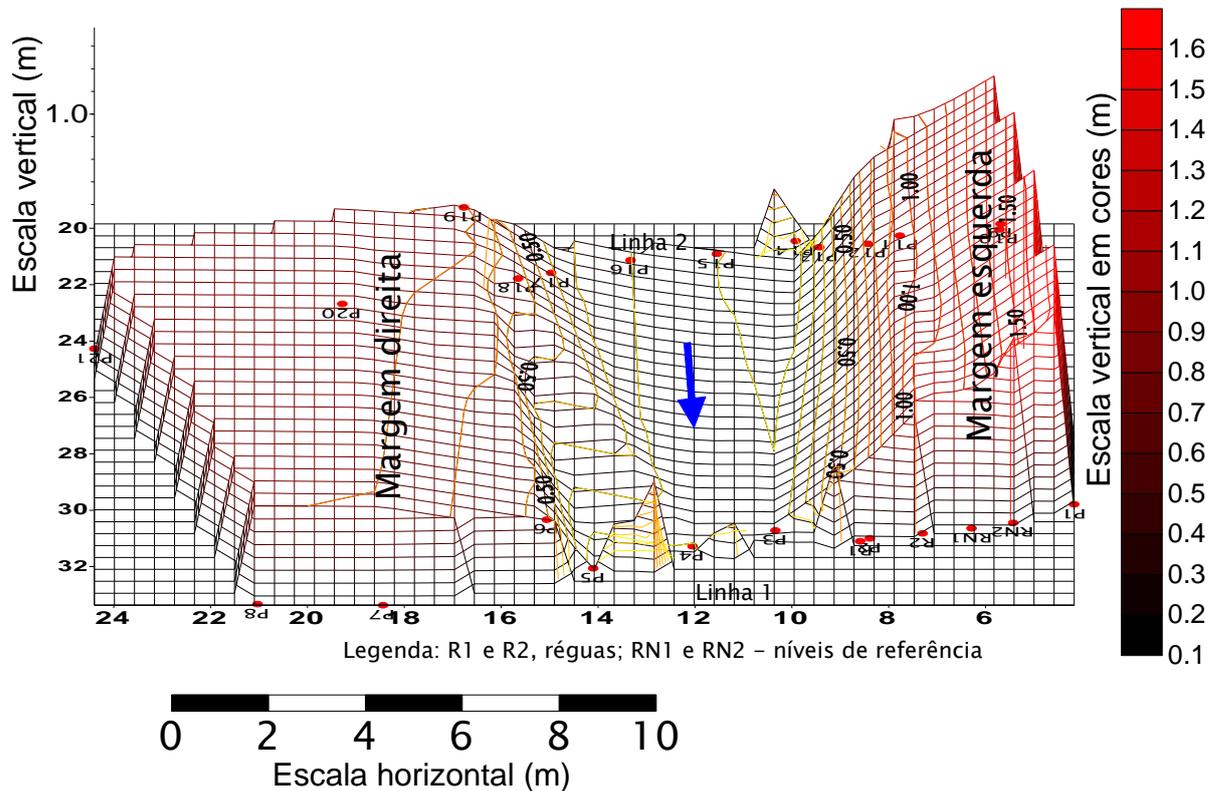
### 3.3. FLUVIOMETRIA E MATERIAL TRANSPORTADO

#### 3.3.1. Sítios de amostragem

Após observados os critérios já citados, foi edificada uma estação flúvio-sedimentométrica em cada bacia, sendo que os dados e características de cada uma delas constam a seguir na FIGURA 15 à FIGURA 18 e na FOTO 53 à FOTO 57.

A etapa preliminar do levantamento de dados contou, inicialmente, com o levantamento planialtimétrico da seção, conforme FIGURA 15 à FIGURA 18.

FIGURA 15 – BLOCO DIAGRAMA DA ESTAÇÃO FLUVIOSEDIMENTOMÉTRICA ANTA GORDA



Vide, na FOTO 53, a estação de captação e tratamento de água da SANEPAR e, à montante, na FOTO 54, a indicação do local onde foi implantada a seção.

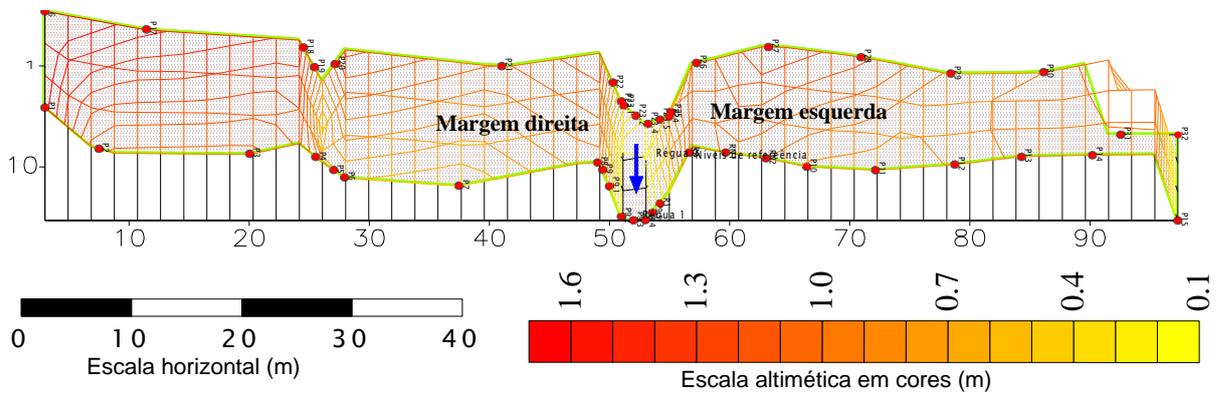
FOTO 53 – ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DA SANEPAR (R. ANTA GORDA 8-9-00)



FOTO 54– ESTAÇÃO FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICA (R. ANTA GORDA 8-9-00)



FIGURA 16 – BLOCO DIAGRAMA DA ESTAÇÃO FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICA BRINCO

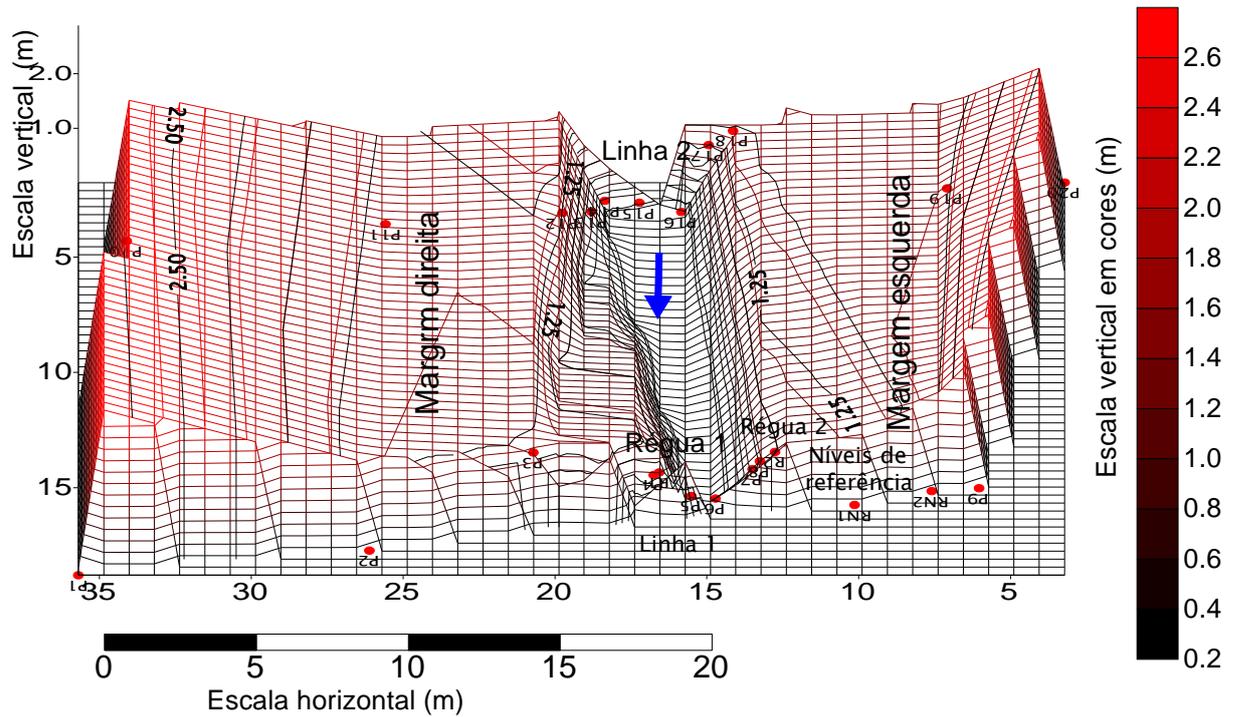


Vide, na FOTO 55, a barragem de captação de água da SANEPAR para a cidade de Clevelândia, e localizada à montante está a estação Brinco.

FOTO 55 – ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DA SANEPAR (R. BRINCO 30-8-00)



FIGURA 17 – BLOCO DIAGRAMA DA ESTAÇÃO FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICA COXILHA RICA

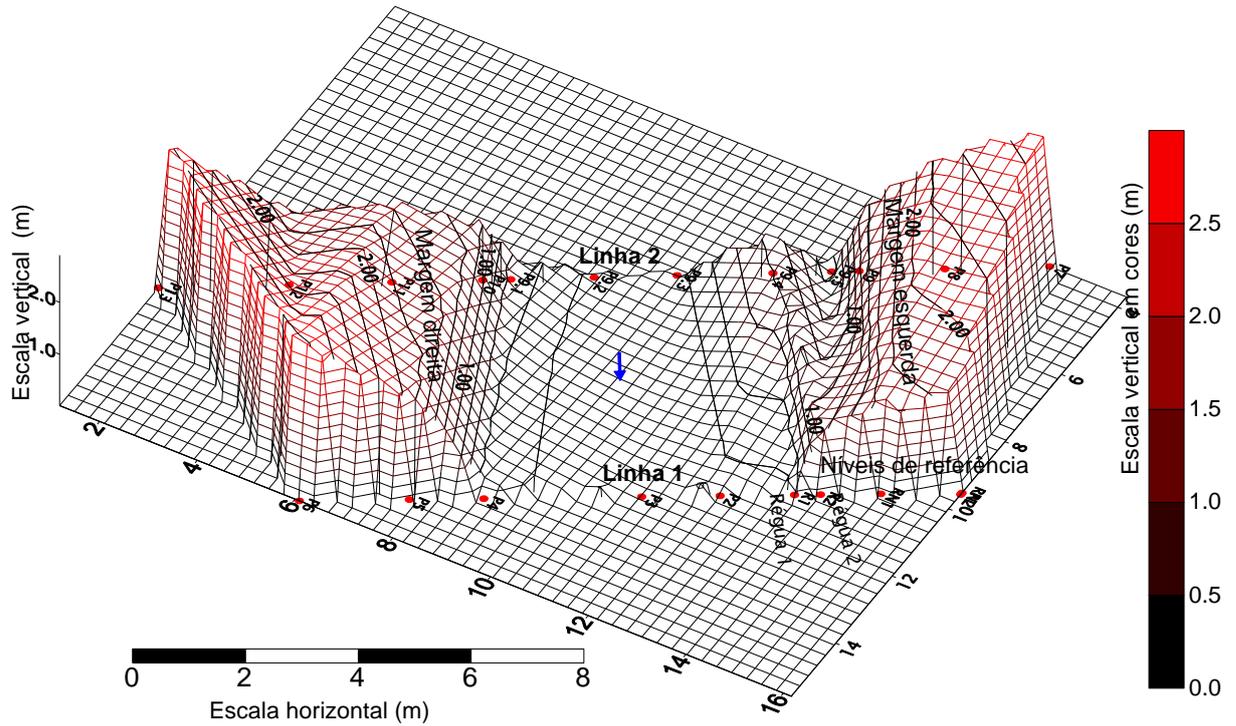


Vide, na FOTO 56, o local onde foi implantada a seção no rio Coxilha Rica.

FOTO 56 - ESTAÇÃO FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICA (VIDE RÉGUA NO CENTRO), LAVOURA DE MILHO E MATA CILIAR (R. COXILHA RICA 1-9-00)



FIGURA 18 – BLOCO DIAGRAMA DA ESTAÇÃO FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICA JIRAU



Vide, na FOTO 57, a barragem de captação de água da SANEPAR para o município de Dois Vizinhos, e localizada à montante, está à estação.

FOTO 57 – ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DA SANEPAR (R. JIRAU 5-9-00)

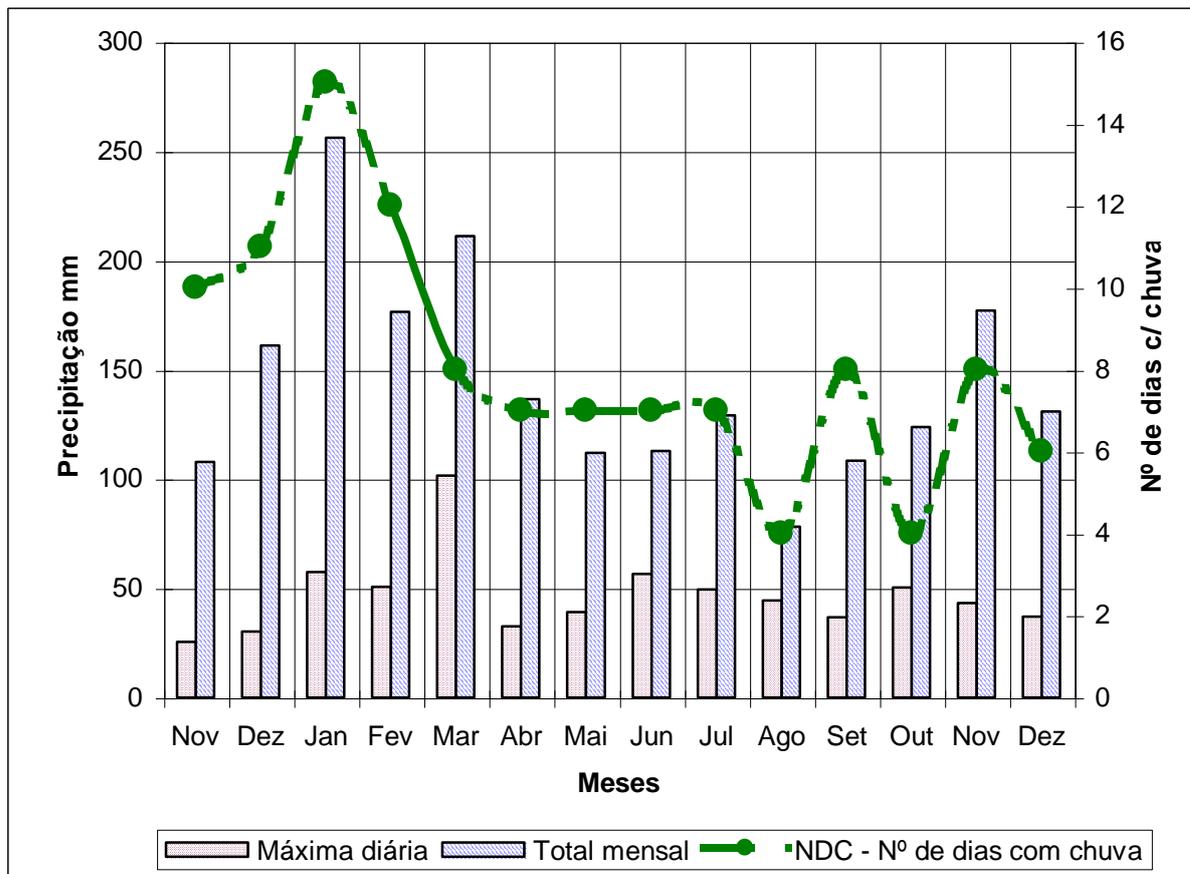


### 3.3.2. Pluviometria, fluxos hídricos e material particulado hidrotransportado

#### 3.3.2.1. Dados pluviométricos

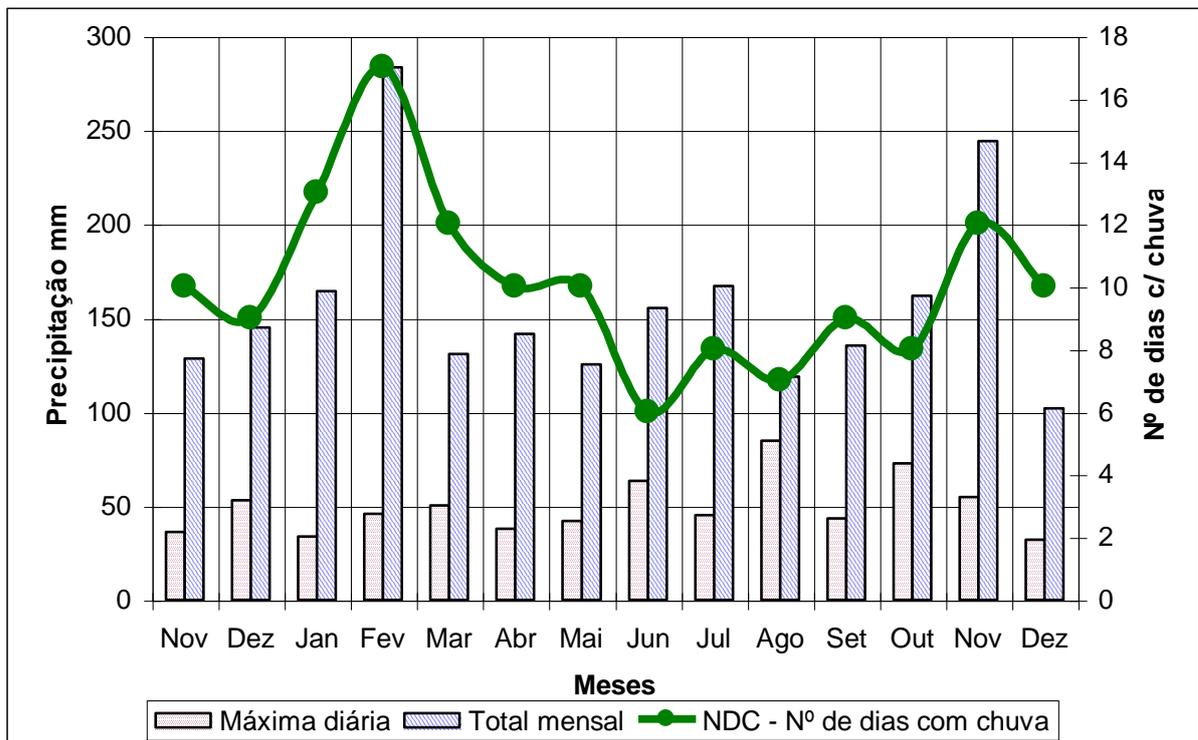
Os dados pluviométricos diários do período 2000 a 2001, para cada bacia, foram obtidos da SUDERHSA e selecionados aqueles de estações situadas o mais próximo possível da área. Com exceção da bacia do rio Brinco, uma vez que foram utilizados dados de Mariópolis (município vizinho), nas demais bacias, os pontos de coleta de chuva estavam no interior do território do município onde as bacias estão inseridas.

FIGURA 19 – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO ANTA GORDA NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2000 A DEZEMBRO DE 2001



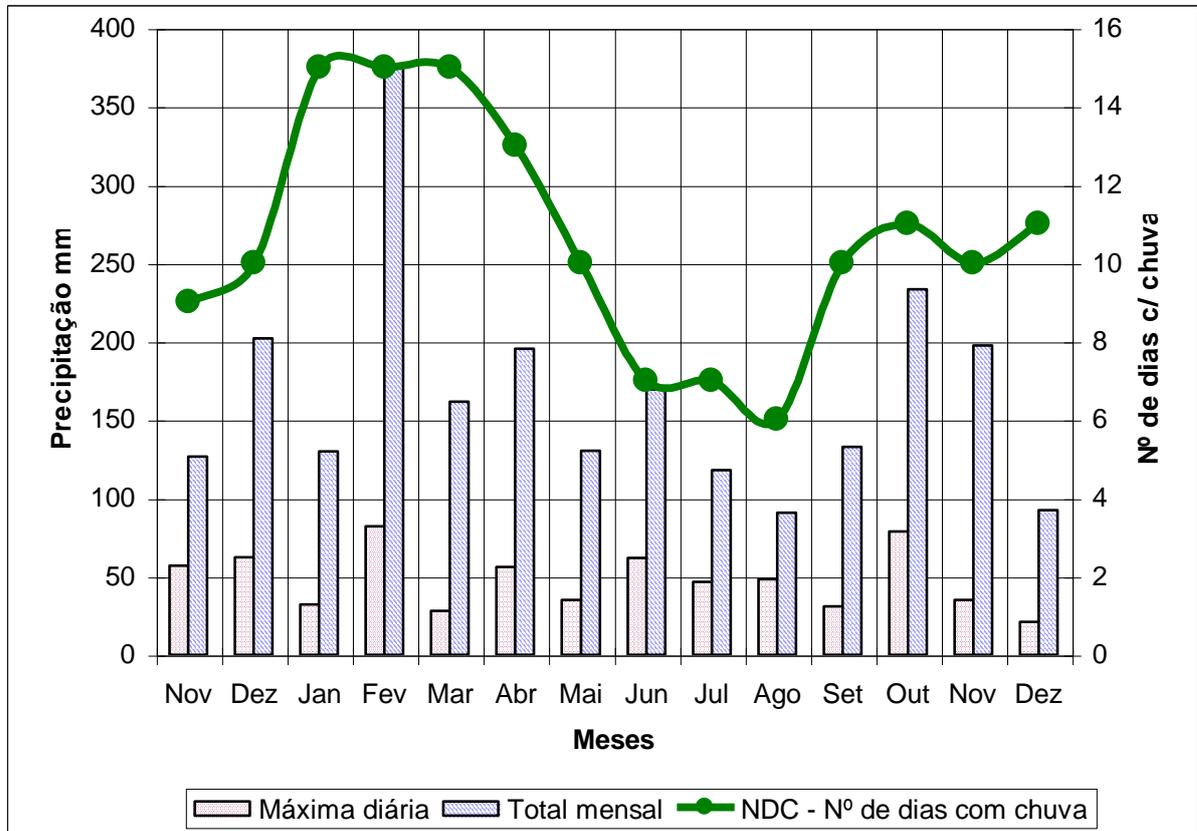
Na FIGURA 19 e na TABELA 17, para a bacia do rio Anta Gorda, verifica-se que o maior índice de precipitação mensal ocorreu nos meses de dezembro de 2000 e janeiro, fevereiro, março e novembro de 2001. O mês de menor precipitação foi agosto de 2001. A precipitação máxima diária ocorreu em março de 2001 e foi de 101,6mm.

FIGURA 20 – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO COXILHA RICA, NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2000 A DEZEMBRO DE 2001



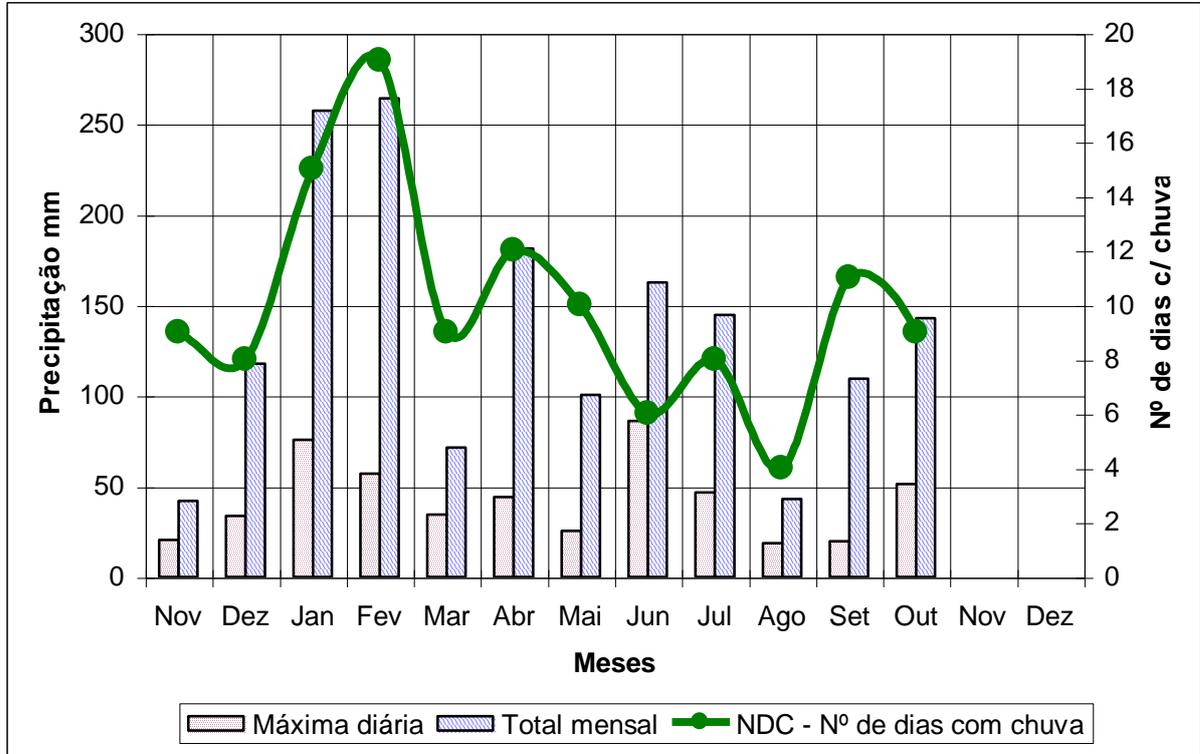
Na FIGURA 20 e na TABELA 18, para a bacia do rio Coxilha Rica, pode-se visualizar que o maior índice de precipitação mensal ocorreu nos meses de janeiro, fevereiro, junho, julho, outubro e novembro de 2001. Os meses de menor precipitação foram agosto e dezembro de 2001. A precipitação média máxima diária ocorreu em agosto de 2001 e foi de 84,7mm.

FIGURA 21 – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO BRINCO, NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2000 A DEZEMBRO DE 2001



Na FIGURA 21 e na TABELA 19, para a bacia do rio Brinco, constatá-se que o maior índice de precipitação mensal ocorreu nos meses de dezembro de 2000 e fevereiro, março, abril, junho, outubro e novembro de 2001. O mês de menor precipitação foi agosto de 2001. A precipitação média máxima diária ocorreu em fevereiro de 2001 e foi de 81,9mm.

FIGURA 22 – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO JIRAU, NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2000 A OUTUBRO DE 2001



Na FIGURA 22 e na TABELA 20, para a bacia do rio Jirau, verifica-se que os anos de 2000 e 2001 foram anos de ocorrência normal de precipitações, não apresentando anomalia.

O maior índice de precipitação mensal ocorreu nos meses de janeiro, fevereiro, abril, junho e outubro de 2001. O mês de menor precipitação foi agosto de 2001. A precipitação máxima diária ocorreu em junho de 2001 e foi de 86,3mm.

Observe-se que os dados dos meses de novembro e dezembro de 2001 não constavam do acervo da SUDERHSA, quando do fornecimento das informações.

Se comparado com os índices pluviométricos do Sudoeste do Estado do Paraná, que constam na TABELA 10, nas quatro bacias o período não foi atípico, tendo uma boa distribuição da precipitação ao longo dos meses, não caracterizando estiagens ou enchentes no intervalo de tempo.

TABELA 17 – OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO ANTA GORDA NO PERÍODO (mm)

Estação: SANTA IZABEL D'OESTE; Município: SANTA IZABEL DO OESTE

Latitude: 25° 49' S; Longitude: 53° 30' W; Altitude: 400 m.

Entidade: SUDERHSA

Data de instalação: 20/09/1965

Dia	2000		2001											
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0	0	0	10,4	0	15,4	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15,3	11,7	0	0	0	24,1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25,4	0	0	8,1	0	0	0	0	4,5	0	0	0	0	0
4	0	2	0	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	10,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,3	17,2
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2
7	10,1	0	25,4	15,8	0	3,5	0	56,5	0	0	0	0	0	0
8	5,3	0	6,3	3,7	0	0	0	0	0	0	0	50,3	21	0
9	0	0	12,5	0	0	18,2	0	0	0	0	0	12,5	28,5	0
10	0	0	0	0	0	21,5	19,8	0	0	0	0	0	20,6	0
11	0	0	57,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	10,8	0	0	0	0	0	49,5	0	0	0	0	0
13	0	2,4	7,7	13,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,5
14	0	2,9	7,7	0	0	0	0	0	0	0	9,2	0	43,1	0
15	5,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	0	9,8	0
16	0	0	18,2	0	0	0	8,5	0	0	0	0	0	0	37,1
17	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	15,4	0	0
18	0	0	0	0	38,8	0	0	28,2	2,5	0	0	0	0	0
19	0	0	3,5	20,3	0	0	0	1,5	27,3	0	0	0	0	0
20	0	0	5,1	50,7	0	0	0	4,4	4,7	22,1	0	0	0	0
21	3,4	0	0	15,7	11,3	21,3	3,6	0	0	0	0	45,7	0	0
22	0	30,1	0	5,4	0	0	26,8	0	0	0	36,8	0	20,2	10,2
23	0	15,2	0	2,3	11,2	0	0	0	0	0	3	0	0	35,6
24	5,4	22,8	6,9	27,3	101,6	32,5	0	0	0	0	23,4	0	0	0
25	15,2	0	0	0	25,7	0	0	1,4	0	0	11,8	0	0	0
26	0	2,4	0	0	5,2	0	0	18,2	30,9	3,2	2,1	0	0	0
27	0	0	23,4	0	11	0	12,4	0	9,7	0	0	0	19,5	0
28	0	13,9	0	0	6,5	0	39,2	0	0	44,4	0	0	0	0
29	21,1	28,5	0	*	0	0	1,7	0	0	8,5	0	0	0	0
30	1,1	29,2	30,1	*	0	0	0	0	0	0	17,5	0	0	0
31	*	0	30,2	*	0	*	0	*	0	0	*	0	*	0
Total:	107,9	161,1	256,1	176,5	211,3	136,5	112	112,7	129,1	78,2	108,3	123,9	177	130,8
Máxima:	25,4	30,1	57,4	50,7	101,6	32,5	39,2	56,5	49,5	44,4	36,8	50,3	43,1	37,1
NDC:	10	11	15	12	8	7	7	7	7	4	8	4	8	6
Dias de chuva com coleta de dados na estação flúvio-sedimentométrica														
Total:	Precipitação total mensal mm													
Máxima:	Precipitação máxima diária mm													
NDC:	Número de dias com chuva													

Resumo anual: 426 dias observados; 114 dias de chuva; máxima: 101,6mm; total:

2021,4mm. Vide FIGURA 19.

TABELA 18 – OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO COXILHA RICA NO PERÍODO (mm)

Estação: Itapejara do Oeste; município: Itapejara do Oeste

Latitude: 25° 58' S; Longitude: 52° 49' W; Altitude: 600 m

Entidade: SUDERHSA;

Data de instalação: 26/01/1976

Dia	2000		2001											
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0	1,7	0	45,8	0	32,5	0	0	0	0	0	22,4	0	6,2
2	0	0	0	0	0	30,5	0	0	0	0	0	0	0	0
3	19	0	0	21,7	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
4	0	0	2	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	24,1	7,2
6	0	0	0	30,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8
7	33	0	30,9	0	0	0	0	52,1	0	0	0	0	0	0
8	36,3	0	0	0	4,5	0	0	0	0	0	0	72,6	29,1	0
9	2,6	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	25	0	0
10	8	0	0	35,7	13,4	37,8	0,7	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	13,4	0	0	4,8	0	45	0	0,8	0	54,7	17,2
12	0	0	33,9	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	12,7	0
13	1,3	0,5	5,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
14	0	30,2	4,8	6,1	0	0	0	0	0	0	3,7	23,4	11,8	0
15	0	7,9	0	8,8	7	0	0	0	0	0	10,6	3,2	23,4	7
16	0	0	13,1	0	2,5	0	7,4	0	0	0	0	0	0	20,3
17	0	0	6,3	0	0	0	1	28	0	0	0	7,5	0	0
18	0	0	0,9	1,6	24,7	0	0	0	19	0	0	0	0	0
19	0	0	0	37,5	2,1	0	0	0,9	28,2	0	0	0	0	0
20	0	0	28,1	42,8	1,5	0	0	7,7	0	7,2	0	0	0	0
21	2,4	0	0	16,8	0	4,8	15,9	0	0	5	0	4,8	0	0
22	0	0	0	0	0	5	23,5	0	1,5	0	28,8	2,9	2	31,9
23	0	15,2	4,1	7,6	14,7	0,7	0	0	0	0	12,3	0	0,4	5,2
24	0	0	0,9	10,9	0	15,1	0	0	0	0	0	0	0	0
25	13	0	0	2,7	50,3	10,5	0	3,3	3,1	0	14,7	0	0	0
26	0	0	0	0	0	2,1	0	63,3	41,5	2,5	0	0	14,4	0
27	0	0	0	0	6,8	0	15,3	0	19,9	1,6	0	0	37,7	0
28	0	5,7	0	0,8	2,8	0	42	0	0	84,7	4,3	0	3	0
29	12	15,1	0	*	0	0	1,8	0	0	14,4	43,5	0	0	1,7
30	0,8	52,9	21,6	*	0	0	0	0	0	3,6	16,5	0	30,8	0
31	*	15,9	12,4	*	0	*	0	*	0	0	*	0	*	0
Total:	128,4	145,1	164,4	283,6	130,9	141,5	125,4	155,3	167,2	119	135,2	161,8	244,1	102
Máxima:	36,3	52,9	33,9	45,8	50,3	37,8	42	63,3	45	84,7	43,5	72,6	54,7	31,9
NDC:	10	9	13	17	12	10	10	6	8	7	9	8	12	10
Dias com chuva e coleta de dados na estação flúvio-sedimentométrica														
Total:	Precipitação total mensal mm													
Máxima:	Precipitação máxima diária mm													
NDC:	Número de dias com chuva													

Resumo anual: 426 dias observados; 141 dias de chuva; máxima: 84,7mm; total: 2203,9mm. Vide FIGURA 20.

TABELA 19 – OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO BRINCO NO PERÍODO (mm)

Estação: MARIÓPOLIS; Município: MARIÓPOLIS

Latitude: 26° 22' S; Longitude: 52° 34' W; Altitude: 864 m

Entidade: SUDERHSA

Data de instalação: 19/08/1964

Dia	2000		2001											
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0	0	0	13,6	0	3,7	0	0	0	0	0	78,4	0	11,2
2	0	0	0	0	5,6	19,9	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	28,5	0	0	0	0	11,2	0	0	1,9	0	0
4	13,9	0	0	17,8	1,1	0	15,8	0	0	0	0	0	0	0
5	0	9,4	0	15,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,1
6	0	0	0	69,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,8
7	0	0	32,2	0	28,2	24,6	0	61,8	0	0	0	11,5	0	0
8	15,4	0	1,9	0	18	0	0	0	0	0	0	78,7	25,9	0
9	0	0	2,3	0	1,3	5,2	1,1	0	0	0	3,8	22,6	0	0
10	4,3	0	0	0	0	24,3	2,7	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	18,3	0	0	8,5	7,7	0	0	0	0	0	33,8	0
12	0	0	1,7	0	0	0	0	0	46,4	0	0	0	3,7	16,7
13	2,9	0,5	2,5	12,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,2
14	0	2,4	0	3,6	1,3	0	0	0	0	0	11,1	0	14,4	2,4
15	0	8,4	2,3	4,2	24,4	0	0	0	0	0	2,1	4,4	7,2	0
16	0	24,6	3,1	4,9	0	0	6,9	0	0	0	0	9,2	0	1,8
17	0	0	4,9	0	0	0	4,2	35,2	0	0	0	5,2	13,6	0
18	0	0	5,6	0	19,4	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0
19	0	0	0	81,9	22,4	0	0	0,9	29,1	0	0	18,2	0	0
20	0	0	0	46,9	0	0	0	12,8	0	11,7	0	0	0	0
21	5,3	0	0	35,7	0	18,1	15,5	0	1,8	0	0	0	0	0
22	2,4	18,4	0	0	0	11,3	28,6	0	0	0	22,2	3,2	21,6	4,9
23	0	0	19,5	11,2	1,8	0,6	0	0	0	0	15,3	0	0	0
24	0	7,5	0	0	21,7	56,1	0	0	0	0	0	0	0	1,4
25	57,1	0	17,5	0	11,2	13,6	0	7,4	1,4	0	30,8	0	0	0
26	0	0	11,2	26,8	0,6	6,4	0	50,8	12,1	5,6	0,3	0	0	0
27	0	0	0	4,1	2,8	0	12,6	0,7	16	6,4	0	0	35,1	0
28	0	19,3	0	0	1,9	0	35,1	0	0	48,4	16,4	0	0	0
29	18,1	49,1	0	*	0	3,1	0	0	0	15,1	23,4	0	18,2	1,7
30	7,3	62,4	1,9	*	0	0	0	0	0	3,6	7,3	0	23,9	0
31	*	0	5,2	*	0	*	0	*	0	0	*	0	*	21,1
Total:	126,7	202	130,1	376	161,7	195,4	130,2	169,6	118	90,8	132,7	233,6	197,4	92,3
Máxima:	57,1	62,4	32,2	81,9	28,2	56,1	35,1	61,8	46,4	48,4	30,8	78,7	35,1	21,1
ND C:	9	10	15	15	15	13	10	7	7	6	10	11	10	11
	Dias com chuva e coleta de dados na estação flúvio-sedimentométrica													
	Coleta de dados na estação flúvio-sedimentométrica, no período de 24h da última chuva.													
Total:	Precipitação total mensal mm													
Máxima:	Precipitação máxima diária mm													
ND C:	Número de dias com chuva													

Resumo anual: 426 dias observados; 149 dias de chuva; máxima: 81,9mm; total: 2356,5mm. Vide FIGURA 21.

TABELA 20 – OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO JIRAU NO PERÍODO (mm)

Estação: FLOR DA SERRA; Município: DOIS VIZINHOS

Latitude: 25° 41' S; Longitude: 53° 01' W; Altitude: 550 m

Entidade: COPEL

Data de instalação: 15/02/1977

Dia	2000		2001											
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0	0	0	4,6	0	23,3	0	0	0	0	0	51,2	0	-
2	0	0	0	2,5	0	31,5	0	0	0	0	0	0	-	-
3	20,4	0	20,7	11,5	0	0	0	0	4,2	0	0	0	-	-
4	0	1,7	49,5	4,7	0,5	0	13,7	0	0	0	0	0	-	-
5	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	-	-
6	0	0	0	12,5	0	0	0	0	0	0	7,4	0	-	-
7	0	0	29,7	23,5	0	0,7	0	48,4	0	0	0,5	0	-	-
8	0,5	0	18,3	0	0	0	0	0	0	0	0	48,8	-	-
9	0	0	0	0	0	25,7	0	0	0	0	0	18,2	-	-
10	6,6	0	0,5	5,6	0	44,1	1,9	0	0	0	0	0	-	-
11	0	0	12,7	0	0	11,3	4,2	0	0	0	3,1	0	-	-
12	0,7	0	14,7	0	0	0	0	0	44	0	0	0	-	-
13	6,3	0	2,1	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
14	0	5,7	0,8	2,2	0	0	0	0	0	0	9	0	-	-
15	0	25	2,7	45,2	0	0	0	0	0	0	5,3	0	-	-
16	0	0	0	0,8	0	0	15,9	0	0	0	0	2	-	-
17	0	0	3,6	0	0	0	0,8	20,6	0	0	0	9,3	-	-
18	0	0	0	2,7	10,5	0	0	0	3,5	0	0	0,6	-	-
19	0	0	0	27,8	3,2	0	0	2,2	46,8	0	0	0,7	-	-
20	0	0	75,7	56,9	0	0	0	4,5	2,8	6,5	0	0	-	-
21	0	0	0	21,1	0	14,7	18,2	0	0	0	0	7,6	-	-
22	1,8	0	0	0	0	3	7,4	0	0	0	19,7	4,3	-	-
23	0	19,8	13,8	7,6	1,5	1,7	0	0	0	0	10,7	0	-	-
24	0	0	4,6	25,9	4,6	12,9	0	0	0	0	0	0	-	-
25	2,6	0	0	0,4	34,5	5,6	0	0	5,7	0	14	0	-	-
26	0	0	0	5,5	0	6,6	0	86,3	22,2	0	0	0	-	-
27	2,9	0	0	0	3,4	0	12,1	0,6	15,5	0	0	0	-	-
28	0,2	18	0	0	11,6	0	25,6	0	0	18,6	7,6	0	-	-
29	0	33,7	0	*	0	0	0	0	0	11,7	19,6	0	-	-
30	0	10,9	0	*	0	0	0	0	0	6,1	12,7	0	-	-
31	*	2,9	7,9	*	1,6	*	0	*	0	0	*	0	*	-
Total:	42	117,7	257,3	264,2	71,4	181,1	100,5	162,6	144,7	42,9	109,6	142,7	-	-
Máxima:	20,4	33,7	75,7	56,9	34,5	44,1	25,6	86,3	46,8	18,6	19,7	51,2	-	-
NDC:	9	8	15	19	9	12	10	6	8	4	11	9	-	-
	Dias com chuva e coleta de dados na estação flúvio-sedimentométrica													
	Coleta de dados na estação flúvio-sedimentométrica, no período de 24h da última chuva.													
Total:	Precipitação total mensal mm													
Máxima	Precipitação máxima diária mm													
NDC:	Número de dias com chuva													

Resumo anual: 365 dias observados; 120 dias de chuva; máxima: 86,3mm; total: 1636,7mm. Vide FIGURA 22.

A TABELA 21, contém um resumo dos dados das estações.

TABELA 21 – RESUMO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DAS QUATRO ESTAÇÕES QUE ABRANGEM AS BACIAS, NOS ANOS 2000 E 2001

Estação	Ano	Precipitação mm	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Itapejara	2000	Total	312,3	181,3	136,4	142,7	113,4	109,9	118,9	132,2	235,2	306,3	128,4	145,1	2062,1
		Máxima	56,4	39,3	67	70,9	25,5	38,5	52,3	65,4	64,9	66,1	36,3	52,9	
		NDC	14	11	7	6	9	13	7	9	14	13	10	9	
	2001	Total	164,4	283,6	130,9	141,5	125,4	155,3	167,2	119	135,2	161,8	244,1	102	1930,4
		Máxima	33,9	45,8	50,3	37,8	42	63,3	45	84,7	43,5	72,6	54,7	31,9	
		NDC	13	17	12	10	10	6	8	7	9	8	12	10	
Santa Isabel	2000	Total	139,1	281	105	77,4	148	150,5	87,5	112,6	199,3	308,8	107,9	161,1	1878,2
		Máxima	44,3	93,7	37,7	42,6	47,3	32,5	48,5	32,1	56	107,3	25,4	30,1	
		NDC	6	9	9	4	7	11	4	8	11	9	10	11	
	2001	Total	256,1	176,5	211,3	36,5	112	112,7	129,1	78,2	108,3	123,9	177	130,8	1441,1
		Máxima	57,4	50,7	101,6	32,5	39,2	56,5	49,5	44,4	36,8	50,3	43,1	37,1	
		NDC	15	12	8	7	7	7	7	4	8	4	8	6	
Dois Vizinhos	2000	Total	169,4	224,7	92,8	2,2	123,7	119,1	128,7	113,2	259,6	241	42	117,7	1541,3
		Máxima	44,8	68,4	28,8	58,8	32,2	31,1	55,1	71	69,4	61,3	20,4	33,7	
		NDC	15	11	8	8	9	13	8	9	13	13	9	8	
	2001	Total	257,3	264,2	71,4	81,1	100,5	162,6	144,7	42,9	109,6	142,7	-	-	1305,6
		Máxima	75,7	56,9	34,5	44,1	25,6	86,3	46,8	18,6	19,7	51,2	-	-	
		NDC	15	19	9	12	10	6	8	4	11	9	-	-	
Mariópolis	2000	Total	145,4	152	132,1	2,5	164,2	115,9	132,2	111,9	249	326,9	126,7	202	1728,7
		Máxima	44,6	31,8	37,1	56	48,5	39	45,2	26,5	60,1	54	57,1	62,4	
		NDC	12	9	10	5	9	12	7	9	14	13	9	10	
	2001	Total	130,1	376	161,7	95,4	130,2	169,6	118	90,8	132,7	233,6	197,4	92,3	1766,1
		Máxima	32,2	81,9	28,2	56,1	35,1	61,8	46,4	48,4	30,8	78,7	35,1	21,1	
		NDC	15	15	15	13	10	7	7	6	10	11	10	11	

Total: Precipitação total mensal mm

Máxima: Precipitação máxima diária mm

NDC: Número de dias com chuva

### 3.3.2.2. Fluxos hídricos e material particulado hidrotransportado

No período de 26 de novembro de 2000 a 29 de novembro de 2001, pelo monitoramento das estações flúvio-sedimentométricas Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau foram levantados os dados flúvio-sedimentométricos, que constam na TABELA 61 à TABELA 64 do ANEXO 02.

Ressalta-se que o Microsoft Excel usa um modelo de regressão transformado para cálculo de R ao quadrado, para uma linha de tendência, exponencial. Portanto, os valores apresentados na FIGURA 23 à FIGURA 30, foram obtidos dessa forma.

### **Rio Anta Gorda**

Observando a TABELA 17 dos dados pluviométricos e a TABELA 61 do ANEXO 02 dos dados fluxométricos, verifica-se, no caso do rio Anta Gorda, que houve um bom controle da estação flúvio-sedimentométrica pelo operador, no transcorrer do período, pois existe uma sincronia de coleta mais intensificada em dias chuvosos e um maior espaçamento em dias sem precipitação.

Durante o período que vai de 26/11/00 a 29/11/01, foram coletados dados fluviométricos na estação em 194 dias distribuídos ao longo do período. Nesse intervalo de tempo, o material particulado hidrotransportado na carga medida foi de 610,5 toneladas e na carga não medida foi de 350,22 toneladas, perfazendo uma carga total do rio de 960,72 toneladas. De forma geral, a média diária de fluxo de material particulado da carga total foi da ordem de 4,95 t/dia. Dentro dessa média, seriam transportados, em um ano (365 dias), um total de 1.806,75 toneladas. Sabendo-se que a bacia possui área total de 1.212,4ha, isso equivale a 1,49 t/ha/ano.

A vazão média em  $L/s/km^2$  no período observado foi de 49,1 L/s. O estimado pela SUDERHSA (1998), na região, para bacias com área inferior a 5.000  $km^2$ , é de 28  $L/s/km^2$  e tendo a bacia monitorada área bem menor do que as demais estudadas por aquela Superintendência, é plenamente aceitável esse resultado.

Em relação ao material particulado transportado, somando-se o total de material veiculado na carga medida, com média superior ou igual a 1 t/dia, destacam-se 42 dias, os quais totalizam o transporte de 563,59 toneladas ou 92,31% de todo o material transportado (medido) do período observado.

Em 22 dias o transporte de material medido foi igual ou superior a 5 t/dia, totalizando 541,83 toneladas ou correspondendo a 88,75% do material transportado.

Em 14 dias, o transporte de material foi igual ou superior a 10 t/dia, totalizando 466,94 toneladas ou 76,48 % do material transportado.

Em 7 dias, o transporte de material medido com volume igual ou superior a 20 t/dia, totalizando 347,24 toneladas ou 56,87 % do material transportado.

As relações diárias da carga medida e vazão, que constam na FIGURA 23, e da carga não medida e vazão, que consta na FIGURA 24, demonstram o ajustamento de uma linha de tendência exponencial, com valor de  $R^2$  respectivamente de 0,68 e 0,75, comprovando que o material em t/dia e a vazão em  $m^3/dia$  crescem mutuamente

em taxas cada vez mais altas.

FIGURA 23 – RELAÇÃO CARGA MEDIDA X VAZÃO DO RIO ANTA GORDA, NO PERÍODO DE 26/11/00 A 29/11/01

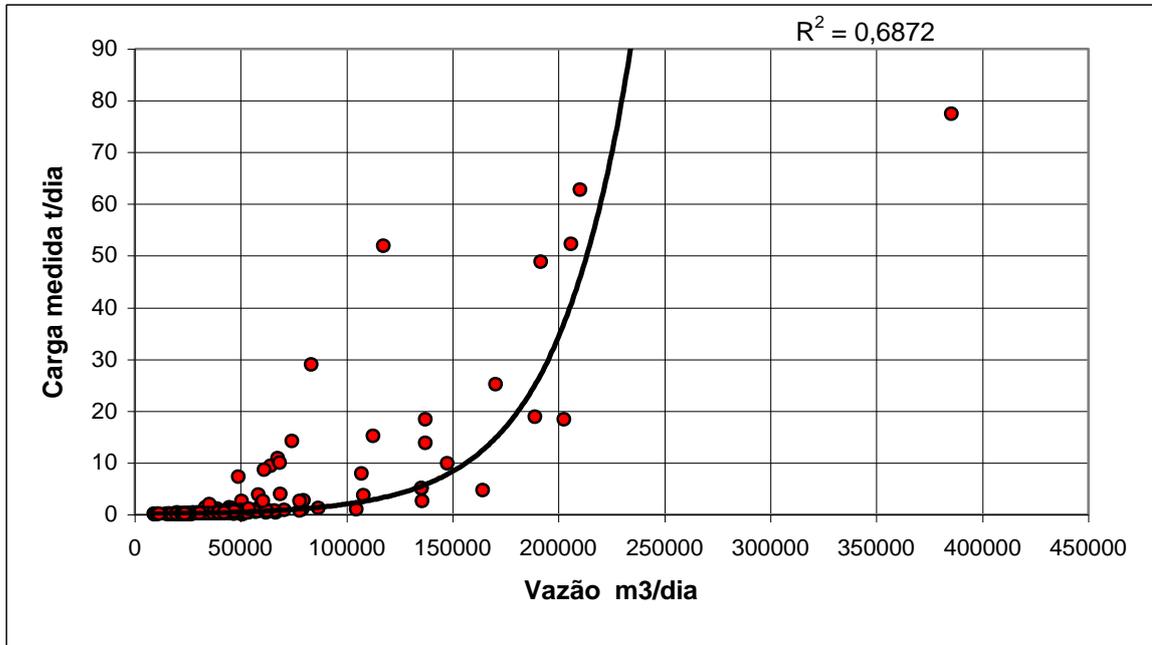
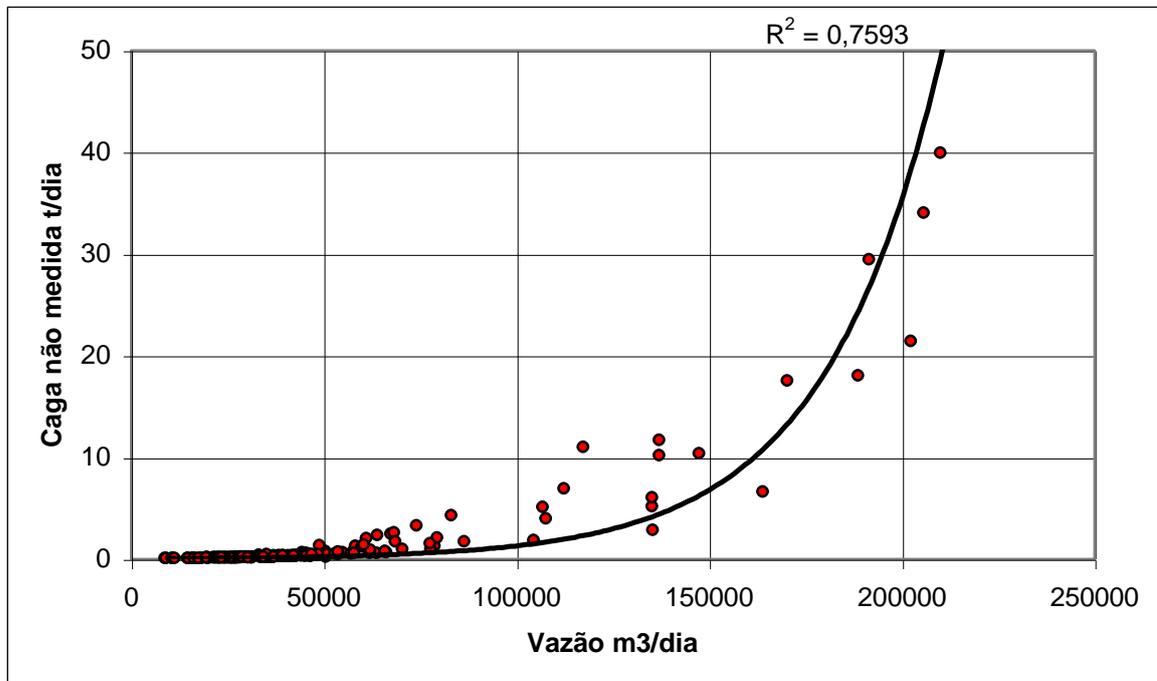


FIGURA 24 – RELAÇÃO CARGA NÃO MEDIDA X VAZÃO DO RIO ANTA GORDA, NO PERÍODO DE 26/11/00 A 29/11/01



### **Rio Coxilha Rica**

Observando a TABELA 18 dos dados pluviométricos e a TABELA 62 do ANEXO 02 dos dados fluxométricos, verifica-se, no caso do rio Coxilha Rica, que houve um controle regular da estação flúvio-sedimentométrica pelo operador, no transcorrer do período, pois existe uma sincronia de coleta mais intensificada em dias chuvosos e um maior espaçamento em dias sem precipitação.

Durante o período que vai de 24/11/00 a 29/11/01, foram coletados dados na estação em 108 dias e a carga medida de material particulado hidrotransportado, nesse intervalo de tempo, totalizou 75,96 toneladas, com a média diária de fluxo de material particulado de 0,70 t/dia. Dentro dessa média, seria transportado na carga medida, em um ano (365 dias), um total de 256,72 toneladas. Sabendo-se que a bacia possui área total de 672 ha, isso equivale a 0,38 t/ha/ano.

Nesse caso, embora a bacia possua relevo mais movimentado que a do rio Anta Gorda, a existência de práticas conservacionistas adequadas devem fazer com que a média do material transportado na carga medida do rio Coxilha Rica seja inferior a 50% da média daquele rio.

A vazão média em L/s/km<sup>2</sup> no período observado foi de 45,12 L/s/km<sup>2</sup>, como o valor estimado pela SUDERHSA (1998), para bacias com área inferior a 5.000 km<sup>2</sup>, é de 27 L/s/km<sup>2</sup> e sendo a bacia monitorada de área bem menor do que as bacias estudadas por aquela Superintendência, é aceitável esse resultado. A vazão média na estação é de 303,21 L/s, ou seja 45,12 L/s/km<sup>2</sup>.

Em relação ao material particulado transportado na carga medida, somando-se o total de material veiculado com média superior ou igual a 1 t/dia, destacam-se 12 dias, totalizando o transporte de 57,67 toneladas ou 75,92% de todo o material medido transportado no período observado.

Em 4 dias o transporte de material foi igual ou superior a 5 t/dia, totalizando 42,7 toneladas ou 56,21 % do material transportado.

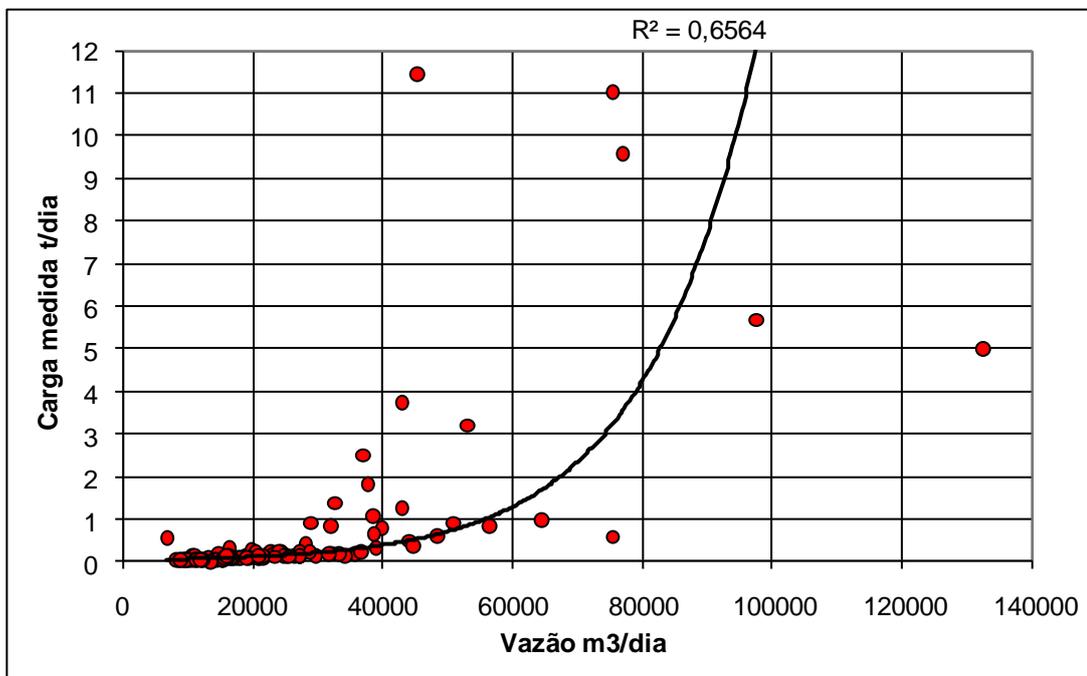
Esses dados reforçam o que já foi citado: que o transporte de material particulado em bacias hidrográficas como as dos rios Anta Gorda e Coxilha Rica ocorrem em períodos restritos do ano.

Utilizando o método de Colby (1957)<sup>5</sup> apud CARVALHO (1994, p. 201), determinou-se também a carga não medida, que totalizou, no período de 24/11/00 a 29/11/01, 193,82 toneladas, correspondendo a uma média de 1,79 t/dia. Somando-se a carga medida e a não medida, foi veiculado pelo rio Coxilha Rica, no período, um total de 269,78 toneladas, correspondendo a uma média diária de 2,49 toneladas.

Em um ano, a carga total de material particulado transportado na bacia foi de 908,8 toneladas, correspondendo, em média, à retirada de 1,35 t/ha/ano.

Convém observar que a carga não medida para esse rio é superior à carga medida, fato esse justificado pelos seguintes aspectos: o rio é de pequeno porte e com baixa profundidade, alto gradiente (vide na TABELA 16, na página 69) e velocidade elevada. Isso dá ao curso de água maior competência no transporte de sólidos tanto em suspensão quanto de arraste de fundo. Portanto, é aceitável o resultado obtido a partir do Programa de Cálculo da Descarga Sólida Total pelo Método Simplificado de COLBY (1957)<sup>6</sup>, apud CARVALHO (1994, p. 201), desenvolvido por PRODANOFF (1996).

FIGURA 25 – RELAÇÃO CARGA MEDIDA X VAZÃO DO RIO COXILHA RICA, NO PERÍODO DE 24/11/00 A 29/11/01

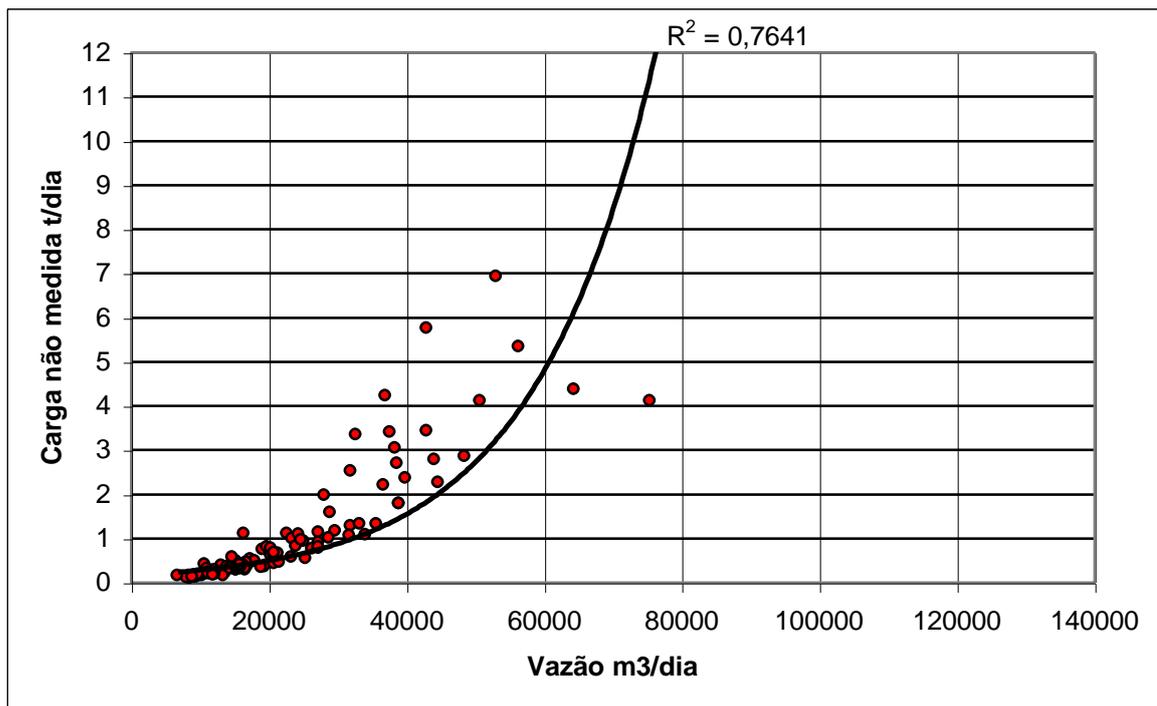


<sup>5</sup> COLBY & HUBBELL. Op. Citada na página 76

<sup>6</sup> COLBY & HUBBELL. Op. Citada na página 76

As relações diárias da carga medida e vazão, que constam na FIGURA 25, e da carga não medida e vazão, que constam na FIGURA 26, demonstram o ajustamento de uma linha de tendência exponencial cujos valores de  $R^2$  são respectivamente de 0,65 e 0,76, comprovando que o material transportado em t/dia e a vazão em  $m^3$ /dia crescem mutuamente em taxas cada vez mais altas.

FIGURA 26 – RELAÇÃO CARGA NÃO MEDIDA X VAZÃO DO RIO COXILHA RICA, NO PERÍODO DE 24/11/00 A 29/11/01



### Rio Brinco

Observando a TABELA 19 dos dados pluviométricos e a TABELA 63 do ANEXO 02, dos dados fluxométricos, verifica-se que, no caso do rio Brinco, não houve um controle mínimo desejável da estação flúvio-sedimentométrica pelo operador, no transcorrer do período, pois existem grandes lacunas no intervalo de março a abril. No que tange aos dias efetivamente de coleta, houve uma sincronia mínima de intensificação das coletas em dias chuvosos e um maior espaçamento em dias sem precipitação.

Durante o período que vai de 27/11/00 a 20/11/01, foram coletados dados na estação em 50 dias, totalizando, na carga medida, 25,82 toneladas de material

particulado hidrotransportado nesse intervalo de tempo. De forma geral, a média diária de fluxo de material particulado na carga medida foi da ordem de 0,52 t/dia. Nessa média, pela carga medida, seria transportado em um ano (365 dias), um total de 189,80 toneladas. Sabendo-se que a bacia possui área total de 1.487 ha, isso equivale a 0,13 t/ha/ano.

Nesse caso, embora a bacia possua relevo pouco movimentado, as práticas conservacionistas são deficitárias, e essa média não condiz com a realidade da bacia. Portanto, para se ter uma noção mais precisa do material veiculado nesse local, deve-se efetuar um novo controle flúvio-sedimentométrico.

Utilizando o método de COLBY, determinou-se também a carga não medida, que totalizou, no período de 27/11/00 a 20/11/01, 7,79 toneladas e uma média de 0,16 t/dia. Somando-se a carga não medida, foi veiculado pelo rio Brinco no período, um total de 33,61 toneladas, correspondendo a uma média de 0,67 t/dia.

Em um ano, a carga total de material particulado transportado na bacia foi de 245,4 toneladas, correspondendo, em média à retirada de 0,16 t/ha/ano.

A vazão média em L/s/km<sup>2</sup> no período observado foi de 38,13 L/s/km<sup>2</sup>. O estimado pela SUDERHSA (1998), para a região, para bacias com área inferior a 5000 km<sup>2</sup>, é de 27 L/s/km<sup>2</sup>. A vazão média na estação é 567,06 L/s.

Em relação ao material particulado transportado na carga medida, se for somado o total de material veiculado, com média superior ou igual a 1 t/dia, destacam-se 7 dias, totalizando o transporte de 13,89 toneladas ou 53,8% de todo o material transportado no período observado. Esses dados reforçam o que já foi citado em relação às bacias dos rios Anta Gorda e Coxilha Rica, de que o transporte de material particulado em bacias hidrográficas ocorre em pequeno período do ano.

As relações diárias da carga medida e vazão, que constam na FIGURA 27, e da carga não medida e vazão, que constam na FIGURA 28, demonstram um ajustamento ruim para a FIGURA 27, com valor de R<sup>2</sup> de 0,18 e um ajustamento regular da linha de tendência exponencial na FIGURA 28, cujo valor de R<sup>2</sup> é 0,60. Para o primeiro caso, os dados têm origem em um monitoramento de estação insatisfatório, já no segundo caso, os dados são projetados pelo *software*, portanto

ocorrendo um bom ajuste. Nos dois casos, verifica-se que o material transportado em t/dia e a vazão em m<sup>3</sup>/dia crescem mutuamente com taxas cada vez mais altas.

FIGURA 27 – RELAÇÃO CARGA MEDIDA X VAZÃO DO RIO BRINCO, NO PERÍODO DE 27/11/00 A 20/11/01

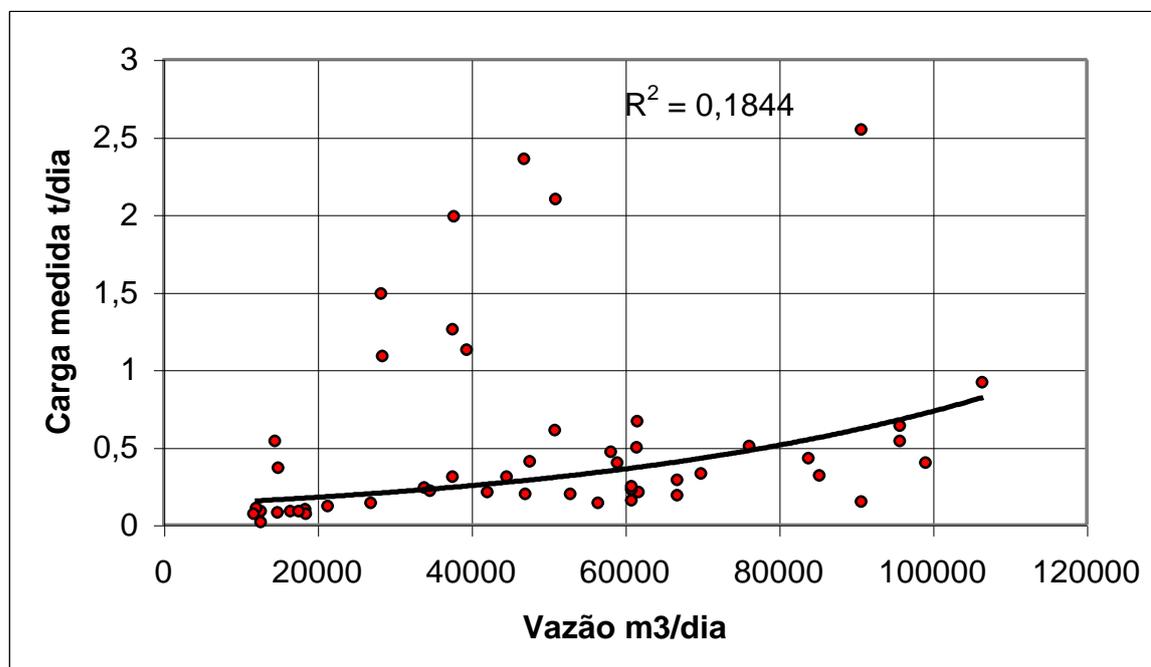
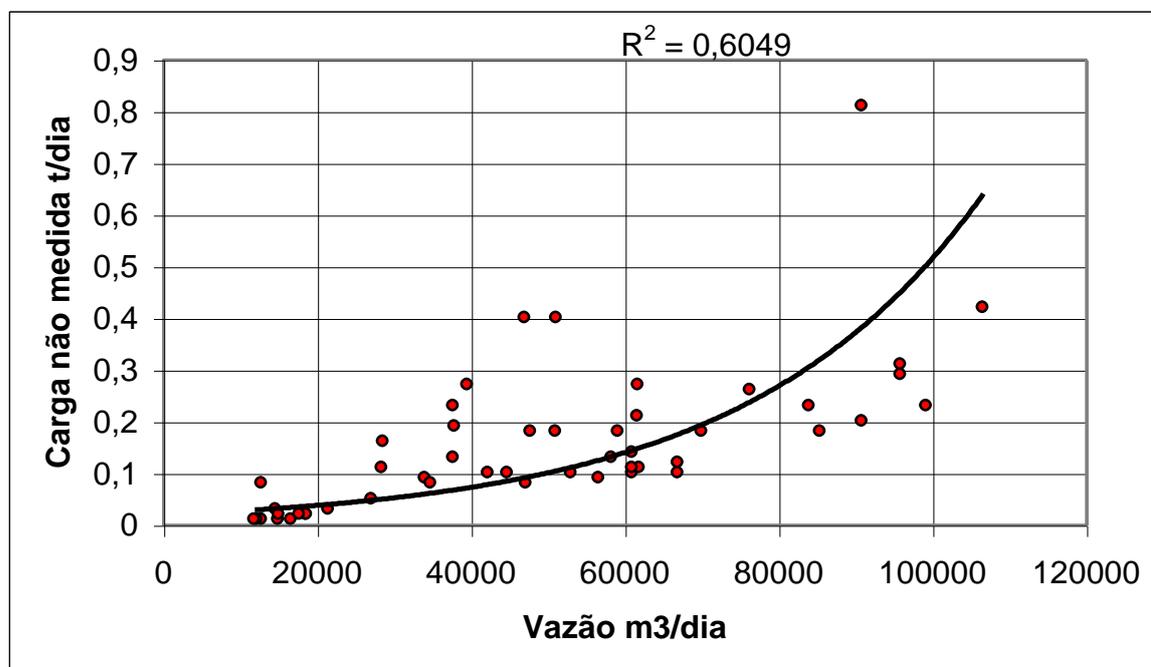


FIGURA 28 – RELAÇÃO CARGA NÃO MEDIDA X VAZÃO DO RIO BRINCO, NO PERÍODO DE 27/11/00 A 20/11/01



## **Rio Jirau**

Observando a TABELA 20 dos dados pluviométricos e a TABELA 64 do ANEXO 02, dos dados fluxométricos, verifica-se, no caso do rio Jirau, que houve controle regular da estação flúvio-sedimentométrica pelo operador, no transcorrer do período. No que tange aos dias efetivamente de coleta, houve uma sincronia mínima de intensificação das coletas em dias chuvosos e um maior espaçamento em dias sem precipitação.

Durante o período que vai de 08/02/01 a 14/11/01, foram coletados dados na estação em 58 dias, totalizando 338,74 toneladas de material particulado hidrotransportado nesse intervalo de tempo, na carga medida. De forma geral, a média diária de fluxo de material particulado da carga medida foi da ordem de 5,84 t/dia. Dentro dessa média, seria transportado, em um ano (365 dias), um total de 2131,6 toneladas. Como a bacia possui área total de 2.473 ha, isso equivale a 0,86 t/ha/ano.

Utilizando o método de COLBY, determinou-se também a carga não medida, que totalizou, no período de 08/02/01 a 14/11/01, 90,62 toneladas e uma média de 1,56 t/dia. Somando a carga não medida, foi veiculado pelo rio Jirau, no período, um total de 429,36 toneladas, correspondendo a uma média de 7,4 t/dia.

Em um ano, a carga total de material particulado transportado na bacia foi de 2.701,0 toneladas, correspondendo, em média, à retirada de 1,09 t/ha/ano.

A vazão média em L/s/km<sup>2</sup> no período observado foi de 35,69 L/s/km<sup>2</sup>. É de 28 L/s/km<sup>2</sup> a vazão média estimada pela SUDERHSA (1998), para a região, para bacias com área inferior a 5000km<sup>2</sup>. A vazão média na estação é 882,67 L/s.

Em relação ao material particulado transportado na carga medida, se for somado o total de material veiculado, com média superior ou igual a 1 t/dia, destacam-se 16 dias, totalizando o transporte de 322,43 toneladas ou 95,18 % de todo o material transportado no período observado.

Em 8 dias, o transporte de material da carga medida foi igual ou superior a 10 t/dia, totalizando 292,94 toneladas ou 86,47 % do material transportado.

Em 7 dias, o transporte de material foi igual ou superior a 20 t/dia, totalizando 277,99 toneladas ou 82,07 % do material transportado na carga medida.

Esses dados reforçam o que já foi citado em relação às bacias dos rios Anta Gorda e Coxilha Rica, de que o transporte de material particulado em bacias hidrográficas ocorre em pequeno período do ano.

As relações diárias da carga medida e vazão, que constam na FIGURA 29, e carga não medida e vazão, que constam na FIGURA 30, demonstram o ajustamento de uma linha de tendência exponencial, com valor de  $R^2$  respectivamente de 0,71 e 0,87, comprovando que o material em t/dia e a vazão em  $m^3$ /dia crescem ou diminuem mutuamente em taxas cada vez mais altas.

FIGURA 29 – RELAÇÃO CARGA MEDIDA X VAZÃO DO RIO JIRAU, NO PERÍODO DE 08/02/01 A 14/11/01

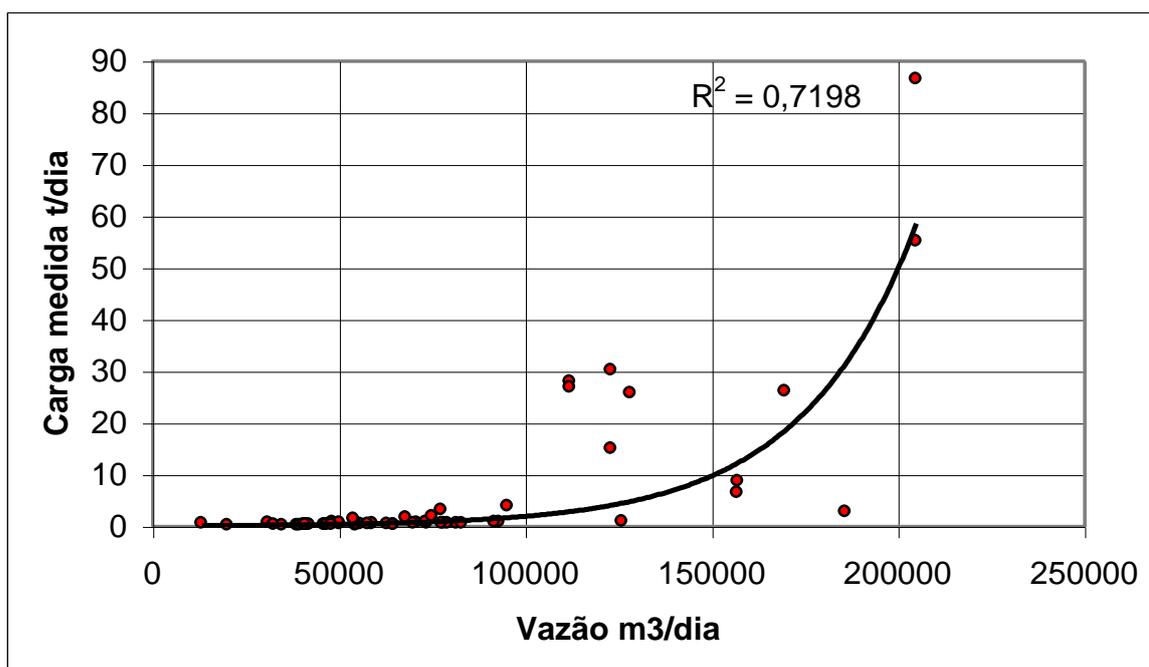
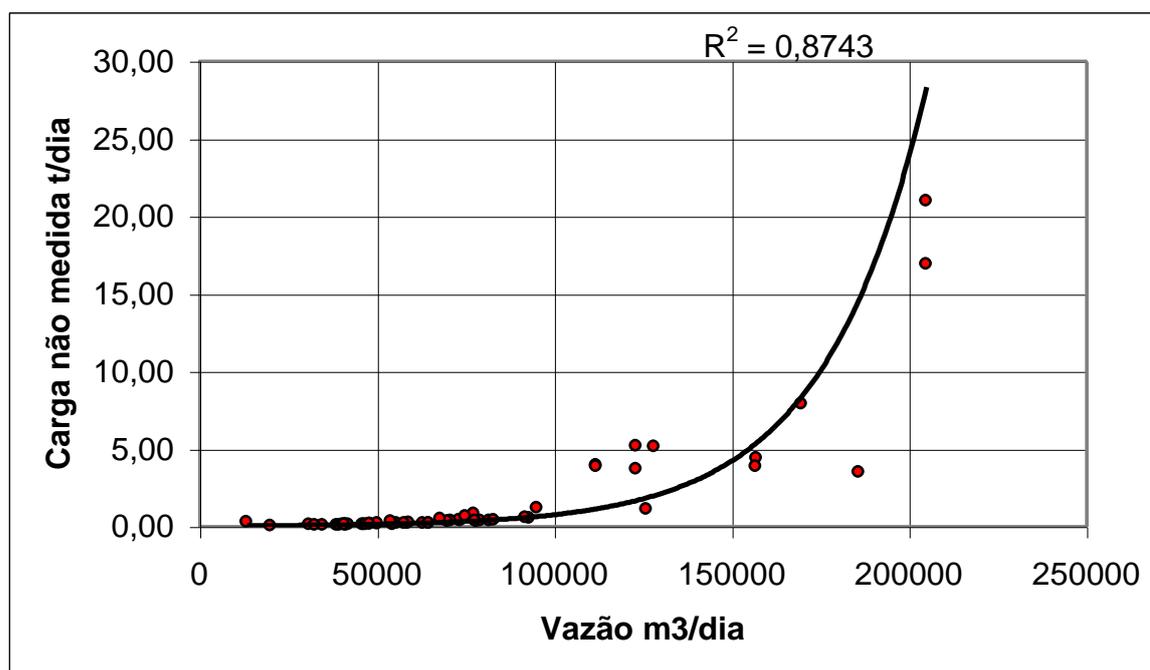


FIGURA 30 – RELAÇÃO CARGA NÃO MEDIDA X VAZÃO DO RIO JIRAU, NO PERÍODO DE 08/02/01 A 14/11/01



A TABELA 22 sintetiza os resultados finais dos principais dados do monitoramento das quatro bacias.

TABELA 22 – SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS QUATRO BACIAS

Discriminação	Rio Anta Gorda	Rio Brinco	Rio Coxilha Rica	Rio Jirau
Período observado	26/11/00 a 29/11/01	27/11/00 a 20/11/01	24/11/00 a 29/11/01	08/02/01 a 14/11/01
Dias de coleta	194 dias	50 dias	108 dias	58 dias
MPT carga medida (t)	610,50	25,82	75,96	338,74
MPT carga não medida (t)	350,22	7,79	193,82	90,62
MPT carga total (t)	960,72	33,61	269,78	429,36
MPT/dia (t/dia)	4,95	0,67	2,49	7,40
MPT/ano (t/ano)	1806,75	245,40	911,76	2.701,00
MPT/ha/ano (t/ha/ano)	1,49	0,16	1,35	1,09
Vazão(L/km2/s)	49,10	38,13	45,12	35,69

MPT – Material particulado transportado.

Os dados apresentados estão dentro de uma tendência normal para bacias com ocupação antrópica, confrontado-se com dados obtidos por BITTENCOURT (1978), quando avaliou os rios Córrego Vinte e Um, Jacutinga e Ribeirão do Rato no Noroeste do Estado do Paraná, sendo que no primeiro a carga medida foi da ordem de 1,07t/ha/ano, no segundo de 0,46 t/ha/ano e no terceiro 2,38 t/ha/ano. Essa variação está na dependência do tipo de ocupação, solo, relevo e clima de cada bacia.

### **Características observadas nas quatro bacias**

A elevação da cota é uma conseqüência imediata após as precipitações com capacidade para promover o escoamento superficial. Isso é justificado pelos seguintes fatores:

- as bacias monitoradas (efetivas) são pequenas;
- as vertentes, em termos gerais, para as bacias dos rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau, são curtas, possuindo declividade que vai de média a acentuada, facilitando o escoamento superficial; já na bacia do rio Brinco, as vertentes também são curtas, mas a declividade, de forma geral, é pouco acentuada, diminuindo o potencial erosivo.
- os solos são medianamente profundos, têm baixa capacidade de infiltração e saturam-se rapidamente de água, facilitando o escoamento superficial;
- as formas de uso estão centradas basicamente em lavouras geralmente anuais, mecanizadas, de tração animal e manuais e também em pastagens; as culturas mais empregadas são a soja, o milho e o feijão, aparecendo outras em lavouras de subsistência, tais como a mandioca e o arroz de sequeiro. Essas culturas protegem pouco o solo, facilitando o escoamento superficial.

Esse conjunto de fatores torna a ação das águas superficiais muito dinâmica e, assim, o nível da água, que se eleva rapidamente após as altas precipitações, também volta rapidamente à estabilidade.

No caso da bacia do rio Brinco, que apresenta relevo mais suave e solos mais profundos, existe uma elevação de cota mais equilibrada, pois o escoamento superficial na vertente é mais lento.

As concentrações mais significativas de material particulado em suspensão, ocorreram em dias com abundante transporte de material. O aumento da concentração coincide com os períodos chuvosos. Deve-se observar que as maiores concentrações de material particulado podem não coincidirem com os maiores índices de precipitação diária e com maiores cotas, sendo que esse fator está intimamente relacionado à intensidade da precipitação e ao seu tempo de duração (CARVALHO, 1994).

A altura da cota não indica a concentração de material particulado transportado em suspensão, pois esse fator está diretamente relacionado à precipitação

que atingiu as vertentes e será tanto maior, quanto maior for a intensidade e menor for o tempo de duração de uma chuva, pois isso é que caracteriza seu potencial de erosividade. No pico da enxurrada estão as maiores concentrações de sedimento, as quais são consequência direta, na grande maioria, da capacidade de erosão e transporte de material pela água da chuva ao longo das vertentes e pela mobilização de material do leito e dos diques marginais nos picos de vazão fluvial decorrentes.

Por isso, em cotas relativamente baixas, podem ocorrer altas concentrações de material particulado, enquanto que em épocas de cheias com chuvas prolongadas e não intensas, com cotas altas, a concentração de sedimentos é menor.

O volume de material transportado é consequência da velocidade de fluxo, do nível da água e da concentração de sedimentos, os quais estão associados aos índices de precipitação na bacia, conforme já mencionado. A velocidade de fluxo estabelece a capacidade de transporte, o nível determina a capacidade de aporte de sedimentos e a concentração, e a maior ou menor quantidade de material disponível ao transporte.

Existem casos em que o transporte de material particulado pode estar relacionado à concentração e, em outros, ao nível e à velocidade da água.

Para se chegar a esses dados, levou-se em consideração que o pico de transporte de sedimento antecede ao pico de enchente e também que as enxurradas máximas que podem ocorrer em uma bacia dependem da intensidade da chuva e de características físicas, como inclinação do terreno, solo e cobertura vegetal, fatores que determinam a proporção em que as chuvas penetram no perfil de solo e a velocidade de escoamento. A área da bacia influencia no volume de chuva a ser captado, pois quanto maior ela for, mais aumenta a quantidade de água recebida.

A duração da chuva se relaciona com o máximo de enxurrada, sendo considerado o tempo em que uma gota de água leva para movimentar-se do ponto mais distante até a estação. Ocorre nesse período a concentração máxima da enxurrada, pois atingem a estação o máximo de gotas de todos os pontos, desde o mais próximo até o mais distante.

O fato de que maior quantidade de material (carga total) é hidrotransportado nas bacias dos rios Anta Gorda e Coxilha Rica e uma menor quantidade ocorre no rio

Jirau, assim se justifica:

- Na bacia do rio Anta Gorda, as práticas conservacionistas são deficitárias e menos eficientes e há uma predominância do uso do solo com lavouras, que protegem menos o solo, o que faz com que uma maior quantidade de material erodido atinja o rio.

- Na bacia do rio Coxilha Rica existem práticas agrícolas mais eficientes; isso faz com que, embora possua relevo mais acentuado, o material transportado pelo rio seja menor do que o transportado pelo Anta Gorda. Outro aspecto que justifica essa diferença é a existência de bom percentual de área com florestas na bacia.

- Na bacia do rio Jirau, a menor quantidade de material efetivamente transportado no ambiente hídrico, do que as bacias dos rios Anta Gorda e Coxilha Rica, está fundamentada na erosividade das chuvas ser menor do que nas outras bacias, como será demonstrado no **CAPÍTULO 7**, sendo o processo erosivo menor. Nessa bacia, o uso com lavouras ocupa uma área proporcionalmente maior que a das outras estudadas e o relevo é o mais acentuado, mas a existência de práticas conservacionistas de potencial regular também contribuem para que o rio receba uma menor quantidade de material particulado.

- A bacia do rio Brinco possui a menor quantidade de material particulado hidrotransportado. Esse fato é atribuído ao relevo aplainado e à maior proporção de florestas na área, pois as práticas conservacionistas não estão bem implementadas e a pluviosidade é a segunda mais elevada das quatro bacias.

Convém ressaltar, também, que a bacia com o pior monitoramento flúvio-sedimentométrico foi a do rio Brinco e, na seqüência, a do rio Jirau.

### **3.3.2.3. Sólidos dissolvidos hidrotransportados**

O material dissolvido nas águas das bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau reflete o conjunto de processos químicos e bioquímicos atuantes à montante. Seus constituintes resultam da intemperização das rochas, cujo teor depende da contribuição das águas subterrâneas e do escoamento das águas superficiais para os rios. Portanto, a composição natural das águas resulta do clima, da estrutura geológica,

da topografia e do tempo de escoamento das águas superficiais de cada bacia, além da atividade microbiana do solo.

A concentração, naturalmente, tende a ser maior nos períodos mais secos, em função da menor taxa de diluição, porém, como se efetuou a quantificação média em alguns dias, verifica-se que o teor apresenta tendência a manter uma certa estabilidade.

Os dados da pesquisa do material dissolvido hidrotransportado nas quatro bacias constam na TABELA 65 à TABELA 68, do ANEXO 03 e da TABELA 23.

Comparando os dados dos quatro rios, verifica-se que nas bacias dos rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau, a concentração de material dissolvido está em torno de 90 a 100 mg/L, fato justificado devido a, nessas áreas, existir um percentual significativo de solos com fragmentos e/ou sobre rochas de alteração relativamente rápida, que contribuem decisivamente no teor de substâncias dissolvidas.

Na bacia do rio Brinco, onde os solos são mais evoluídos, profundos, e a presença de solos jovens é menor, a concentração de material dissolvido fica em torno de 48 mg/L.

Em relação ao material em suspensão, percebe-se que o dissolvido tem uma presença constante, enquanto que o em suspensão apresenta picos de concentração nos períodos chuvosos, sendo que o transporte da maior parte desse material ocorre em curto período de tempo do ano.

TABELA 23 – RESUMO DO MATERIAL DISSOLVIDO E MATERIAL PARTICULADO HIDROTRANSPORTADO NAS QUATRO BACIAS

Discriminação		Anta Gorda	Brinco	Coxilha Rica	Jirau
Material dissolvido	Material dissolvido em (t/dia)	5,37	3,25	3,73	12,15
	Perda de material dissolvido (t/ano)	1960,05	1186,25	1361,45	4434,75
	Área da bacia (há)	1213,00	1487,00	672,00	2473,00
	Perda mat. dis. em (t/ha/ano)	1,62	0,79	2,03	1,79
Material particulado	MPT carga medida (t)	960,72	33,61	269,78	429,36
	MPT/dia (t/dia)	4,95	0,67	2,49	7,40
	MPT/ano (t/ano)	1806,75	245,40	911,76	2.701,00
	MPT/ha/ano (t/ha/ano)	1,49	0,16	1,35	1,09
Total	MPT + Mat. dis. (t/ha/ano)	3,11	0,95	3,39	2,88

## **4. FATOR DE CONVERSÃO DE TURBIDEZ EM CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO**

### **4.1. METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO DE TURBIDEZ EM CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO**

Para coleta das amostras, implantou-se em cada bacia uma estação flúvio-sedimentométrica simples, cujos monitoramentos foram realizados por funcionários da SANEPAR. A metodologia e procedimentos de monitoramento já foram descritos no subitem **4.1.2**.

A coleta de amostras nesse caso, foi para identificar a concentração de e a turbidez. Nas ETAs dos rios Brinco, Coxilha Rica e Jirau, o turbidímetro usado para quantificar a turbidez foi o Turbidímetro Micronal, modelo B250 e, em Santa Isabel do Oeste, o turbidímetro usado foi o da marca Desel.

No laboratório, foram quantificados os materiais particulados pelo método de filtração a vácuo em aparelho Millipore, com membranas filtrantes com poros de 0,8  $\mu\text{m}$ . As amostras filtradas variaram de 60 mL, nas grandes concentrações, até 990 mL nas baixas concentrações, com pouco material em suspensão. Como a turbidez era conhecida, efetuou-se a correlação dos dados, com a concentração em mg/L. A pesquisa foi desenvolvida utilizando-se dados de três origens, os quais constam dos subitens **5.1.1** a **5.1.3**.

#### **4.1.1. Dados originários de amostras coletadas em estações flúvio-sedimentométricas**

Uma pesquisa de campo foi iniciada com a implantação de estações flúvio-sedimentométricas nas bacias hidrográficas dos rios Brinco, Coxilha Rica, Jirau e Anta

Gorda.

Os funcionários das ETAs locais ficaram monitorando tais estações e coletando cota, velocidade de fluxo, turbidez, pH e temperatura. Nos dias com turbidez razoável, inicialmente acima de 100 NTU e seqüencialmente acima de 25 NTU, coletaram amostras que foram enviadas ao laboratório, para a análise de material particulado suspenso total (MPT).

#### **4.1.2. Dados originários de amostras com adição de material particulado**

No período de maio e junho de 2001, adotou-se outra forma de pesquisa paralela, para confrontar os dados obtidos pelo método do item **5.1.1**.

Nessa segunda etapa, utilizou-se água dos respectivos rios e adicionaram-se materiais particulados às mesmas, para obter amostras com concentrações diferenciadas, para calibração da metodologia.

O material particulado, adicionado à água dos rios Brinco e Coxilha Rica, constituiu-se de material de fundo dos respectivos rios e de solos de diferentes locais de cada bacia.

Já o material particulado adicionado à água dos rios Anta Gorda e Jirau constituiu-se de solos de diferentes locais de cada bacia.

Colocava-se aproximadamente 200 mL de água em 10 a 15 frascos e em um balão, também com a mesma água, com aproximadamente 500 mL, adicionava-se solo ou material de fundo (250g), sem nenhum peneiramento ou exclusão de material. Agitava-se longamente até obter uma água barrenta, deixando repousar por 15 minutos, retirava-se com proveta o material em suspensão e adicionava-se aos frascos. Visualmente, deixavam-se os frascos com concentrações diferenciadas, de modo a termos altas e baixas concentrações. Dessas amostras tirava-se 50 mL para determinar em ambiente Millipore o material particulado suspenso e o restante era enviado à SANEPAR, para a determinação de turbidez, cor e matéria orgânica.

### 4.1.3. Dados originários de resgate histórico de análises de material particulado efetuadas pela SANEPAR de 1984 até 2000.

Para obter dados de um período anterior das bacias, resgatou-se dos arquivos da SANEPAR as análises efetuadas sobre as bacias dos rios Anta Gorda, Brinco e Jirau e avaliou-se o comportamento da turbidez e o de material particulado total (MPT) em mg/L desses recursos hídricos. O rio Coxilha Rica não tem histórico por ser uma bacia que ainda está em fase de estudos para implantação de estação de captação de água pela SANEPAR.

De posse de todos esse dados, e verificando o comportamento da turbidez em relação ao MPT, efetuou-se tratamento matemático-estatístico para determinar o fator de conversão de NTU para mg/L.

### 4.1.4. Tratamento matemático-estatístico

A preocupação, então, foi a de obter um fator de multiplicação para identificar a concentração de material particulado em função da turbidez.

Inicialmente obteve-se um fator bruto resultante da divisão da concentração em mg/L pela turbidez em NTU.

$$F = \frac{mg/l}{NTU}$$

Em seguida, identificou-se a média aritmética, o desvio padrão e o coeficiente de variação (CV%) desse fator.

$$CV\% = \frac{Desvp}{Média} * 100$$

Admitiu-se um CV% ideal quando próximo ou inferior a 30%. Quando esse coeficiente não atingiu esse valor foi efetuado saneamento dos dados amostrados, pelo seguinte método:

$$S_{\min} = Média - Desvp \quad e \quad S_{\max} = Média + Desvp$$

Portanto, os valores inferiores ao  $S_{\min}$  e superiores ao  $S_{\max}$  foram descartados e efetuada nova média e novo Desvio Padrão, até atingir o CV% ideal.

#### 4.1.5. Equações para calcular linhas de tendência

Uma linha de tendência linear é uma linha reta de melhor ajuste usada com conjuntos de dados lineares simples.

No trabalho, foi usada a equação de linha de tendência linear e para cada gráfico determinou-se o  $R^2$  (coeficiente de determinação) e o  $y$ . Os cálculos e os gráficos foram gerados no Microsoft Excel 2000.

##### Equação linear

Calcula o ajuste por mínimos quadrados para uma linha representada pela seguinte equação:

$$y = mx + b$$

onde  $m$  é a declive e  $b$  é a interseção.

##### Valor de R-quadrado (coeficiente de determinação)

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

onde:

$$SSE = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$SST = (\sum y^2_i) - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}$$

O valor de R ao quadrado, que pode ser exibido com uma linha de tendência, não é um valor ajustado. Para linhas de tendência logarítmicas, de potência e exponenciais, o Microsoft Excel usa um modelo de regressão transformado.

## 4.2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA TURBIDIMETRIA

As partículas coloidais em suspensão são originárias da degradação mecânica ou da transformação química e biológica dos materiais, principalmente argilas, lodo, limo e plâncton, com conformação diferenciada entre si, cujo tamanho oscila de 0 a 100 microns (MICRONAL, 1993).

Junto com esse material particulado suspenso, estão em equilíbrio substâncias dissolvidas, causadoras de cor. O aumento dos sólidos suspensos

geralmente corresponde a um incremento de cor.

O material particulado em suspensão está em constante mobilidade, pela turbulência, pelas correntes convectivas no líquido e pela repulsão causada pelas cargas elétricas presentes na superfície das partículas.

Esse processo mantém as partículas em equilíbrio dinâmico, sendo que as menores permanecem em suspensão e as maiores tendem a sedimentar gradativamente.

A medida da turbidez é a quantificação de luz refletida pelas partículas suspensas, dando uma ordem de grandeza de sólidos em suspensão na amostra. Os dados de turbidez, para serem associados ao teor de sólidos em suspensão, devem primeiramente sofrer um tratamento matemático-estatístico, possibilitando a geração de um valor ou um coeficiente.

A turbidez das águas, após diversos estudos, deixou de ser um parâmetro estético para ser correlacionado com a concentração de Cloro residual, número de colônias de coliformes fecais e totais, casos de hepatite A e Poliomielite. Outro aspecto é a correlação da turbidez com a eficácia da desinfecção da água, o que dá a esse parâmetro grande importância sanitária (OMS, 1996).

Os trabalhos já efetuados demonstram que, mesmo em água tratada, há a presença de coliformes fecais em turbidez  $>$  que 1 NTU, mesmo se o teor de Cloro residual for de 0,5 a 0,8 mg/L, pois as partículas ocultam os microorganismos, protegendo-os da ação oxidante da desinfecção (MASINI & NEVES, 1987).

A evolução tecnológica permitiu o desenvolvimento de instrumentos com precisão e sensibilidade ideais para medir e entender a importância do controle da turbidez. Para atingir o estágio atual, um longo processo evolutivo das técnicas e dos equipamentos que determinam esse parâmetro teve que ser percorrido.

A técnica mais adequada para medir a turbidez é a Nefelometria. Por essa metodologia, mede-se a quantidade de material sólido suspenso a partir da luz dispersa. O nefelômetro é um instrumento que realiza essa medida e é constituído basicamente por uma fonte luminosa, cuba de amostra e fotodetector, instalado em ângulo de 45 ou 90° em relação à fonte de luz (APHA, 1992).

Em função do ângulo em que a luz é medida, o fotodetector é excitado,

praticamente, só pela luz refletida pelas partículas em suspensão.

Todo o equipamento que use esse princípio pode ser usado na Nefelometria, porém, existem vários tipos de nefelômetros, com concepções construtivas diferentes, mesmo que baseadas na intensidade da luz refletida (MICRONAL, 1993).

As medidas nefelométricas têm as seguintes características:

alta sensibilidade à baixa turbidez;

sinal nulo em caso de turbidez nula;

resposta direta, pois o sinal cresce com o aumento da turbidez;

resposta linear para baixos valores de turbidez, com possibilidade de linearização para valores maiores;

a cor dissolvida não é registrada como turbidez, mas pode gerar medições errôneas como erro negativo (MICRONAL, 1993).

Atualmente, as exigências cada vez maiores no controle da turbidez da água potável, que deve estar sempre abaixo de 5 NTU, somadas a todas as características já descritas, tornaram a nefelometria o método mais adequado para medida desse parâmetro.

Com o intuito de uniformização dos equipamentos nefelométricos, para que apresentem leituras mais compatíveis, foram criadas as normas: ISO nº 7027, APHA/AWWA nº 163 A<sup>7</sup>, e CETESB nº L5156<sup>8</sup> apud MICRONAL (1993), que regularizam as características dos nefelômetros.

Para minimizar as diferenças entre equipamentos, os nefelômetros devem possuir as seguintes características:

a lâmpada fonte de luz deve ser de tungstênio, operando entre 2200 a 3000 K;

a distância total atravessada pela luz incidente e refletida não deve exceder a 10 cm;

o ângulo da luz recebida pelo detector deve ser centrado a 90° em relação ao

---

<sup>7</sup> AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 18ª ed. Washington, APHA, AWWA, WEF, 1992.

<sup>8</sup> CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Normatização Técnica L5.156** – Determinação da Turbidez em Água por Método Nefelométrico. São Paulo: 10-01-1970.

raio incidente e não exceder a  $\pm 30^\circ$  além dos  $90^\circ$ ;

o detector e o sistema de filtro, se houver, devem ter um pico de resposta entre 400 a 600 nm;

deve-se sempre usar nefelômetro que siga esse padrão, para ser possível comparar os resultados obtidos em diferentes circunstâncias.

### **Unidades de medidas**

Diferentes unidades foram adotadas e posteriormente abandonadas ao longo do tempo, tais como: p.p.m. sílica (ou mg/L sílica), J.T.U (Jackson 'Turbidity Unity) e F.T.U (Formazin Turbidity Unity).

**Ppm sílica (ou mg/L sílica)** - Turbidímetros de comparação visual eram calibrados com padrões de suspensão de sílica, e os resultados expressos em equivalência de mg/L de sílica.

**J.T.U (Jackson 'Turbidity Unity)** - Obtida com o turbidímetro de Jackson utilizando padrões de suspensão de sílica, formazina ou qualquer outro material em suspensão.

**F.T.U (Formazin Turbidity Unity)** - Todos os turbidímetros, independentemente de suas características construtivas, passaram a ser calibrados com Formazina, com o intuito de obter uniformidade entre os resultados.

**N.T.U - Nefelometric Turbidity Unit** - Todas as unidades anteriormente definidas tentaram estabelecer um referencial, sem considerar as características dos turbidímetros ou do padrão de calibração, tornando impossível correlacionar as medidas feitas em equipamentos diferentes ou calibrados com padrões diferentes. Devido a esse comportamento errático das medidas de turbidez, a partir da 13ª edição do "Standard Methods", APHA (1971)<sup>9</sup> apud MICRONAL (1993), estabeleceu-se uma normalização técnica para corrigir esses desvios.

A norma definiu as características do nefelômetro e do padrão primário que permitem expressar em NTU a turbidez de uma solução.

Assim, o 1 NTU é a medida fotométrica de feixe de luz refletida a  $90^\circ$  por

---

<sup>9</sup> AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 13ª ed. Washington, APHA, AWWA, WEF, 1971.

uma suspensão de 1 mg/L de formazina em nefelômetro que siga as normas ISO n° 7027, APHA/AWWA n° 163 A<sup>10</sup> e CETESB n° L 5156<sup>11</sup> apud MICRONAL (1993).

### **Padrões de Turbidez**

A partir da utilização de nefelômetros na medida de turbidez, observou-se que as suspensões de sílica não apresentavam reprodutibilidade de leitura. Isso ocorria porque as partículas de sílica apresentam conformações e tamanhos diferentes uma da outra, de modo que cada suspensão possuía características próprias, difíceis de serem reproduzidas.

A partir do emprego de padrões de formazina, conseguiram-se medidas fotométricas reprodutíveis e bastante proporcionais às concentrações, já que a suspensão de formazina, observada ao microscópio eletrônico, apresenta partículas esféricas, bastante uniformes e com tamanho em torno de 3 microns.

**Padrão primário de formazina** - Esse material pode ser preparado dentro de uma precisão de 1% e sua solução estoque de 4000 NTU é estável por cerca de 6 meses, enquanto que as diluições posteriores não são confiáveis por mais de 48 horas, (APHA, 1992).

Determinação de Turbidez em Águas Segundo a Normalização Técnica L 5156, CETESB (1970).

Coleta de amostra - Amostras para determinação de turbidez podem ser coletadas em frasco de vidro neutro, tipo pirex, ou plástico. O volume necessário é 200 mL. Amostras não analisadas logo após a coleta podem ser armazenadas por até 24 horas, ao abrigo da luz.

Processamento da amostra - Agitar a amostra para dispersar perfeitamente os sólidos.

Esperar um pouco para eliminar bolhas de ar e encher a cuba de vidro com amostra quase completamente, tendo cuidado de não incluir óleos e graxas, materiais flutuantes ou partículas maiores.

Inserir a cuba com amostra no lugar apropriado, cobri-la com o cone de

---

<sup>10</sup> AMERICAN PUUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA Op. Já citada na página 114

<sup>11</sup> CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Op. Já citada na página 114

vedação e fazer a leitura diretamente, usando a faixa mais baixa possível.

Nota: entre uma leitura e outra, lavar as cubas com água destilada e, em seguida, com a amostra a ser analisada, enxugá-las pelo lado de fora com papel macio.

Quando necessário diluir a amostra, para realização de leitura, deve-se utilizar a fórmula a seguir para cálculo da turbidez:

$$\text{Resultados: A turbidez é expressa por: } NTU = \frac{A(B + C)}{C}$$

Onde: A = leitura; B = mL água de diluição; C = mL de amostra.

Fonte: adaptado de APHA(1992).

### **4.3. DADOS DA PESQUISA DE CAMPO**

Através da pesquisa de campo, cujos dados constam na TABELA 69 à TABELA 79 do ANEXO 04, desenvolveram-se trabalhos para obter um fator que, multiplicado pela turbidez em NTU, convertesse esse parâmetro em mg/L. Vide resumo dos dados para obtenção do fator na TABELA 24.

Os dados demonstram que, quando tratadas as amostras de cada bacia individualmente, a correlação para dados brutos e saneados teve os seguintes comportamentos:

- Para os dados brutos, a melhor correlação linear é a do rio Brinco, e seqüencialmente aparecem os rios Anta Gorda, Jirau e Coxilha Rica. Essa correlação linear para dados brutos é considerada de regular (0,7) a boa (0,9).

- Para os dados saneados, após a filtragem e admitindo um coeficiente de variação máximo de 30%, os dados apresentaram a seguinte correlação linear:

- A melhor correlação linear de dados saneados é a do rio Brinco, e seqüencialmente aparecem os rios Coxilha Rica, Anta Gorda e Jirau. Essa correlação linear para dados saneados é considerada de boa (0,94) a muito boa (0,97).

Portanto, para cada bacia o fator de conversão de NTU para MPT mg/L é a média do fator F dos dados saneados.

TABELA 24 – RESUMO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F)

Amostras	Dados relativos ao fator $F = \frac{MPT}{NTU}$			
	Média do fator	Desvio padrão	CV%	Correlação linear ( $R^2$ )
Rio Anta Gorda (1)	0,69	0,557372	80,23039	0,92
<b>Rio Anta Gorda (2)</b>	<b>0,67</b>	<b>0,176957</b>	<b>26,58798</b>	<b>0,94</b>
Rio Brinco (1)	1,11	0,895843	80,63837	0,94
<b>Rio Brinco (2)</b>	<b>0,66</b>	<b>0,192118</b>	<b>29,1733</b>	0,97
Rio Coxilha Rica (1)	1,10	0,730983	66,32999	0,73
<b>Rio Coxilha Rica (2)</b>	<b>0,70</b>	<b>0,165102</b>	<b>23,42585</b>	<b>0,95</b>
Rio Jirau (1)	0,74	0,498799	67,33765	0,85
<b>Rio Jirau (2)</b>	<b>0,70</b>	<b>0,158101</b>	<b>22,50476</b>	<b>0,92</b>
Todos(1)	0,897821	0,700141	77,98222	0,81
<b>Todos (2)</b>	<b>0,693704</b>	<b>0,102653</b>	<b>14,79774</b>	<b>0,98</b>

(1) correspondem a dados sem nenhum saneamento; (2) correspondem a dados saneados.

Por último, juntaram-se os dados de todas as bacias e iniciou-se um tratamento com um número bem maior de amostras.

Os dados sem tratamento apresentaram um grau de correlação linear regular (0,81), porém com um coeficiente de variação de 77,9%, que é inaceitável (Vide FIGURA 31). Efetuado os saneamentos, o grau de correlação linear ficou ótimo (0,98) e o coeficiente de variação ficou em 14% (Vide FIGURA 32).

A junção de todos os dados permitiu identificar um fator mais próximo da **realidade possível que é 0,693704**. Esse fator, se multiplicado pela turbidez em NTU, dará a concentração de material particulado em mg/L.

Na TABELA 69, TABELA 71, TABELA 73, TABELA 75, TABELA 77 e TABELA 79 do ANEXO 04, na coluna amostra, as datas referem-se ao material coletado de novembro de 2000 a novembro de 2001 ou dados históricos. Os números isolados, indicam amostras produzidas com material de fundo ou solos das respectivas bacias.

SUK et al (2003) realizaram estudos no período de março a outubro de 1996, para estabelecer a correlação entre sólidos suspensos e turbidez, no Riacho Schonner Creek e em sua bacia de drenagem localizados em Little Egg Harbor Township, em Nova Jersey, EUA. Esses estudos, embora realizados em ambiente de mangue ou pântano salgado, sob influência de maré, apresentam dados semelhantes aos encontrados nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau. Os autores

já mencionados realizaram suas pesquisas utilizando equipamentos sofisticados como turbidímetro (nefelômetro) com infravermelho e data logger e depois de analisadas quinhentos e noventa e três (593) amostras de água em mais de 25 períodos diferentes, obtiveram o coeficiente médio de correlação de 0,827 para concentração de material particulado e turbidez, sendo que em marés de enchente o coeficiente é 0,797 e, em marés baixas 0,850. Esses dados confirmam a veracidade dos resultados obtidos para as quatro bacias estudadas.

FIGURA 31 – MATERIAL PARTICULADO SUSPENSO (MPT) E TURBIDEZ (NTU) NOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU (DADOS SEM SANEAMENTO)

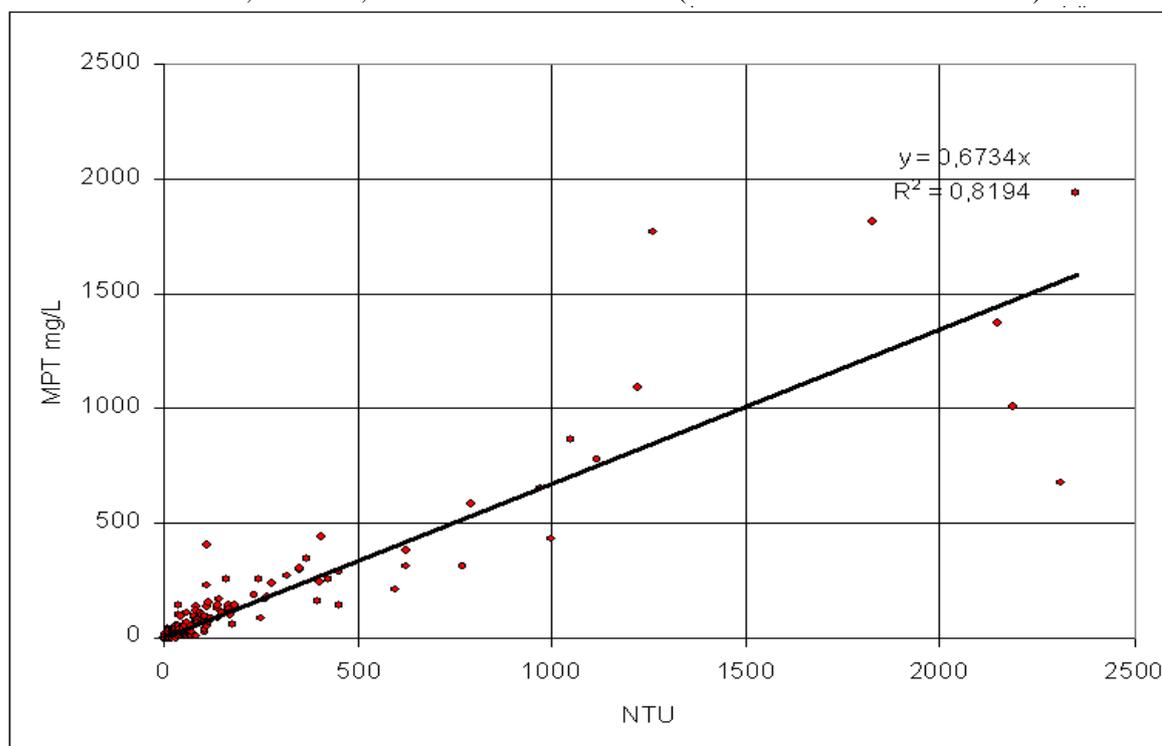
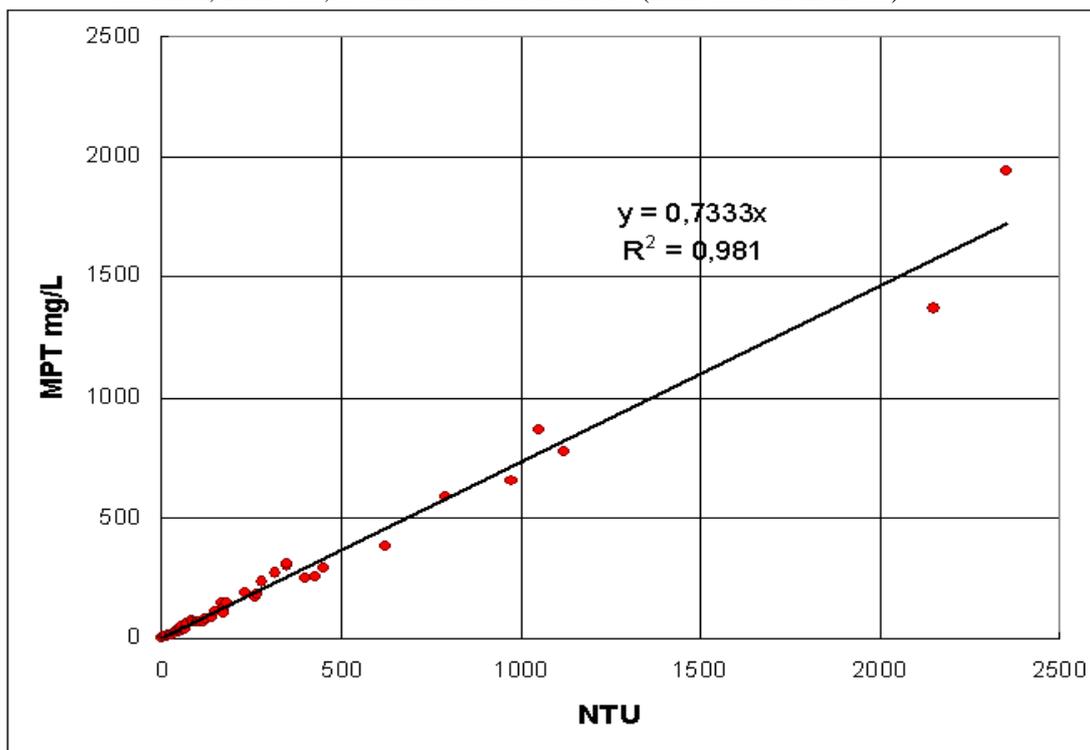


FIGURA 32 – MATERIAL PARTICULADO SUSPENSO (MPT) E TURBIDEZ (NTU) NOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU (DADOS SANEADOS)



## **5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DAS ÁGUAS**

### **5.1. METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAR AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DAS ÁGUAS**

Os dados históricos das bacias são resultantes do resgate de informações das análises efetuadas pela SANEPAR ao longo do tempo. As bacias dos rios Anta Gorda, Brinco e Jirau são mananciais de captação de longa data, sendo que o resgate histórico tornou-se possível a partir de 1984. A bacia do rio Coxilha Rica é um manancial em estudo para implantação de estação de captação para atender à demanda da Cidade de Itapejara do Oeste e, portanto, as análises restringem-se apenas ao ano de 2001, por ocasião dos estudos para elaboração da tese.

Um dos problemas enfrentados no resgate histórico das análises das bacias dos rios Anta Gorda, Brinco e Jirau, conforme observável na TABELA 96 do ANEXO 09, foi a ausência de dados em determinados períodos.

As análises físico-químicas, cromatográficas, espectrométricas e bacteriológicas realizadas no ano de 2001, nas quatro bacias estudadas tiveram os processos de coletas e rotinas de análises executadas pela SANEPAR.

A interpretação dos dados dos parâmetros para determinação do IQA - Índice de Qualidade da Água seguiram a seguinte esquematização: os dados relativos a pH, turbidez, matéria orgânica (MO) e temperatura são resultantes do monitoramento direto que se executou nas quatro bacias, no período de novembro de 2000 a novembro de 2001. Os parâmetros sólidos totais dissolvidos (STD), gás carbônico (CO<sub>2</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>), coliformes fecais e alcalinidade são a média dos dados históricos de análises da SANEPAR. Salienta-se que, no caso do rio Coxilha Rica, esses dados são de uma única análise.

Para a interpretação das análises físico-químicas dos dados históricos da SANEPAR, como o número de informações era elevado, utilizou-se a média dos

períodos observados e os valores mínimos e máximos. Esses dados foram confrontados com os teores máximos permissíveis para cada parâmetro pela Resolução Nº 20 do CONAMA (1986) e pela Portaria 36 do MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE (1990).

Atualmente os parâmetros para água potável são regulamentados pela Portaria 1469/00 do MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE (1991), mas como na ocasião dos estudos a SANEPAR ainda se baseava na Portaria 36 do MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE (1990), as interpretações foram efetuadas sobre a mesma.

## **5.2. IQA - ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA**

Os processos de assimilação e disseminação da qualidade da água de forma abrangente e de utilidade para especialistas e leigos, não é tarefa fácil (CETESB, 1979). Esse fato levou ao desenvolvimento de índices em vários países, que representassem essas informações. As primeiras pesquisas foram realizadas pela National Sanitation Foundation dos EUA, que desenvolveu o IQA - Índice de qualidade da Água (RIZZI, 2001). O IQA é uma espécie de nota atribuída à qualidade da água que varia de 0 a 100.

O IQA resulta de uma pesquisa feita entre 142 (cento e quarenta e dois) especialistas, os quais sugeriram parâmetros que deveriam ser medidos, bem como as respectivas importâncias. Foram indicados inicialmente 35 (trinta e cinco) parâmetros, dos quais foram selecionados apenas 9 (nove): oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. Para esses 9 (nove), cada especialista elaborou uma curva, que fornece uma nota de 0 a 100, dependendo da concentração do parâmetro. A partir disso foram estabelecidas curvas médias (SUDERHSA, 1997).

RIZZI (2001), ao avaliar a qualidade da água da Estação de Tratamento de Água Iguaçu, utilizou o Índice de Qualidade de Bascarán (IQA<sub>B</sub>), o Índice de Qualidade da água Agregado (IQA<sub>wa</sub>) e o Índice de Qualidade da Água Ponderado

( $IQA_{wp}$ ). Para realização das pesquisas, os parâmetros foram simplificados utilizando-se apenas pH,  $CO_2$ , Cor, Turbidez e Alcalinidade. Dos três índices o autor recomenda para uso mais freqüente o  $IQA_{wp}$ , por permitir trabalhar com um maior número de parâmetros de qualidade da água e pesos mais representativos.

PROVENCHER & LAMONTAGNE (1979), através de pesquisas realizadas em Québec, no Canadá, desenvolveram um método para estabelecimento do índice de qualidade da água (IQE ou IQA). Para determinação do  $Q_i$  Qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, cujo valor varia de 0 a 100 e  $W_i$  – peso relativo do  $i$ -ésimo parâmetro que varia de 0 a 1, realizaram uma pesquisa com 159 usuários da água de Québec, de diferentes categorias de uso (indústrias, água potável e uso ecológico). O valor relativo do  $Q_i$  (0 a 100) foi determinado a partir de curvas e de acordo com a concentração atribuiu-se uma nota para cada parâmetro. O  $W_i$  foi estabelecido a partir da pesquisa, quando atribuiu-se o peso relativo de cada parâmetro, cujo valor varia de 0 a 1 e a  $\sum W_i=1$ . O conjunto de parâmetros usados e seus pesos variaram para cada categoria de uso, sendo que, os dados da pesquisa permitiram selecioná-los e determinar o valor de  $W_i$ . Para cálculo do IQA, os mesmos autores citam que podem ser usados os métodos aditivo e multiplicativo.

$$\text{Método aditivo: } IQA_a = (Q_{i_1} * W_{i_1}) + (Q_{i_2} * W_{i_2}) + (Q_{i_n} * W_{i_n}).$$

$$\text{Método multiplicativo: } IQA_m = (Q_{i_1}^{W_{i1}}) * (Q_{i_2}^{W_{i2}}) * (Q_{i_n}^{W_{in}}).$$

### **5.3. INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS**

Na discussão dos resultados das análises usou-se como referência as Resoluções 20 (CONAMA, 1986) e 274 (CONAMA, 2000) e a Portaria 36 (MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE, 1990), por ser essa a legislação vigente na ocasião da realização dos trabalhos, e o IQA, - Índice de Qualidade da Água.

Na aplicação do IQA, para determinação do  $Q_i$ , foram usados como

referência os trabalhos de RIZZI (2001, p. 12 a 18) e SUDERHSA (1997, p. 10 a 16); para determinação dos pesos ( $W_i$ ), o método de PROVENCHER & LAMONTAGNE (1979, p. 10 a 39).

### 5.3.1. Determinação do IQA - Índice de Qualidade da Água

Para determinação do IQA, primeiro foram selecionados os parâmetros disponíveis a partir dos resgates históricos dos dados da SANEPAR e dos levantamentos executados diretamente pelo monitoramento das bacias como os coliformes fecais, o pH, a turbidez, os sólidos totais dissolvidos (STD), a temperatura, o gás carbônico ( $CO_2$ ), o nitrato ( $NO_3$ ), a alcalinidade e a matéria orgânica (MO), que possibilitassem a determinação desse índice. A importância desses parâmetros na qualidade da água será citada a seguir.

A presença de coliformes fecais (CF) indica a contaminação da água por matéria fecal recente e serve como indicador da provável existência de microorganismos intestinais patogênicos (ROSA FILHO et al. 1996).

O pH da água indica o caráter ácido  $<7$ , alcalino  $>7$ , ou neutro 7. O pH da água pura a 25 °C é 7 (pH neutro). As concentrações de carbonato, bicarbonato,  $CO_2$  dissolvido e ácidos fúlvicos e húmicos controlam o pH das águas. Variações do pH em trechos de um rio, ou em um ponto do rio em determinados períodos, pode indicar a contaminação por esgotos domésticos ou industriais. Constitui um parâmetro importante por interferir nos processos de potabilização da água como coloração, coagulação e corrosão (HINDI et al. 2000).

A turbidez de uma água é causada pela presença de partículas em suspensão. Ela reduz a eficiência da cloração, pois impede o contato direto do desinfetante com os microorganismos (FRITZSONS, 2003).

Os sólidos totais dissolvidos (STD), são resultantes da soma de todos os constituintes minerais presentes na água. O limite máximo na água para consumo é de 1000 mg/L, dificilmente atingida no Brasil, exceto no Sertão Nordestino e em certas

áreas litorâneas. A concentração total de sólidos dissolvidos é uma indicação geral de adequabilidade da água para uso doméstico e industrial (BITTENCOURT, 1994).

As taxas das reações, da solubilidade entre sais e gases, aumentam e diminuem em função da temperatura da água, portanto afetam significativamente os processos biológicos, físicos, químicos e bioquímicos que ocorrem no ambiente hídrico (HINDI et al. 2000).

O gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) origina-se principalmente pela decomposição de plantas e animais e a partir de produtos da excreção desses organismos. O  $\text{CO}_2$  é formado por um grupo de compostos diferenciados biológica e quimicamente. Os principais componentes são proteínas, carboidratos, lipídios e compostos húmicos. A concentração de  $\text{CO}_2$  está relacionada com o estado trófico das águas superficiais e com a influência à qual está submetida (muita contribuição alóctone, lançamento de esgotos, etc.) (ESTEVES, 1998).

O nitrato ( $\text{NO}_3$ ) nas águas ocorre em teores menores do que 5mg/L. O nitrogênio é continuamente reciclado pelas plantas e animais e pode então entrar nas águas através da poluição orgânica quando na forma de nitrito e amônia, ou inorgânica através de adubos químicos. Nas águas, as bactérias os convertem rapidamente em  $\text{NO}_3$  (ESTEVES, 1998).

A alcalinidade ( $\text{CaCO}_3$ ) indica a capacidade da solução em neutralizar um ácido. É a quantidade de substâncias que atuam como tampão em uma água. Portanto, numa água com alcalinidade adequada à adição de pequena quantidade de ácidos, não alterará o pH, por que os íons presentes o neutralizarão (CHAPMAN, 1992).

A matéria orgânica (MO) pode entrar na água pela decomposição de vegetais e animais, ou por excrementos humanos e de animais. As formas pela qual adentram ao ambiente hídrico são por escoamento superficial e esgotos.

O  $Q_i$  – qualidade do i-ésimo parâmetro, variando de 0 a 100, cujo valor está relacionado à concentração ou teor de cada parâmetro, consta na TABELA 25.

TABELA 25 - VALOR DE QI (QUALIDADE DO I-ÉSIMO PARÂMETRO) UTILIZADOS NO CÁLCULO DO IQA

Parâmetro	pH	Turbidez NTU	STD mg/L	Temperatura °C	CO <sub>2</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> mg/L	CF N°/100mL	CaCO <sub>3</sub> mg/L	MO mg/L	
(+) Peso Wi	0,14	0,15	0,07	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11	0,15	
(*) Qualidade - Qi	100	----	0	>100	----	0	0	0	<5 i=100	0
	95	7,5	3		0	1	2	1	8	1
	90	6,8 (7,5 a 8,0)	5	250	1,25 e (0 a -1)	3	3	2	12	1,7
	85	6,6 (8,0 a 8,1)	6		2,1 (-1 a -1,1)	5	4	3	15	1,8
	80	6,5 (8,1 a 8,2)	8	500	2,1 (-1,1 a -2,5)	7	5	4	19	2
	75	6,4 (8,2 a 8,3)	10		2,6 (-2,5 a -3)	9	6	5	22	2,5
	70	6,3 (8,3 a 8,4)	15	750	3,3 (-3 a -3,8)	10	7	8	25	3
	65	6,2 (8,4 a 8,5)	18		3,75 (-3,8 a -4)	13	8	10	50	3,5
	60	5,9 (8,5 a 8,6)	20	1.000	4,1 (-4 a -5)	15	9	17	62	4,5
	55	5,8 (8,6 a 8,7)	25		4,4 (< -5)	18	10	25	87	5
	50	5,7 (8,7 a 8,8)	30	1.500	4,6	20	12	48	100	65
	45	5,6 (8,8 a 8,9)	37		4,8	25	13	75	300	7
	40	5,5 (8,9 a 9,0)	45	2.000	5	30	15	100	500	7,5
	35	5,4 (9,0 a 9,3)	55		6,1	33	18	180	580	8,5
	30	5,3 (9,3 a 9,5)	65	3.000	6,3	36	20	320	625	10
	25	5,1 (9,5 a 9,7)	75		7,5	40	25	600	750	12,5
	20	4,8 (9,7 a 9,9)	90	5.000	8,75	50	33	1.000	1000	15
	15	4,5 (9,9 a 10,3)	100		10,1	55	40	1.200	1250	17,5
	10	4,0 (10,3 a 10,5)	> 100 i=5	10.000	12,5	>55 i=10	50	7.000	>1250 i=10	20
5	3,0 (10,5 a 11,0)			>15		70	50.000		30	
0	6,8 (7,5 a 8,0)		>20.000			>100 i=5	>50.000 i=5		>30 i=2	

(\*) Valores adaptados de RIZZI (2001); (+) Valores calculados pelo método de PROVENCHER & LAMONTAGNE (1979).

TABELA 26 - DETERMINAÇÃO DO PESO WI UTILIZADO NO CÁLCULO DO IQA

Parâmetro	Importância relativa - Ir ( 1 a 4)	Peso relativo - Wir ( $Wir = \frac{1}{Ir}$ )	Peso final - Wi ( $Wi = \frac{Wir}{\sum Wir}$ )
pH	1,6	0,63	0,14
Turbidez	1,5	0,67	0,15
STD	3	0,33	0,07
Temperatura	4	0,25	0,06
CO <sub>2</sub>	2	0,50	0,11
Nitrato	2	0,50	0,11
Coliformes fecais	2	0,50	0,11
Alcalinidade	2	0,50	0,11
MO	1,5	0,67	0,15
Total		4,54	1,00

Os pesos de Wi – peso relativo do i-ésimo parâmetro ( $\sum_{i=1}^n Wi = 1,0$ ), que constam na TABELA 25 e TABELA 26, foram determinados usando a sistemática adotada por PROVENCHER & LAMONTAGNE (1979, p. 25 a 38).

Primeiro, determinou-se a importância relativa de cada parâmetro para as bacias em estudo, atribuindo uma escala numérica de 1 a 4, da seguinte maneira: 1 - parâmetro muito importante; 2 - parâmetro importante; 3 - parâmetro pouco importante; 4 - parâmetro muito pouco importante.

Verificando os parâmetros avaliados que constam na TABELA 28, cujas origens resultam de dados da SANEPAR (TABELA 80 a TABELA 83 do ANEXO 5) e de levantamento direto (TABELA 61 a TABELA 64 do ANEXO 2), constata-se, pela TABELA 27, que as águas das quatro bacias têm o seguinte enquadramento:

Pelo método aditivo IQAa, os dados finais variaram de 64 a 70,88, portanto as águas enquadram em condições médias na classe 2 da Resolução nº 20 do CONAMA (1986).

Pelo método multiplicativo IQAm, considerando as quatro bacias, os valores variaram de 51 a 58,8, portanto as águas também se enquadram em condições médias na classe 2, da Resolução nº 20 do CONAMA (1986).

As águas enquadradas na Classe 2 podem ser destinadas: a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana

Em períodos chuvosos, as águas das quatro bacias estudadas enquadram-se na classe 3 e podem ser destinadas: a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à dessedentação de animais.

Outro aspecto a ser observado é que, nas quatro bacias, os parâmetros coliformes fecais, turbidez, gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), nitrato ( $\text{NO}_3$ ), e matéria orgânica (MO) estão diretamente ligados à contribuição do interflúvio, via processo erosivo ou descargas de esgotos (pocilgas e domésticos) e seus teores são mais afetados nos períodos chuvosos. Portanto, a melhoria da qualidade da água em relação a esses parâmetros deve passar, necessariamente, pelo controle no interflúvio das principais fontes poluidoras.

TABELA 27 - QUALIFICAÇÃO DA ÁGUA *IN NATURA* EM FUNÇÃO DO IQA

IQA	Qualidade	Enquadramento nas classes da Resolução 20 do CONAMA (1986) (*)
0 a 19	"imprópria"	Excede os limites da IV
20 a 36	"imprópria para tratamentos convencionais"	
37 à 51	"aceitável"	IV
52 a 79	"qualidade boa"	II e III
80 a 100	"qualidade ótima"	I

(\*) Enquadramento efetuado pela SUDERHSA (1997, p. 10).

TABELA 28 - IQA- ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA MÉDIO DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO E JIRAU, NO PERÍODO DE 1984, E DO RIO COXILHA RICA, CORRESPONDENDO A 2001

Parâmetro	pH	Turbidez	STD	Temperatura	CO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	Coliformes fecais	Alcalinidade (CaCO <sub>3</sub> )	MO	Diversos	
Unidade	pH	NTU	mg/L	°C	mg/L	mg/L	Nº/100mL	mg/L	mg/L		
Wi	0,13	0,15	0,07	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11	0,15	WiΣ = 1,00	
Concentração	Anta Gorda	6,90	37,26	66,19	19,00	3,19	0,92	1723,00	28,17	2,87	----
	Brinco	6,10	20,70	48,00	18,00	4,23	0,20	808,00	13,61	2,12	----
	Coxilha Rica	6,80	19,45	94,00	18,80	3,00	0,27	820,00	12,00	4,26	----
	Jirau	6,80	54,00	100,00	18,00	1,76	0,57	860,00	19,75	4,10	----
Qi	Anta Gorda	90,00	45,00	100,00	5,00	85,00	95,00	10,00	75,00	70,00	----
	Brinco	60,00	60,00	100,00	5,00	85,00	95,00	20,00	80,00	79,00	----
	Coxilha Rica	90,00	65,00	100,00	5,00	90,00	95,00	20,00	90,00	64,50	----
	Jirau	90,00	35,00	100,00	5,00	90,00	95,00	20,00	75,00	64,00	----
IQAa	Anta Gorda	11,70	6,75	7,00	0,30	9,35	10,45	1,10	8,25	10,50	65,40
	Brinco	7,80	9,00	7,00	0,30	9,35	10,45	2,20	8,80	11,85	66,75
	Coxilha Rica	11,70	9,75	7,00	0,30	9,90	10,45	2,20	9,90	9,68	70,88
	Jirau	11,70	5,25	7,00	0,30	9,90	10,45	2,20	8,25	9,60	64,65
IQAm	Anta Gorda	1,79	1,77	1,38	1,10	1,63	1,65	1,29	1,61	1,89	51,00
	Brinco	1,70	1,85	1,38	1,10	1,63	1,65	1,39	1,62	1,93	55,81
	Coxilha Rica	1,79	1,87	1,38	1,10	1,64	1,65	1,39	1,64	1,87	58,88
	Jirau	1,79	1,70	1,38	1,10	1,64	1,65	1,39	1,61	1,87	52,53

### 5.3.2. Interpretação das análises físico-químicas

#### Rio Anta Gorda

O pH, em água tratada, em termos máximos, está acima do tolerado pela Resolução 20 do CONAMA (1986) e pela Portaria 36 do MINISTÉRIO DE ESTADO E DA SAÚDE (1990).

A cor, para águas *in natura*, apresenta todos os índices acima do tolerado pela legislação e na água tratada os valores médios e máximos estão acima do permitido pela Portaria 36.

Para a turbidez, todos os valores de águas *in natura* e os valores médio e

máximo de águas tratadas estão acima do permitido pela Portaria 36. Os valores médio e máximo para água *in natura* superam também o permitido pela Resolução 20.

Quanto ao material particulado suspenso, para águas *in natura*, todos os valores superam o permitido pela Portaria 36 e para águas tratadas, a média supera a Portaria 36. Para água *in natura* e tratada, os valores máximos superam os da Portaria 36 e da Resolução 20.

Os teores de ferro, em águas *in natura* superam os índices admitidos pela Portaria 36 e pela Resolução 20.

Quanto ao cloro residual, para águas tratadas, a concentração mínima é de 1,5 mg/L, a média de 2 mg/L e a máxima de 3mg/L. Esses teores superam, em muito, os valores admitidos pela Portaria 36 (0,2mg/L) e Resolução 20 (0,01mg/L).

Vide os dados na TABELA 80 do ANEXO 05.

### **Rio Brinco**

Dentre os parâmetros analisados pela SANEPAR, verifica-se que o pH, a cor, a turbidez, o material particulado suspenso, o cloro residual e o ferro total estão fora dos padrões admitidos pela Portaria 36 do MINISTÉRIO DE ESTADO E DA SAÚDE (1990) e/ou Resolução 20 do CONAMA (1986).

Para o pH, na água tratada, o valor máximo está acima dos índices permitido pela Portaria 36 e Resolução 20.

Todos os valores da cor de águas *in natura* e os valores médio e máximo das águas tratadas superam os índices permitidos pela Portaria 36.

Todos os índices de turbidez de água *in natura* superam os valores permitidos pela Portaria 36 e o máximo supera o permitido pela Resolução 20. O valor máximo de água tratada supera o permitido pela Portaria 36.

Os índices mínimo e médio da concentração de material particulado suspenso em água *in natura* e o valor médio dessa concentração em água tratada estão acima do permitido pela Portaria 36. Os teores máximos, para água *in natura* e tratada, superam o permitido pela Portaria 36 e pela resolução 20.

O cloro residual, em águas tratadas, apresenta concentração acima do admitido pela Resolução 20 e pela Portaria 36.

Vide os dados na TABELA 81 do ANEXO 05.

### **Rio Coxilha Rica**

Dentre os parâmetros analisados pela SANEPAR, a turbidez, o material particulado suspenso e o fósforo total, estão fora dos padrões admitidos pela Portaria 36 MINISTÉRIO DE ESTADO E DA SAÚDE (1990) e/ou Resolução 20 do CONAMA (1986). Entretanto, devido ao fato de se tratar de apenas uma análise não é possível efetuar uma abordagem mais profunda.

Vide os dados na TABELA 82 do ANEXO 05.

### **Rio Jirau**

Dos parâmetros analisados pela SANEPAR, verifica-se que o pH, a cor, a turbidez, o material particulado suspenso, o cloro residual e o ferro total, estão fora dos padrões admitidos pela Portaria 36 do MINISTÉRIO DE ESTADO E DA SAÚDE (1990) e/ou pela Resolução 20 do CONAMA (1986).

Quanto ao pH, somente o valor máximo de águas tratadas supera os índices da Portaria 36 e da Resolução 20.

Todos os dados de cor de águas *in natura* e os valores médio e máximo de água tratada superam o permitido pela Portaria 36.

Os valores mínimo e médio de turbidez da água *in natura* e o valor médio e máximo da água tratada ultrapassam o permitido pela Portaria 36. O valor máximo para as águas *in natura*, é superior ao permitido pela Portaria 36 e pela Resolução 20.

Quanto à concentração de material particulado suspenso, em águas *in natura*, a média e a máxima superam os índices da Portaria 36. Para águas tratadas, a média supera a Portaria 36 e a máxima supera tanto os valores da Portaria 36, quanto aqueles da Resolução 20.

O cloro residual, em água tratada, apresenta teores acima do permitido pela Portaria 36 e pela Resolução 20.

O JICA (1995) efetuou avaliação, entre outros, de parâmetros como pH, OD e turbidez, na bacia do rio Iguaçu e os dados apresentados estão dentro dos teores mínimo e máximo obtidos nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau.

Vide os dados na TABELA 83 do ANEXO 05.

### **5.3.3. Análises espectrofotométricas**

Para as bacias dos rios Anta Gorda, Brinco e Jirau, verifica-se que os teores de alumínio e ferro, na maioria das análises, estão acima dos valores máximos admitidos pela Portaria 36 do MINISTÉRIO DE ESTADO E DA SAÚDE (1990) e pela Resolução 20 do CONAMA (1986). Para a bacia do rio Coxilha Rica, os teores de ferro e manganês estão fora do padrão da Portaria e Resolução já mencionadas.

Vide os dados na TABELA 84 à TABELA 87 do ANEXO 06.

### **5.3.4. Análises cromatográficas**

Em todas as análises efetuadas pela SANEPAR, os teores estão dentro do permitido pela Portaria 36 MINISTÉRIO DE ESTADO E DA SAÚDE (1990) e pela Resolução 20 do CONAMA (1986).

Convém ressaltar que, embora as bacias estejam em áreas agrícolas, com utilização de pesticidas agrícolas em larga escala, nas análises cromatográficas de um longo período de tempo, nunca foi detectada a presença dessas substâncias nas águas.

Vide os dados na TABELA 88 à TABELA 91 do ANEXO 07.

### **5.3.5. Análises bacteriológicas**

Verificando a Resolução 20 do CONAMA (1986), pode-se classificar essas águas como classe 2 e 3 para as quais se admite a presenças das seguintes quantidades de coliformes fecais:

Classe 2 – Tolera-se até 1.000 coliformes fecais por 100 mL de água, em 80% ou mais, de pelo menos 5 amostras mensais.

Classe 3 – Admite-se até 4.000 coliformes fecais por 100 mL de água, de pelo menos 80% de 5 amostras mensais.

A Portaria 36 do MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE (1990) determina, que as amostras devem sair da estação de tratamento com ausência de coliformes fecais em 100 mL de amostra de água, e, que 95% das amostras da rede de distribuição deverão apresentar ausência de coliformes fecais e nos 5% restantes serão tolerados até 3 coliformes totais em 100mL de água.

Vide os dados na TABELA 92 à TABELA 95 do ANEXO 08.

### **Rio Anta Gorda**

Do total de 26 análises de água *in natura*, a presença de coliformes fecais em três (3) amostras atinge um número acima do admitido para a classe 3. Nesse caso, somente 88% das análises estão dentro da classe 3.

A água tratada apresenta índice de coliformes totais menor do que 1.

### **Rio Brinco**

Do total de 22 análises de água *in natura*, em duas os coliformes fecais estão em número acima do permitido para a classe 3, ou seja, 91% das amostras estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 20 do CONAMA (1986).

Os resultados das análises de água tratada revelam que todas as amostras apresentam menos que 1 coliforme total para 100 mL de água.

### **Rio Coxilha Rica**

Na única análise de água *in natura*, os coliformes fecais estão acima do permitido para a classe 3 dos padrões estabelecidos pela Resolução 20 do CONAMA (1986).

### **Rio Jirau**

Do total de 10 análises, todas apresentam concentração de coliformes fecais abaixo do exigido pela Resolução 20 do CONAMA (1986) para a classe 3. Em água tratada, os coliformes totais são inferiores a 1 por 100 mL de amostra.

Na TABELA 96 do ANEXO 09, constam as datas em que foram efetuadas as análises na quatro bacias.

O JICA (1995) efetuou avaliação de coliformes fecais na bacia do rio Iguaçu e os dados apresentados estão dentro dos teores mínimo e máximo obtidos nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau.

### **Considerações sobre as análises bacteriológicas**

Em relação à presença intensa de coliformes fecais nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau, a provável origem dessas bactérias está no desenvolvimento da suinocultura, que descarrega os resíduos em locais inadequados. Isso faz com que, fatalmente, esses resíduos cheguem até os cursos de água. O processo erosivo superficial nas quatro bacias também é um grande vetor, pois traz consigo fezes humanas e de animais, além de material orgânico de origem animal e vegetal, materiais esses que hospedam coliformes fecais.

Nas bacias de captação dos rios Anta Gorda, Brinco e Jirau, já ocorreu a expansão do perímetro urbano em locais que contribuem para esses mananciais (vide FIGURA 33, FIGURA 34 e FIGURA 36 nas páginas 137 a 140). Essas áreas urbanas não possuem sistema de coleta e tratamento de esgoto, e podem estar contribuindo para a contaminação das águas principalmente por coliformes fecais e detergentes domésticos, pois muitas residências têm suas descargas sanitárias e domésticas conectadas diretamente na rede pluvial, sem nenhum tratamento prévio. Mesmo quando os dejetos são descarregados em fossas, podem percolar o solo, atingir o sistema freático e, conseqüentemente, contaminar as águas captadas para abastecimento público.

No caso da bacia do rio Brinco, além da presença de perímetro urbano, existe na bacia de captação a indústria de esmagamento de grãos de soja COAMO, com suas lagoas de tratamento de efluentes próximas a um tributário da bacia de captação. Essa indústria atualmente está ativada e é necessário desenvolver um estudo de impactos ambientais e projetar um sistema adequado de tratamento de efluentes para não contaminar as águas dos rios.

Nessa mesma bacia, nas nascentes do rio Brinco, foi implantado um posto de combustíveis, que tem seu poço de descarga de excedentes hídricos sobre o antigo leito do rio, que foi aterrado por ocasião da construção da rodovia que liga Clevelândia à cidade de Palmas. As águas do poço acessam diretamente o manancial, via percolação subterrânea, devendo, portanto, ser analisada a contribuição dessas descargas na contaminação das águas da estação de captação.

Na bacia do rio Jirau, existem importantes pontos de poluição: uma granja de suínos em uma das nascentes, com um plantel estimado em 600 animais, que é um grande foco de poluição do manancial (Vide FOTO 59 a FOTO 61); o frigorífico Miolar, que tem suas instalações ao lado e à montante da estação de captação (vide FOTO 62); o viveiro florestal municipal de Dois Vizinhos, que está ao lado e para montante da captação, devendo contribuir diretamente com pesticidas e adubos químicos e orgânicos no manancial (vide FOTO 58); e uma pedreira situada à montante da captação (Vide FOTO 47 na página 67).

Nas bacias dos rios Anta Gorda (vide FOTO 27 na página 59) e Coxilha Rica, a piscicultura é desenvolvida em escala significativa e os tanques são construídos sem muitos critérios técnicos, localizando-se sobre cursos de água ou muito próximos a eles. Além disso, a alimentação básica da atividade são dejetos de pocilgas (esterco de suínos). A forma como essa atividade é desenvolvida pode estar contribuindo para a contaminação das águas por coliformes (totais e fecais) e por nitrato.

Nas bacias dos Rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau, a avicultura é desenvolvida em larga escala e a cama dos aviários é utilizada na adubação de lavouras. Esse material, se transportado para os rios por erosão, adicionará à água coliformes (totais e fecais) e ácido úrico (uréia e amônia).

FOTO 58 – VIVEIRO MUNICIPAL DE DOIS VIZINHOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS, NA MARGEM ESQUERDA DO RIO JIRAU E JUNTO À ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DA SANEPAR, ESTENDENDO-SE PARA MONTANTE (R. JIRAU 5-9-00)



FOTO 59 – GRANJA DE SUÍNOS DE HÉLIO CAPELESO, COM PLANTEL MÉDIO DE 254 MATRIZES E 400 LEITÕES ATÉ 25 KG. A FOTO 59 À FOTO 61 MOSTRAM ESTERQUEIRAS E LAGOAS DE DECANTAÇÃO COM SISTEMA DE ESCOAMENTO DIRETO EM TRIBUTÁRIO DO RIO JIRAU (R. JIRAU 5-9-00)



FOTO 60 – ESTERQUEIRA (R. JIRAU 5-9-00)



FOTO 61 – LAGOA DE DECANTAÇÃO OU ESTERQUEIRA (R. JIRAU 5-9-00)



FOTO 62 – À DIREITA, LAGOAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DO FRIGORÍFICO MIOLAR, LOCALIZADAS A POUCOS METROS À JUSANTE DA ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DA SANEPAR. AO FUNDO, FRIGORÍFICO MIOLAR, LOCALIZADO NA MARGEM DIREITA DO RIO JIRAU, CUJAS CONSTRUÇÕES DISTAM CENTENAS DE METROS À MONTANTE DA ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA SANEPAR (R. JIRAU 5-9-00)

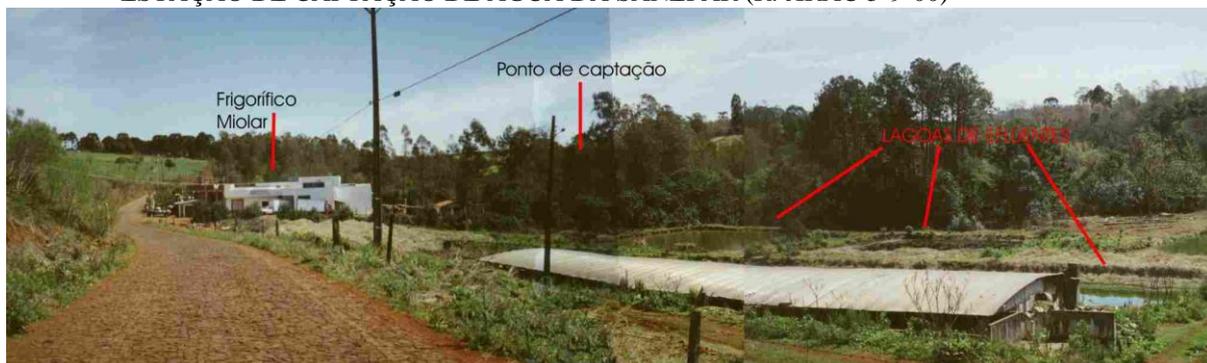


FIGURA 33 - PADRÕES DE DRENAGEM, LOCALIZAÇÃO DE FOTOS PANORÂMICAS E INCIDÊNCIA DE ÁREAS URBANIZADAS SOBRE A BACIA DE CAPTAÇÃO DO RIO ANTA GORDA

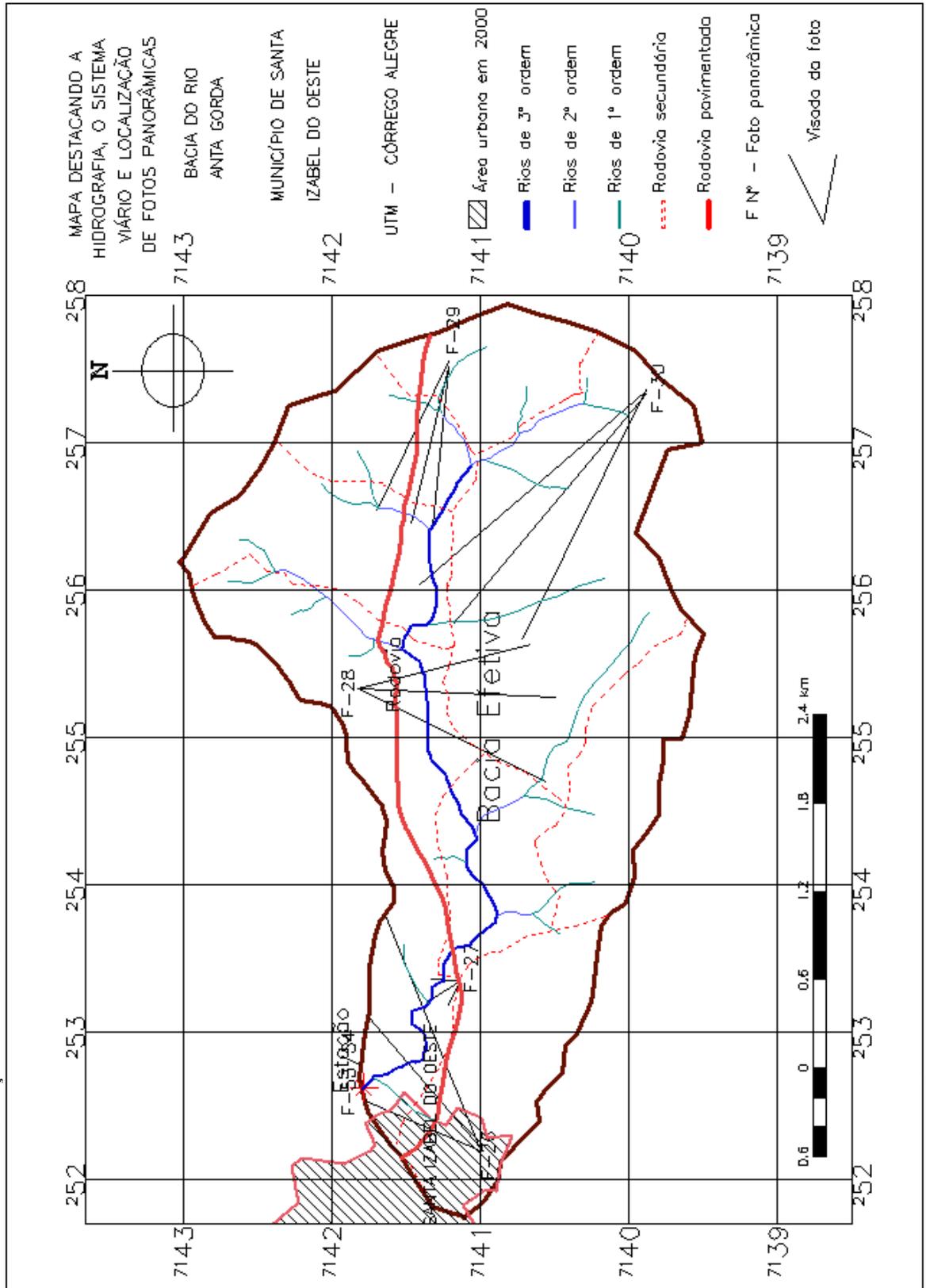


FIGURA 34 - PADRÕES DE DRENAGEM, LOCALIZAÇÃO DE FOTOS PANORÂMICAS E INCIDÊNCIA DE ÁREAS URBANIZADAS SOBRE A BACIA DE CAPTAÇÃO DO RIO BRINCO

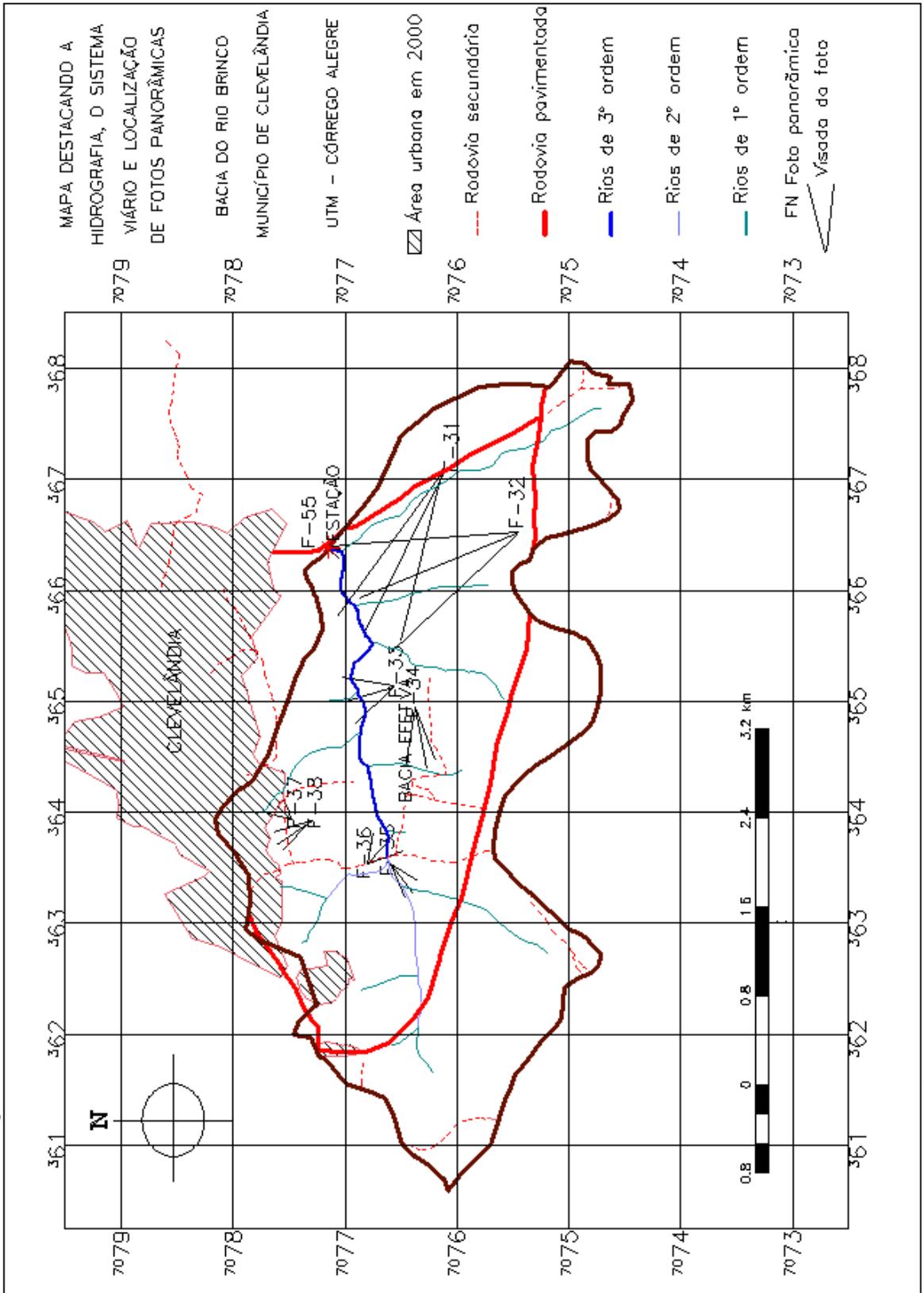


FIGURA 35 - PADRÕES DE DRENAGEM E LOCALIZAÇÃO DE FOTOS PANORÂMICAS NA BACIA DE CAPTAÇÃO DO RIO COXILHA RICA

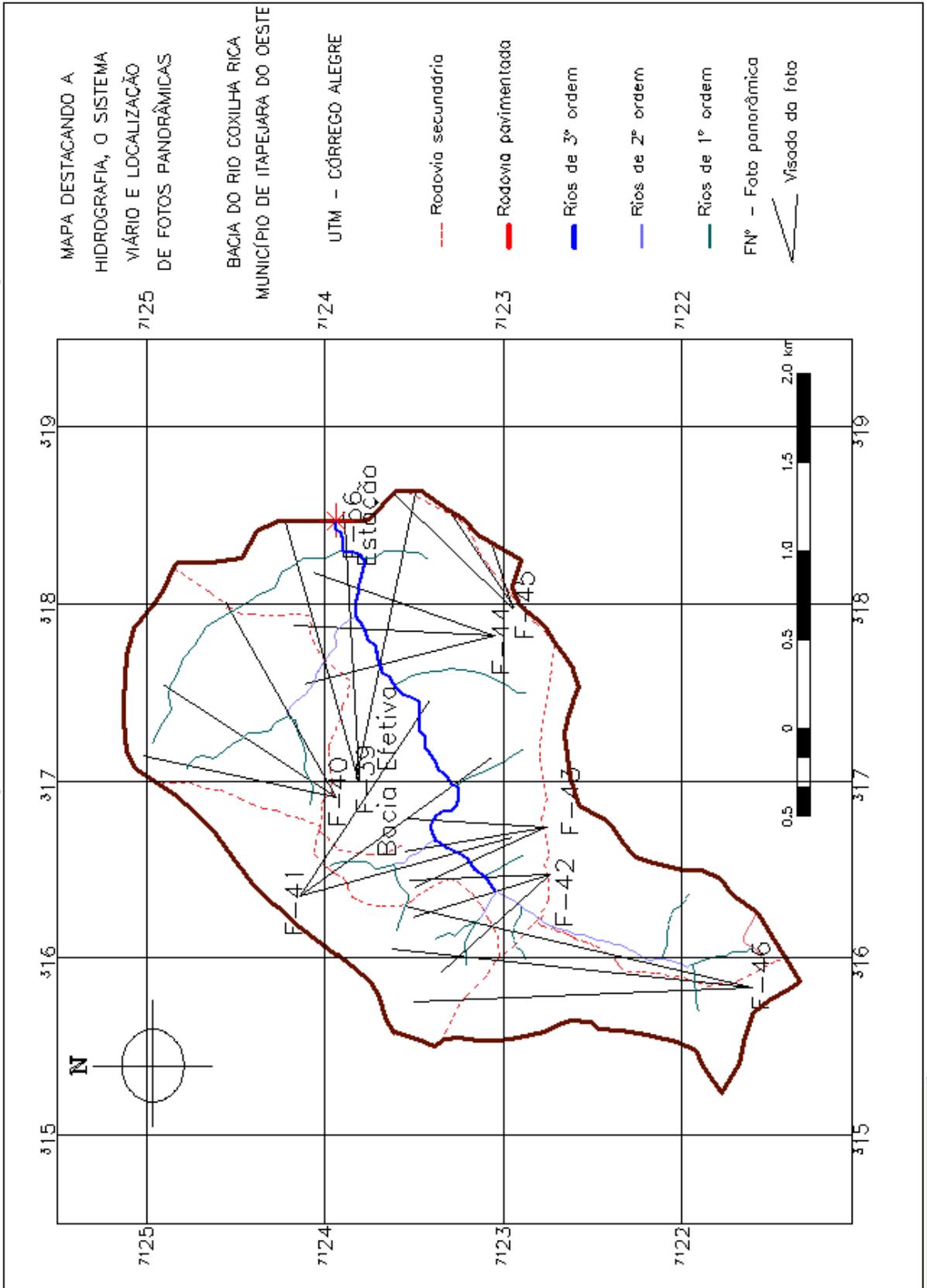
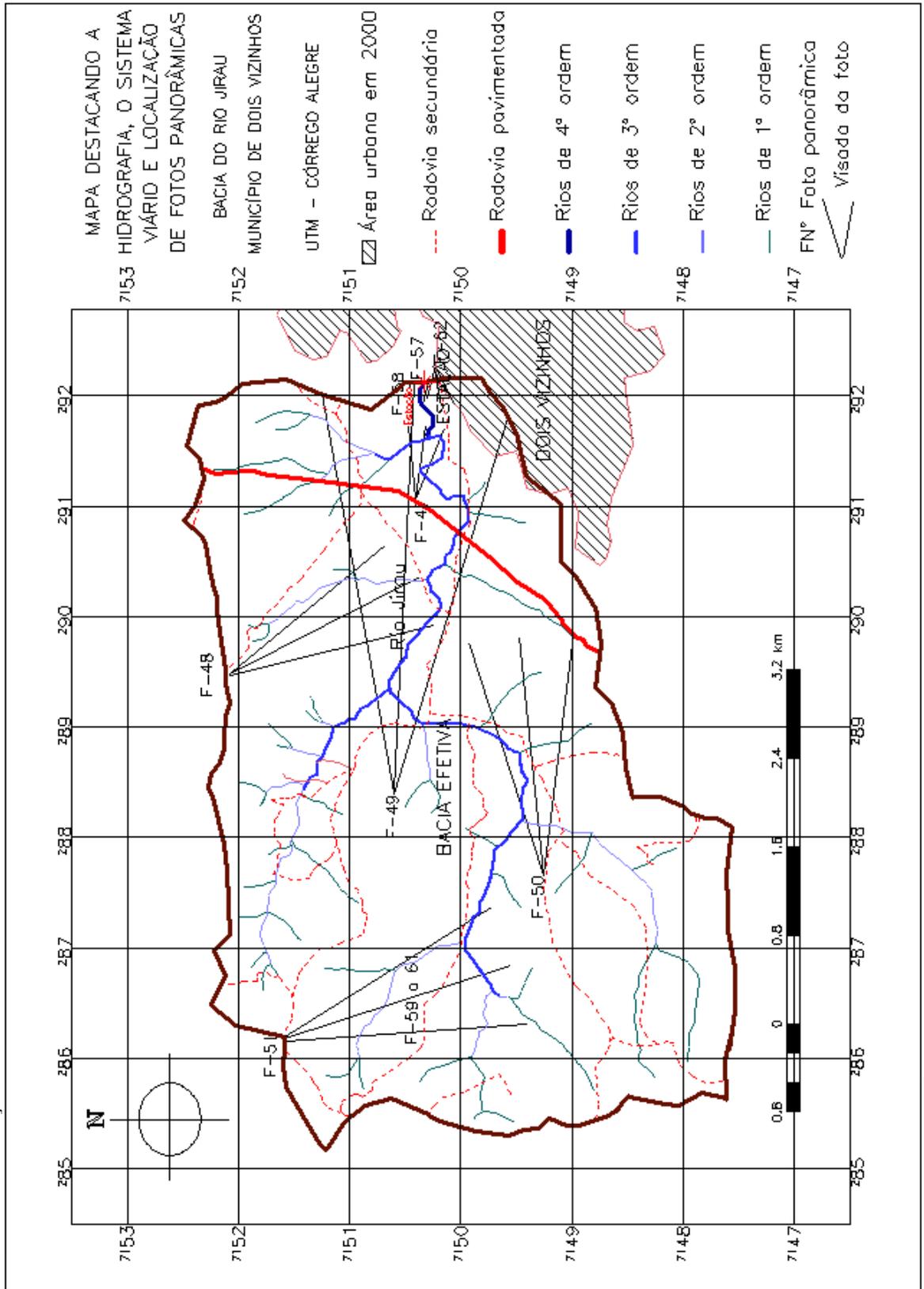


FIGURA 36 - PADRÕES DE DRENAGEM, LOCALIZAÇÃO DE FOTOS PANORÂMICAS E INCIDÊNCIA DE ÁREAS URBANIZADAS SOBRE A BACIA DE CAPTAÇÃO DO RIO JIRAU



## 6. EROSÃO SUPERFICIAL

### 6.1. METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAR A EROSÃO SUPERFICIAL

Neste trabalho, quantificou-se apenas a erosão laminar, usando a Equação Universal de Perdas de Solo - U.S.L.E e desenvolveu-se a sistemática completa de cálculos no *software* SPRING.

Cada fator da USLE teve um tratamento específico e o desenvolvimento de programa em LEGAL que possibilitasse a quantificação.

A equação é assim expressa:  $A = f(R.K.LS.CP)$

Onde: **A**= perda média anual de solo em tonelada por ha; **R**= erosividade das chuvas em MJ/ha-mm/a.; **K**= erodibilidade do solo em t ha h/ha MJ mm/a; **LS**= fator declividade e comprimento de rampa (adimensional); **C**= forma de uso e manejo (adimensional); **P**= práticas conservacionistas usadas (adimensional).

**Procedimentos para determinar o fator R - erosividade das chuvas** - Para a quantificação desse fator, inicialmente extraiu-se os dados de precipitação média anual do Atlas da SUDERHSA (1998). As isoietas de todo o Sudoeste do Estado do Paraná foram vetorizadas em ambiente AutoCAD Map, devidamente cotadas e salvas como DXF AutoCAD Map. No ambiente SPRING, em banco de dados do Sudoeste do Estado do Paraná, criou-se uma categoria MNT e importou-se os dados vetoriais (isoietas) como amostras. Através da ferramenta do SPRING MNT, comando Geração de grade triangular, sendo as amostras os dados de entrada, gerou-se uma grade triangular (TIN). Os parâmetros de entrada foram: entrada amostra, tipo “Delaunay”; tolerância de isolinha 50(m), distância entre pontos de isolinhas 1000(m); menor aresta 5(m).

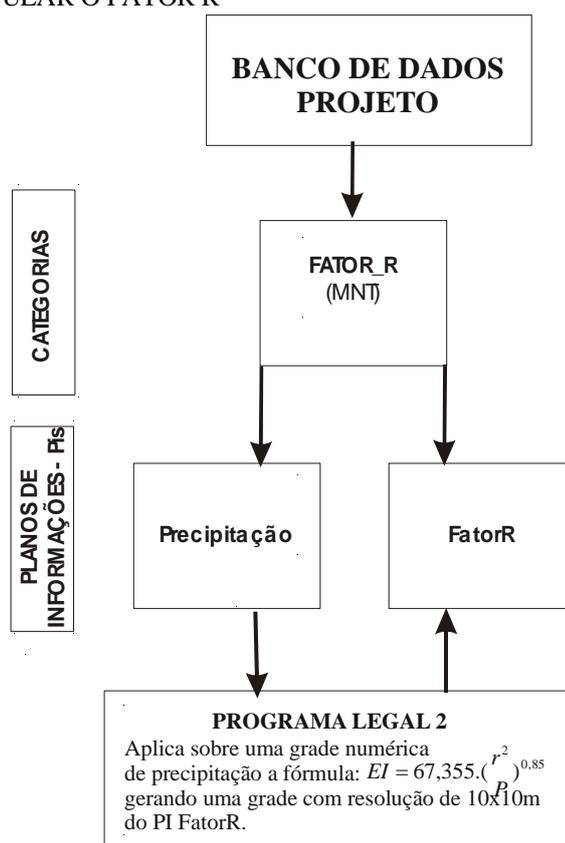
Construída a grade triangular, utilizando a ferramenta MNT do SPRING, comando geração de grade retangular, tendo o TIN como dado de entrada e

interpolador linear, construiu-se a grade retangular com uma resolução de X(50m) e Y(50m). Esse procedimento criou um PI (grade), com a precipitação média anual em mm, numa resolução de 50m x 50m, para todo o Sudoeste do Estado do Paraná.

A grade retangular da precipitação média anual do Sudoeste do Estado do Paraná, através da ferramenta MNT, comando Mosaico, foi incorporada nos bancos de dados de cada bacia, na respectiva categoria MNT e PI, e recortado pelo limite do retângulo envolvente do projeto de cada bacia.

Obtida a precipitação média de cada bacia, para intervalos de 50mx50m, desenvolveu-se em linguagem LEGAL o PROGRAMA 2 do ANEXO 01 que calculasse o fator R da USLE. A estrutura do PROGRAMA 2 consta na FIGURA 37.

FIGURA 37 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 2, DESENVOLVIDO PARA CALCULAR O FATOR R



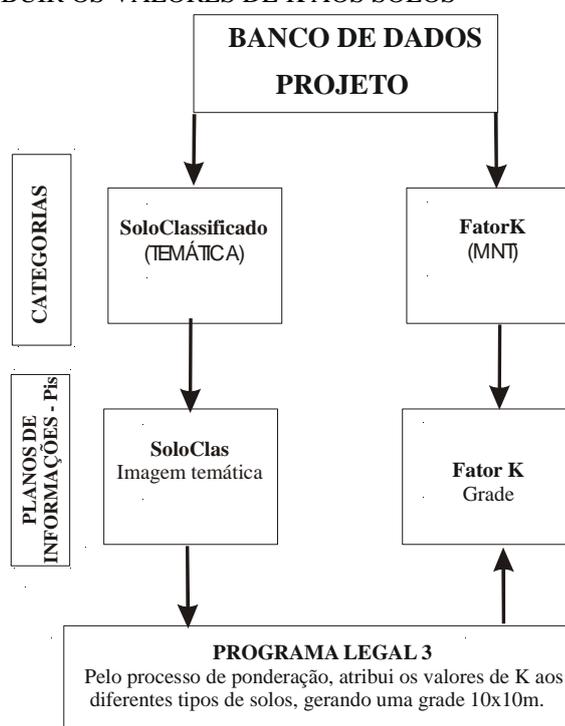
Dessa forma, o PROGRAMA 2 criou, em Categoria MNT, um PI com grade retangular com o valor do Fator R, com uma resolução de 10m x 10m.

**Procedimentos para determinar o fator K - erodibilidade do solo** - De posse do resultado das análises físicas dos solos de cada bacia e com os dados relativos à classificação de solos, já devidamente incorporados no banco de dados de cada bacia em categoria temática, procedeu-se previamente à identificação do Fator K de cada solo, pelo nomograma de WISCHMEIER & SMITH (1965)<sup>12</sup> apud RESENDE & ALMEIDA (1985).

Conhecido o fator K de cada tipo de solo, desenvolveu-se em linguagem LEGAL o PROGRAMA 3 do ANEXO 01, para atribuir os respectivos valores em termos espaciais dentro das bacias. A estrutura do PROGRAMA 3 consta na FIGURA 38.

Dessa forma, o PROGRAMA 3 criou, em Categoria MNT, um PI com grade retangular com o valor do Fator K, com uma resolução de 10m x 10m.

FIGURA 38 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 3, DESENVOLVIDO PARA ATRIBUIR OS VALORES DE K AOS SOLOS



<sup>12</sup> WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D.D. *Predicting rainfall erosion losses*. Washington, 1965. (Agriculture handbook, 537).

**Procedimentos para determinar o fator LS - declividade e comprimento de rampa** - Para determinação do LS, primeiro procedeu-se à identificação individual do L (comprimento de rampa) e do S (declividade %).

Para determinação do L, criou-se uma categoria MNT que recebesse as informações. Criou-se um PI dentro dessa categoria e, pela ferramenta Editar, comando Vetorial do SPRING, foram traçados manualmente todos os divisores de água principais e secundários do retângulo do projeto (bacia e em torno).

O valor de  $Z = 0\text{m}$ , previamente cotado, deu aos divisores principais e secundários o comprimento de rampa  $0\text{m}$ , pois o caminho percorrido pelas águas inicia-se no divisor de água e vai até o rio. Pelo comando mosaico, copiou-se os rios para dentro do plano de informação e foi atribuído a esses vetores a função de linhas de quebras.

Utilizando a ferramenta MNT, comando mapa de distância, criou-se o PI na forma de grade retangular, com resolução em  $X(10\text{m})$  e  $Y(10\text{m})$ . Essa grade de distância teve como ponto de partida os divisores de água ( $0\text{m}$ ) até as linhas de quebras caracterizadas pelas linhas da hidrografia.

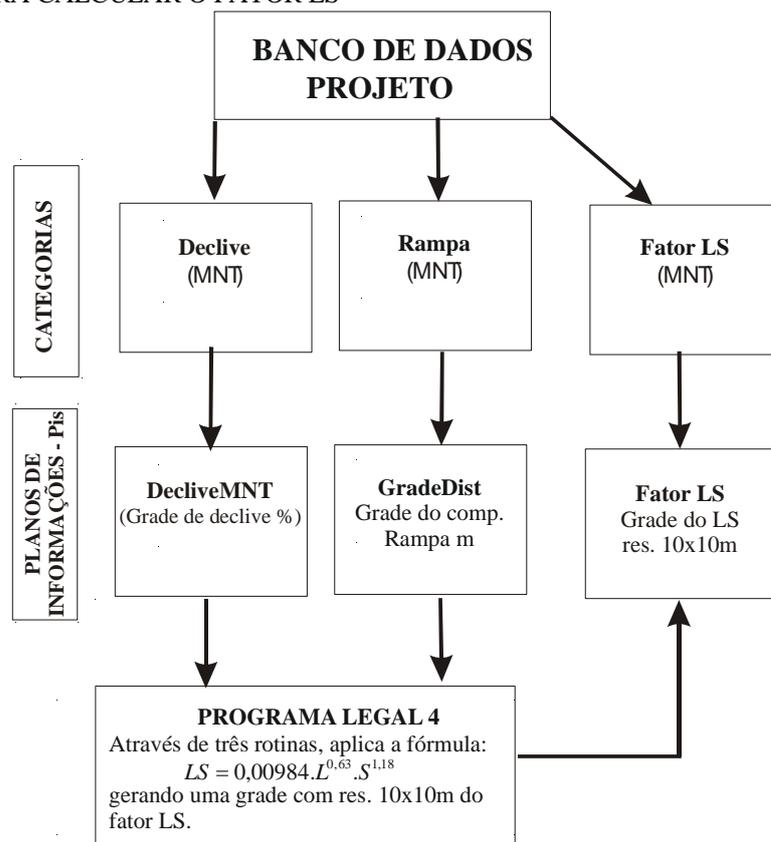
Para geração do fator D, a partir das amostras da altimetria, em categoria MNT, através da ferramenta MNT, comando geração de grade triangular, criou-se a grade triangular (TIN) usando os rios com linha de quebra. A partir dessa grade, e com a mesma ferramenta, usando o comando geração de grade retangular, gerou-se uma grade altimétrica com resolução  $X(10\text{m})$  e  $Y(10\text{m})$ . A partir dessa grade, ainda usando a ferramenta MNT, comando declividade, com as opções de entrada grade, saída, declividade, unidade e porcentagem, gerou-se uma grade de declividade em %, com resolução  $X(10\text{m})$  e  $Y(10\text{m})$ .

As grades retangulares do comprimento de rampa e declividade foram introduzida no PROGRAMA 4 do ANEXO 01. Esse programa gerou, em categoria MNT, na forma de grade retangular, com resolução de  $X(10\text{m})$  e  $Y(10\text{m})$ , um PI para o fator L e outro PI para o fator S e, em seguida, o PI final do fator LS.

A estrutura do PROGRAMA 4 consta na FIGURA 39.

Ressalta-se que, na determinação do L, levou-se em conta a encosta natural, sem considerar a quebra da circulação da água por barreiras, como mata ou práticas conservacionistas mecânicas.

FIGURA 39 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 4, DESENVOLVIDO PARA CALCULAR O FATOR LS



**Procedimentos para determinar o fator CP - Forma de uso, manejo e práticas conservacionistas** - O primeiro passo foi incorporar as imagens do Landsat 5 no banco de dados de cada bacia. Inicialmente, através do *software* IPIMA, converteu-se as imagens que estavam em formato TIF, sem geo-referenciamento, para o formato do SPRING (GRIB).

As imagens em formato GRIB foram georeferenciadas utilizando a ferramenta Arquivo do SPRING, comando Registro. Dessa forma, transferiu-se para as imagens, via teclado, as coordenadas de pontos conhecidos do banco de dados vetorial.

Em seguida criou-se, no banco de dados das respectivas bacias, uma categoria de imagem que recebesse os arquivos raster devidamente georeferenciados. Utilizando a ferramenta Arquivo comando Importar arquivos GRIB, importou-se as imagens do LANDSAT TM5 (2000), das bandas 3, 4 e 5. No processo de importação, usou-se o interpolador bilinear.

Concluída a importação, ocorreu o completo remapeamento dos pixels, passando de um sistema de linhas e colunas para o novo sistema de coordenadas cartográficas e as imagens encaixaram-se adequadamente nos seus respectivos locais.

Com a ferramenta Imagem, e a combinação das três bandas sendo exibidas na tela, efetuou-se o ajuste de contrastes em cada canal. Através da mesma ferramenta, usando o comando Classificação, criou-se um arquivo de contexto que recebesse as informações para classificação das três bandas. Depois, com a opção Treinamento, adquiriu-se no mínimo 4 amostras representativas para cada forma de uso da bacia.

As formas de uso que foram selecionadas para identificação e delimitação cartográfica foram: vegetação primária (VP), vegetação secundária em estágio avançado (VSEA), vegetação secundária em estágio médio (VSEM), vegetação secundária em estágio inicial (VSEI), lavoura, solo descoberto e pastagem. Criou-se uma imagem classificada e, utilizando o classificador Maxver, nível de aceitação 100%, efetuou-se uma análise das amostras. Foram aceitas aquelas cujo desempenho médio foi igual ou superior a 70%.

Dentro dessa média, efetuou-se a classificação inicial e, em seguida, após essa classificação, usando peso 3 (varia de 1 a 7) e limiar de aceitação 5 (varia de 1 a 7), realizou-se a classificação definitiva da imagem.

Com a opção Mapeamento, associou-se o tema da imagem classificada com as classes de uma categoria temática e as informações das formas de uso passaram a integrar, também, um novo PI na forma de polígonos classificados e imagem temática.

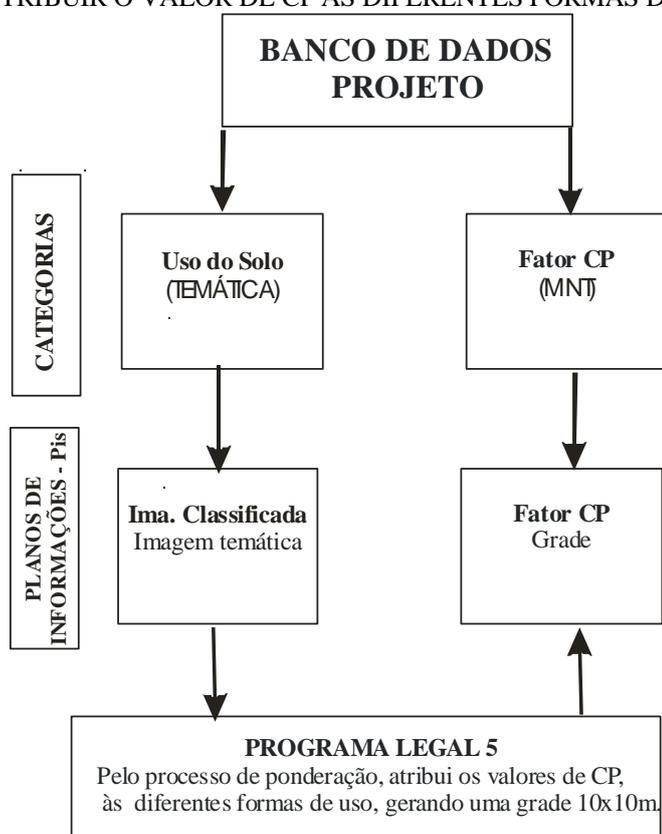
Na forma temática, foi possível quantificar a área e o perímetro ocupado por cada forma de uso e atribuir às mesmas, através de PROGRAMA 5 do ANEXO 01, os

pesos obtidos em bibliografias do fator CP.

Inicialmente o programa recuperou as informações temáticas das formas de uso, ponderou pesos e criou uma grade com resolução de X(10m) e Y(10m), individualizada para C e para P. Em seguida, multiplicando as grades, gerou o PI final do CP em uma grade de resolução X(10m) e Y(10m), que foi usado para cálculo da erosão laminar.

A estrutura do PROGRAMA consta na FIGURA 40.

FIGURA 40 - FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 5, DESENVOLVIDO PARA ATRIBUIR O VALOR DE CP ÀS DIFERENTES FORMAS DE USO



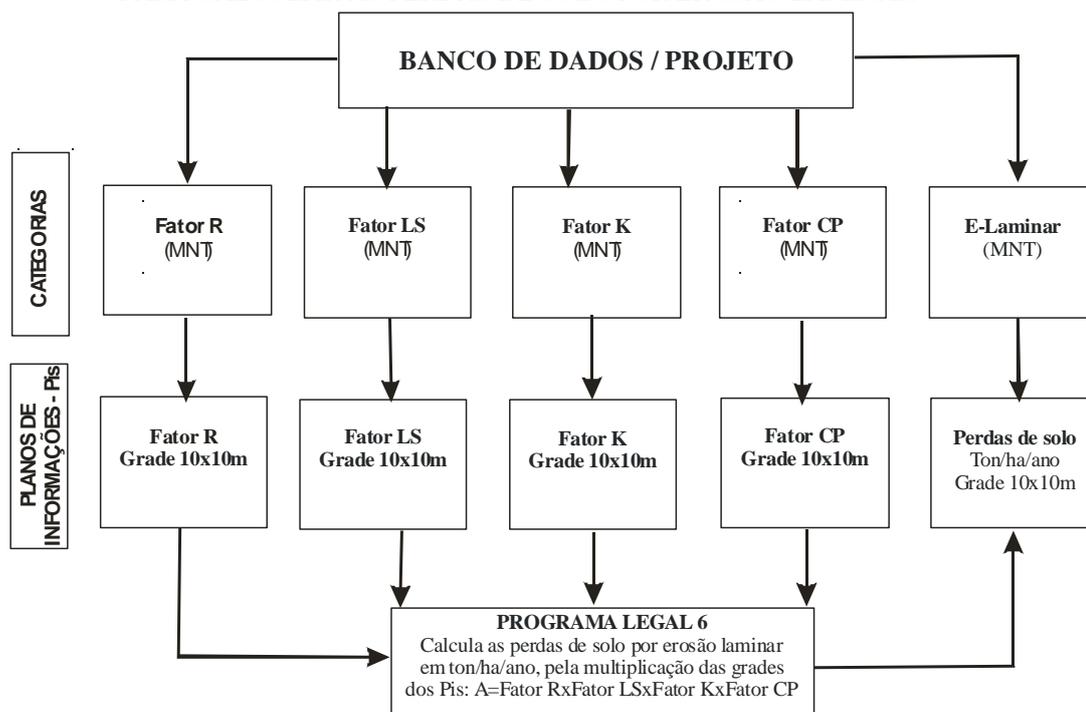
**Procedimentos para quantificação do A - perda média anual de solo em tonelada por ha** - Criados os Pis na forma de grade para cada fator, finalmente foi possível, pela USLE  $A=f(R.K.LS.CP)$ , através de PROGRAMA 6 do ANEXO 01, quantificar as perdas de solo por erosão laminar, em t/ha/ano.

Finalizando, criou-se, em categoria numérica, um PI, na forma de grade, que

contém as perdas de solo para a situação atual em t/ha/ano, em uma resolução de X(10m) e Y(10m).

A estrutura do PROGRAMA 6 consta na FIGURA 41.

FIGURA 41 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 6, DESENVOLVIDO PARA CALCULAR AS PERDAS DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR



## 6.2. O PROCESSO EROSIVO

Os detritos (sólidos) transportados pelos cursos de água têm origem, principalmente, na erosão superficial do solo. As gotas de chuvas, caindo na superfície do solo, desagregam as partículas do mesmo, removendo-as. Esse processo é tão mais intenso quanto menor for a cobertura vegetal, maior a intensidade da chuva, maior o grau de declive e maior a susceptibilidade do solo à erosão (RANIERI et al. 1998).

Em áreas planas, as partículas desagregadas são transportadas pelo vento até terrenos inclinados e, depois, a água das chuvas, através das enxurradas, leva essas partículas até córregos e rios e, conseqüentemente, até os reservatórios, lagos e oceanos (CARVALHO, 1994).

Conforme já mencionado, a intensidade da erosão está intimamente

associada à erosividade das chuvas, à erodibilidade do solo, ao comprimento da rampa e grau do declive das vertentes, às características e ao uso e manejo do solo. Os sedimentos removidos de uma bacia durante chuva intensa podem ficar depositados em um alvéolo fluvial e ali permanecerem até outra precipitação, quando serão transportados para jusante (LOPES, 1980).

Verifica-se que a erosão hídrica é resultante da ação de diversos fenômenos que modificam as condições normais de uma bacia e que a artificialização não controlada do meio ambiente é o principal fator que acelera esse processo, pela retirada da cobertura vegetal para introduzir lavouras, construir estradas, realizar obras de terraplanagens, obras fluviais, etc. Assim se contribui decisivamente para a maior desagregação de sólidos e, conseqüentemente, para o maior transporte.

Nas regiões próximas às cabeceiras dos cursos de água, onde predomina atividade erosiva transportadora, há grande quantidade de detritos fornecidos pelas águas de rolamento, as quais correm sobre as vertentes e se juntam aos detritos da atividade erosiva do próprio rio.

No caso da água de rolamento, a parte que não é infiltrada no solo e nem é evaporada para a atmosfera sofre escoamento vertente abaixo em função da força de gravidade. Inicialmente, esse processo provoca a erosão laminar, depois em sulcos e até em voçorocas.

### **6.2.1. Erosão laminar**

É um dos tipos de erosão mais importantes, porém dificilmente perceptível. O início desse fenômeno ocorre quando as gotas de chuva, ao se precipitarem sobre o solo, rompem seus grânulos e torrões transformando-os em pequenas partículas e diminuindo a capacidade de infiltração do terreno (RESENDE & ALMEIDA, 1985).

O impacto das gotas sobre o solo abre pequenas crateras e partículas são desprendidas e lançadas até 1,0 m de altura e 1,5 m de raio de distância (MARQUES et al. 1996). Pesquisadores têm verificado que uma única chuva pode desprender mais de 200 toneladas de partículas de solo por ha (BERTONI & LOMBARDI NETO,

1990).

Esse tipo de erosão leva primeiramente as partículas menores e mais leves, as quais integram a parte ativa e de maior valor do solo, o que resulta em danos irreparáveis na sua fertilidade.

### **6.2.2. Aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo - U.S.L.E, na quantificação da erosão laminar**

Em meados do século XX, pesquisadores americanos conseguiram aprimorar equações para cálculo de perdas de solos que são usadas atualmente. O método mais usado, a U.S.L.E.  $A=f(R.K.LS.CP)$ , foi proposta por WISCHMEIER & SMITH (1965)<sup>13</sup>, apud BERTONI & LOMBARDI NETO (1990).

Os fatores **RKLS** dependem das características naturais, enquanto que o **C** e o **P** estão relacionados com as formas de ocupação e uso da terra. Portanto, a mudança na forma de atuação dos primeiros dependem de alterações ambientais como mudanças climáticas ou erosões importantes que possam alterar a topografia, por exemplo; porém o **CP** pode ser alterado por ações de uso dos solos e conservação (SÃO PAULO, 1989).

#### **6.2.2.1. Fator erosividade das chuvas - R**

Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), quando outros fatores, exceto a chuva, são mantidos constantes, as perdas de solos ocasionadas pelas chuvas em solos cultivados são proporcionais ao valor do produto de sua energia cinética e intensidade máxima em 30 minutos. Esse efeito representa a interação que mede como a erosão por impacto, o salpico e a turbulência se combinam com a enxurrada para transportar as partículas de solo desprendidas (RESENDE & ALMEIDA, 1985).

O produto da energia cinética pode ser medido pela intensidade ou pelo valor

---

<sup>13</sup> WISCHMEIER, W. H. & MANNERING, J. V. **Relation of soil properties to its erodibility**. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, Wisc., 33:131-137

EI, índice de erosividade da chuva.

De acordo com os autores, a energia das gotas de chuva aqui referida é uma energia decorrente do movimento: essa energia cinética é expressa em Megajoule/hectare-milímetro de chuva, e seus valores são dados pela equação:

$$E_c = 0,119 + 0,0873 \log I$$

**E<sub>c</sub>** - energia cinética em Megajoule/ha-mm; **I** - Intensidade da chuva em mm/hora.

A partir de 76mm/ha, as gotas de tamanho médio não aumentam mais, sendo esse número o limite superior da variável I e nele a energia cinética é igual a 0,283MJ/ha-mm.

$$O \text{ índice de erosão } EI_{30} = E_c * I_{30}$$

**EI<sub>30</sub>** - Índice de erosão em Megajoule/hectare multiplicado por milímetro por hora.

**E<sub>c</sub>** - Energia cinética;

**I<sub>30</sub>** - Intensidade máxima em 30 minutos, em mm/hora.

A soma dos valores de EI de um período permite avaliar a erosividade da chuva nesse espaço de tempo. A soma de todos os valores de EI maiores do que 10mm, ou menores, mas que proporcionaram perdas de solos significativas, permitem conhecer o EI anual.

Utilizando o método de cálculo citado por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), através dos dados pluviométricos anual e mensal de uma bacia é possível determinar a erosividade das chuvas. As fórmulas utilizadas para os cálculos de R são:

R - EI x 12 meses;

R - Erosividade da chuva em MJ/ha - mm/ano;

$$EI = 67,355 \cdot \left(\frac{r^2}{P}\right)^{0,85}$$

Onde - EI é a média mensal do índice de erosão, MJ/ha mm; r é a precipitação média mensal em milímetro; P é a precipitação média anual mm/ano.

Os cálculos resultam em um EI - em MJ/ha - mm/mês.

Para cálculo do Fator R de cada bacia, utilizaram-se os dados de precipitação

anual do Atlas da SUDERHSA (1998), no qual pode-se verificar sobre o mapa de Isoietas do Sudoeste do Estado do Paraná, os índices de precipitação anual em cada bacia.

TABELA 29 - PRECIPITAÇÃO E EROSIVIDADE DAS CHUVAS DAS QUATRO BACIAS (FATOR R)

Bacia	Precipitação média anual (mm/a)	Precipitação média mensal (mm/mês)	Fator R médio MJ/ha - mm/ano
Rio Anta Gorda	1900,00	158,33	7242,4
Rio Brinco	1922,5	160,21	7315,41
Rio Coxilha Rica	1975,22	164,60	7485,66
Rio Jirau	1868,81	155,73	7141,26

Na TABELA 29, estão os dados médios de erosividade das chuvas das quatro bacias efetivas. Os valores demonstram que a maior erosividade está na bacia do rio Coxilha Rica, e em seguida estão as bacias dos rios Brinco, do rio Anta Gorda e por último a bacia do rio Jirau.

BIGARELLA & MAZUCHEWSKI (1985, p. 102) elaboram mapa de erosividade da chuva para o Estado do Paraná e os valores determinados para o Sudoeste do Estado do Paraná foram entre 7770 e 8880 MJ/ha - mm/ano, superiores ao valor que foi encontrado.

RUFINO et al. (1993)<sup>14</sup> apud JICA (1995) apresentaram mapa de erosividade da chuva no Estado do Paraná, e os valores determinados para o Sudoeste do Estado do Paraná ficaram entre 11000 e 12000 MJ/ha - mm/ano, superiores ao valor que foi encontrado.

Nos dois casos, os valores não são iguais aos que apresentamos, porque os períodos em que foram consideradas as precipitações e o método de desenvolvimento dos cálculos são diferentes.

#### 6.2.2.2. Fator erodibilidade do solo - K

A erodibilidade varia para cada tipo de solo, pois mesmo que os fatores declividade, precipitação, cobertura vegetal e práticas conservacionistas fossem iguais em solos argilosos e arenosos, os últimos, devido às suas características físicas e

<sup>14</sup> RUFINO, R. L., et al., Comissão VI - Manejo e conservação do solo e da água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 17, 439-444.

químicas, são mais susceptíveis à erosão.

As propriedades do solo que influenciam na erodibilidade são as que afetam a velocidade de infiltração, a permeabilidade, a capacidade de armazenamento de água e oferecem resistência às formas de dispersão, salpico, abrasão, transporte e escoamento pelas chuvas (LARIOS, 2003).

Para determinação do K dos solos utiliza-se um normograma ou ábaco desenvolvido por WISCHMEIER & SMITH (1965)<sup>15</sup>, apud RESENDE (1985), cujo método usa teores de silte mais areia fina (0,002 a 0,1 mm), percentagem de areia (0,1 a 2,0 mm), matéria orgânica, estrutura e permeabilidade.

Introduzidos os dados físicos dos solos da TABELA 30, no ábaco (FIGURA 42), foi possível identificar o fator K dos solos das quatro bacias, conforme consta na coluna 9 da TABELA 30.

Os solos das quatro bacias efetivas, por terem textura argilosa, apresentam em geral baixa erodibilidade. Os menos erodíveis são os Latossolos, que são solos maduros e profundos, isto é, mais intemperizados e profundos.

À medida que o grau de maturidade e profundidade vai diminuindo, o grau de erodibilidade vai aumentando. Dessa forma, na seqüência aparecem as Terras Roxas, seguidas pelos Cambissolos e Brunizem e, por último, com maior grau de erodibilidade, estão os Litossolos.

Para confirmação dos dados do fator K, foi efetuada também a determinação através de cálculos. A fórmula utilizada é a citada por LARIOS (2003), assim constituída:

$$K = (0,0061 * P) + (0,0083 * MO) - (0,0012 * OAL) - (0,0004 * AR)$$

Onde: K é expresso em t ha h/ha MJ mm; P é a permeabilidade do solo em cm/h; MO é o teor de matéria orgânica em %; OAL é o teor de óxido de alumínio em %, extraído por ácido sulfúrico; AR é o teor de partículas em %, entre 2 e 0,5mm.

Observando a TABELA 31, verifica-se que os dados calculado de K, na grande maioria, apresentam valores próximos aos obtidos através do ábaco. Portanto, confirmam a metodologia de utilização do cartograma para determinação do K. Os

---

<sup>15</sup> WISCHMEIER & SMITH Op. Já citado na página 143

valores de K utilizados foram os obtidos via ábaco, uma vez que as análises de solos foram realizadas com essa finalidade, sendo portanto os resultados obtidos por esse método mais confiáveis.

A TABELA 32 e a FIGURA 43 à FIGURA 46 demonstram que a bacia do Rio Brinco é a que possui a maior quantidade de área com solos pouco erodíveis, na seqüência estão a bacia do rio Anta Gorda, do rio Jirau e, por último a do rio Coxilha Rica.

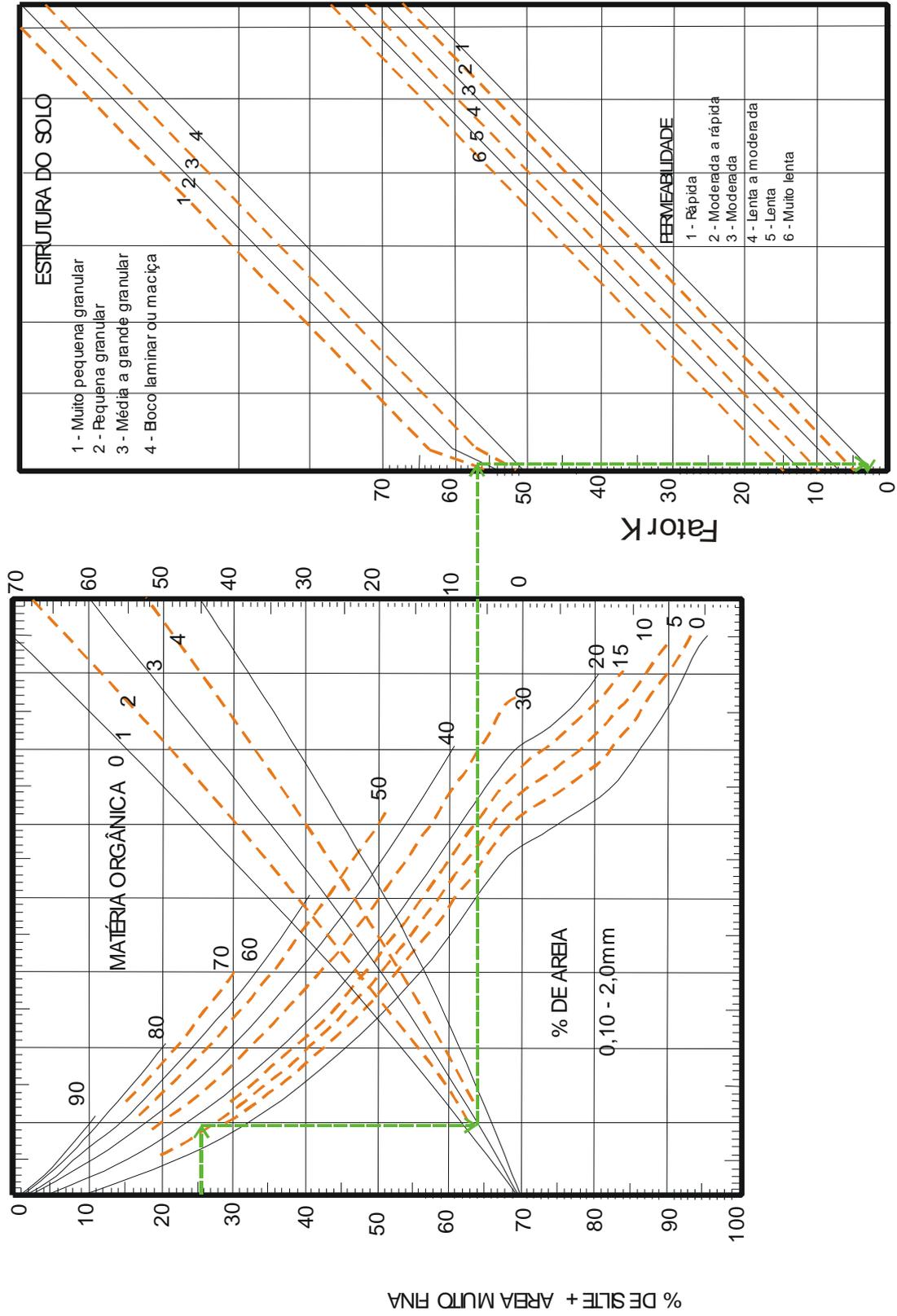
Os dados de permeabilidade dos solos que constam na TABELA 31 foram determinados com base em GOMES (1999), sendo a textura dos solos o parâmetro fundamental para a atribuição dos valores.

SILVA et al. (1999), propõem modelo para estimativa do Fator K para latossolos brasileiro. Em seus estudos encontraram os valores de K mínimo de 0,002, médio de 0,011 e máximo de 0,034. Portanto, os dados apresentados nesse trabalho se enquadram na realidade dos solos brasileiros.

TABELA 30 - PARÂMETROS FÍSICOS E FATOR K DOS SOLOS

Bacia	Solo	MO %	Argila %	Silte mais areia fina (0,002 a 0,1 mm) %	Areia (0,1 a 2,0 mm) %	Estrutura	Permeabilidade	Fator K
Anta Gorda	LRd	2,14	60	26	14	Muito Peq. Granular	Moderada/Rápida	0,03
	TRd	2,3	59	24,5	16,5	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,04
	Re	1,91	32	47	21	Muito Peq. Granular	Rápida	0,11
	Ce	2,3	37	41	22	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,06
	TRd	2,3	46	33,5	20,5	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,05
	LRd	2,14	64	20,5	15,5	Muito Peq. Granular	Moderada/Rápida	0,03
Brinco	LBa	2,7	63	25	12	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,04
	LRd	2,3	73	17	10	Muito Peq. Granular	Moderada/Rápida	0,04
	Ca	2,7	61	27,5	11,5	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,06
	LRd	2,7	32,6	55,4	12	Muito Peq. Granular	Moderada/Rápida	0,04
	TRd	2,14	68	22	10	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,05
	Ra	2,9	67	15	5	Muito Peq. Granular	Rápida	0,07
Coxilha Rica	Ca	3,8	55	19,5	6,5	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,06
	LRd	2,3	60,8	25,1	14,1	Muito Peq. Granular	Moderada/Rápida	0,03
	Ce	1,15	70	22,5	7,5	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,05
	Re	1,53	31,6	50,2	18,2	Muito Peq. Granular	Rápida	0,11
Jirau	TRd	1,53	64,4	21,5	13,5	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,04
	LRd	2,7	62	23,5	14,5	Muito Peq. Granular	Moderada/Rápida	0,03
	LRd	1,91	73	17,5	9,5	Muito Peq. Granular	Moderada/Rápida	0,03
	TRd	1,91	68	21,5	10,5	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,04
	Re	1,91	29	49,5	21,5	Muito Peq. Granular	Rápida	0,11
	TRd	1,53	58	25,5	16,5	Muito Peq. Granular	Rápida/Moderada	0,04
	Ce	1,53	35	45,5	19,5	Muito Peq. Granular	Rápida/moderada	0,05

FIGURA 42 - NOMOGRAMA PARA ESTIMAR A ERODIBILIDADE - K



A linha verde é um exemplo de leitura do K do solo LYd da bacia do rio Anta Gordá. Procedimento: entra-se no ábaco com os 26 % de silte + areia fina, traça-se um segmento de reta até 14 % de areia, novo seguimento de reta até 2,14 % de MO, interpola-se com o segundo gráfico, até a estrutura do horizonte A, que para o caso é muito pequena granular, vai até a permeabilidade que para o caso é rápida e liga na coluna do gráfico obtendo o fator K de 0,03. Fonte: adaptado de RESENDE & ALMEIDA (1985)

TABELA 31 - COMPARAÇÃO ENTRE O FATOR K OBTIDO POR CÁCULOS E PELO ÁBACO

Bacia	Solo	Permeabilidade cm/h	MO %	OAL (%)	Areia (0,5 a 2,0 mm) % (AR)	Fator K (Calculado)	Fator K (ábaco)
Anta Gorda	LRd	6,4	2,14	2,04	14	0,049	0,03
	TRd	9,5	2,3	16,75	16,5	0,050	0,04
	Re	15	1,91	-----	21	-----	0,11
	Ce	9,5	2,3	-----	22	-----	0,06
	TRd	9,5	2,3	2,59	20,5	0,066	0,05
	LRe	6,4	2,14	1,45	15,5	0,049	0,03
Brinco	LBa	6,4	2,7	-----	12	-----	0,04
	LRd	6,4	2,3	-----	10	-----	0,04
	Ca	9,5	2,7	38,18	11,5	0,030	0,06
	LRd	6,4	2,7	6,68	12	0,049	0,04
	TRd	9,5	2,14	-----	10	-----	0,05
	Ra	15	2,9	53,56	5	0,049	0,07
	Ca	9,5	3,8	34,07	6,5	0,046	0,06
Coxilha Rica	LRe	6,4	2,3	-----	14,1	-----	0,03
	Ce	9,5	1,15	3,91	7,5	0,060	0,05
	Re	15	1,53	-----	18,2	-----	0,11
	TRd	9,5	1,53	3,04	13,5	0,062	0,04
Jirau	LRe	6,4	2,7	-----	14,5	-----	0,03
	LRd	6,4	1,91	26,4	9,5	0,019	0,03
	TRd	9,5	1,91	17,96	10,5	0,048	0,04
	Re	15	1,91	-----	21,5	-----	0,11
	TRe	9,5	1,53	14,35	16,5	0,047	0,04
	Ce	9,5	1,53	11	19,5	0,050	0,05
Médias			Latossolo			0,0420	0,03
			Terra Roxa e Cambissolo			0,0517	0,05
			Litólico			0,0514	0,10

TABELA 32 - ERODIBILIDADE DOS SOLOS (FATOR K) DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Fator K	Identificação das bacias							
	Anta Gorda		Brinco		Coxilha Rica		Jirau	
	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área
0,03	435,58	35,93	----	----	144,89	21,57	754,54	30,52
0,04	593,80	48,98	1155,12	77,65	349,14	51,97	1151,23	46,56
0,05	0,00	0,00	266,38	17,90	30,57	4,55	52,26	2,11
0,06	75,22	6,20	56,96	3,83	144,43	21,50	500,04	20,22
0,07			9,16	0,62	----	----	----	----
0,11	107,80	8,89	0,00	0,00	2,73	0,41	14,46	0,58
Total	1212,40	100,00	1487,61	100,00	671,76	100,00	2472,53	100,00

Vide na FIGURA 43 à FIGURA 46 a distribuição do fator K nas respectivas bacias.

FIGURA 43 - TIPO DE SOLOS E CARACTERIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE (FATOR K) DA BACIA DO RIO ANTA GORDA

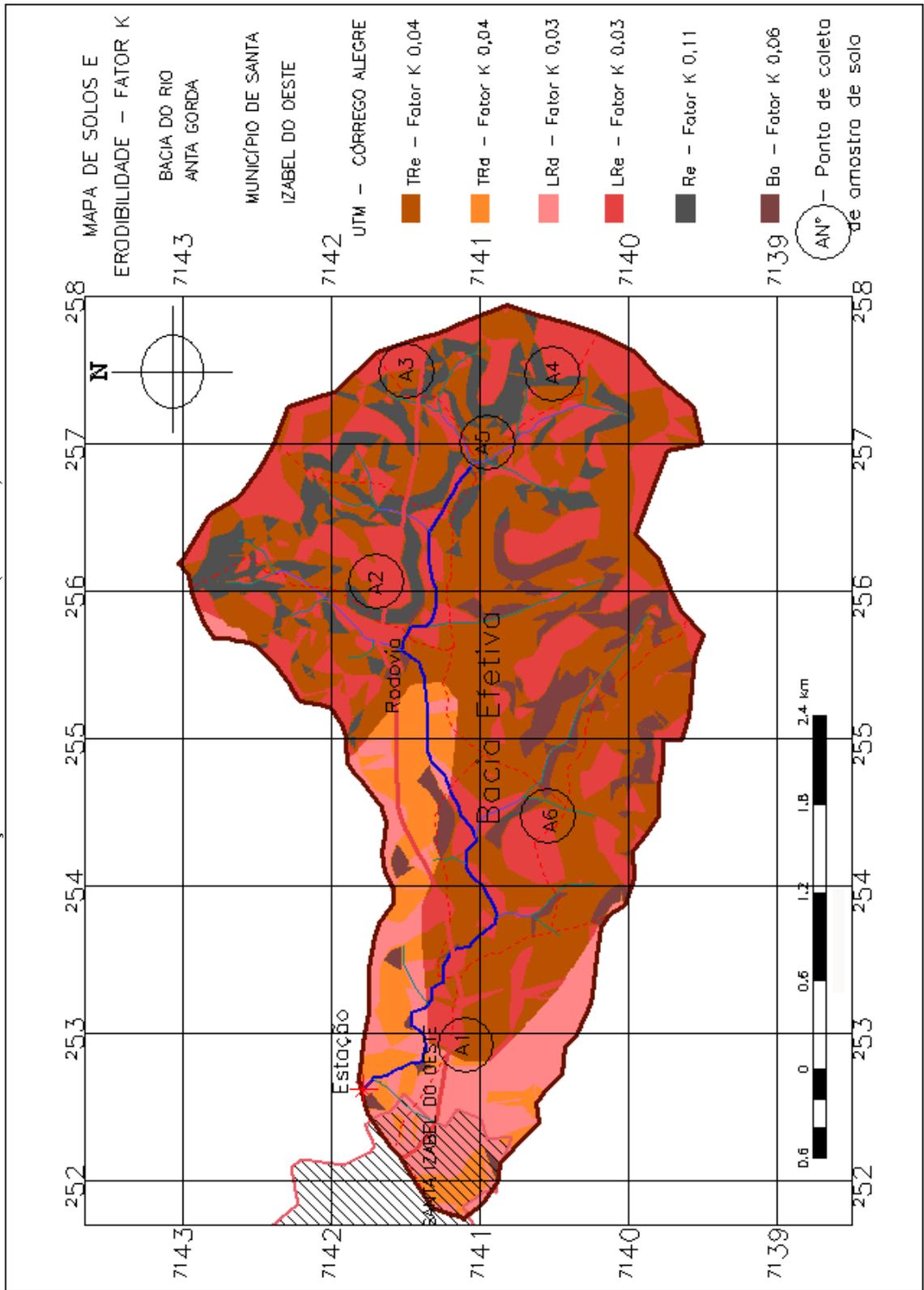


FIGURA 44 - TIPO DE SOLOS E CARACTERIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE (FATOR K) DA BACIA DO RIO BRINCO

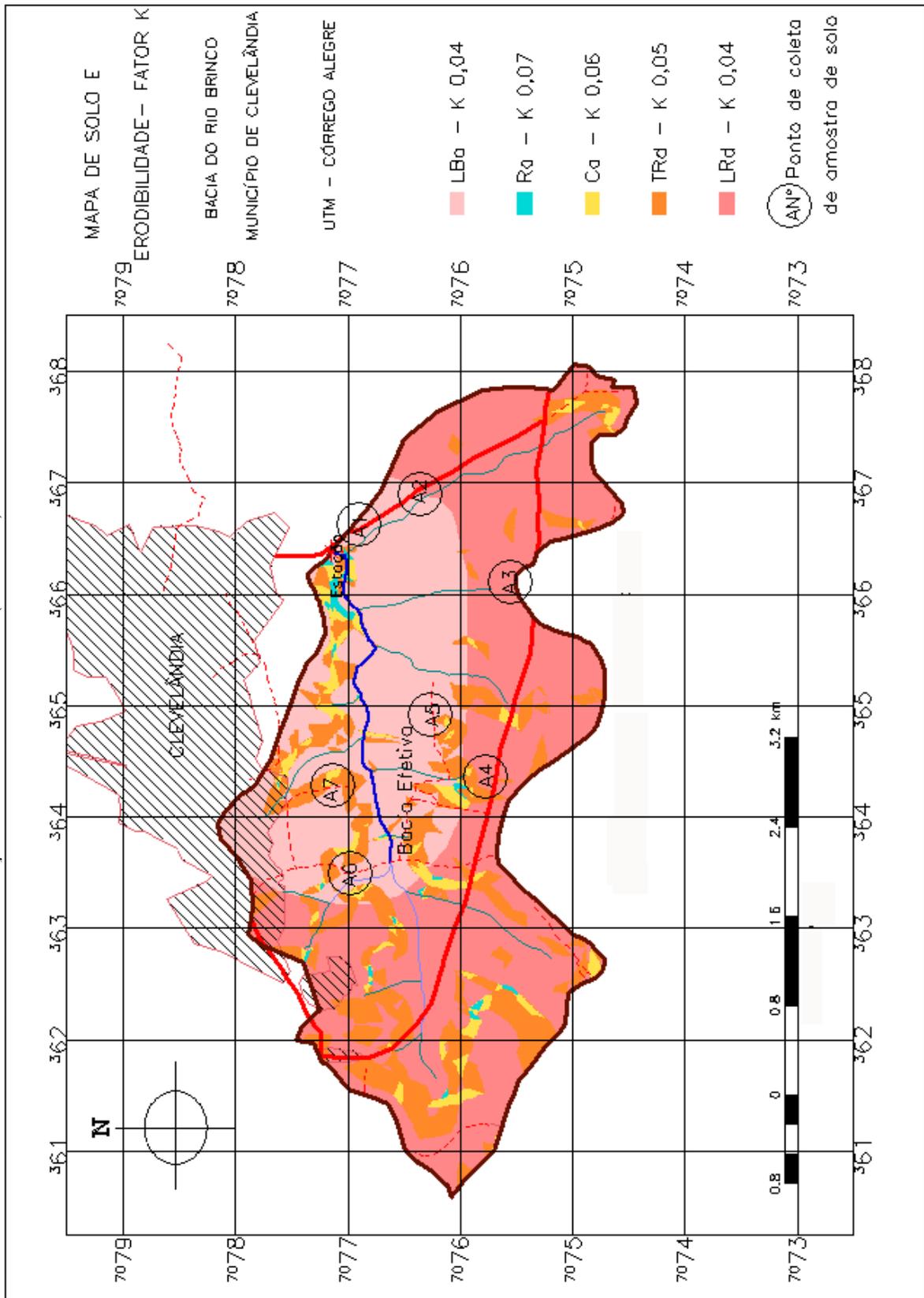


FIGURA 45 - TIPO DE SOLOS E CARACTERIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE (FATOR K) DA BACIA DO RIO COXILHA RICA

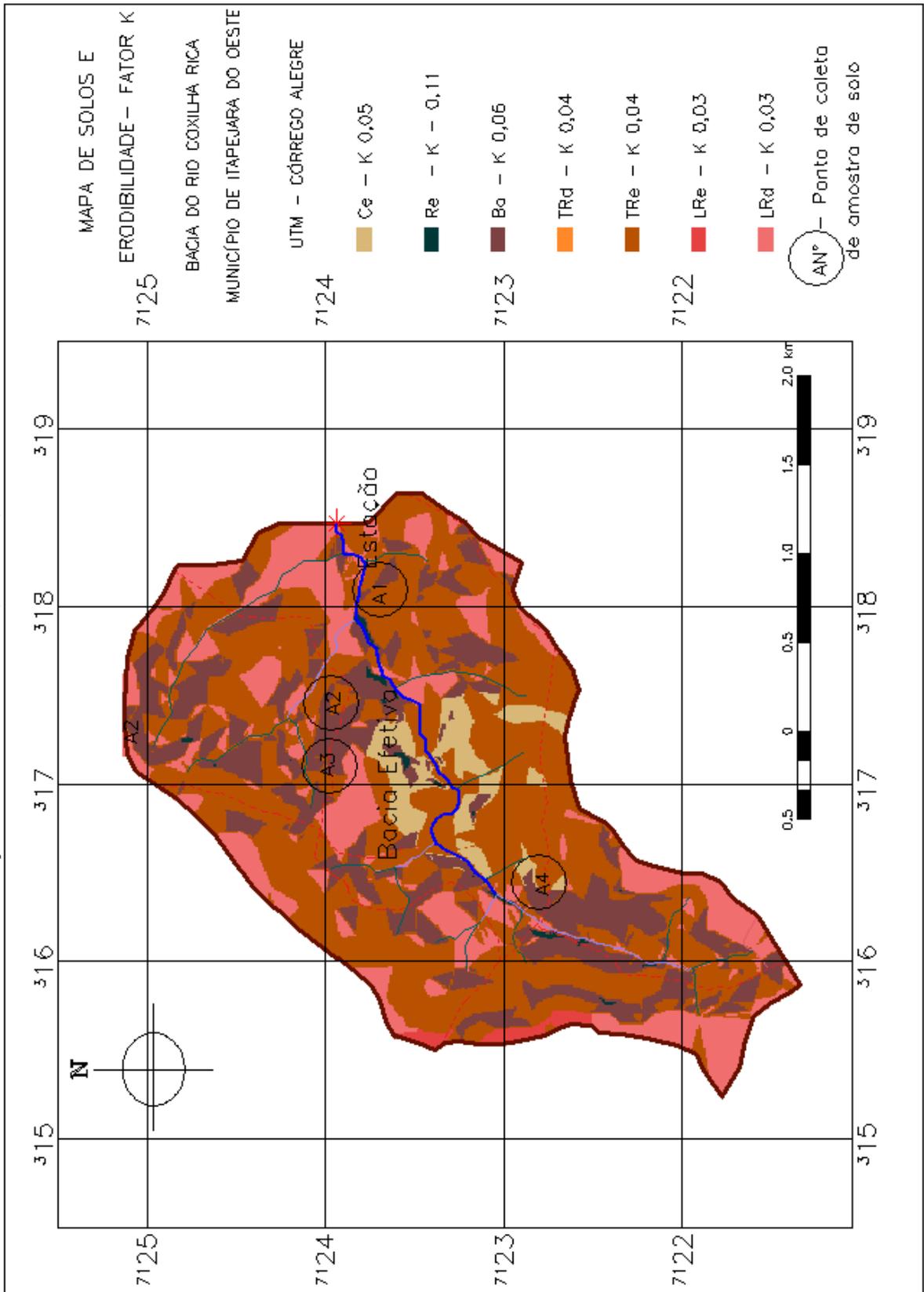
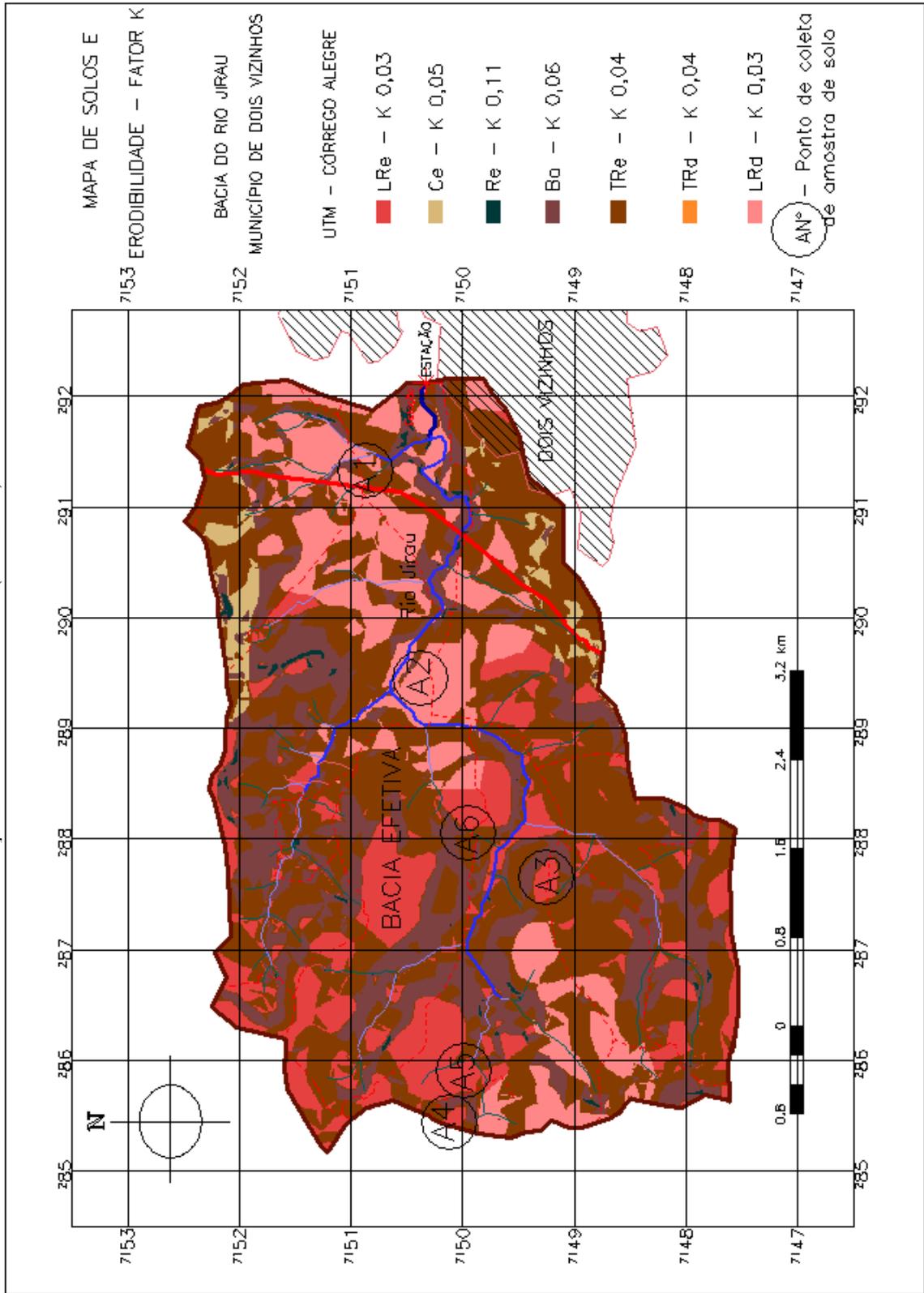


FIGURA 46 - TIPO DE SOLOS E CARACTERIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE (FATOR K) DA BACIA DO RIO JIRAU



### 6.2.2.3. Fator comprimento de rampa e grau de declive - LS

O grau de declive, ou melhor, a inclinação do terreno e o comprimento da encosta é que determinarão a velocidade de escoamento superficial, caracterizando o potencial morfogenético e sua expressão como o carregamento em termos de tamanho e quantidade de material pela erosão.

Para cálculos do LS, utilizou-se a equação citada por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990).

$$LS = 0,00984.L^{0,63}.S^{1,18}$$

**L** - Comprimento de rampa em m;

**S** - declive em %;

Para determinação do LS é aconselhável dividir a bacia em partes, de acordo com as características do relevo, setorizando-a por subbacias e identificando o comprimento médio das rampas e o grau de declive dentro de cada um desses setores, para cada classe de solo. Quando existirem práticas conservacionistas como murundus, o comprimento de rampa será igual à distância entre os terraços.

TABELA 33 - COMPRIMENTO DE RAMPA E GRAU DO DECLIVE (FATOR LS) DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Fator LS	Identificação das bacias efetivas							
	Anta Gorda		Brinco		Coxilha Rica		Jirau	
	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área
0 - 1,2	337,29	27,82	871,53	58,59	170,28	25,35	675,51	27,32
1,2 - 1,7	89,68	7,40	139,89	9,40	49,71	7,40	165,50	6,69
1,7 - 3,3	285,04	23,51	279,32	18,78	144,12	21,45	479,50	19,39
3,3 - 5,5	276,26	22,79	134,82	9,06	165,69	24,67	488,53	19,76
5,5 - 7,5	130,23	10,74	38,52	2,59	76,80	11,43	298,51	12,07
7,5 - 20	91,56	7,55	22,50	1,51	64,01	9,53	346,37	14,01
> - 20	2,34	0,19	1,03	0,07	1,15	0,17	18,61	0,75
Total	1212,40	100,00	1487,61	100,00	671,76	100,00	2472,53	100,00

A TABELA 33 e a FIGURA 47 à FIGURA 50 evidenciam que, na bacia do rio Jirau, os valores de LS acima de 3,3 abrangem maior quantidade de área e que, em seguida estão a bacia do rio Coxilha Rica, e a do rio Anta Gorda e a menor área, com LS acima desse valor, está na bacia do rio rio Brinco. Portanto, é a bacia do rio Jirau que tem um relevo mais acentuado. Maiores detalhes vide item 7.2.2.6.

FIGURA 47 – DISTRIBUIÇÃO DO FATOR LS NA BACIA DO RIO ANTA GORDA

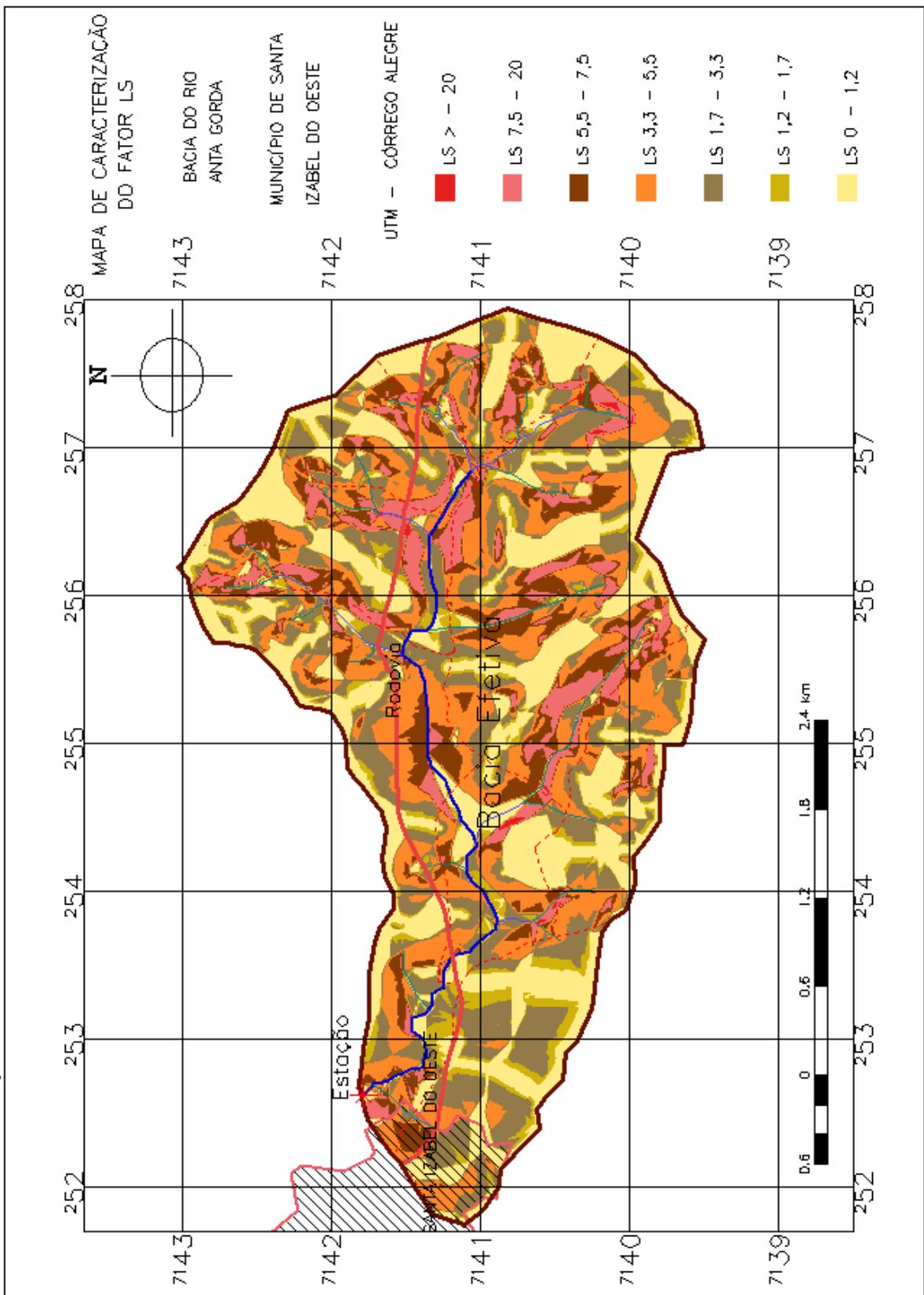


FIGURA 48 – DISTRIBUIÇÃO DO FATOR LS NA BACIA DO RIO BRINCO

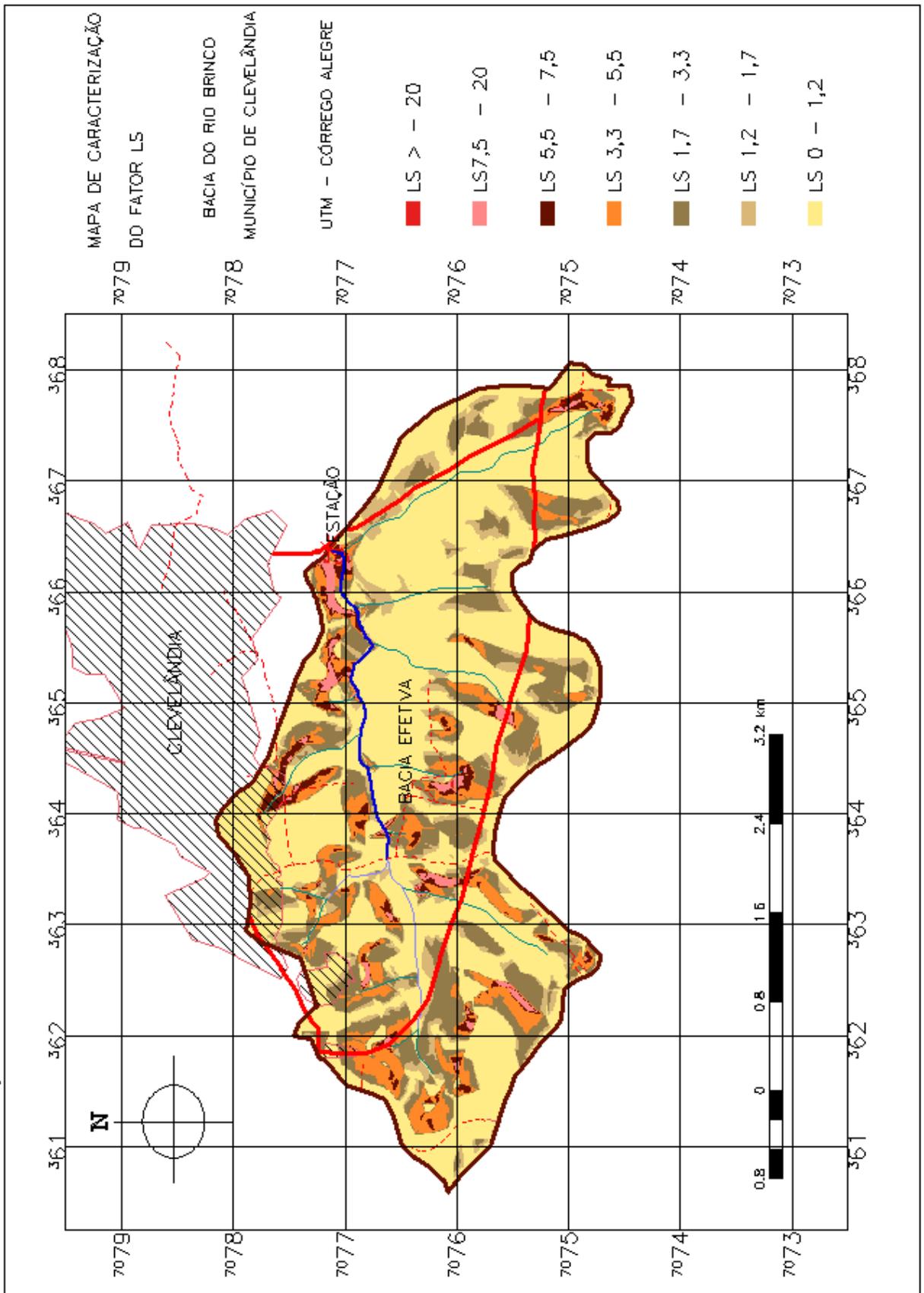


FIGURA 49 – DISTRIBUIÇÃO DO FATOR LS NA BACIA DO RIO COXILHA RICA

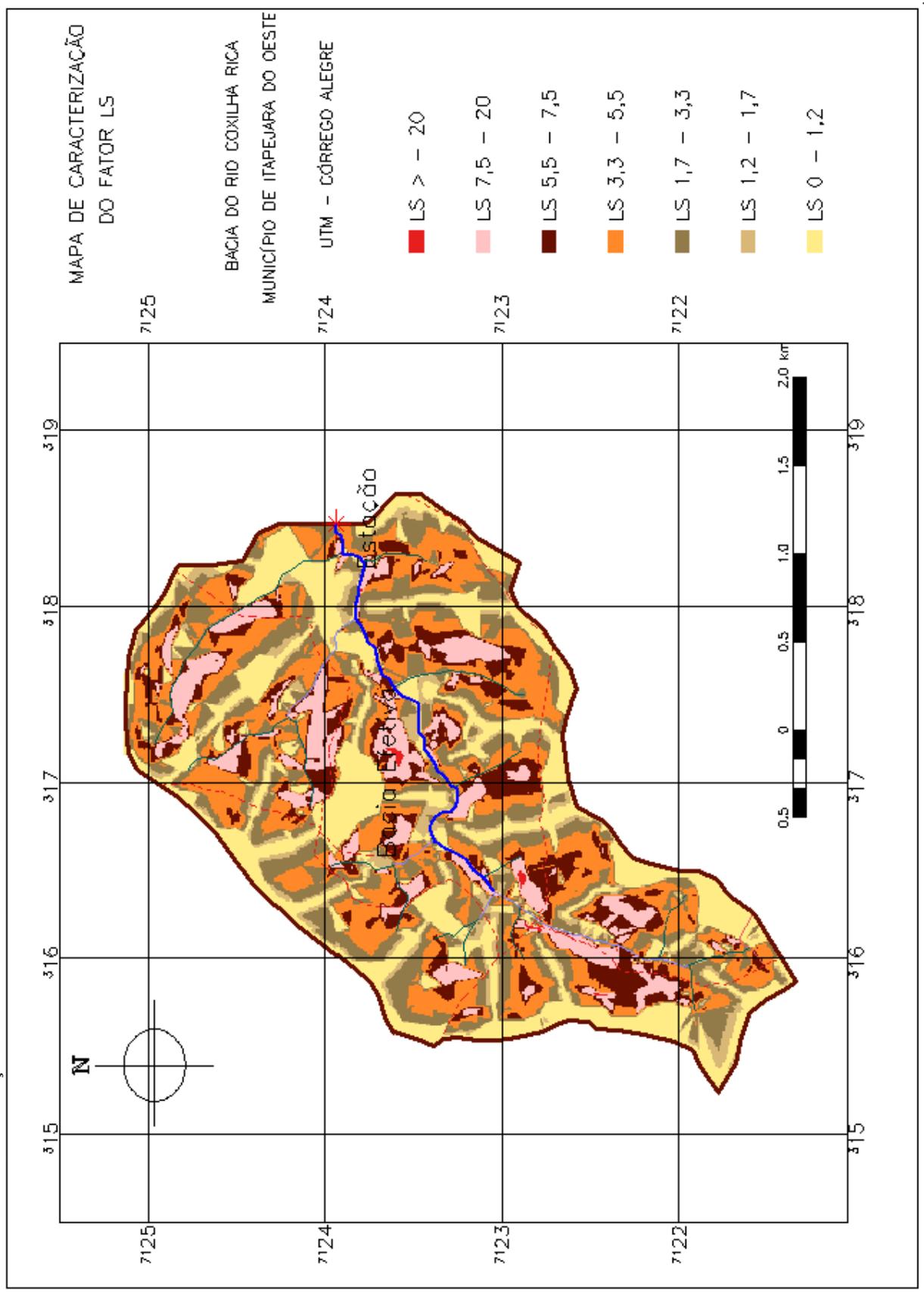
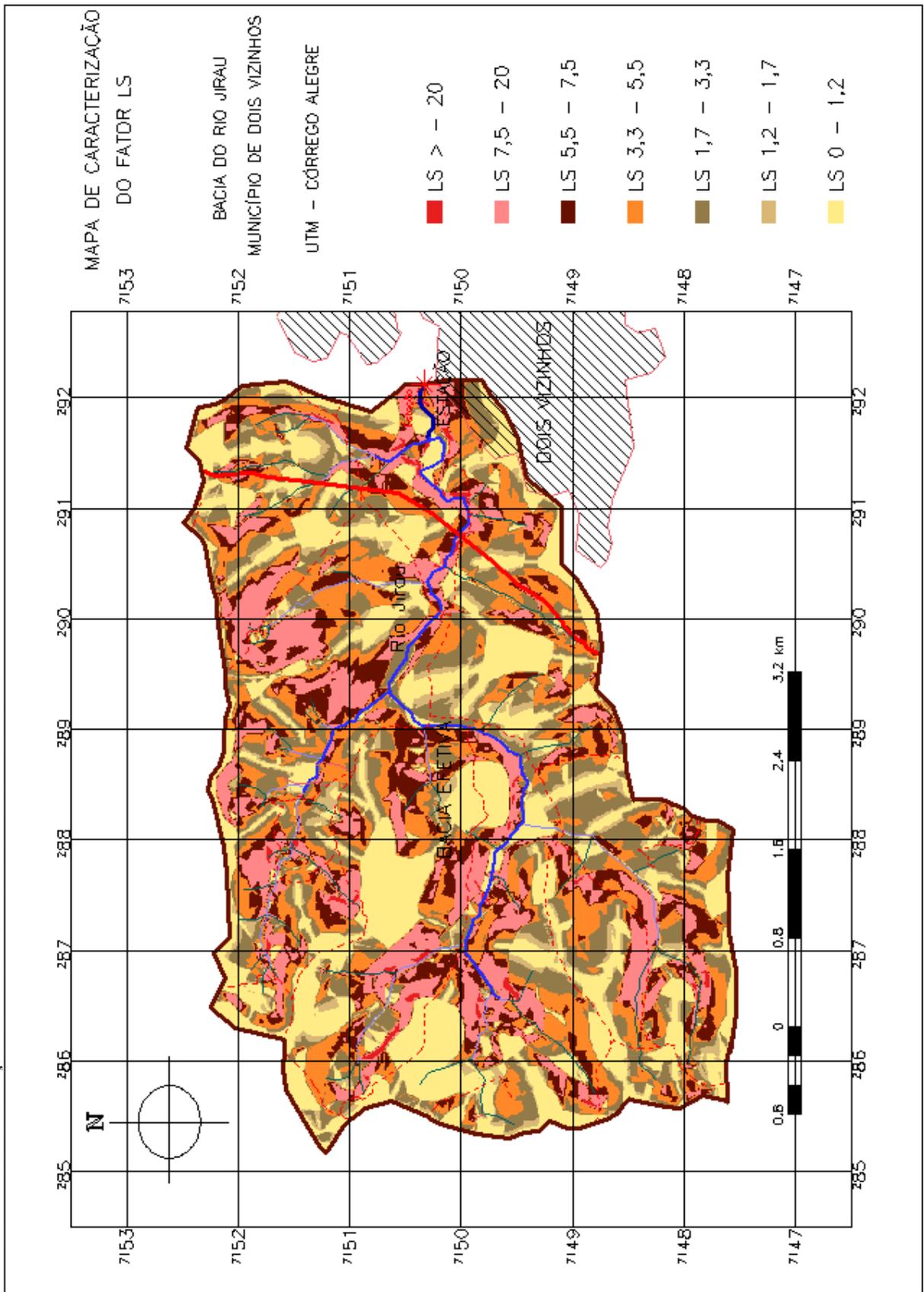


FIGURA 50 – DISTRIBUIÇÃO DO FATOR LS NA BACIA DO RIO JIRAU



#### 6.2.2.4. Fator uso – manejo - C e Fator práticas conservacionistas - P

A cobertura vegetal é um escudo natural que protege o solo, assim as perdas de solo são determinadas pela capacidade de proteção que cada cultura oferece.

Foram identificadas as características de cada forma de uso na área das bacias, em cada período observado, sendo que para as lavouras essas características se relacionaram ao sistema de cultivo e às culturas utilizadas. A partir dessas informações, com auxílio de bibliografias, determinaram-se os valores de C, conforme especificado a seguir.

As práticas conservacionistas são técnicas adotadas que visam ao controle da erosão. Os índices adaptados para a área foram: lavouras mecanizadas e lavouras de tração animal e manuais com técnicas de pousio, 0,5; para as demais formas de uso (pastagens, matas, capoeirões e vegetação secundária em estágio inicial), 1,0.

TABELA 34 - DETERMINAÇÃO DE CP

Tipo de uso	Valor de C	Valor de P	Valor de CP
Vegetação primária - VP	0,001	0,01	0,00001
Vegetação secundária em estágio avançado - VSEA	0,001	0,01	0,00001
Vegetação secundária em estágio médio - VSEM	0,003	0,04	0,00012
Vegetação secundária em estágio inicial - VSEI	0,007	0,04	0,00028
Pastagens	0,01	0,3	0,003
Lavouras mecanizadas de tração animal e manuais(+)	0,1376	0,5	0,0688
Solo descoberto (*)	0,1376	0,5	0,0688
Outras	0,00	0,00	0,00

(\*) Usou-se o mesmo valor de lavouras porque, com exceção das áreas urbanas, essas áreas são regiões de cultivo em pousio de inverno. (+) O valor de C usado para lavouras é a média obtida por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), através de experiências realizadas durante quatro anos com culturas em rotação na região de Campinas-SP. O valor de P corresponde ao uso da prática conservacionista plantio em contorno.

Fonte: Adaptado de BERTONI & LOMBARDI NETO (1990) e RESENDE & ALMEIDA (1985).

Observando a TABELA 34 e TABELA 35 e FIGURA 51 a FIGURA 54, pode-se concluir que o fator CP tem o seguinte comportamento nas bacias efetivas:

- As formas de uso com cobertura arbórea (floresta primária e vegetação secundária em estágio avançado e médio), cujos CPs estão entre 0,00001 e 0,00012, oferecendo ótima proteção ao solo, abrangem 20,08% da bacia do rio Anta Gorda, 27,54% da área da bacia do rio Brinco, 34,89% da bacia do rio Coxilha Rica e 16,32% da bacia do rio Jirau.

- As áreas com vegetação secundária em estágio inicial e pastagens que têm um CP intermediário de 0,00028 e 0,003, oferecendo proteção mediana aos solos, abrangem 35,24% da bacia do rio Anta Gorda, 29,42% da bacia do rio Brinco, 18,36% da bacia do rio Coxilha Rica e 35,14% da bacia do rio Jirau.

- As áreas ocupadas com lavouras e solo descoberto (lavouras em pousio de inverno), cujo CP é 0,0688 e que, portanto, protegem pouco o solo, abrangem 44,50% da bacia do rio Anta Gorda, 43,04% da bacia do rio Brinco, 46,75% da bacia do rio Coxilha Rica e 48,55% da bacia do rio Jirau.

TABELA 35 - FATOR USO, MANEJO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS (FATOR CP) DAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Fator CP	Identificação das bacias							
	Anta Gorda		Brinco		Coxilha Rica		Jirau	
	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área
0 - 0,00012	243,45	20,08	409,83	27,55	231,26	34,43	403,92	16,34
0,00012 - 0,00028	150,35	12,40	194,13	13,05	16,74	2,49	308,06	12,46
0,00028 - 0,003	279,01	23,01	243,42	16,36	109,57	16,31	560,79	22,68
0,003 - 0,06865	539,59	44,51	640,24	43,04	314,19	46,77	1199,76	48,52
Total	1212,40	100,00	1487,62	100,00	671,76	100,00	2472,53	100,00

Nota: Vide na FIGURA 51 à Figura 54 a distribuição do fator CP nas bacias.

FIGURA 51 – USO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO DO FATOR CP NA BACIA DO RIO ANTA GORDA

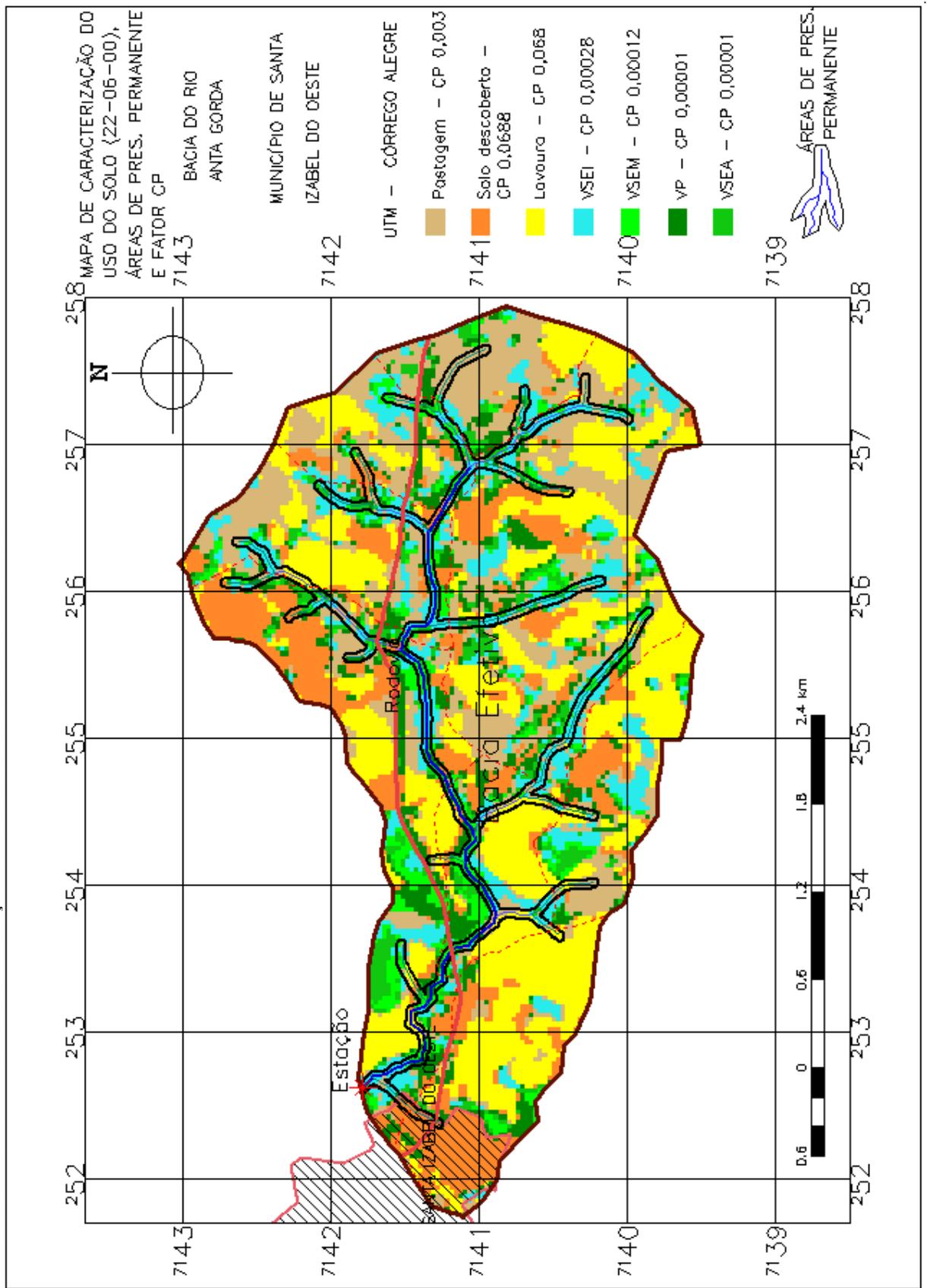


FIGURA 52 – USO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO DO FATOR CP NA BACIA DO RIO BRINCO

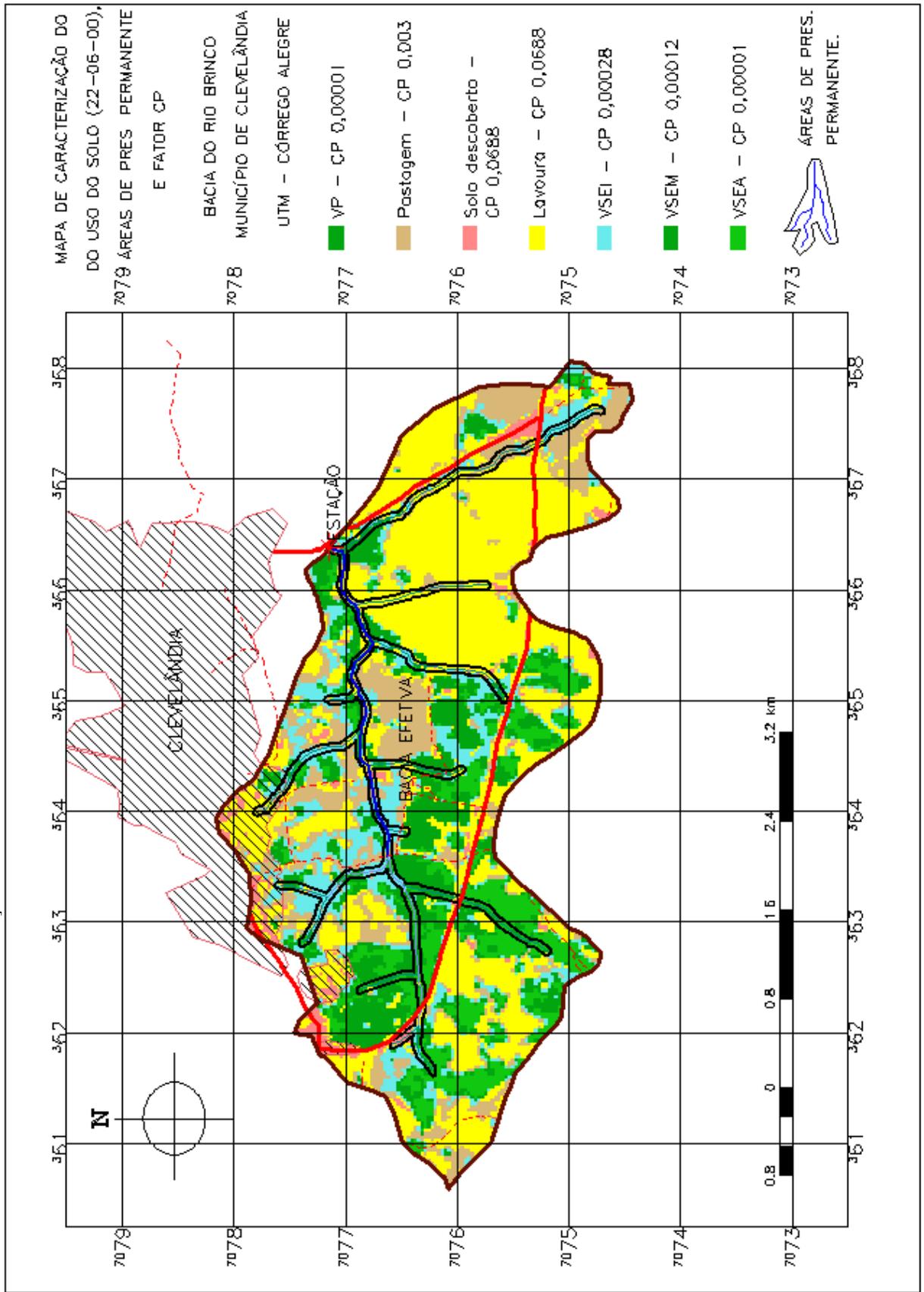


FIGURA 53 – USO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO DO FATOR CP NA BACIA DO RIO COXILHA RICA

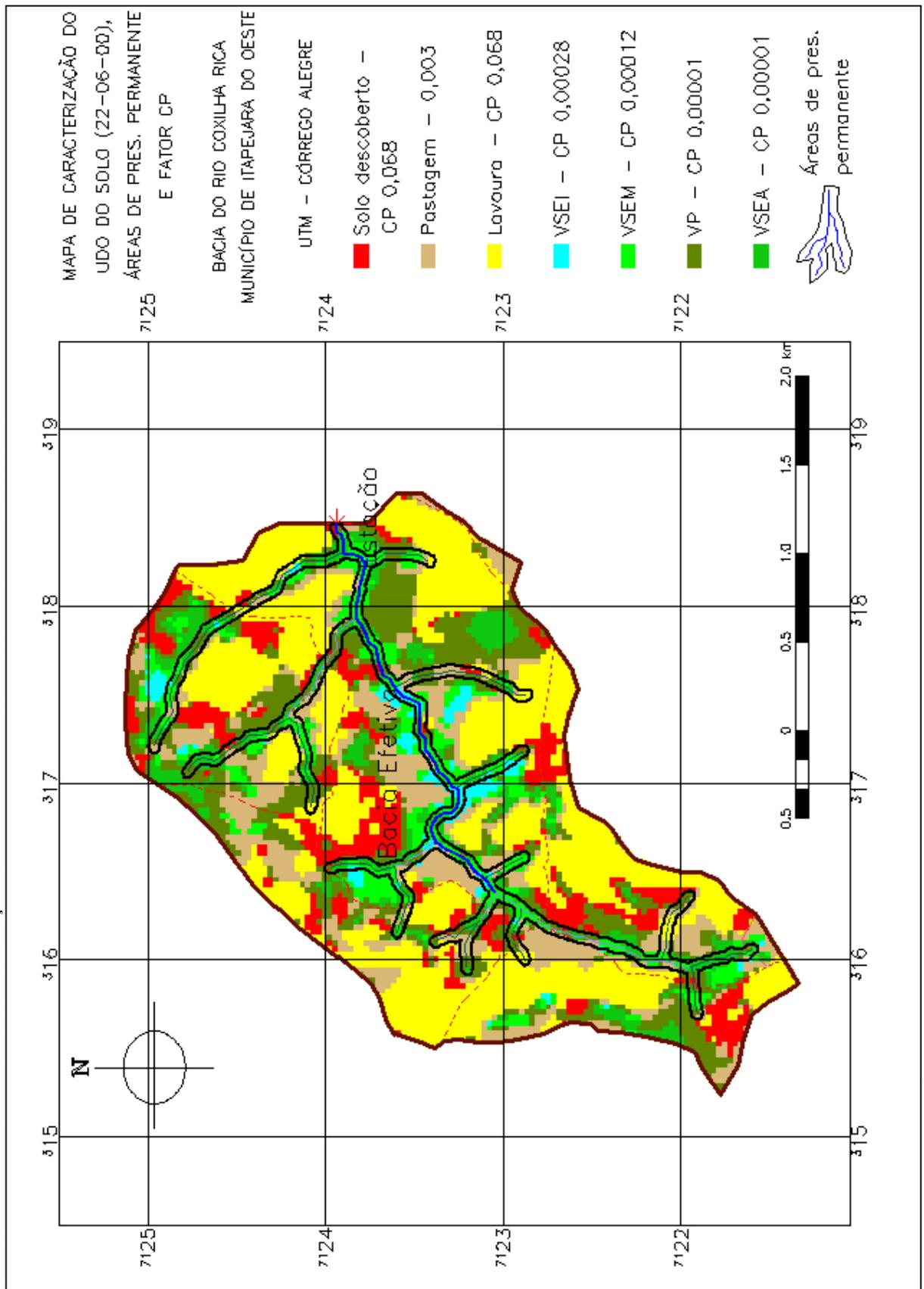
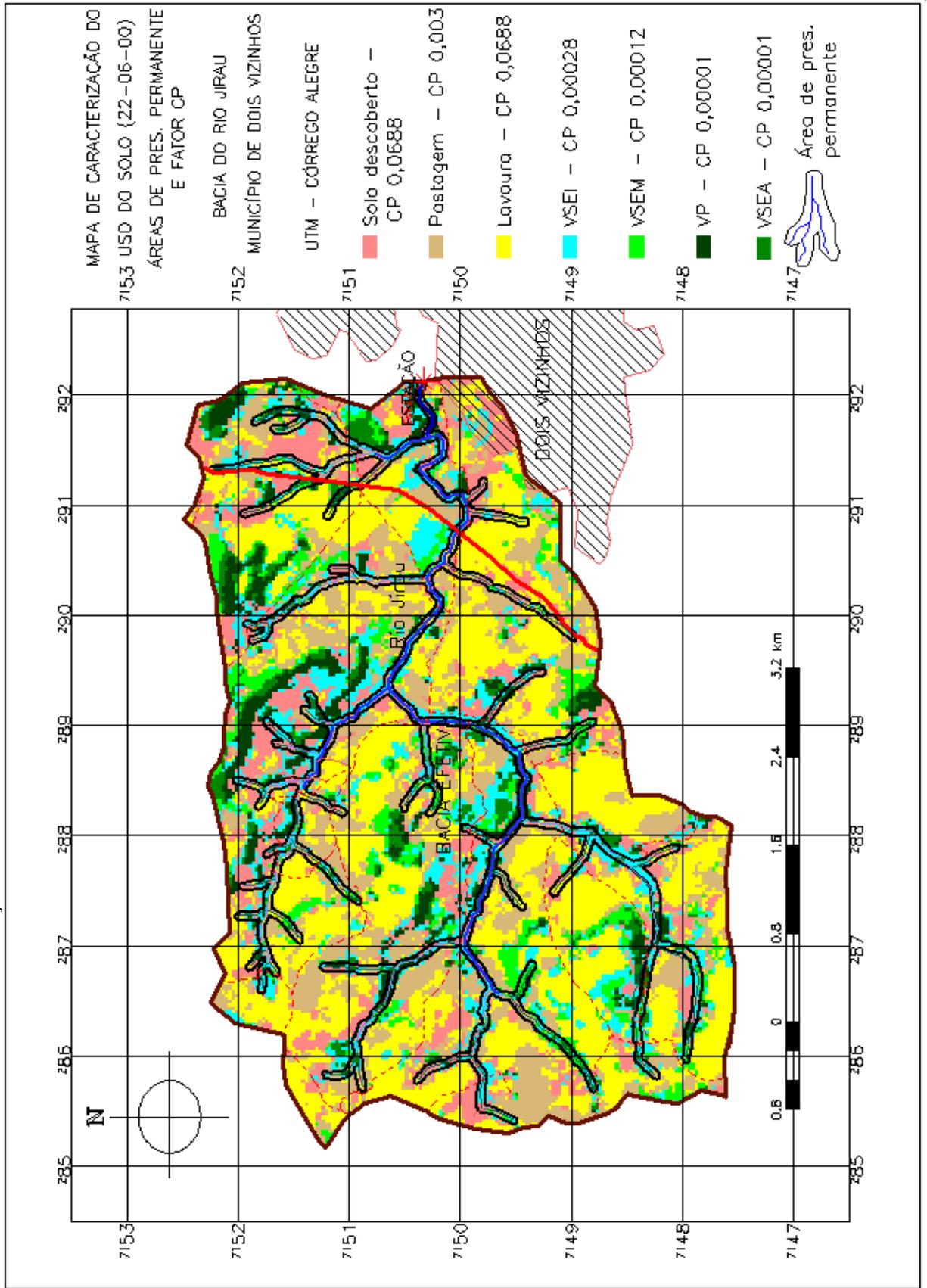


FIGURA 54 – USO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO DO FATOR CP NA BACIA DO RIO JIRAU



### 6.2.2.5. Perdas de solo

Identificados e calculados todos os fatores da área, foi possível quantificar o Fator A - perdas de solo por erosão laminar em toneladas por hectare por ano, aplicando a USLE  $A=f(R.K.LS.CP)$

Na TABELA 1 estão delineadas as áreas abrangidas em cada classe de perdas de solos e na FIGURA 55 à FIGURA 58, consta a espacialização dessas perdas.

Confrontando os dados da TABELA 36, com aqueles obtidos por BISCAIA & OSAKI (1994)<sup>16</sup> apud JICA (1995), verifica-se que esses autores, ao estudarem as perdas de solos no Estado do Paraná, encontram valores superiores a 80 t/ha/ano em solo descoberto e para culturas anuais os valores ficaram entre 5 e 70 t/ha/ano. Esses dados demonstram que as perdas de solos que foram encontradas nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau, sob diferentes formas de cultivo e tipos de solos, estão dentro da realidade de outros estudos já desenvolvidos nessa unidade da federação.

Maiores comentários relativos as perdas de solos nas quatro bacias constam do item 7.2.2.6.

TABELA 36 - DISTRIBUIÇÃO DAS PERDAS DE SOLO POR EROSIÃO LAMINAR NAS BACIAS DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Perdas de solo t/ha/ano	Identificação das bacias efetivas							
	Anta Gorda		Brinco		Coxilha Rica		Jirau	
	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área
0 - 2,5	599,62	49,46	875,76	58,87	319,68	47,60	1118,60	45,24
2,5 - 5	110,04	9,08	138,17	9,29	43,14	6,42	207,84	8,41
5 - 10	51,46	4,24	113,27	7,61	34,27	5,10	141,04	5,70
10 - 15	33,72	2,78	55,68	3,74	18,69	2,78	90,08	3,64
15 - 20	32,38	2,67	44,46	2,99	13,07	1,95	70,24	2,84
20 - 50	147,46	12,16	163,48	10,99	69,96	10,42	254,10	10,28
50 - 100	141,49	11,67	66,12	4,44	93,08	13,86	275,83	11,16
> - 100	96,23	7,94	30,69	2,06	79,76	11,88	314,80	12,73
Total	1212,40	100,00	1487,61	100,00	671,65	100,00	2472,53	100,00

Vide na FIGURAS 56 à 59 a distribuição das perdas de solo nas bacias.

<sup>16</sup> BISCAIA, R. C. M. & OSAKI, F. Estimation of culture management factor for agriculture of Paraná state based on data from research reports of IAPAR. Curitiba, 1994.

FIGURA 55 - DISTRIBUIÇÃO DAS PERDAS DE SOLO POR EROSIÃO LAMINAR NA BACIA DO RIO ANTA GORDA

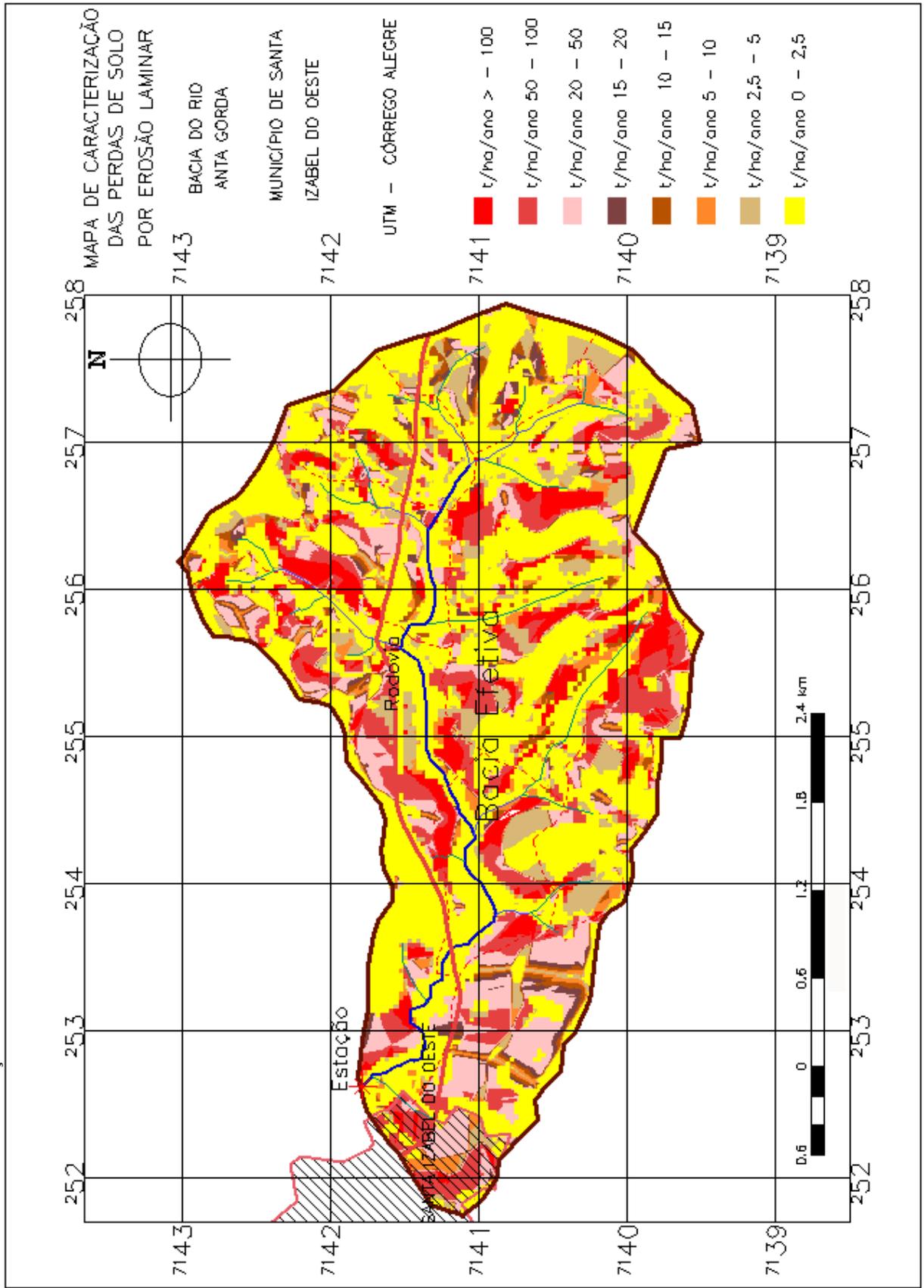


FIGURA 56 - DISTRIBUIÇÃO DAS PERDAS DE SOLO POR EROÇÃO LAMINAR NA BACIA DO RIO BRINCO

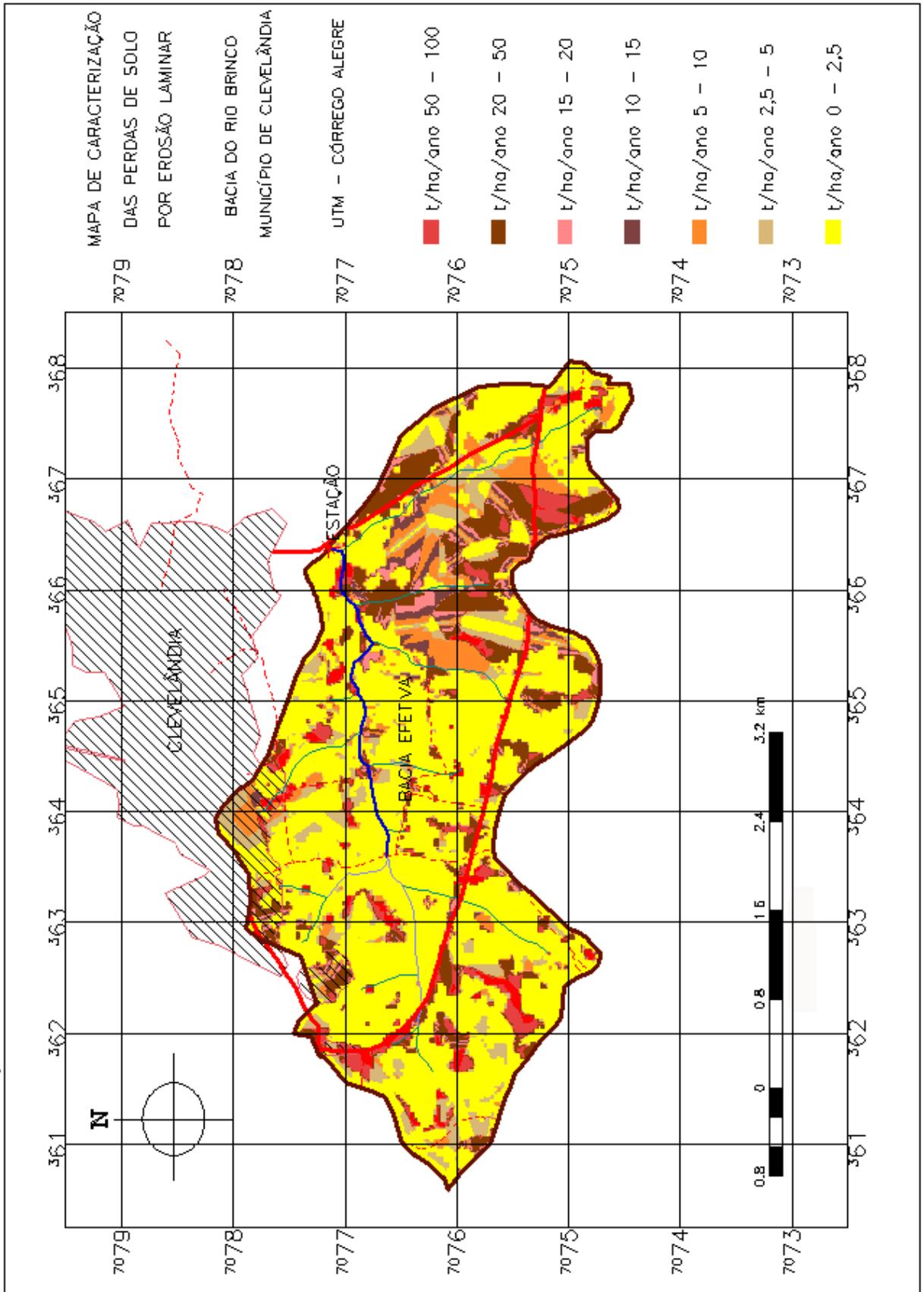


FIGURA 57 - DISTRIBUIÇÃO DAS PERDAS DE SOLO POR EROÇÃO LAMINAR NA BACIA DO RIO COXILHA RICA

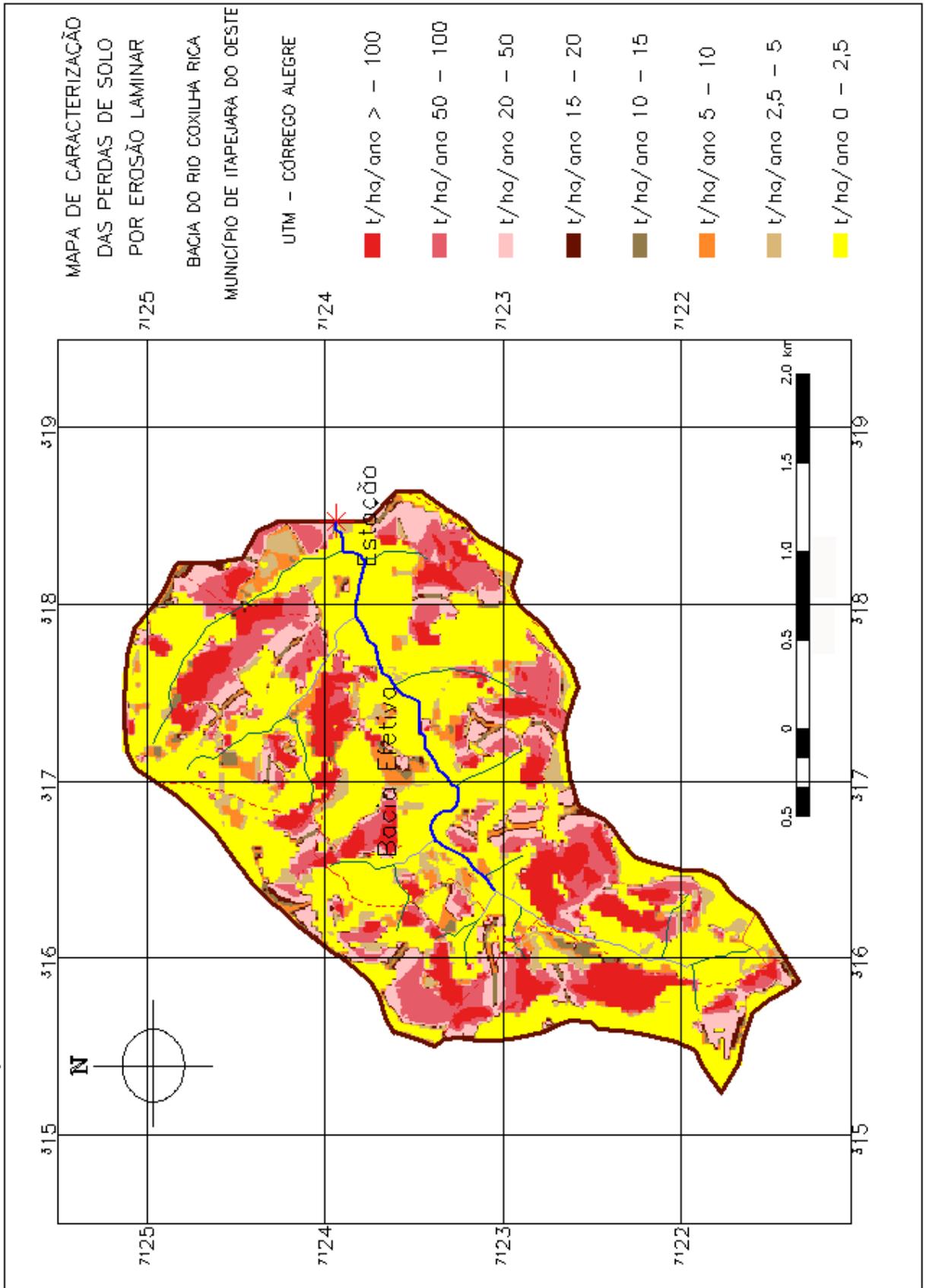
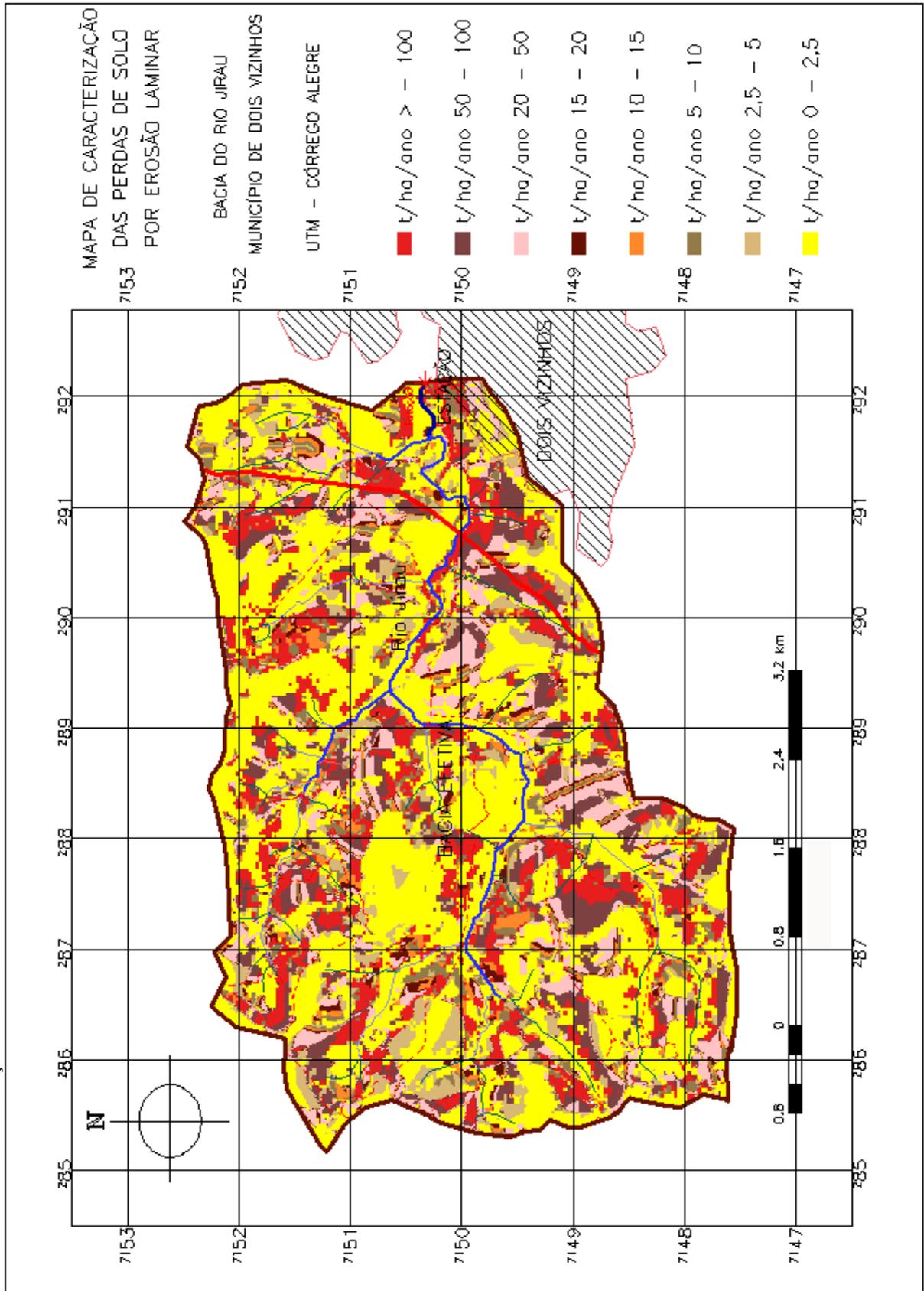


FIGURA 58 - DISTRIBUIÇÃO DAS PERDAS DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR NA BACIA DO RIO JIRAU



### **6.2.2.6. Considerações sobre os resultados dos fatores da USLE**

Confrontando os dados dos fatores da USLE das quatro bacias efetivas, que constam na TABELA 29, TABELA 30 e TABELA 32 à TABELA 36 com a TABELA 37, é possível identificar os aspectos mais determinantes do processo erosivo laminar e as relações com o material particulado hidrotransportado.

Os aspectos naturais, tais como, o comprimento de rampa e o declive, determinam o fator LS da USLE. O comprimento de rampa indica a distância percorrida pela água e a declividade expressa o grau de energia do relevo e assim, conjuntamente, exercem grande importância no processo erosivo laminar.

Analisando a média do comprimento de rampa nas quatro bacias efetivas, constata-se que o maior comprimento está na bacia do rio Jirau com 158,09m, aparecendo na seqüência o rio Anta Gorda, com 147,65m, o rio Brinco com 132,89m e, por último, o rio Coxilha Rica com 112,11m.

As maiores declividades médias estão na bacia do rio Coxilha Rica, com 11,37%, aparecendo na seqüência as bacias dos rios Jirau, com 10,41%, do Anta Gorda com 9,12%, a menor declividade está no Brinco, com 4,83%.

Efetuada a média do fator LS, verifica-se que a bacia do rio Jirau, que apresenta o maior comprimento de rampa, detém a segunda maior declividade e o maior LS de 4,03. A bacia do rio Coxilha Rica que possui a maior declividade, o menor comprimento de rampa e tem o segundo LS de 3,53. Na seqüência estão as bacias efetivas dos rios Anta Gorda, que possui o segundo maior comprimento de rampa e a terceira maior declividade, caracterizando um LS de 3,26 e, por último, está a bacia do rio Brinco, que por apresentar uma declividade suave, têm o menor LS 1,54.

Esses dados indicam que a bacia de relevo mais acentuado é da bacia do rio Jirau, aparecendo na segunda colocação a bacia do rio Coxilha Rica, em terceiro lugar a do rio Anta Gorda e, por último, o rio Brinco.

Vide os dados do LS nas TABELA 33 e TABELA 37 e FIGURA 47 a FIGURA 50.

TABELA 37 – SÍNTESE DOS FATORES DA USLE E DO MPT HIDROTRANSPORTADO

Fator	Dados estatísticos	Jirau	Coxilha Rica	Anta Gorda	Brinco
Comprimento de Rampa (m)	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00
	Máximo	535,01	376,88	593,04	421,73
	Média	158,09	112,11	147,65	132,89
	Variância	11370,43	5575,47	10483,22	7568,51
	Desvio Padrão	106,63	74,67	102,39	87,00
	Coefficiente de Variação	67,45	66,60	69,34	65,47
	Mediana	145,00	103,26	134,92	123,71
Declive %	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00
	Máximo	129,45	99,54	62,05	89,23
	Média	10,41	11,37	9,12	4,83
	Variância	64,14	50,97	43,01	25,08
	Desvio Padrão	8,01	7,14	6,56	5,01
	Coefficiente de Variação	76,94	62,80	71,91	103,59
	Mediana	9,52	11,49	8,87	3,72
Fator LS	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,02
	Máximo	103,96	60,40	40,14	81,17
	Média	4,03	3,53	3,26	1,54
	Variância	17,21	9,65	9,03	4,27
	Desvio Padrão	4,15	3,11	3,00	2,07
	Coefficiente de Variação	102,99	88,06	92,07	134,07
	Mediana	2,99	2,99	2,66	0,85
Fator K	Mínimo	0,03	0,03	0,03	0,04
	Máximo	0,11	0,11	0,11	0,07
	Média	0,04	0,04	0,04	0,04
	Variância	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desvio Padrão	0,01	0,01	0,02	0,01
	Coefficiente de Variação	28,39	25,94	50,01	12,97
	Mediana	0,04	0,04	0,04	0,04
Fator - R	Mínimo	7062,14	7440,94	7242,42	7300,39
	Máximo	7197,62	7531,49	7242,42	7333,48
	Média	7141,26	7485,66	7242,42	7315,41
	Variância	676,41	372,24	0,00	68,26
	Desvio Padrão	26,01	19,29	0,00	8,26
	Coefficiente de Variação	0,36	0,26	0,00	0,11
	Mediana	7145,80	7486,44	7242,42	7315,04
Fator - CP	Mínimo	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
	Máximo	0,06865	0,06865	0,06865	0,06865
	Média	0,03404	0,03262	0,03129	0,02996
	Variância	0,00113	0,00114	0,00112	0,00112
	Desvio Padrão	0,03362	0,03379	0,03348	0,03352
	Coefficiente de Variação	98,78352	103,59131	106,99260	111,87067
	Mediana	0,00300	0,00300	0,00300	0,00300
Perdas de solo em t/ha/ano	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00
	Máximo	1541,70	1214,11	1510,79	811,20
	Média	40,13	35,95	32,53	12,06
	Variância	7123,93	4049,47	5801,12	966,02
	Desvio Padrão	84,40	63,64	76,17	31,08
	Coefficiente de Variação	210,35	177,02	234,11	257,71
	Mediana	3,64	3,23	3,09	0,62
Material Particulado Hidrotransportado (t/ha/ano)		1,09	1,36	1,49	0,16

O valor médio de K para as quatro bacias efetivas indica que predominam os solos de medianamente profundos a profundos, que são as Terras Roxas e os Latossolos. De maneira geral, esses solos com altos teores de argilas são bastante resistentes à erosão laminar. De todas as bacias efetivas, a do rio Coxilha Rica é que apresenta uma maior quantidade de área de solos pouco profundos a rasos e, portanto, mais erodíveis.

Vide os dados do fator K na TABELA 30 e TABELA 32 e TABELA 37 e FIGURA 43 à FIGURA 46.

Verificando a TABELA 29 e a TABELA 37, constata-se que a erosividade das chuvas expressa pelo fator R tem comportamento diferenciado nas quatro bacias efetivas, sendo que a bacia do rio Coxilha Rica possui uma maior erosividade da chuva, aparecendo em segundo lugar a bacia do rio Brinco, em seguida está a bacia do rio Anta Gorda e, por último a bacia do rio Jirau.

Verificando a TABELA 35 e a TABELA 37 e a FIGURA 51 à FIGURA 54, constata-se a predominância nas quatro bacias efetivas do fator CP das formas de uso de lavouras mecanizadas e de tração animal, seguidas das pastagens.

Portanto, a combinação dos fatores LS, R e CP são determinantes nas perdas de solos por erosão laminar nas quatro bacias efetivas.

As maiores perdas médias de solos estão na bacia do rio Jirau de 40,13t/ha/ano. São determinantes para que isso ocorra o aspecto relevo (LS) e o uso do solo (CP), pois essa bacia possui o maior LS e o maior percentual de terras usados com lavouras e pastagens, formas de uso que protegem pouco o solo. Os demais fatores estão dentro de uma tendência normal das quatro bacias. Vide TABELA 36 e TABELA 37 e Figura 58.

A segunda maior perda média de solo por erosão laminar está na bacia do rio Coxilha Rica com 35,95 t/ha/ano. Os fatores R e LS é que fazem com que a erosão seja maior do que a do rio Anta Gorda, pois são superiores ao dessa bacia. O fator R, inclusive é o maior dentre os apresentados pelas quatro bacias. Em relação ao CP,

embora predominem a forma de uso de lavouras, é a bacia com maior percentual de área com florestas. Vide TABELA 36, TABELA 37 e FIGURA 57.

A terceira maior perda de solo por erosão laminar está na bacia do rio Anta Gorda, com 32,53t/ha/ano. Nessa bacia a erosividade da chuva é maior do que a do rio Jirau e menor do que a do Coxilha Rica, porém o relevo é menos acentuado, proporcionando uma menor perda de solo do que aquela que ocorre nas outras bacias. Vide TABELA 1 e TABELA 37 e FIGURA 55.

A menor perda de solo por erosão laminar está na bacia do rio Brinco, ou seja, de 12,06t/ha/ano. Nessa bacia a erosividade da chuva é maior do que a dos rios Anta Gorda e Jirau, mas o relevo menos acentuado proporciona a menor perda de solo das quatro bacias estudadas. Vide TABELA 36, TABELA 37 e FIGURA 56.

### **O processo erosivo laminar e o material particulado hidrotransportado**

Observando a TABELA 37, verifica-se que existe uma grande diferença entre as perdas médias por erosão laminar no interflúvio e o efetivamente transportado pelos rios, que se caracterizam da seguinte maneira:

- na bacia do rio Jirau, as perdas médias no interflúvio são de 40,31 t/ha/ano e o material efetivamente transportado pelo rio é de 1,09 t/ha/ano;
- na bacia do rio Coxilha Rica, as perdas médias no interflúvio são de 35,93 t/ha/ano e o material efetivamente transportado pelo rio é de 1,36 t/ha/ano;
- na bacia do rio Anta Gorda, as perdas médias no interflúvio são de 32,53 t/ha/ano e o material efetivamente transportado pelo rio é de 1,49 t/ha/ano;
- na bacia do rio Brinco, as perdas médias no interflúvio são de 12,06 t/ha/ano e o material efetivamente transportado pelo rio é de 0,16 t/ha/ano.

Esse material erodido, que não atinge o canal dos rios, é depositado nas partes mais baixas da paisagem formando colúvios que, por ocasião de precipitações mais intensas, pode ser retrabalhado e então transportado para partes mais baixas da paisagem ou, então, pode atingir o curso principal do rio e ser levado para fora da bacia.

Também deve ser lembrado que o processo erosivo laminar está associado principalmente ao processo de erosão e deposição interna das bacias hidrográficas, pois é a erosão em sulcos que tem maior capacidade de transporte do material até os rios, processo esse não quantificado neste trabalho.

A erosão em sulcos é um estágio subsequente à erosão laminar e tem seu poder de transporte associado a altas intensidades pluviométricas, eventos pouco presentes durante o monitoramento das quatro bacias, pois o período esteve dentro da normalidade de precipitações regionais, com chuvas bem distribuídas e pouco torrenciais, fato esse que pode ser evidenciado na TABELA 17 à TABELA 21, nas páginas 90 a 94, e na FIGURA 19 à FIGURA 22, nas páginas 86 a 89.

Outro aspecto a ser observado é que essas bacias têm seus relevos bem desgastados e os processos de deposição interna superam os de transportes para fora das bacias.

Também se ressalta que, na determinação do comprimento de rampas, que junto com a declividade determina o LS, usou-se o comprimento natural, não sendo considerados os sistemas conservacionistas e outros aspectos que possam fragmentar essa distância em seguimentos, pois isso seria difícil de sistematizar no programa de computador. Esse fato atribuiu valores maiores do que os reais para o LS, o que pode ter elevado as perdas por erosão laminar.

O fato de que maior quantidade de material erodido nas bacias dos rios Anta Gorda e Coxilha Rica são hidrotransportados pelos rios e uma menor quantidade ocorre no rio Jirau, sendo que o primeiro tem relevo menos acentuado, assim se justifica:

- Na bacia do rio Anta Gorda, as práticas conservacionistas são deficitárias e menos eficientes, o que associado a um potencial de erosividade relativamente elevado e a uma predominância do uso do solo com lavouras, que protegem menos o solo, faz com que uma maior quantidade de material erodido atinja o rio.
- Na bacia do rio Coxilha Rica existem práticas agrícolas mais eficientes;

isso faz com que, embora possua relevo mais acentuado e maior potencial de erosividade das chuvas, a relação material erodido no interflúvio e efetivamente transportado pelo rio seja menor do que a do Anta Gorda. Outro aspecto que justifica é a existência de bom percentual de área com florestas na bacia.

- Na bacia do rio Jirau, a menor relação entre o material erodido no interflúvio e efetivamente transportado no ambiente hídrico, do que as bacias dos rios Anta Gorda e Coxilha Rica, está fundamentada no fato de a erosividade das chuvas ser menor do que nas outras bacias, e isso dá um menor potencial de transporte de material até o canal do rio.

Nessa bacia, o uso com lavouras tem a maior abrangência dentre as quatro bacias, e o relevo é o mais acentuado, entretanto a adoção de práticas conservacionistas de potencial regular também contribuem para que os cursos de água recebam uma menor quantidade de material particulado.

- A bacia do rio Brinco possui a menor quantidade de material erodido no interflúvio e hidrotransportado. Esse fato é atribuído ao relevo aplainado e à maior proporção de florestas na área, pois as práticas conservacionistas não estão bem implementadas e a erosividade das chuvas é a segunda mais elevada das quatro bacias.

### **A relação entre os tipos de solos e as perdas por erosão laminar no interflúvio**

Analisando a TABELA 38 à TABELA 41, que trazem um cruzamento entre as classes de solos e as perdas por erosão laminar em t/ha/ano, e a TABELA 37, pode-se fazer as seguintes constatações:

- Na bacia do rio Anta Gorda, nos solos mais profundos e que suportam maior remoção por erosão laminar como o LRd, o TRd, o TRe e o LRe, as perdas de solos superiores a 20t/ha/ano, que extrapolam o máximo suportado por esses solos, abrangem respectivamente 35,25%, 44,77%, 39,41% e 8,51% das áreas ocupadas pelos mesmos.

TABELA 38 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE SOLOS E PERDAS NATURAIS NA BACIA DO RIO ANTA GORDA

Tipo de solo	Intervalos de perdas em t/ha/ano								Total em ha
	0 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 50	50 - 100	> - 100	
	Área em ha com essa média de perdas								
LRd	61,60	6,17	8,35	4,32	5,59	36,24	10,52	0,07	132,86
TRd	37,11	7,04	2,85	0,07	0,07	8,15	22,65	7,41	85,35
TRe	205,44	62,76	21,05	9,01	9,23	65,25	98,40	36,35	507,49
Ba	28,64	1,51	5,85	5,66	0,06	2,39	4,49	25,99	74,59
Re	37,60	6,19	5,23	8,47	9,74	13,12	1,99	25,24	107,59
LRe	231,54	26,40	8,28	5,73	6,65	22,24	3,63	0,05	304,53
Total	601,93	110,07	51,61	33,26	31,34	147,40	141,68	95,11	1.212,40

A TABELA 38, mostra que nos solos mais erodíveis, como o Ba e o Re, que suportam menores remoções, as áreas enquadradas em perdas acima de 10 t/ha/ano, valor que já extrapola o tolerado por esses solos, são respectivamente 51,74% e 54,43% das áreas que esses solos ocupam.

- Na bacia do rio Brinco, conforme TABELA 39, as perdas maiores do que 20 t/ha/ano, em solos mais profundos e que suportam maiores desgastes por erosão laminar, que são o LRd, o TRd e o LBa, correspondem respectivamente a 15,18%, 32,51% e 10,63% das áreas ocupadas por esse tipos de solos.

Nos solos mais rasos e de menor tolerância à erosão laminar, que são o Ca e o Ra, as perdas maiores do que 10t/ha/ano, representam, respectivamente, 26,9% e 27,62% de suas áreas.

TABELA 39 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NATURAIS NA BACIA DO RIO BRINCO

Tipo de solo	Intervalos de perdas em t/ha/ano								Total em ha
	0 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 50	50 - 100	> - 100	
	Área em ha com essa média de perdas								
LRd	442,22	79,72	54,86	24,47	22,41	92,29	19,26	0,04	735,26
TRd	144,29	18,23	8,95	4,13	4,05	27,74	40,55	18,25	266,19
Ca	35,66	1,77	4,11	0,69	0,35	1,81	2,51	9,93	56,83
Ra	6,42	0,16	0,06	0,05	0,13	0,12	0,19	2,04	9,16
LBa	247,79	38,53	45,30	26,38	17,52	40,99	3,37	0,31	420,17
Total	876,38	138,40	113,28	55,72	44,45	162,96	65,86	30,57	1.487,61

● Na bacia do rio Coxilha Rica, conforme TABELA 40, as perdas superiores a 20 t/ha/ano, em solos mais profundos como o LRd, o LRe e o TRe, abrangem respectivamente 15,44%, 0,27% e 42,94% de suas áreas.

Nos solos mais rasos e que toleram menos a erosão laminar, como o Ba, o Re e o Ce, as áreas com perdas superiores a 10t/ha/ano, abrangem, respectivamente, 45,66%, 4,39% e 34,15% das áreas ocupadas pelos mesmos.

TABELA 40 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE SOLOS E PERDAS NATURAIS NA BACIA DO RIO COXILHA RICA

Tipo de solo	Intervalos de perdas em t/ha/ano								Total em ha
	0 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 50	50 - 100	> - 100	
	Área em há com essa média de perdas								
LRd	92,92	10,07	7,00	4,49	3,70	13,37	6,73	1,49	139,77
LRe	5,81	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	5,90
TRe	149,06	22,21	12,00	9,14	7,50	47,89	69,49	33,03	350,31
Ba	59,20	8,45	10,93	4,27	1,35	6,64	13,23	40,53	144,59
Re	1,62	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,04	1,73
Ce	13,04	2,17	4,19	0,08	0,05	1,82	3,72	4,39	29,46
Total	321,66	42,94	34,15	18,00	12,61	69,75	93,17	79,48	671,76

● Na bacia do rio Jirau, conforme TABELA 41, os solos com maior tolerância a perdas por erosão laminar, como o LRd, o TRe e o LRe, têm respectivamente 22,00%, 45,54% e 2,79% de suas áreas com perdas superiores a 20t/ha/ano.

Os solos menos tolerantes à remoção por erosão laminar, como o Ba, o Re e o Ce, têm respectivamente 52,96%, 57,94% e 38,45% de suas áreas com perdas superiores a 10ton/ha/ano.

TABELA 41 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NATURAIS NA BACIA DO RIO JIRAU

Tipo de solo	Intervalos de perdas em t/ha/ano								Total em ha
	0 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 50	50 - 100	> - 100	
	Área em ha com essa média de perdas								
LRd	225,19	27,50	17,73	16,10	17,23	71,01	14,68	0,00	389,44
TRe	417,56	114,90	61,34	17,87	19,28	153,41	244,03	123,89	1152,28
Ba	186,84	8,94	39,58	43,14	21,85	17,32	11,95	170,68	500,28
Re	3,75	0,10	1,50	0,03	0,02	1,29	1,76	4,27	12,70
Ce	22,89	3,63	4,77	0,06	0,03	0,10	3,40	15,97	50,84
LRe	264,53	51,93	16,40	12,32	11,57	10,24	0,00	0,00	366,98
Total	1120,76	207,00	141,32	89,52	69,97	253,36	275,81	314,80	2472,53

Analisando os dados estatísticos das perdas de solos em t/ha/ano da TABELA 37, constata-se que os valores mínimos e máximos de perdas por erosão laminar apresentam um grande intervalo, com coeficiente de variação entre 177 e 257,71%.

Todos os dados da tabulação cruzada da TABELA 38 à TABELA 41 e os dados estatísticos da TABELA 37 comprovam distorções no uso e na conservação dos solos.

Fica evidenciado, portanto, que o controle dos processos morfogénéticos aqui expressos a partir da componente erosiva, nas quatro bacias efetivas, só será possível se for efetuada uma readequação das formas de uso, dentro das potencialidades naturais de cada tipo de solo.

## 7. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DO SOLO

### 7.1. METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DO SOLO

No trabalho, foi determinada também a Capacidade de Uso do Solo, através dos fatores físicos da Equação Universal de Perdas de Solo - U.S.L.E, desenvolvendo uma sistemática completa de cálculos no *software* SPRING. Para isso, ponderou-se as perdas toleráveis para cada tipo de solo, com os fatores R, K e LS.

O primeiro passo foi determinar as perdas toleráveis para cada tipo de solo através do método proposto por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990, p.86 a 89).

Para os cálculos do peso do solo por hectare, foram levados em consideração os seguintes fatores: profundidade, relação textural entre os horizontes superficiais e subsuperficiais e densidade. O produto da divisão do peso do solo de um hectare, dividido por 1000 anos (tempo para desgastar o perfil), resultou nas perdas toleráveis por ano para cada tipo de solo.

A rotina de cálculos sistematizada no programa legal foi adaptada de SÃO PAULO (1989, p 39), com base na fórmula: 
$$CPt = \frac{Pt}{R.K.LS}$$
 onde:

CPt - capacidade de uso e prática conservacionista tolerável;

Pt - perda de solo tolerável para cada tipo de solo;

R, K, e LS - fatores da USLE.

Os fatores R e K são os mesmos da quantificação das perdas de solo por erosão laminar, uma vez que pode-se provocar melhorias no solo, mas não é possível alterar características físicas básicas do mesmo, o que acontece também com o clima. Já pela capacidade de uso e pelas práticas toleráveis, é possível proteger melhor o solo da ação dos agentes erosivos, pelo uso de culturas adequadas, diminuição do espaço de circulação da água e utilização de práticas conservacionistas mecânicas que

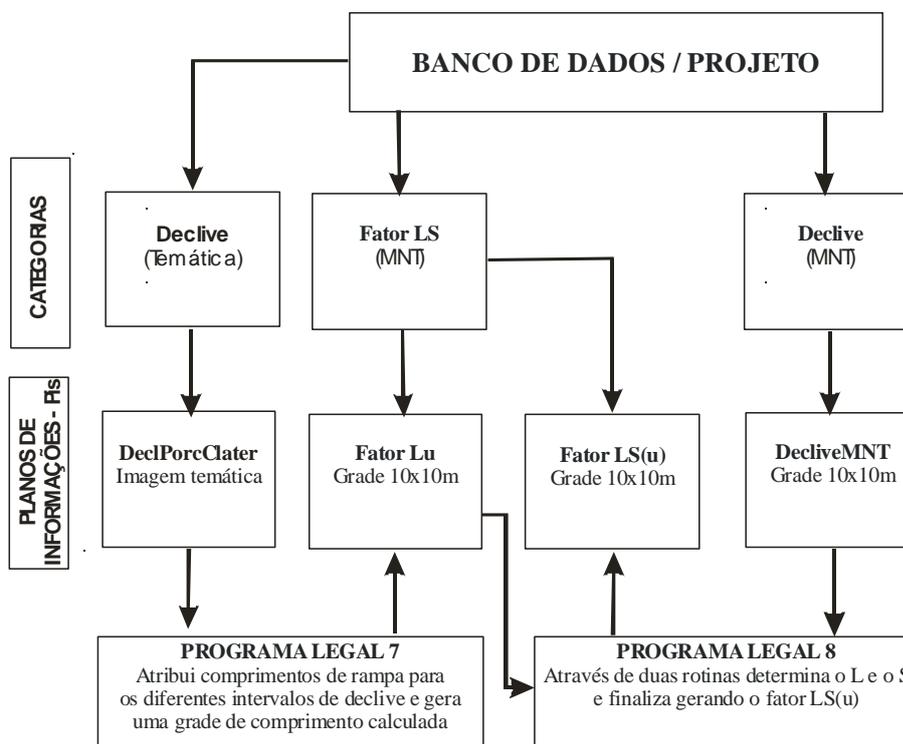
fragmentam o comprimento de rampa em vários segmentos.

Em seguida, a partir de pesquisa bibliográfica em LEPSCH et al. (1991) e BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), efetuou-se a caracterização de sete classes de capacidade de uso existentes nas bacias. Nessas classes são descritas as características físicas (solo, relevo, etc.) das áreas, formas de uso e práticas exigíveis para o enquadramento.

Para determinação do LS, levou-se em conta o declive natural do terreno e atribuiu-se o comprimento de rampa de acordo com a distância entre terraços das práticas mecânicas.

Para determinação do LS, desenvolveu-se os PROGRAMAS 7 e 8 do ANEXO 01. A estrutura dos PROGRAMAS 7 e 8 consta na FIGURA 59.

FIGURA 59 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 7 E 8, DESENVOLVIDOS PARA ATRIBUIR COMPRIMENTOS DE RAMPA PRÉ-ESTABELECIDOS E CALCULAR O NOVO FATOR LS



O primeiro programa usa informações de uma tabela gerada no Excel através da qual, usando a declividade e as características físicas do solo, foi calculada a

distância horizontal entre os terraços, informação utilizada como comprimento de rampa.

O programa gerou, em categoria MNT, um PI em forma de grade com resolução X(10m) e Y(10m), com os novos comprimentos de rampa.

O segundo programa faz o tratamento prévio dos fatores L e S gerando, em categoria MNT, dois PI na forma de grade com resolução X(10m) e Y(10m).

O terceiro programa calcula o LS gerando, em categoria MNT, uma grade com resolução X(10m) e Y(10m).

A partir dessa fase, iniciou-se os procedimentos para cálculo Cpt – Capacidade de uso e práticas conservacionistas toleráveis e determinação final das classes de capacidade de uso do solo em cada bacia. Para isso, desenvolveu-se os PROGRAMAS 9, 10, 11 e 12 do ANEXO 01. A estrutura dos programas consta nas FIGURA 60, FIGURA 61 e FIGURA 62.

FIGURA 60 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 9, DESENVOLVIDO PARA ATRIBUIR PERDAS TOLERÁVEIS AOS DIFERENTES TIPOS DE SOLOS

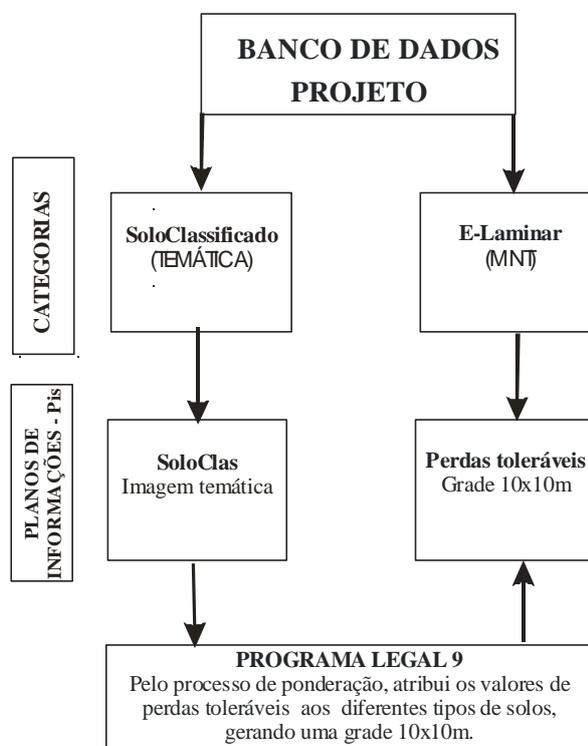


FIGURA 61 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMA LEGAL 10, DESENVOLVIDOS PARA CALCULAR AS CAPACIDADES DE USOS E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS TOLERÁVEIS

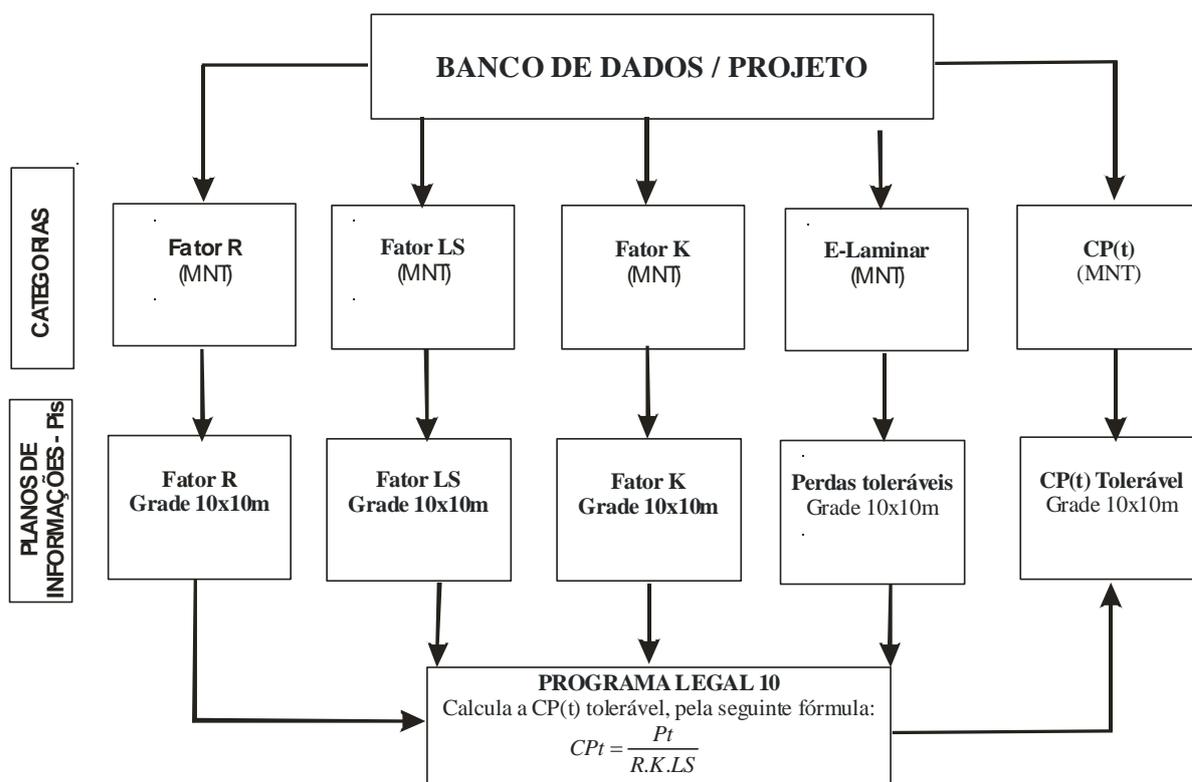
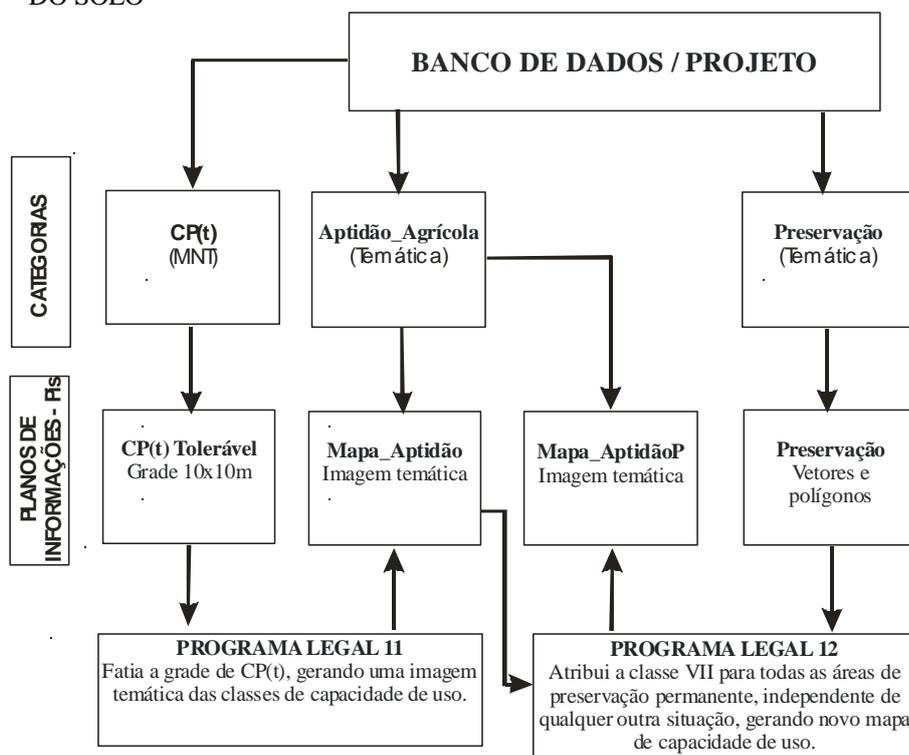


FIGURA 62 – FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DO PROGRAMAS LEGAIS 11 E 12, DESENVOLVIDOS PARA CRIAREM MAPAS DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO



O primeiro programa pondera, para cada tipo de solo, as perdas toleráveis em t/ha/ano e gera, em categoria MNT, um PI em forma de grade com resolução X(10m) e Y(10m).

O segundo, dividindo o PI de perdas toleráveis pelo produto da multiplicação dos fatores R, K e LS, gera, em categoria MNT, um PI em forma de grade com resolução X(10m) e Y(10m), com a CPt.

O terceiro programa fatia a CPt, atribuindo, para cada intervalo, uma classe de capacidade de uso do solo.

Os intervalos de CPt que correspondem a cada classe foram previamente estudados e calculados em ambiente Excel, através da ponderação dos fatores CP, K e LS.

O quarto programa analisa as classes existentes dentro de áreas de preservação permanente e incorpora todas na classe VII.

## **7.2. CONTROLE DO PROCESSO EROSIVO LAMINAR**

O controle da erosão deve ser efetuado em longo prazo utilizando-se um conjunto de técnicas que protejam a vertente e os cursos de água. Algumas práticas conservacionistas podem ser usadas para controle desse processo. Essas práticas conservacionistas caracterizam-se por um conjunto de técnicas que vão desde o controle da erosão a métodos de cultivo que permitam a exploração racional do solo, proporcionando altas produtividades, ao longo de períodos agrícolas, assegurando uma maior sustentabilidade do sistema.

As práticas podem ser divididas em vegetativas, edáficas e mecânicas e o objetivo final de todas é a conservação e melhoria do solo em suas características físicas, químicas e biológicas.

As práticas vegetativas utilizam a vegetação para defender o solo contra a erosão. A cobertura vegetal protege o solo e quanto mais densa ela for, menor é a ação erosiva da chuva.

As práticas mais usadas são: florestamento ou reflorestamento, adubação verde ou cultura de cobertura, pastagens, cultura em faixas, faixas de retenção vegetativa, rotação de culturas, cobertura morta. As práticas edáficas consistem na modificação dos sistemas de cultivos para melhorar a fertilidade do solo e controlar a erosão.

Considerou-se dentro dessa prática os seguintes tipos de preparo do solo: preparo tradicional, preparo convencional, preparo mínimo, plantio direto e pousio.

As práticas mecânicas utilizam barreiras de terra para quebrar a velocidade da enxurrada e facilitam a infiltração da água no solo. Para o desenvolvimento dessa técnica, utilizam-se componentes tais como canais divergentes, terraços, canal escoador e sistemas de bacias protegidas por murundus.

Verifica-se que o controle de erosão no interflúvio pode ser efetuado por vários métodos, porém o sucesso é tão maior quanto mais se adotarem critérios que definam o melhor conjunto de formas de uso e práticas conservacionistas usadas de acordo com as características físicas de cada área (RANIERI et al. 1998).

### **7.2.1. Determinação da tolerância de perda de solos**

O parâmetro tolerância de perda de solos representa a quantidade de solo que pode ser perdido em tonelada por ano por unidade de superfície, permanecendo o solo com capacidade produtiva por longo período de tempo. Isso reflete sobre a perda máxima para que, sob o uso, dentro das técnicas atuais, um solo mantenha a produção dentro de um futuro permissível (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Embora o parâmetro em pauta seja um aspecto bastante complexo para ser avaliado, em função de fatores topográficos, climáticos e econômicos, várias pesquisas têm avançado nesse sentido.

BERTONI & LOMBARDI NETO (1990, p.86 a 89) descrevem um método para determinação de tolerância de perdas de solos, que desenvolveram para avaliar os solos do Estado de São Paulo. Com base nesse método, efetuou-se a avaliação para os solos das bacias.

Para os cálculos, foram levados em consideração os fatores profundidade, relação textural e tempo para desgastar uma superfície.

A profundidade máxima admitida para desenvolvimento radicular foi 1m.

As diferenças de concentração de argila entre os horizontes superficiais e subsuperficiais é o que caracteriza a relação textural de um solo, determinando sua capacidade de infiltração e a permeabilidade (LEPSCH et al. 1991). A relação textural B/A é obtida através da divisão dos teores médios de argila do horizonte B, pelo teor médio de argila do horizonte A (VIEIRA & VIEIRA, 1983). Uma relação textural de argila alta indica uma infiltração menor nos horizontes subsuperficiais, acelerando a erosão na superfície, uma vez que a infiltração nesses solos fica prejudicada.

Para isso quando a relação textural era menor do que 1,5, considerou-se o peso e a espessura total por hectare; de 1,5 a 2,5, considerou-se 75% do peso e da espessura, e maior que 2,5, considerou-se apenas 50% do peso e da espessura.

Como o tempo considerado para desgastar aquela superfície foi de 1000 anos, portanto, dividindo-se o peso do solo de um hectare por 1000 anos, obteve-se as perdas toleráveis por ano. Não foi considerado o processo de formação de solo no período.

TABELA 42 - TOLERÂNCIA DE PERDAS DE SOLO EM TONELADAS POR HECTARE POR ANO E PARÂMETROS UTILIZADOS

Tipo de solo	Argila no horizonte A (%)	Argila no horizonte B (%)	Relação textural entre A e B	Profundidade - cm (h)	Densidade g/cm <sup>3</sup> (d)	Peso de Terra t/ha (P) (P=100 . h . d)	Tolerância perda./ano t/ha (Pt). Pt=P/1000
LBa (*)	74	72	0,97	100	1,75	17500	17,5
LRd (*)	78	83,3	1,06	100	1,75	17500	17,5
LRe (*)	78	83,3	1,06	100	1,75	17500	17,5
TRd (+)	48	74,5	1,55	82,5	1,75	14437,5	14,4
TRe (+)	48	74,5	1,55	82,5	1,75	14437,5	14,4
Ca (-)	41	46	1,12	50	1,75	8750	8,75
Ce (-)	41	46	1,12	50	1,75	8750	8,75
Ba (X)	48	52	1,08	50	1,75	8750	8,75
Ra (a)	71,5	86	1,202	35	1,75	6125	6,12
Re (a)	45		>1	35	1,75	6125	6,12

Os dados relativos ao teor de argila e profundidade foram extraídos de LARACH; J. O. I. et al. (1984) p. (\*)274, 279, 335, (+).368, (X)566, (-)628, (a)774 e 767.

Na TABELA 42, verifica-se que os solos com maior tolerância às perdas por erosão laminar são os Latossolos, que suportam uma perda anual de até 17,5t/ha/ano. As Terras Roxas, estão em segunda colocação, permitindo uma remoção máxima de

até 14,4t/ha/ano. os Cambissolos e os Brunizens, por serem mais rasos, suportam uma perda máxima de até 8,75 t/ha/ano. Os solos jovens como o Litólico, toleram uma perda anual de até 6,12t/ha/ano.

### **7.2.2. Determinação da capacidade de uso do solo**

Na determinação da capacidade de uso, tomou-se por base a redução do processo erosivo para níveis aceitáveis em perdas por erosão laminar. Esse processo, uma vez controlado, também reduzirá a erosão em sulcos e voçoroca, que na grande maioria das vezes resultam de uma ação em cadeia.

Os fatores R-K-LS dependem das características naturais, enquanto que o C e o P estão relacionados com as formas de ocupação e uso da terra.

A mudança na forma de atuação dos primeiros depende de alterações ambientais como mudanças climáticas ou erosões importantes que possam alterar a topografia, por exemplo; porém, o CP pode ser alterado pela ação de agricultores, pecuaristas e silvicultores ao modificarem as formas de ocupação e uso das terras e as práticas conservacionistas. Através de mudanças no CP, pode-se diminuir a intensidade de atuação das chuvas, protegendo melhor o solo com plantas que proporcionem uma cobertura melhor e evitem o desgaste de solos mais erodíveis. As práticas mecânicas, por exemplo, diminuem o comprimento de rampa, de acordo com o tipo de solo, fazendo com que a água circule superficialmente por um espaço menor, impedindo o escoamento superficial.

Esses dois fatores combinados possibilitam redimensionar a capacidade de uso das bacias, levando em conta seus potenciais naturais (clima, relevo, solo) e identificando as formas de uso e as práticas conservacionistas adequadas, para que seja possível explorar o solo por longo período de tempo sem provocar seu depauperamento.

Para classificação das terras dentro de sua capacidade de uso, com base nos sistemas de classificação propostos por LEPSCH et al. (1991), BERTONI &

LOMBARDI NETO (1990, p.241 a 245) e VIEIRA & VIEIRA (1983, p. 113 a 165), foram criadas e adotadas sete classes diferentes, a saber:

### **Terras de classe I**

São terras cultiváveis, permanentes e seguramente, com colheitas entre médias e elevadas das culturas anuais como milho, soja, feijão, etc. Nessas terras ocorre o emprego de práticas conservacionistas simples, como plantio em nível, construção de terraços de base estreita e rotação de culturas. Não existem restrições para o uso com pastagem, fruticultura, erva-mate e cobertura vegetal florestada ou reflorestada. O solo é profundo e fácil de trabalhar, conserva bem a água e é medianamente suprido de elementos nutritivos. O terreno tem declive suave variando de 0 a 5%, podendo ser amplamente trabalhado por tratores de roda.

### **Terras de classe II**

Terras cultiváveis com lavouras mecanizadas que requerem uma ou mais práticas especiais, como plantio em nível, alternância de capinas e construção de terraços de base larga, para serem cultivadas segura e permanentemente com a produção de colheitas entre médias e elevadas das culturas anuais de milho, soja, feijão e trigo. Não existem restrições para o uso com pastagem, fruticultura, erva-mate e cobertura vegetal florestada ou reflorestada. O declive do terreno fica entre 5 e 10%, sendo suficiente para ocorrer enxurrada e provocar erosão, mas permite o trabalho com tratores de roda. O solo vai de profundo a medianamente profundo, tendo boa capacidade de retenção de umidade.

### **Terras de classe III**

Terras cultiváveis que requerem medidas intensivas ou complexas, a fim de poderem ser cultivadas, segura e permanentemente, com a produção de colheitas entre médias e elevadas de lavouras de culturas anuais como milho, soja, feijão, arroz, mandioca etc. A topografia inclinada que vai de 10 a 15% e exige cuidados intensivos para controle de erosão. A não ser que os declives sejam muito complexos, a maior parte das máquinas agrícolas moto mecanizadas podem ser usadas, mas com

dificuldades. O uso de máquinas simples de tração animal pode ser usado sem grandes restrições. Os solos dessa classe são facilmente erodíveis, exceto aqueles muito permeáveis e não muito arenosos como alguns Latossolos. As práticas agrícolas recomendadas são a construção de terraços de base larga (2 a 4m), devidamente espaçados de acordo com a declividade do terreno. Uma vez protegidas por terraceamento, não existem restrições para o uso com pastagem, fruticultura e erva-mate. O uso com cobertura vegetal florestada ou reflorestada também não apresenta restrições.

#### **Terras de classe IV**

Terras cultiváveis com lavouras manuais de milho, feijão, soja, arroz, etc, protegidas por faixas antierosão ou cordões de vegetação permanente, sendo imprescindível o uso da técnica de pousio. De forma criteriosa, em algumas áreas podem ser desenvolvidas lavouras de tração animal com as culturas de milho, soja, feijão, arroz, mandioca, etc, protegidas por faixas antierosão (2 a 4m de largura) ou por muros de pedras desnivelados 80cm, aradura e plantio em contorno. Uma vez protegidas por faixas antierosão, não existem restrições para o uso com pastagem, fruticultura, erva-mate. Não apresenta restrições quanto ao uso com cobertura vegetal natural florestada ou reflorestada. São de declive íngreme que varia de 15 a 20%, o que torna severo o processo erosivo.

#### **Terras de classe V**

Terras que não são cultiváveis com culturas anuais, sendo especialmente adaptadas para fruticultura, com o uso de faixas antierosão ou muros de pedras e cobertura morta. Uma vez protegidas por faixas antierosão, não existem restrições para o uso com pastagem e erva-mate. Também não apresenta restrições quanto ao uso com cobertura vegetal natural florestada ou reflorestada. De forma criteriosa, podem ser desenvolvidas lavouras manuais de milho, feijão, soja, arroz, etc, protegidas por faixas antierosão ou cordões de vegetação permanente, sendo imprescindível o uso da técnica de pousio em períodos de cultivo alternados de 2 a 3 anos. Apresentam declives de 20

a 50% e os solos são pouco profundos.

### **Terras de classe VI**

Terras que, além de não serem cultiváveis com culturas anuais, apresentam severas limitações, mesmo para pastagens ou para reflorestamento, exigindo grandes restrições de uso, com ou sem práticas especiais. As pastagens devem ser permanentes, protegidas por faixas antierosão ou muros de pedras, ou com cordões de vegetação permanente. Não apresenta restrições quanto ao uso com cobertura vegetal natural ou florestada. Em algumas áreas, de forma criteriosa, podem ser desenvolvidas lavouras manuais de milho, feijão, soja, arroz, etc, protegidas por faixas antierosão ou cordões de vegetação permanente, sendo imprescindível o uso da técnica de pousio, em períodos de cultivo alternados no intervalo mínimo de 3 em 3 anos. O declive é muito íngreme e vai de 50 a 70%.

### **Terras de classe VII**

Áreas indicadas somente à manutenção da cobertura florestal, com matas florestadas ou reflorestadas de médio a grande porte. Declive do terreno extremamente íngreme, superiores a 70%. Enquadram-se também nessa classe as áreas destinadas por lei à preservação permanente, independente de qualquer característica pedológica, topológica, ou de cobertura vegetal.

#### **7.2.3. Enquadramento das classes nas bacias**

Determinadas as classes de capacidade de uso, como primeira etapa foram combinadas as diferentes formas de uso com as práticas conservacionistas consideradas adequadas para as bacias, que constam na TABELA 43; o resultado pode promover uma redução no comprimento de rampa de escoamento da água e o uso de cobertura vegetal adequada para cada tipo de solo e característica do relevo.

TABELA 43 - CAPACIDADE DE USO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS

Fator C - Uso		Fator P - Práticas conservacionistas							
Tipo de cobertura	C	(h)	(g)	(f)	(e)	(d)	(c)	(b)	(a)
		1	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,04	0,01
VP	0,001	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	0,00001
VSEA	0,001	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	0,00001
VSEM	0,003	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	0,00012	- x -
Reflorestamento	0,003	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	0,00012	- x -
VSEI	0,007	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	0,00028	- x -
Erva-mate	0,01	0,01	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	- x -	- x -
Pastagem	0,01	0,01	0,005	- x -	0,003	0,002	0,001	- x -	- x -
Lavouras	0,1376	0,1376	0,0688	0,05504	0,04128	0,02752	0,01376	- x -	- x -
Fruticultura	0,01	0,01	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	- x -	- x -
	CP=CxP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP

**Fator – C:** Vegetação primária - VP, Vegetação secundária em estágio avançado - VSEA, Vegetação secundária em estágio médio - VSEM, Reflorestamento, Vegetação secundária em estágio inicial - VSEI, Erva-mate, Pastagem, Lavouras e Fruticultura.

**Fator P:** (a) - Cobertura florestal de médio a grande porte com sub-bosque e serapilheira, (b) - cobertura vegetal natural de porte médio a baixo e reflorestamento, ambos com serapilheira; (c) - Muros de pedra desnivelados (80cm), aradura e cultivo a enxada em contorno, adubação equilibrada; (d) - Faixas antierosão (2-4m largura); (e) - Cordões de vegetação permanente; (f) - Alternância de capina + plantio em contorno; (g) - plantio em contorno, protegido por terraceamento; (h) - Plantio morro a baixo.

Fonte: adaptado de BERTONI & LOMBARDI NETO (1990) e RESENDE e ALMEIDA (1985).

Numa segunda etapa, foi redimensionado o comprimento de rampa, levando em consideração o tipo de solo e a declividade, conforme TABELA 44.

O comprimento de rampa é medido pela diferença entre duas práticas mecânicas (terraços) num plano vertical ou pela distância entre eles na horizontal.

Existem várias equações para cálculo das distâncias entre terraços, mas optamos pelas descritas por BERTONI & LOMBARDI, (1990).

$$EV = 0,4518.K.D^{0,58}$$

Onde: EV= espaçamento vertical entre os terraços em m; D= declividade do terreno em %; K= fator que depende do tipo de solo, sendo: 0,835 para solos arenosos, 0,954 para solos argilosos e 1,212 para solo roxo.

O espaçamento horizontal entre os terraços é calculado pela fórmula:

$$EH = \frac{EV \times 100}{D}$$

Onde: EH= espaçamento horizontal, em m; EV= espaçamento vertical, em m; D= declividade do terreno, em %.

TABELA 44 - CLASSE DE CAPACIDADE DE USO, PRÁTICAS MECÂNICAS E FATOR LS

Classe	Prática conservacionistas	Declive	Solo argiloso	
		S%	Lm ou EH	LS
I	Terraços de base estreita	1	43,10	0,105
		2	32,22	0,199
		3	27,17	0,288
		4	24,08	0,375
		5	21,92	0,460
II	Terraços de base larga	6	20,31	0,543
		7	19,04	0,626
		8	18,00	0,707
		9	17,13	0,787
		10	16,39	0,867
III	Terraços de base larga	11	15,70	0,945
		12	15,18	1,025
		13	14,70	1,104
		14	14,23	1,180
		15	13,80	1,256
IV	Muros de pedra (desnivelados 80cm) ou Faixas antierosão (2-4m largura)	16	13,45	1,333
		18	12,80	1,485
		20	12,25	1,636
V e VI	Culturas perenes em patamares ou muros de pedras. Pastagens e lavouras anuais com faixa antierosão.	30	10,33	2,371
		40	9,15	3,085
		50	8,34	3,784
		60	7,72	4,471
		70	7,24	5,149
VII	Não existem práticas recomendáveis, só a manutenção da cobertura florestal.	80	7,24	5,819
		90	7,24	6,481
		100	7,24	7,137

Conforme já citado anteriormente a CP tolerável foi determinada através da fórmula:

$$Cp_t = \frac{Pt}{R.K.LS}$$

Os procedimentos de cálculos foram adaptados de SÃO PAULO (1989, p. 39) e os resultados constam nas TABELA 45 a TABELA 48.

TABELA 45 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO E PRÁTICA CONSERVACIONISTA TOLERÁVEL – CPT PARA A BACIA DO RIO ANTA GORDA

Classe	Declive S(%)	Comp. rampa L(m)	Fator LS	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,110	K
				17,5	14,4	8,75	8,75	8,75	6,12	Pt
				7242,417	7242,41	7242,41	7242,41	7242,41	7242,41	R
I	1	43,102	0,105	0,7673	0,4736	- x -	- x -	- x -	- x -	Cpt
	2	32,215	0,199	0,4068	0,2511	- x -	- x -	- x -	- x -	
	3	27,171	0,288	0,2807	0,1732	- x -	- x -	- x -	- x -	
	4	24,078	0,375	0,2157	0,1331	- x -	- x -	- x -	- x -	
	5	21,924	0,46	0,1759	0,1085	- x -	- x -	- x -	- x -	
II	6	20,308	0,543	0,1488	0,0918	- x -	- x -	- x -	- x -	
	7	19,035	0,626	0,1292	0,0798	- x -	- x -	- x -	- x -	
	8	17,997	0,707	0,1144	0,0706	- x -	- x -	- x -	- x -	
	9	17,128	0,787	0,1027	0,0634	- x -	- x -	- x -	- x -	
	10	16,387	0,867	0,0932	0,0575	- x -	- x -	- x -	- x -	
III	11	15,700	0,945	0,0856	0,0528	0,0257	0,0214	0,0183	- x -	
	12	15,179	1,025	0,0789	0,0487	0,0237	0,0197	0,0169	- x -	
	13	14,700	1,104	0,0733	0,0452	0,0220	0,0183	0,0157	- x -	
	14	14,227	1,18	0,0685	0,0423	0,0206	0,0171	0,0147	- x -	
	15	13,800	1,256	0,0644	0,0397	0,0193	0,0161	0,0138	- x -	
IV	16	13,451	1,333	0,0606	0,0374	0,0182	0,0152	0,0130	0,00578	
	18	12,802	1,485	0,0544	0,0336	0,0163	0,0136	0,0117	0,00519	
	20	12,248	1,636	0,0494	0,0305	0,0148	0,0124	0,0106	0,00471	
V	30	10,330	2,371	0,0341	0,0210	0,0102	0,0085	0,0073	0,00325	
	40	9,154	3,085	0,0262	0,0162	0,0079	0,0066	0,0056	0,00250	
	50	8,335	3,784	0,0214	0,0132	0,0064	0,0053	0,0046	0,00204	
VI	60	7,721	4,471	0,0181	0,0112	0,0054	0,0045	0,0039	0,00172	
	70	7,237	5,149	0,0157	0,0097	0,0047	0,0039	0,0034	0,00150	
VII(*)	80	6,842	5,819	0,0139	0,0086	0,0042	0,0035	0,0030	0,00133	
	90	6,512	6,481	0,0125	0,0077	0,0037	0,0031	0,0027	0,00119	
	100	6,230	7,137	0,0113	0,0070	0,0034	0,0028	0,0024	0,00108	

(\*) As áreas consideradas por lei como de preservação permanente, independente de qualquer característica física, também pertencem a essa classe.

Pt - Tolerância perda./ano t/ha; Cpt - capacidade de uso e prática conservacionista tolerável; R, K e LS - Fatores da USLE.

TABELA 46 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO E PRÁTICA CONSERVACIONISTA TOLERÁVEL – CPT PARA A BACIA DO RIO BRINCO

Classe	Declive S(%)	Comp. rampa L(m)	Fator LS	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,110	K
				17,5	14,4	8,75	8,75	8,75	6,12	Pt
				7333,48	7333,48	7333,48	7333,48	7333,48	7333,48	R
I	1	43,102	0,105	0,7549	0,4659	- x -	- x -	- x -	- x -	CPT
	2	32,215	0,199	0,4002	0,2470	- x -	- x -	- x -	- x -	
	3	27,171	0,288	0,2761	0,1704	- x -	- x -	- x -	- x -	
	4	24,078	0,375	0,2122	0,1310	- x -	- x -	- x -	- x -	
	5	21,924	0,46	0,1730	0,1068	- x -	- x -	- x -	- x -	
II	6	20,308	0,543	0,1464	0,0904	- x -	- x -	- x -	- x -	
	7	19,035	0,626	0,1271	0,0785	- x -	- x -	- x -	- x -	
	8	17,997	0,707	0,1125	0,0694	- x -	- x -	- x -	- x -	
	9	17,128	0,787	0,1010	0,0623	- x -	- x -	- x -	- x -	
	10	16,387	0,867	0,0917	0,0566	- x -	- x -	- x -	- x -	
III	11	15,700	0,945	0,0842	0,0520	0,0253	0,0211	0,0126	- x -	
	12	15,179	1,025	0,0776	0,0479	0,0233	0,0194	0,0116	- x -	
	13	14,700	1,104	0,0721	0,0445	0,0216	0,0180	0,0108	- x -	
	14	14,227	1,18	0,0674	0,0416	0,0202	0,0169	0,0101	- x -	
	15	13,800	1,256	0,0633	0,0391	0,0190	0,0158	0,0095	- x -	
IV	16	13,451	1,333	0,0597	0,0368	0,0179	0,0149	0,0089	0,00569	
	18	12,802	1,485	0,0536	0,0331	0,0161	0,0134	0,0080	0,00511	
	20	12,248	1,636	0,0486	0,0300	0,0146	0,0122	0,0073	0,00464	
V	30	10,330	2,371	0,0336	0,0207	0,0101	0,0084	0,0050	0,00320	
	40	9,154	3,085	0,0258	0,0159	0,0077	0,0064	0,0039	0,00246	
	50	8,335	3,784	0,0210	0,0130	0,0063	0,0053	0,0032	0,00200	
VI	60	7,721	4,471	0,0178	0,0110	0,0053	0,0044	0,0027	0,00170	
	70	7,237	5,149	0,0154	0,0095	0,0046	0,0039	0,0023	0,00147	
VII(*)	80	6,842	5,819	0,0137	0,0084	0,0041	0,0034	0,0020	0,00130	
	90	6,512	6,481	0,0123	0,0076	0,0037	0,0031	0,0018	0,00117	
	100	6,230	7,137	0,0111	0,0069	0,0033	0,0028	0,0017	0,00106	

(\*) As áreas consideradas por lei como de preservação permanente, independente de qualquer característica física, também pertencem a essa classe.

Pt - Tolerância perda./ano t/ha; CPT - capacidade de uso e prática conservacionista tolerável; R, K e LS - Fatores da USLE.

TABELA 47 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO E PRÁTICA CONSERVACIONISTA TOLERÁVEL – CPT PARA A BACIA DO RIO COXILHA RICA

Classe	Declive S(%)	Comp. rampa L(m)	Fator LS	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,110	K
				17,5	14,4	8,75	8,75	8,75	6,12	Pt
				7531,49	7531,49	7531,49	7531,49	7531,49	7531,49	R
I	1	43,102	0,105	0,7350	0,4536	- x -	- x -	- x -	- x -	CPT
	2	32,215	0,199	0,3897	0,2405	- x -	- x -	- x -	- x -	
	3	27,171	0,288	0,2689	0,1659	- x -	- x -	- x -	- x -	
	4	24,078	0,375	0,2066	0,1275	- x -	- x -	- x -	- x -	
	5	21,924	0,46	0,1685	0,1040	- x -	- x -	- x -	- x -	
II	6	20,308	0,543	0,1426	0,0880	- x -	- x -	- x -	- x -	
	7	19,035	0,626	0,1238	0,0764	- x -	- x -	- x -	- x -	
	8	17,997	0,707	0,1096	0,0676	- x -	- x -	- x -	- x -	
	9	17,128	0,787	0,0984	0,0607	- x -	- x -	- x -	- x -	
	10	16,387	0,867	0,0893	0,0551	- x -	- x -	- x -	- x -	
III	11	15,700	0,945	0,0820	0,0506	0,0246	0,0205	0,0123	- x -	
	12	15,179	1,025	0,0756	0,0466	0,0227	0,0189	0,0113	- x -	
	13	14,700	1,104	0,0702	0,0433	0,0211	0,0175	0,0105	- x -	
	14	14,227	1,18	0,0656	0,0405	0,0197	0,0164	0,0098	- x -	
	15	13,800	1,256	0,0617	0,0381	0,0185	0,0154	0,0092	- x -	
IV	16	13,451	1,333	0,0581	0,0358	0,0174	0,0145	0,0087	0,0055	
	18	12,802	1,485	0,0521	0,0322	0,0156	0,0130	0,0078	0,0050	
	20	12,248	1,636	0,0474	0,0292	0,0142	0,0118	0,0071	0,0045	
V	30	10,330	2,371	0,0327	0,0202	0,0098	0,0082	0,0049	0,0031	
	40	9,154	3,085	0,0251	0,0155	0,0075	0,0063	0,0038	0,0024	
	50	8,335	3,784	0,0205	0,0126	0,0061	0,0051	0,0031	0,0020	
VI	60	7,721	4,471	0,0173	0,0107	0,0052	0,0043	0,0026	0,0017	
	70	7,237	5,149	0,0150	0,0093	0,0045	0,0038	0,0023	0,0014	
VII(*)	80	6,842	5,819	0,0133	0,0082	0,0040	0,0033	0,0020	0,0013	
	90	6,512	6,481	0,0120	0,0074	0,0036	0,0030	0,0018	0,0011	
	100	6,230	7,137	0,0109	0,0067	0,0033	0,0027	0,0016	0,0010	

(\*) As áreas consideradas por lei como de preservação permanente, independente de qualquer característica física, também pertencem a essa classe.

Pt - Tolerância perda./ano t/ha; Cpt - capacidade de uso e prática conservacionista tolerável; R, K e LS - Fatores da USLE.

TABELA 48 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO E PRÁTICA CONSERVACIONISTA TOLERÁVEL – CPT PARA A BACIA DO RIO JIRAU

Classe	Declive S(%)	Comp. rampa L(m)	Fator LS	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,110	K
				17,5	14,4	8,75	8,75	8,75	6,12	Pt
				7197,61	7197,61	7197,61	7197,61	7197,61	7197,61	R
I	1	43,102	0,105	0,7691	0,4747	- x -	- x -	- x -	- x -	Cpt
	2	32,215	0,199	0,4078	0,2517	- x -	- x -	- x -	- x -	
	3	27,171	0,288	0,2813	0,1736	- x -	- x -	- x -	- x -	
	4	24,078	0,375	0,2162	0,1334	- x -	- x -	- x -	- x -	
	5	21,924	0,46	0,1763	0,1088	- x -	- x -	- x -	- x -	
II	6	20,308	0,543	0,1492	0,0921	- x -	- x -	- x -	- x -	
	7	19,035	0,626	0,1295	0,0799	- x -	- x -	- x -	- x -	
	8	17,997	0,707	0,1146	0,0707	- x -	- x -	- x -	- x -	
	9	17,128	0,787	0,1029	0,0635	- x -	- x -	- x -	- x -	
	10	16,387	0,867	0,0935	0,0577	- x -	- x -	- x -	- x -	
III	11	15,700	0,945	0,0858	0,0529	0,0257	0,0214	0,0129	- x -	
	12	15,179	1,025	0,0791	0,0488	0,0237	0,0198	0,0119	- x -	
	13	14,700	1,104	0,0734	0,0453	0,0220	0,0184	0,0110	- x -	
	14	14,227	1,18	0,0687	0,0424	0,0206	0,0172	0,0103	- x -	
	15	13,800	1,256	0,0645	0,0398	0,0194	0,0161	0,0097	- x -	
IV	16	13,451	1,333	0,0608	0,0375	0,0182	0,0152	0,0091	0,00580	
	18	12,802	1,485	0,0546	0,0337	0,0164	0,0136	0,0082	0,00520	
	20	12,248	1,636	0,0495	0,0306	0,0149	0,0124	0,0074	0,00473	
V	30	10,330	2,371	0,0342	0,0211	0,0103	0,0085	0,0051	0,00326	
	40	9,154	3,085	0,0263	0,0162	0,0079	0,0066	0,0039	0,00251	
	50	8,335	3,784	0,0214	0,0132	0,0064	0,0054	0,0032	0,00204	
VI	60	7,721	4,471	0,0181	0,0112	0,0054	0,0045	0,0027	0,00173	
	70	7,237	5,149	0,0157	0,0097	0,0047	0,0039	0,0024	0,00150	
VII(*)	80	6,842	5,819	0,0139	0,0086	0,0042	0,0035	0,0021	0,00133	
	90	6,512	6,481	0,0125	0,0077	0,0038	0,0031	0,0019	0,00119	
	100	6,230	7,137	0,0114	0,0070	0,0034	0,0028	0,0017	0,00108	

(\*) As áreas consideradas por lei como de preservação permanente, independente de qualquer característica física, também pertencem a essa classe.

Pt - Tolerância perda./ano t/ha; Cpt - capacidade de uso e prática conservacionista tolerável; R, K e LS - Fatores da USLE.

Usando os dados de CPt da TABELA 45 à TABELA 48, combinados com os da TABELA 44, pode-se identificar, para cada ponto das bacias, a forma de uso adequada e as práticas conservacionistas recomendáveis.

Para cálculos do CPt – capacidade de uso e práticas conservacionistas toleráveis para cada bacia, usou-se o fator R máximo de cada uma delas. É a diferença do fator R, que determina CPts com valores um pouco diferenciado para as condições de K e LS.

A definição das classes de capacidade de uso foi efetuada usando-se como base os dados constantes da TABELA 49.

TABELA 49 - DEFINIÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO EM FUNÇÃO DO LS, K E CPT

Classe	LS calculado	K	CPt
I	0,0 a 0,46	0,0 a 0,04	> 0,17
II	0,0 a 0,867	0,0 a 0,05	0,17 a 0,058
III	0,0 a 1,256	0,0 a 0,06	0,058 a 0,016
IV	0,0 a 1,636	0,0 a 0,11	0,016 a 0,0047
V	0,0 a 3,784	0,0 a 0,11	0,0047 a 0,002
VI	0 a 5,149	0,0 a 0,11	0,002 a 0,0015
VII(*)	> 5,149	0,0 a 0,11	< 0,0015
	> 5,149 a 0,0	0,11 a 0,0	> 0,17 a < 0,0015

(\*) Na segunda linha da classe VII, estão as áreas consideradas por lei como de preservação permanente que, independente de qualquer característica física, também pertencem a essa classe.

CPt - capacidade de uso e prática conservacionista tolerável; K e LS - Fatores da USLE.

Através desses dados construíram-se as cartas de capacidade de uso das terras das bacias hidrográficas, que constituem a FIGURA 63 à FIGURA 66.

A partir da carta de capacidade de uso de cada bacia hidrográfica, pode-se chegar ao planejamento das atividades agrícolas dentro de cada propriedade, de acordo com os respectivos potenciais individuais, de forma perfeitamente integrada, provocando danos mínimos à natureza.

As atividades que o agricultor será orientado a executar estarão, em primeiro plano, sincronizadas com a realidade de sua propriedade e com o mercado de consumo

a que os produtos serão destinados, vinculando a utilização racional da terra com resultados econômicos satisfatórios e sem prejuízo ao meio ambiente.

A TABELA 50 e a FIGURA 63 à FIGURA 66 trazem a abrangência das classes de capacidade de uso da terra nas bacias efetivas. De maneira geral esses dados podem assim serem resumidos:

- As terras das classes I e II, de maiores potencialidades, que se adaptam a todas as formas de uso, abrangem, em termos de área, 53,84% da bacia do rio Anta Gorda, 72,29% da bacia do rio Brinco, 35,19% da bacia do rio Coxilha Rica e 48,65% da bacia do rio Jirau. Portanto, a bacia do rio Brinco é a que tem maior quantidade de áreas de grande aptidão agrícola, na seqüência, estão as bacias dos rios Anta Gorda e Jirau e por último, a do Coxilha Rica.

- As terras de classe III, que têm potencial regular, possibilitando o desenvolvimento de agricultura com restrições médias e não apresentam problemas para as demais formas de uso, abrangem 51,76% da bacia do rio Coxilha Rica, 38,46% da bacia do rio Jirau, 25,40% da bacia do rio Anta Gorda e 16,45% da bacia do rio Brinco.

- As terras de classe IV e V, com uso restrito à agricultura, sendo sua aptidão mais adequada à pastagem ou outra forma de uso que proteja melhor o solo, abrangem 10,34 da bacia do rio Anta Gorda, 3,37% da bacia do rio Brinco, 2,84% da bacia do rio Jirau e 1,36% da bacia do rio Coxilha Rica.

- As terras de classe VI, mais indicadas a manutenção da cobertura florestal, e as de classe VII, indicadas somente à manutenção da cobertura florestal, abrangem 11,69% da bacia do rio Coxilha Rica, 10,05% da bacia do rio Jirau, 9,83% da bacia do rio Anta Gorda e 7,93% da bacia do rio Brinco.

Diante do exposto nos três parágrafos anteriores, pode-se dizer que a bacia do rio Brinco é a que possui maior amplitude de potencialidades de uso, seguida pelas dos rios Anta Gorda e Jirau e por último, pela a do Coxilha Rica.

TABELA 50 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DAS BACIAS DOS RIO ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

CLASSE	Identificação das bacias efetivas							
	Anta Gorda		Brinco		Coxilha Rica		Jirau	
	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área	Área ha	% da área
Classe I	272,37	22,47	670,85	45,10	101,57	15,12	542,50	21,94
Classe II	380,31	31,37	404,03	27,16	134,8	20,07	660,38	26,71
Classe III	308,01	25,40	244,66	16,45	347,69	51,76	950,98	38,46
Classe IV	106,71	8,80	48,67	3,27	8,35	1,24	60,67	2,45
Classe V	25,76	2,12	1,50	0,10	0,79	0,12	9,53	0,39
Classe VI	0,27	0,02	0,00	0,00	0,2	0,03	1,96	0,08
Classe VII	118,97	9,81	117,90	7,93	78,36	11,66	246,50	9,97
Total	1212,40	100,00	1487,61	100,00	671,76	100	2472,53	100,00

TABELA 51 – SÍNTESE DOS FATORES DA USLE CALCULADOS E DO MPT HIDROTRANSPORTADO

Fator	Dados estatísticos	R. Jirau	R. Coxilha Rica	R. Anta Gorda	R. Brinco
Comprimento de Rampa (m)	Mínimo	6,84	6,84	7,24	6,84
	Máximo	43,10	43,10	43,10	43,10
	Média	20,12	18,69	20,86	27,63
	Variância	106,38	91,84	105,13	129,16
	Desvio Padrão	10,31	9,58	10,25	11,36
	Coefficiente de Variação	51,26	51,28	49,16	41,13
	Mediana	16,39	15,18	17,13	24,08
Fator LS	Mínimo	0,09	0,09	0,09	0,09
	Máximo	10,27	7,53	4,47	11,29
	Média	0,87	0,95	0,78	0,45
	Variância	0,35	0,28	0,24	0,16
	Desvio Padrão	0,59	0,53	0,49	0,40
	Coefficiente de Variação	67,81	55,81	63,01	88,75
	Mediana	0,82	0,97	0,77	0,35
Fator CP	Mínimo	0,00001	0,00001	0,00012	0,00001
	Máximo	0,06880	0,06880	0,06880	0,06880
	Média	0,04488	0,04237	0,04754	0,05782
	Variância	0,00050	0,00038	0,00042	0,00021
	Desvio Padrão	0,02229	0,01955	0,02040	0,01446
	Coefficiente de Variação	49,65999	46,13828	42,91424	24,99935
	Mediana	0,05504	0,04120	0,05504	0,06880
Perdas em t/ha/ano	Mínimo	0,04	0,04	2,65	1,78
	Máximo	17,50	17,49	17,50	17,50
	Média	6,98	6,07	7,28	7,41
	Variância	15,01	13,26	15,18	9,67
	Desvio Padrão	3,87	3,64	3,90	3,11
	Coefficiente de Variação	55,51	59,96	53,51	41,97
	Mediana	5,97	4,78	5,37	2,95
Material Particulado Hidrotransportado t/ha/ano		1,09	1,36	1,49	0,16

Os dados estatísticos apresentados na TABELA 51 expressam as condições dos fatores da USLE, recalculados para estruturação das cartas de capacidade de uso

da terra. Os valores apresentados estão dentro de padrões aceitáveis, não apresentando grandes distâncias entre os valores mínimo e máximo. As médias e coeficientes de variação e demais dados estatísticos também estão dentro de condições satisfatórias.

No que se refere às perdas de solo em t/ha/ano, constata-se que, uma vez implantado o sistema de capacidade de uso proposto, a média nas quatro bacias ficará entre 6,98 a 7,41 t/ha/ano.

Os dados também indicam que, uma vez adotada e implantada essa sistemática de uso da terra, a quantidade média de material particulado hidrotransportado, que atualmente gira em torno de 0,16 a 1,49 t/ha/ano, diminuirá sensivelmente, pois todo o processo erosivo no interflúvio ficará controlado, cerceando-se os processos de retirada e transporte dos mesmos até o ambiente hídrico.

Se analisarmos os dados da TABELA 52 à TABELA 55, que relacionam os tipos de solos e as áreas abrangidas com intervalos de perdas de solos, verifica-se que em todas as bacias nenhum tipo de solo tem perdas em classes superiores às remoções toleráveis. Dessa forma, fica evidenciada a eficiência do método que se propõe neste trabalho.

TABELA 52 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NA BACIA DO RIO ANTA GORDA, APÓS IMPLANTAÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO

Tipo de solo	Intervalos de perdas em t/ha/ano								Total em ha
	0 - 2,5	2,5 - 6,12	6,12 - 8,75	8,75 - 14,4	14,4 - 17,5	17,5 - 20	50 - 100	> - 100	
	Área em ha com essa média de perdas								
LRd	0,00	41,96	61,56	18,11	11,23	0,00	0,00	0,00	132,87
TRd	0,00	32,64	4,29	47,97	0,43	0,00	0,00	0,00	85,33
TRe	0,00	258,91	44,59	199,25	4,74	0,00	0,00	0,00	507,49
Ba	0,00	42,66	31,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,59
Re	0,00	107,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	107,59
LRe	0,00	173,78	61,67	46,65	22,44	0,00	0,00	0,00	304,53
Total	0,00	657,54	307,56	311,98	38,83	0,00	0,00	0,00	1212,40

TABELA 53 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NA BACIA DO RIO BRINCO, APÓS IMPLANTAÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO

Tipo de solo	Intervalos de perdas em t/ha/ano								Total em ha
	0 - 2,5	2,5 - 6,12	6,12 - 8,75	8,75 - 14,4	14,4 - 17,5	17,5 - 20	50 - 100	> - 100	
	Área em ha com essa média de perdas								
LRd	0,00	339,66	164,36	204,32	26,92	0,00	0,00	0,00	735,26
TRd	0,00	199,91	44,27	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	266,19
Ca	0,00	46,54	10,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,83
Ra	0,40	8,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,16
LBa	0,00	179,52	65,12	146,91	28,62	0,00	0,00	0,00	420,17
Total	0,40	774,39	284,05	373,24	55,54	0,00	0,00	0,00	1487,61

TABELA 54 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NA BACIA DO RIO COXILHA RICA, APÓS IMPLANTAÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO

Tipo de solo	Intervalos de perdas em t/ha/ano								Total em ha
	0 - 2,5	2,5 - 6,12	6,12 - 8,75	8,75 - 14,4	14,4 - 17,5	17,5 - 20	50 - 100	> - 100	
	Área em ha com essa média de perdas								
LRd	0,00	62,23	33,68	33,11	10,74	0,00	0,00	0,00	139,76
LRe	0,00	4,85	0,38	0,44	0,23	0,00	0,00	0,00	5,90
TRe	12,86	230,18	14,48	92,79	0,00	0,00	0,00	0,00	350,31
Ba	4,00	95,25	45,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	144,59
Re	0,16	1,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73
Ce	0,88	24,14	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,47
Total	17,90	418,22	98,32	126,34	10,97	0,00	0,00	0,00	671,76

TABELA 55 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE TIPOS DE SOLOS E PERDAS NA BACIA DO RIO JIRAU, APÓS IMPLANTAÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO

Tipo de solo	Intervalos de perdas em t/ha/ano								Total em ha
	0 - 2,5	2,5 - 6,12	6,12 - 8,75	8,75 - 14,4	14,4 - 17,5	17,5 - 20	50 - 100	> - 100	
	Área em ha com essa média de perdas								
LRd	0,00	118,92	191,78	36,27	42,48	0,00	0,00	0,00	389,45
TRe	30,24	568,66	58,19	495,19	0,00	0,00	0,00	0,00	1152,28
Ba	0,00	264,97	235,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	500,28
Re	0,39	12,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,70
Ce	0,00	46,92	3,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,84
LRe	0,00	244,26	23,60	65,16	33,96	0,00	0,00	0,00	366,98
Total	30,63	1256,04	512,80	596,62	76,44	0,00	0,00	0,00	2472,53

Os dados da TABELA 56 à TABELA 60 apresentam um cruzamento entre o mapa de classe de uso da terra de cada bacia e as formas de uso que existiam em junho de 2000.

O cruzamento das informações mostrou 4 (quatro) situações, a saber:

TABELA 56 – RESUMO DA TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE USO E USO EM 2000, DAS QUATRO BACIAS

Situação	Anta		Brinco		Coxilha		Jirau	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	177,03	14,60	92,86	6,24	62,98	9,38	342,28	13,84
2	531,79	43,86	121,78	8,19	161,60	24,06	488,80	19,77
3	259,48	21,40	863,69	58,06	212,30	31,60	1237,72	50,06
4	244,10	20,13	409,29	27,51	234,88	34,96	403,73	16,33
Total	1212,40	100,00	1487,61	100,00	671,76	100,00	2472,53	100,00

**Situação 1** - Áreas com uso do solo errôneo, devendo ser readequado.

**Situação 2** - Áreas com uso do solo que as colocam em alto risco de degradação, devendo ser melhoradas as práticas conservacionistas e/ou alterada a forma de uso.

**Situação 3** - Áreas com riscos de degradação de regular a baixo, devendo sofrer algumas alterações e observações nas práticas conservacionistas.

**Situação 4** - Áreas sem risco de degradação.

TABELA 57 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE USO E USO EM 2000, NA BACIA DO RIO ANTA GORDA

Classe	Área em ha para cada situação Classe X Uso							Total ha
	VP	VSEA	VSEM	VSEI	Pastagem	Lavoura	Solo descoberto	
I	18,29	14,35	10,74	27,70	59,16	88,12	55,54	273,90
II	34,01	17,81	13,65	33,02	78,55	135,22	68,34	380,60
III	34,88	17,85	13,86	35,53	74,49	85,38	46,65	308,64
IV	10,62	6,68	4,16	14,38	32,65	42,69	15,56	106,74
V	2,36	1,33	1,08	3,19	13,45	2,24	2,13	25,78
VI	0,00	0,00	0,00	0,03	0,14	0,10	0,00	0,27
VII	10,40	14,73	17,30	35,99	20,54	9,32	8,19	116,47
Total	110,56	72,75	60,79	149,84	278,98	343,07	196,41	1212,4

VP - Vegetação primária; VSEA - Vegetação secundária em estágio avançado; VSEM - Vegetação secundária em estágio médio; e VSEI - Vegetação secundária em estágio inicial.

TABELA 58 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE USO E USO EM 2000, NA BACIA DO RIO BRINCO

Classe	Área em ha para cada situação Classe X Uso							Total ha
	VP	VSEA	VSEMo	VSEI	Pastagem	Lavoura	Solo descoberto	
I	22,49	55,24	52,68	74,32	134,17	312,69	19,68	671,28
II	33,67	45,49	40,50	41,70	54,58	171,79	16,18	403,91
III	28,05	37,26	25,02	39,90	34,54	71,71	8,14	244,62
IV	5,43	11,61	8,49	8,38	5,57	9,12	0,05	48,64
V	0,01	0,30	0,63	0,26	0,06	0,26	0,00	1,51
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VII	7,88	16,07	18,47	29,25	13,48	30,10	2,40	117,64
Total	97,53	165,98	145,78	193,80	242,40	595,68	46,45	1487,61

VP - Vegetação primária; VSEA - Vegetação secundária em estágio avançado; VSEM - Vegetação secundária em estágio médio; e VSEI - Vegetação secundária em estágio inicial.

TABELA 59 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE USO E USO EM 2000, NA BACIA DO COXILHA RICA

Classe	Área em ha para cada situação Classe X Uso							Total ha
	VP	VSEA	VSEMo	VSEI	Pastagem	Lavoura	Solo descoberto	
I	17,06	6,25	3,84	0,53	15,27	48,73	10,10	101,78
II	21,08	9,32	7,25	1,30	19,90	58,71	17,59	135,15
III	65,41	22,20	22,88	9,14	58,72	130,31	38,27	346,93
IV	1,15	0,20	0,54	0,72	2,80	1,93	1,01	8,35
V	0,02	0,01	0,07	0,08	0,50	0,03	0,08	0,79
VI	0,03	0,00	0,03	0,00	0,05	0,01	0,08	0,20
VII	17,00	18,14	22,40	3,71	10,51	4,41	2,39	78,56
Total	121,75	56,12	57,01	15,48	107,75	244,13	69,52	671,76

VP - Vegetação primária; VSEA - Vegetação secundária em estágio avançado; VSEM - Vegetação secundária em estágio médio; e VSEI - Vegetação secundária em estágio inicial.

TABELA 60 – TABULAÇÃO CRUZADA DE IMAGENS TEMÁTICAS DE CLASSES DE USO E USO EM 2000, NA BACIA DO RIO JIRAU

Classe	Área em ha para cada situação Classe X Uso							Total ha
	VP	VSEA	VSEMo	VSEI	Pastagem	Lavoura	Solo descoberto	
I	12,94	21,32	35,47	51,67	129,12	221,36	71,25	543,13
II	21,52	17,33	38,63	61,95	145,76	291,10	83,40	659,69
III	65,09	47,20	56,83	113,60	223,16	311,28	134,29	951,45
IV	9,09	4,62	4,70	7,67	14,08	11,61	8,88	60,65
V	1,64	0,61	0,85	1,12	2,03	1,67	1,59	9,51
VI	0,10	0,08	0,11	0,29	0,59	0,64	0,15	1,96
VII	27,63	21,51	16,46	71,69	45,84	20,17	42,84	246,14
Total	138,01	112,67	153,05	307,99	560,58	857,83	342,40	2472,53

VP - Vegetação primária; VSEA - Vegetação secundária em estágio avançado; VSEM - Vegetação secundária em estágio médio; e VSEI - Vegetação secundária em estágio inicial.

FIGURA 63 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO DA BACIA DO RIO ANTA GORDA

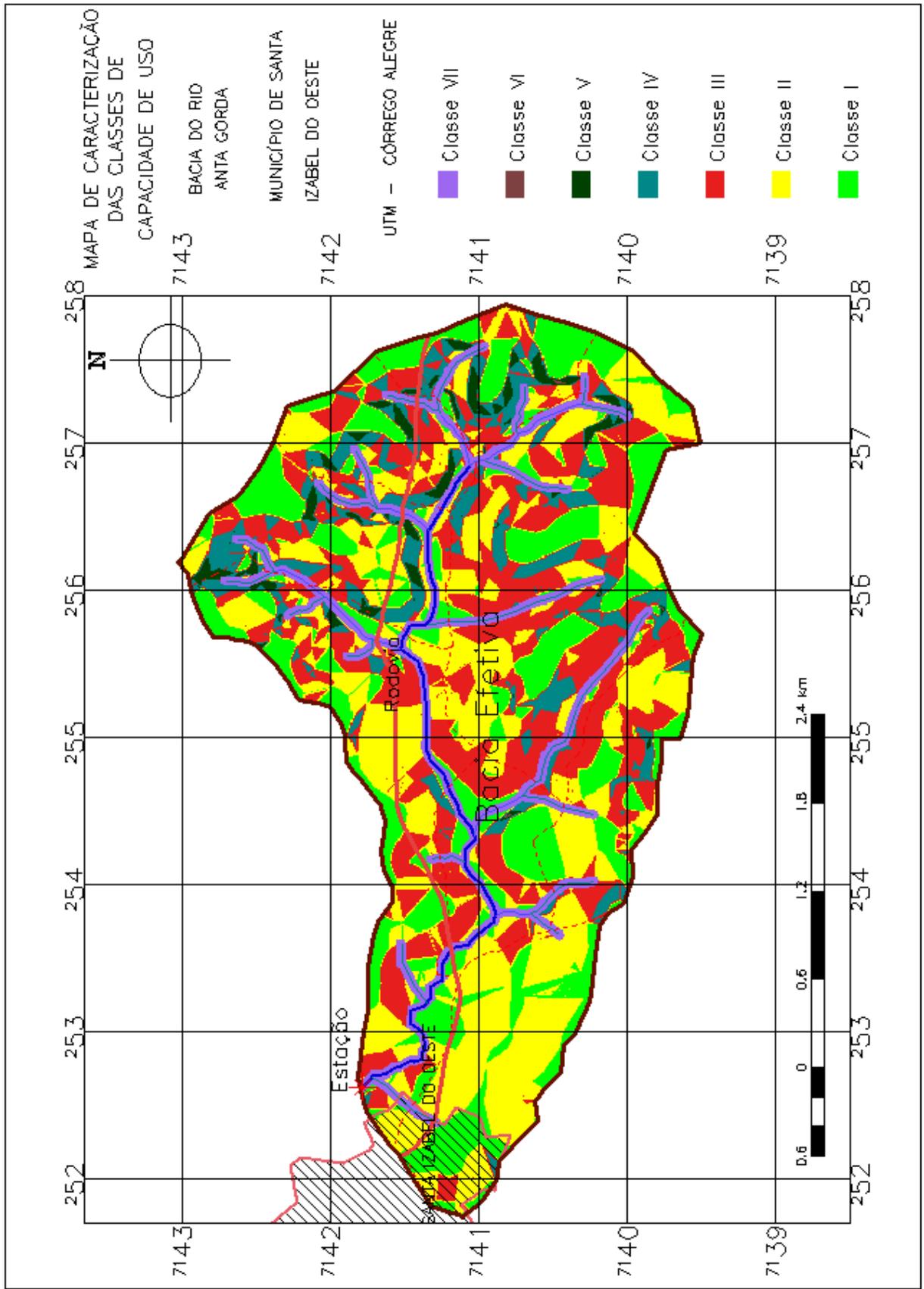


FIGURA 64 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO DA BACIA DO RIO BRINCO

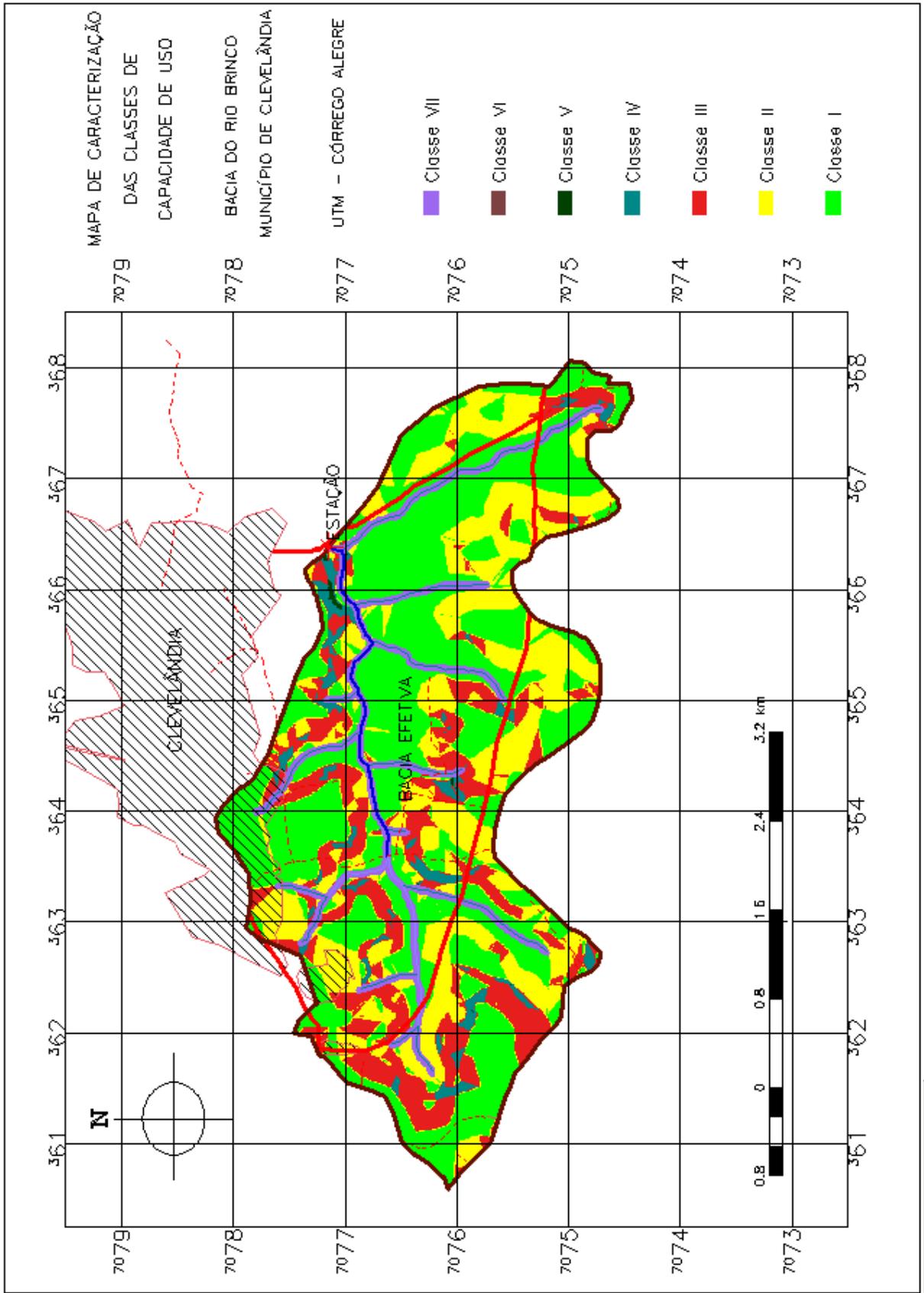


FIGURA 65 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO DA BACIA DO RIO COXILHA RICA

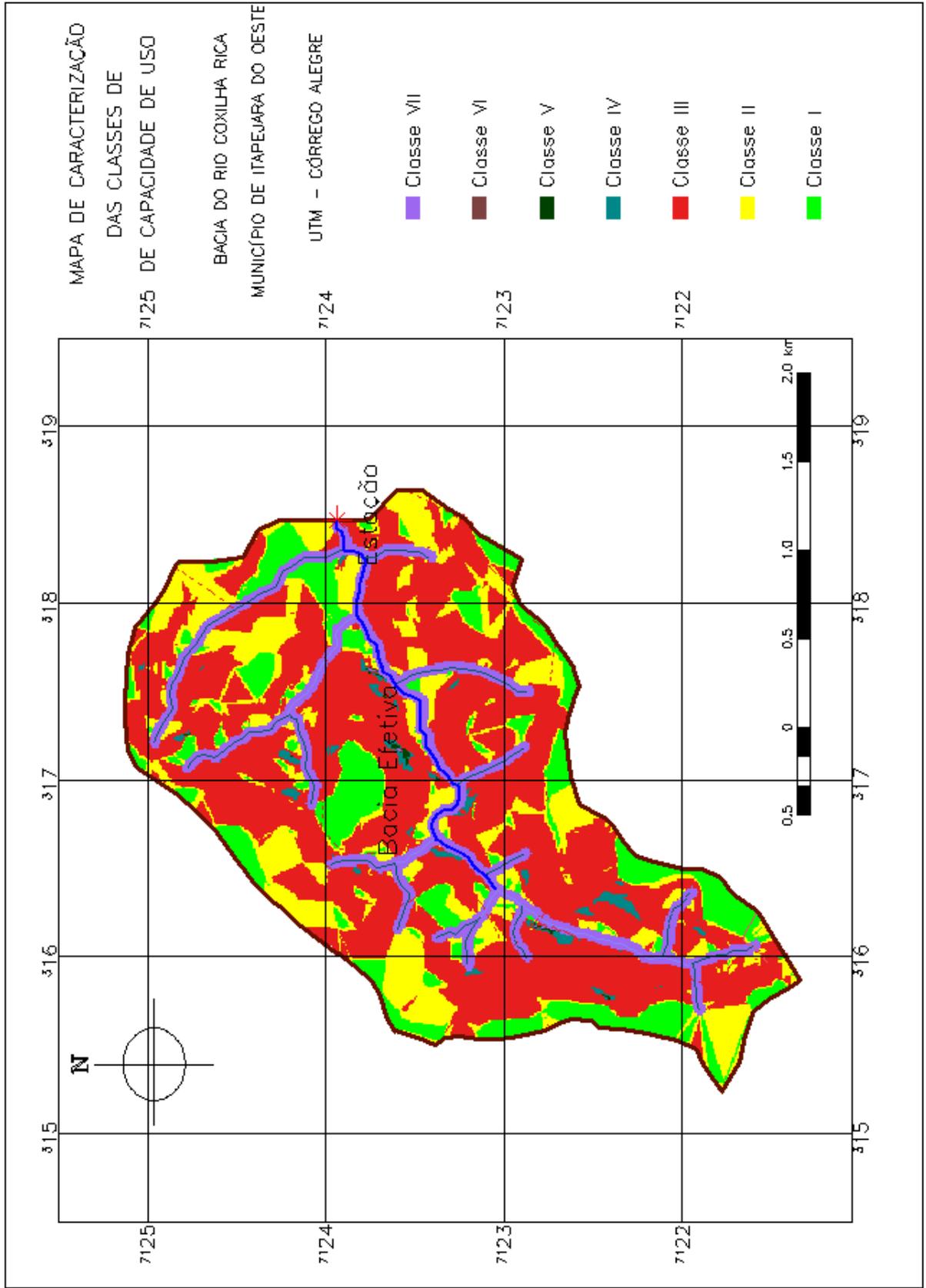
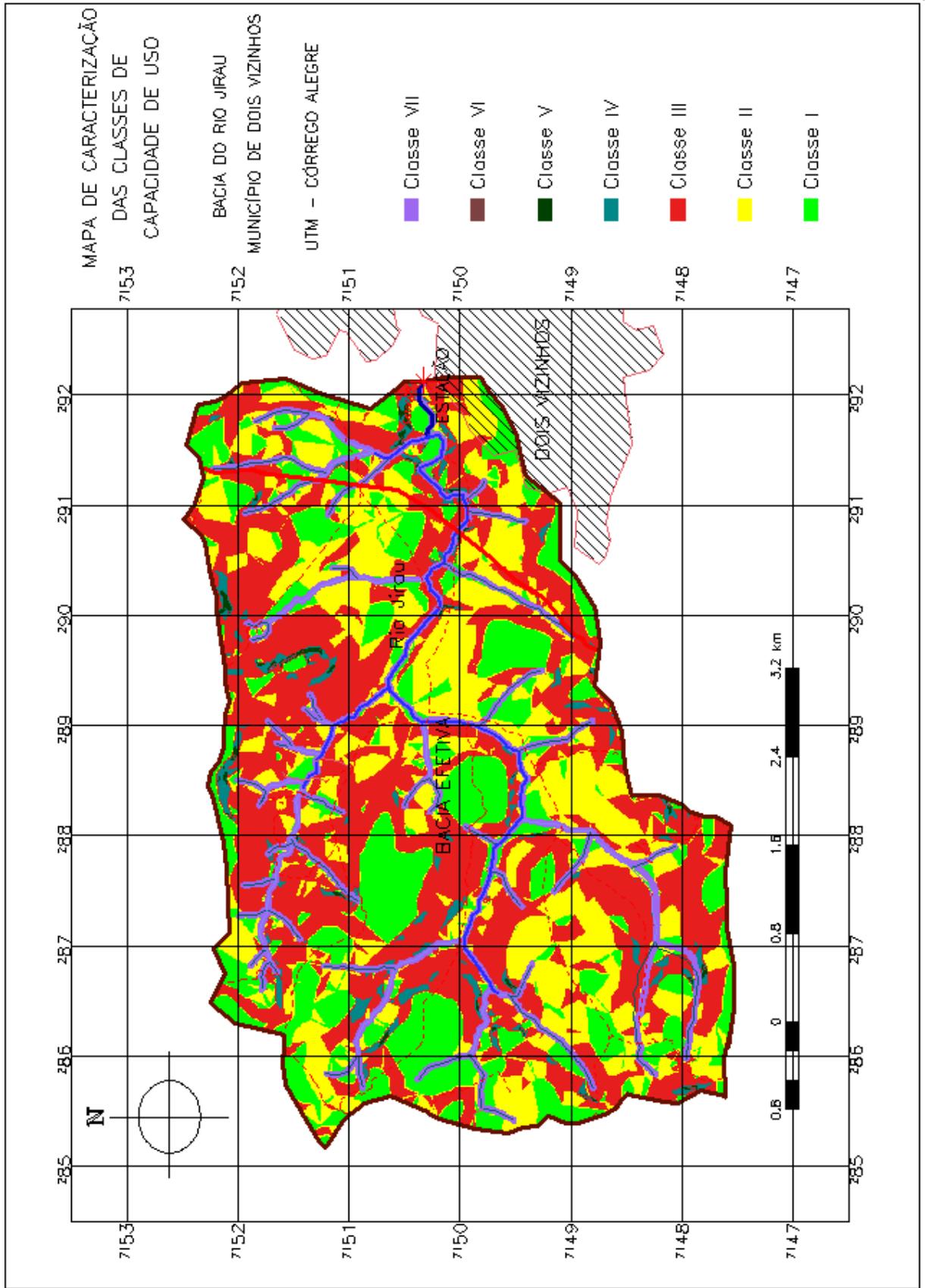


FIGURA 66 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO DA BACIA DO RIO JIRAU



## 8. CONCLUSÕES

As bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau estão distribuídas no Sudoeste do Estado do Paraná e são unidades bases, que traduzem as características fisiográficas e de uso e ocupação do solo de toda essa região onde estão inseridas.

Em termos geológicos, as bacias dos rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau ocupam áreas de rochas basálticas básicas a intermediárias, caracterizadas por basaltos toleíticos, com teor de óxido de titânio menor que 2% do peso. A bacia do rio Brinco se desenvolve sobre rochas basálticas ácidas do tipo Palmas.

As condições climáticas reinantes, segundo a classificação de Köppen, caracterizam o tipo climático Cfa nas bacias dos rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau e na bacia do rio Brinco caracterizam o tipo Cfb. Os dois tipos climáticos são mesotérmicos úmidos, sendo que o primeiro possui verões quentes e invernos menos rigorosos, enquanto que o segundo apresenta verões brandos e invernos com geadas frequentes. As precipitações são intensas, colocando esses climas entre os de maiores índices pluviométricos do Paraná.

A vegetação existente nas bacias reflete as características geológicas, pedológicas e climáticas locais. As bacias dos rios Brinco, Coxilha Rica e Jirau estão em locais pertencentes à Floresta Ombrófila Mista e a área da bacia do rio Anta Gorda situa-se em uma região de transição entre as Florestas Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual.

Devido ao fato de as bacias estarem localizadas em áreas de estrutura agrária minifundiária, a vegetação primária foi praticamente erradicada, restando vegetação secundária em estágio inicial, médio e avançado de regeneração.

Verificando-se especificamente a situação de uso nas bacias, constata-se que em todas a cobertura arbórea, constituída por vegetação primária e vegetação secundária (em estágios avançado e médio de regeneração), abrange 20,08% da área

da bacia do rio Anta Gorda, 27,54% da área da bacia do rio Brinco, 34,89% da área da bacia do rio Coxilha Rica e 16,32% da área da bacia do rio Jirau.

As áreas com vegetação secundária em estágio inicial abrangem 12,04% da área da bacia do rio Anta Gorda, 13,04% da bacia do rio Brinco, 2,35% da bacia do rio Coxilha Rica e 12,46% da bacia do rio Jirau.

O processo de uso do solo nas quatro bacias não considerou a legislação florestal e, com isso, principalmente as matas ciliares, entre outras consideradas de preservação permanente, foram destruídas.

Na bacia do rio Anta Gorda, a área de preservação permanente, que representa 9,63% da área total, tem 62,14% de seu contingente em conflito de uso e deve passar por processo de recuperação. Na bacia do rio Brinco, a área de preservação representa 6,84% da área total e 62,44% da área nesse enquadramento devem ser recuperados. Na bacia do rio Coxilha Rica, representa 11,76% da área total e 25,68% da área sob esse enquadramento devem ser recuperados. Na bacia do rio Jirau, representa 8,26% da área total e 64,83% deve ser recuperado. A bacia que apresenta melhor conservação das matas de preservação permanente é a do rio Coxilha Rica e a pior é a do rio Jirau.

Em relação ao uso do solo, verifica-se que nas bacias dos rios Anta Gorda, Jirau e Brinco, as lavouras não são protegidas adequadamente por práticas de preservação e controle da erosão. Isso as torna mais vulneráveis à poluição do ambiente hídrico por produtos químicos (adubos e pesticidas) e orgânicos (dejetos de animais e humanos) e por material particulado (inorgânico e orgânico). A bacia do rio Coxilha Rica está protegida por práticas adequadas de controle à erosão, embora esse processo ainda deva ser melhorado. Confrontando-se os dados da preservação permanente com as práticas conservacionistas, sem levar em conta aspectos como relevo, entre outros, verifica-se que o rio Jirau está mais exposto à poluição, seguido dos rios Brinco e Anta Gorda.

No que se refere à contaminação da água das bacias (mananciais de captação

da SANEPAR), dentre os contaminantes já mencionados, merecem destaque principalmente as formas de poluição como as orgânicas de origem animal e vegetal. As bacias dos rios Anta Gorda, Brinco e Jirau têm a qualidade da água comprometida pela expansão urbana sobre a área do manancial, e isso constitui um foco importante de poluição por dejetos humanos. Nas bacias dos rios Anta Gorda e Jirau, a falta de manejo adequado dos dejetos de suínos contamina a rede de drenagem. Outras formas de contaminação têm origem na piscicultura que está presente nas bacias dos rios Anta Gorda e Coxilha Rica.

Resgatando-se o histórico de parâmetros (média observada no período) avaliados pela SANEPAR das bacias efetivas dos rios Anta Gorda, Brinco e Jirau e utilizando-se dados de uma análise do rio Coxilha Rica, e submetendo-se esses dados ao IQA – Índice de Qualidade da Água, constatou-se que pelo método aditivo IQAa, os dados finais variaram de 64 a 70,88. Portanto, as águas enquadram-se em condições médias na classe 2. Pelo método multiplicativo IQAm, os valores variaram de 51 a 55,8, portanto, as águas também se enquadram em condições médias, na classe 2.

Esses dados indicam que as águas das quatro bacias podem ser destinadas ao consumo humano, desde que os critérios de tratamento sejam rigorosos em períodos chuvosos, quando os índices de qualidade da água in-natura são piores. Deve-se adotar o tratamento convencional apenas em ocasião de tempo de pouca chuva, pois nesses períodos diminuem as concentrações de contaminantes nas águas.

A sincronização da fluviometria com a pluviometria permitiu constatar que os fluxos de material particulado sofrem influência direta da intensidade e duração das chuvas nas vertentes. Observando-se os dados de material particulado transportado nas bacias, verifica-se que, no período de 10 a 15 dias, nas quatro bacias, foram veiculados de 70 a 85% do material transportado no período observado. Esse fato indica a necessidade de uso de práticas edáficas, mecânicas e vegetativas, capazes de proteger realmente o solo nas condições extremas, pois é nessas ocasiões que ocorre a grande chegada de material ao ambiente hídrico e, conseqüentemente, é quando ocorrem os grandes transportes de material particulado e a contaminação das águas.

Ao analisar os sólidos dissolvidos hidrotransportados, verifica-se que, ao contrário do particulado, ele tem constância durante todo o ano, e as maiores concentrações estão em períodos sem chuvas, quando a taxa de dissolução é baixa. As menores concentrações ocorrem em períodos chuvosos, quando a dissolução é elevada.

Através do monitoramento das estações flúvio-sedimentométricas, com conseqüentes coletas de amostras de água para realização de análises físicas e pelo resgate desses dados no contexto histórico, obteve-se uma correlação da concentração de material particulado com as medidas de turbidez em NTU. Por esse processo efetuaram-se vários ensaios e chegou-se a um fator de conversão de turbidez em NTU, para material particulado suspenso em mg/L. O fator médio obtido para as quatro bacias foi 0,6937. Esse valor é uma constante que, uma vez multiplicada pela turbidez, dá a concentração em mg/L e dividindo-se a concentração em mg/L por esse fator, obter-se-á a turbidez em NTU.

O uso do sistema de informações geográficas SPRING na avaliação e no monitoramento ambiental em bacias hidrográficas, mostrou-se uma ferramenta de grande eficiência no que concerne à caracterização das áreas em seus aspectos físicos, na quantificação da erosão laminar e na determinação da capacidade de uso dos solos.

Pela sistemática da Equação Universal de Perdas de Solos – USLE, no ambiente SPRING, foi possível primeiramente quantificar isoladamente seus fatores.

Em relação à erosividade das chuvas (Fator R), os resultados demonstram que a bacia do rio Coxilha Rica possui a maior erosividade das chuvas de 7.485,66MJ/ha/mm/ano; na seqüência estão as bacias do rio Brinco com 7.315,4MJ/ha/mm/ano, do rio Anta Gorda com 7.242,40MJ/mm/ha/ano e por último está a do rio Jirau, com 7.141,26MJ/ha/mm/ano.

Os dados de erodibilidade (Fator K) demonstram que os solos das quatro bacias, por serem argilosos, são pouco erodíveis. Os valores de K ficaram em torno de 0,03 a 0,11. Os solos menos erodíveis, com valor de K entre 0,03 e 0,05, aparecem em maior proporção na bacia do rio Brinco, abrangendo 95,55% da área. Os valores de K

mais elevados entre 0,06 e 0,11, abrangem maior área da bacia do rio Coxilha Rica, 21,91% do total, aparecendo depois a do rio Jirau, com 20,8% da área, a do rio Anta Gorda, com 15,09% da área, e, por último está a bacia do rio Brinco, com 4,45% da área. No âmbito geral, os solos das quatro bacias são pouco erodíveis e com certeza não é esse o fator determinante do processo erosivo.

O fator LS, que indica a contribuição do relevo (declividade e comprimento de rampa) nas perdas de solo por erosão laminar, tem participação significativa no processo erosivo das bacias. A bacia do rio Jirau é a que possui maior área com fator LS acima de 3,3 totalizando 46,59% da área, em segunda posição está a bacia do rio Coxilha Rica, com 45,58%, na terceira colocação está a bacia do rio Anta Gorda com 41,27% da área e por último está o rio Brinco, com 13,23% da área. Portanto, nas bacias dos rios Jirau e Coxilha Rica o relevo exerce maior contribuição no processo erosivo.

Nas quatro bacias, predominam formas de uso que protegem pouco o solo, como lavouras e pastagens, cujos valores do Fator CP (uso – manejo e as práticas conservacionistas) são respectivamente 0,068 e 0,003. Das quatro bacias efetivas, o rio Jirau está mais exposto à erosão, pois 48,55% da bacia é ocupada com essas formas de uso; em seguida está a bacia do rio Coxilha Rica, com 46,75% da área, a bacia do rio Brinco, com 44,5% da área e, por último a bacia do rio Anta Gorda, com 43,04% da área.

Portanto, a combinação dos fatores R, LS e CP é que determina o ritmo do processo erosivo, sendo que a importância dos mesmos são variáveis de bacia para bacia. Por exemplo, as maiores perdas de solo por erosão laminar estão no rio Jirau e tudo indica que o LS e o CP é que determinam essa maior erosão, pois são os fatores mais atuantes nessa bacia. A segunda maior perda de solo está na bacia do rio Coxilha Rica e, nesse caso, os fatores R e LS é que são determinantes. A terceira perda de solos está no rio Anta Gorda. Nessa bacia, o fator LS, que é menor do que o das bacias dos rios Jirau e Coxilha Rica, é o fator que puxa as perdas para baixo, pois o fator R é

maior do que o do rio Jirau. A menor perda de solos está no rio Brinco, e os fatores LS e CP, combinados é que determinam o ritmo menor do processo erosivo, pois o LS é o menor de todas as bacias e o CP é o penúltimo. Dessa forma, mesmo com a segunda menor erosividade das chuvas, as perdas de solos são bem menores do que nas demais bacias.

Em relação especificamente às perdas de solo por erosão laminar, cujas médias flutuaram entre 40,13 e 12,06 t/ha/ano, deve-se observar que, na quantificação do processo erosivo, considerou-se o LS natural; portanto, o comprimento de rampa (linha em desnível do divisor de água até o rio) foi considerado na sua totalidade, mas sabe-se que é fragmentado pela presença de florestas ou por práticas conservacionistas que alteram a dinâmica da água. Esse fato superestima o LS e, conseqüentemente, as perdas de solos.

Outro aspecto a ser observado é que as grades (MNT) têm resolução de 10x10m, portanto as perdas de solos calculadas em t/ha/ano são para áreas de 100m<sup>2</sup> e a persistir esses condicionantes em uma região de 100x100m, que corresponderá então a 1 ha. Porém na realização de tratamentos estatísticos, as grades 10x10m representam com maior realidade a área, e expressam de forma mais real a média em termos de bacia.

Quanto à relação material erodido no interflúvio efetivamente hidrotransportado em t/ha/ano, verifica-se que na bacia do rio Anta Gorda é de 0,045t/ha/ano de material erodido é hidrotransportado; na bacia do rio Coxilha Rica é 0,037t/ha/ano; na bacia do rio Jirau é de 0,027t/ha/ano; e na bacia do rio Brinco é de 0,013t/ha/ano. Essa alternância da condição do rio Anta Gorda, que está no topo da relação material erodido e efetivamente hidrotransportado, embora tenha o relevo menos acentuado do que os das bacia dos rios Jirau e Coxilha Rica, mostra que o problema está nas práticas conservacionistas deficitárias que, associadas ao acentuado potencial erosivo das chuvas, faz com que grande quantidade de material oriundo da erosão superficial chegue ao ambiente hídrico.

Correlacionando-se as perdas de solo em t/ha/ano, com as áreas ocupadas pelos diferentes tipos de solos, verifica-se que, nas quatro bacias, todos os solos têm grande parte de suas áreas com perdas superiores às que toleram. A proporção de áreas com perdas superiores às suportadas é maior nos solos mais rasos, sendo as bacias dos rios Anta Gorda e Jirau os locais onde isso ocorre em maior proporção, superando inclusive o índice de 50% das áreas ocupadas por esses tipos de solos (rasos).

Os dados expostos nos últimos parágrafos evidenciam a necessidade de readequação do uso da terra, através de uma sistematização dentro de suas potencialidades naturais. Para intervenção no ambiente natural visando ao controle do processo erosivo e à readequação do uso da terra, existem duas formas básicas: a primeira delas é pela readequação do uso, adotando-se coberturas que sejam capazes de proteger adequadamente o solo; e a outra é a adoção de práticas conservacionistas mecânicas, que fragmentem o comprimento de rampa e diminuam, assim, o espaço de circulação superficial da água.

Para a readequação do uso, foi determinada a capacidade de uso tolerável, que é o produto da divisão das perdas de solos toleráveis para cada tipo de solo, pelos fatores da USLE R, K e LS. Em relação às perdas toleráveis, verifica-se que os solos mais profundos, como os latossolos, toleram perdas anuais de até 17,5t/ha/ano, que as Terras Roxas toleram perdas de até 14,4t/ha/ano e que os solos mais rasos, como os brunizens e cambissolos, toleram perdas de até 8,75t/ha/ano. Já os extremamente rasos, como os Litólicos, toleram perdas de até 6,12t/ha/ano. O novo LS foi determinado pela distância entre as práticas conservacionistas mecânicas. De posse desses dados foi possível chegar à determinação do CP tolerável, ou seja, a forma de uso adequada para todas as áreas da bacia.

Através da CP tolerável, primeiramente, foram constituídas sete classes de capacidade do uso do solo e, em seguida, foi efetuado seu mapeamento. Dessa forma, obteve-se para cada ponto da bacia a identificação do tipo de uso que se pode desenvolver e quais práticas conservacionistas deve-se utilizar.

Utilizando a CP tolerável e o LS calculado, aplicando-se novamente a USLE para quantificação da erosão laminar, verificou-se que nenhum solo tem perdas superiores às que tolera.

Cruzando-se as classes de capacidade de uso com as formas de uso existentes nas bacias no ano 2000, é possível identificar as áreas com conflitos de uso e altamente susceptíveis à degradação por processo erosivo nas diferentes áreas de cada bacia.

Finalizando pode-se concluir, em relação à sistemática de avaliação de bacias adotada, que vai do monitoramento flúvio-sedimentométrico à avaliação dos padrões de potabilidade pelo IQA, ao uso do SPRING na quantificação do processo erosivo e à determinação das classes de capacidade de uso via USLE, que esses parâmetros mostram-se como um conjunto de ferramentas eficazes no diagnóstico e prognóstico dos problemas ambientais em uma pequena (micro) bacia hidrográfica.

Fica evidente que a solução dos problemas ambientais das quatro bacias só ocorrerá através da readequação do uso do solo, dentro das classes de capacidade de uso e que, dessa forma, será possível o controle do processo erosivo no interflúvio e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade da água no ambiente hídrico.

## REFERÊNCIAS

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 18ª ed. Washington, APHA,AWWA, WEF, 1992.

AUTODESK. **AutoCAD MAP 2000**. Autodesk 1982-2000. SIG utilizado para digitalização de vetores. 1 CD ROM.

BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo -SP: Icone, 1990.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHEWSKI, J. Z. **Visão Integrada da problemática da Erosão**. Maringá-PR: Associação de Defesa e Educação Ambiental-ADEA e Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1985.

BITTENCOURT, A. V. L. 1º Curso Sul Americano Sobre Avaliação de Vulnerabilidade de Aquífero: Módulo de Hidroquímica.. Curitiba, PR: **Universidade Federal do Paraná, Universidade de la Rep. Oriental del Uruguay, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**, p.23-52, 1994.

BITTENCOURT, A. V. L. **Sólidos Hidrotransportados na Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí: Aplicação de balanços hidrogeoquímicos na compreensão da evolução dos processos da dinâmica externa**, São Paulo: Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1978.

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. **Coletânea de Legislação Ambiental**. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná, 1996.

BRASIL. Lei n. 7.803, de 18 de julho de 1989. Altera o Código Florestal. **Coletânea de Legislação Ambiental**. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná, 1996.

CAMARGO et al. **Classificação de Solos Usada em Levantamentos Pedológicos no Brasil**. Campinas - SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1986.

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia Prática**. Rio de Janeiro: CPRM-Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1994.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Modelo Matemático para Cálculo do Índice de Qualidade da Água - IQA**. São Paulo: CETESB, 1979.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Normatização Técnica L5.156 – Determinação da Turbidez em Água por Método Nefelométrico**. São Paulo: 10-01-1970.

CHAPMAN, D. **Water Quality Assessment**. London: Chapman & Hall Ltda., 1992.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed., EDVSP-São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 274 de 29 de novembro de 2000. Define Balneabilidade das águas doces, salobras e salinas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2000.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 02 de 18 de março de 1994. Define as formações vegetais primárias, bem como os estágios sucesseionais de de vegetação secundária, com a finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa do Estado do Paraná. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 19 de abril de 1994.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 20 de 18 de junho de 1986. Classifica as águas doces, salobras e salinas do território nacional, em nove classes, segundo seu uso preponderante. **Coletânea de Legislação Ambiental**, Curitiba, IAP - Instituto Ambiental do Paraná, 19 de abril de 1986.

COREL CORPORATION. **Corel Draw 10.4**. Corel Corporation 2000. Software utilizado para editoração gráfica e rasterização de produtos cartográficos.

DNAE - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA. **Normas e Recomendações Hidrológicas**. Ministério da Minas e Energia, 1967.

EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2 ed, Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FRITZSONS, E. **Avaliação Temporal da Qualidade da Água como Diagnóstico do Uso e da Ocupação das Terras na Bacia do Alto Capivari, Região Cárstica Curitibana - PR**. Curitiba: Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, 2003.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer Version 7.0**. Golden Software 1993-1999. Software de Geoestatística, 1 CD ROM

GOMES, H. P. **Engenharia de Irrigação**. 3 ed. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**, 6 ed. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, 1980.

HINDI, E. C. et al. **Índice de Qualidade da Água: Estudo de caso Bacia do Rio das Pedras, São Mateus do Sul - PR**. Curitiba, 2000. Relatório Técnico.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná**. Londrina – PR, 1994.

IBDF – INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL; FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. **Inventário Florestal do Pinheiro no Sul do Brasil**. Curitiba, 1978.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recursos Naturais e Meio Ambiente: Uma visão do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1997.

INPE. **Apostila: Análise Espacial de Dados Geográficos**. São José dos Campos – SP: 2000 a.

INPE. **Apostila: Banco de Dados Geográficos** . São José dos Campos – SP: 2000 b.

- INPE. **Apostila: Fundamentos de Geoprocessamento**. São José dos Campos – SP: 2000 c.
- INPE. **Apostila: Processamento Digital de Imagens**. São José dos Campos – SP: 2000 d.
- INPE. **SPRING 4.0**. São José dos Campos - SP: 2003. Sistema de Informação Geográfica, 1 CD ROM, e.
- ITC - INSTITUTO DE TERRAS E CARTOGRAFIA (Paraná). **Projeto ITC-PR: Fotos Aéreas**. Escala: 1:25.000. Paraná, 1980.
- ITCF - INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS. **ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ**. Curitiba: ITCF/DIOE, 1987.
- JICA - JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **The master plan study on the utilization of water resources in Paraná state the Federative Republic of Brazil**. Tokio: JICA. V. J.: Soil and erosion Forest. 1995. Relatório Técnico.
- KOFFLER, N. F.. **Apostila sobre Mapeamento de Solos Através de Técnica de Sensoriamento Remoto**. Guarapuava: FAFIG - PR, 1992.
- LANDSAT TM5**. Escala 1:50.000. São José dos Campos. INPE; 22-06-2000. Imagens digitais de satélite, composição colorida das bandas 3, 4 e 5, das cenas 222/78 e 223/78.
- LARACH; J. O. I. et al, **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná, Tomos I e II**. Londrina: EMBRAPA e IAPAR, 1984 a.
- LARACH; J. O. I. et al, **Mapa de Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA e IAPAR, 1984 b. E:1:600.000.
- LARIOS, M. B. **Resumo Histórico de Modelagem da Erosão**. Disponível em <http://www.drenagem.uf.br/06erosão-08-modelagemRest.htm>. Acesso em 04/09/2003.
- LAZIER H., **Análise Histórica da Posse da Terra no Sudoeste do Paraná**, Curitiba: SECE/BPP,1986.
- LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. Campinas SP, **SBCS-Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e SNLCS-Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**, 1984.
- LEPSCH, I. F.; et al. **Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.
- LOPES, V. L. **Um Estudo da Erosão e Produção de Sedimentos Pelas Chuvas**. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1980.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado doParaná**. 2 ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olímpio Editora S.A .,1984.
- MASINI, A. C.; NEVES V. A. P. L. Relação Entre a Presença de Coliformes com a Turbidez e o Cloro Residual Livre, **Revista DAE Vol. 47 – Nº 150**, São Paulo 1987.
- MAPA HIDROGEOLÓGICO DA AMÉRICA DO SUL: Escala : 1:5.000.000** : texto explicativo / UNESCO, Departamento Nacional de Produção Mineral. [e] Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Brasília: CPRM, 1996.

MARQUES, J. J. G. S. M. et al. Índice de Erosividade da Chuva, Perdas de Solo e Fator Erodibilidade para Dois Solos da Região dos Cerrados. In XIII Congresso Latino Americano de Ciências do Solo, 1996. Águas de Lindóia, SP. **Relação de Trabalhos**. Piracicaba - SP: ESALQ/USP - Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. CD-ROM.

MICRONAL. **Manual do Turbidímetro B250**. São Paulo. 1993.

MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE. Portaria n. 1469 de 29 de dezembro de 2000. Norma de Qualidade da água para consumo humano, que dispõe procedimentos e responsabilidade inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água e estabelece padrões de potabilidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 de janeiro de 2001.

MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE. Portaria n. 36 de 19 de janeiro de 1990. Norma de Qualidade da água para consumo humano, que dispõe procedimentos e responsabilidade inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água e estabelece padrões de potabilidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de janeiro de 1990.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO. **Cartas Geográficas MI 2848/4, MI 2849/3, MI 2850/3, MI 2862/1, MI 2863/3, MI 2849/4, MI-2849/2**. Brasília, 1980. 7 cartas; color.; 55 x 70 cm. Escala 1:50.000.

NAKATA, H.; COELHO M. A. **Geografia Física**. 2 ed. São Paulo: Editora Moderna. 1986.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1979.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Guidelines for drinking water quality, vol. 2 ('Health criteria and other supporting information')**, Genebra (Suíça), 1996.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Coletânea de Legislação Ambiental**. Curitiba: IAP / GTZ, 1996.

PICCIRILO, E. M.; MELFI, A. J. **Mesozoic Flood Volcanism of the Paraná Basin**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto Astronômico e Geofísico, 1988. 600p.

PIETZSHKE, F.; WIMMER, F. **MICHAELIS -Dicionário Ilustrado Inglês/Português**, São Paulo: Melhoramentos 1995.

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J. A. **Hidrologia de Superfície**. Curitiba Paraná: Edgar Blücher, Ltda, 1973.

POLICONTROL. **Manual do Turbidímetro AP-1000/2**. Diadema – SP.

PRODANOFF, J. H. A. **Programa: Método Simplificado de Colby**. Versão 0.2. Furnas Centrais Elétricas, 1996.

PROVENCHER, M. LAMONTAGNE M. P. **A Method For Establishing a Water Quality Index For Different Uses (IQE)**. Québec. Service Qualité des Eaux; Ministère des Richesses Naturelles, 1979

RAMOS, F. et al. **Engenharia Hidrológica**. Rio de Janeiro-RJ: ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos; Editora da UFRJ, 1989.

RANIERI S. B. L. et al. Aplicação de Índice Comparativo na Avaliação do Risco de Degradação das Terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Volume 22, n. 4, Viçosa - MG, outubro a dezembro de 1998.

RESENDE, M. Aplicações de Conhecimentos Pedológicos à Conservação de Solos. **Inf. Agropecuário** 11(128), Belo Horizonte, (p.3 – 18), agosto/1985.

RESENDE, M.; ALMEIDA, J. R. Modelos de Predição de Perdas de Solo: Uma ferramenta para Manejo e Conservação do Solo. **Inf. Agropecuário** 11(128), Belo Horizonte, (p38 – 53), agosto/1985.

RIZZI, N. E. Índices de Qualidade de Água. **Sanare. Revista Técnica da SANEPAR** V. 15, n. 15, Curitiba, (p. 11 a 20), jan./jun. 2001.

ROSA FILHO, E. F. Et al. **Prognóstico Sobre a Qualidade das Águas do Futuro Reservatório de Iraí**. Curitiba, 1996. Relatório Técnico.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Controle de Erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientação para o controle de boçorocas urbanas**. São Paulo: DAEE/IPT, 1989.

SILVA et al. Proposição de Modelos para Estimativas da Erodibilidade de Latossolos Brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** V. 34, n. 12, Brasília, (p. 2287 a 2298) dezembro de 1999.

STRAHLER, A. N. **Geologia Física**. Barcelona: EDICIONES OMEGA, S.A. 1992.

SUDERHSA - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Qualidade das águas interiores do Estado do Paraná 1987 - 1995**. Curitiba: 1997.

SUDERHSA - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba: 1998.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente Fluvial**. 2 ed. Florianópolis: Editora da UFSC; Editora UFPR, 1990.

SUK N. S. et al. **Suspended Solids Flux Between Salt Marsh and Adjacent Bay: A Long-term Continuous Measurement**. Disponível em <http://www.idealibrary.com>. Acesso em 16/10/2003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. BIBLIOTECA CENTRAL. **Normas para apresentação de trabalhos**. Universidade Federal do Paraná, Biblioteca Central – Curitiba: Ed. da UFPR, 1994. 8v. :ii.

VIEIRA, L. S.; VIEIRA, M. de N. F. **Manual de Morfologia e Classificação de Solos**. 2 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 1983.

WHITE, I. D.; MATERSHEAD D. N.; HARRISON S. J. **Environmental Systems**. Second edition Londres: Chapman & Hall, 1992.

## **ANEXOS**

## ANEXO 01 - PROGRAMAS

### Programa 1 – Bacias dos rios Anta Gorda, Coxilha Rica e Jirau

```

{
//=====
//DECLARAÇÕES CLASSIFICAÇÃO SOLOS
//=====
Temático Solocat ("Solos");
temático SolClas ("SoloClassificado");
temático DecPor ("DeclivePorcento");
//=====
//INSTANCIAMENTOS
//=====
Solocat = Recuperar (Nome = "Solos");
DecPor = Recuperar (Nome = "Declive_Porcento");
SolClas = Novo ( Nome = "SoloClas" , ResX = 10, ResY = 10, Escala=10000);

//OPERAÇÕES
SolClas = Atribua ( CategoriaFim = "SoloClassificado")
{
"LRd" : ( Solocat.Classe == "LRd3" && DecPor.Classe == "0 a 5" ) ||
        ( Solocat.Classe == "LRd3" && DecPor.Classe == "5 a 8" ) ||
        ( Solocat.Classe == "LRd4" && DecPor.Classe == "0 a 5" ) ||
        ( Solocat.Classe == "LRd4" && DecPor.Classe == "5 a 8" ) ,
"LRe" : ( Solocat.Classe == "TRe5" && DecPor.Classe == "0 a 5" ) ||
        ( Solocat.Classe == "Re9" && DecPor.Classe == "0 a 5" ) ||
        ( Solocat.Classe == "Re9" && DecPor.Classe == "5 a 8" ) ,
"TRd" : ( Solocat.Classe == "LRd3" && DecPor.Classe == "8 a 15" ) ,
"TRe" : ( Solocat.Classe == "LRd4" && DecPor.Classe == "8 a 15" ) ||
        ( Solocat.Classe == "TRe5" && DecPor.Classe == "5 a 8" ) ||

```

```

( Solocat.Classe == "TRe5" && DecPor.Classe == "8 a 15 " ) ||
( Solocat.Classe == "Re9" && DecPor.Classe == "8 a 15 " ) ||
( Solocat.Classe == "Re11" && DecPor.Classe == "0 a 5" ) ||
( Solocat.Classe == "Re11" && DecPor.Classe == "5 a 8" ) ||
( Solocat.Classe == "Re11" && DecPor.Classe == "8 a 15 " ) ,
"Ba" : ( Solocat.Classe == "LRd3" && DecPor.Classe == "15 a 25") ||
( Solocat.Classe == "LRd3" && DecPor.Classe == " 25 a 40" ) ||
( Solocat.Classe == "LRd4" && DecPor.Classe == "15 a 25" ) ||
( Solocat.Classe == "LRd4" && DecPor.Classe == " 25 a 40" ) ||
( Solocat.Classe == "TRe5" && DecPor.Classe == "15 a 25" ) ||
( Solocat.Classe == "TRe5" && DecPor.Classe == "25 a 40" ) ||
( Solocat.Classe == "Re11" && DecPor.Classe == "25 a 40" ) ,
"Re" : (Solocat.Classe == "LRd3" && DecPor.Classe == "40 a 150" ) ||
( Solocat.Classe == "LRd4" && DecPor.Classe == "40 a 150" ) ||
( Solocat.Classe == "TRe5" && DecPor.Classe == "40 a 150" ) ||
( Solocat.Classe == "Re9" && DecPor.Classe == "15 a 25" ) ||
( Solocat.Classe == "Re9" && DecPor.Classe == "25 a 40" ) ||
( Solocat.Classe == "Re9" && DecPor.Classe == "40 a 150" ) ||
( Solocat.Classe == "Re11" && DecPor.Classe == "40 a 150" ) ,
"Ce" : (Solocat.Classe == "Re11" && DecPor.Classe == "15 a 25" )
};

```

#### Explicações do programa

Declarações: descreve-se como o programa deve reconhecer as categorias (variáveis) existentes no banco de dados, para resgatar informações, processá-las e gerar novos produtos.

No caso acima, por exemplo, à categoria “Solos” do tipo temático, será reconhecida pelo programa como “Solocat”. O mesmo procedimento é adotado para as demais categorias.

Instanciações: são caracterizadas pelos operadores Recupere e Novo.

Recupere: associa um plano de informação existente do projeto ativo a uma variável previamente declarada.

Sintaxe: variável = Recupere ( (Nome= "Solos");

Novo: cria um novo geo-campo no banco de dados e requer parâmetros, dependendo da representação geométrica associada.

Sintaxe para tipo Temático

variável = Novo ( (Nome = "SoloClas" , ResX = 10, ResY = 10, Escala=10000);

Nesse caso, o programa recuperou as informações do PI Solo da categoria temática Solos e as informações do PI Declive\_Porcento da categoria temática DeclivePorcento e criou um PI novo, o SoloClas da categoria temática SoloClassificado, que recebeu as informações cruzadas dos Pis anteriores.

Operação/Atribua: gera um plano de informação temático efetuando o mapeamento de geoclasses com bases em resultados de expressões lógicas (Booleanas), vide parte do programa.

```
SolClas = Atribua (CategoriaFim = "SoloClassificado")
{
"LRd" : ( Solocat.Classe == "LRd3" && DecPor.Classe == "0 a 5" ) ||
( Solocat.Classe == "LRd3" && DecPor.Classe == "5 a 8" ) ||
( Solocat.Classe == "LRd4" && DecPor.Classe == "0 a 5" ) ||
( Solocat.Classe == "LRd4" && DecPor.Classe == "5 a 8" )
```

Nesse caso, foi atribuída a classificação “LVd”, nas regiões do PI Solo da categoria temática Solos que pertenciam às classes LRd3 (associações de solos da classificação anterior da EMBRAPA) e regiões do PI Declive\_Porcento da categoria DeclivePorcento, com classes de declive de 0 a 5% e de 5 a 8%. Procedimento idêntico foi adotado para a classe LRd4 da categoria temática Solos. E assim sucessivamente para os demais tipos de solo da nova classificação da EMBRAPA (1999).

**Programa 1A – Bacia do rio Brinco**

```

{
//=====
//DECLARAÇÕES
//=====
temático Solocat ("Solos");
temático SolClas ("SoloClassificado");
temático DecPor ("DeclivePorcento");
//=====
//INSTANCIAMENTOS
//=====
Solocat = Recuperar (Nome = "Solos");
DecPor = Recuperar (Nome = "Declive_Porcento");
SolClas = Novo ( Nome = "SoloClas" , ResX = 10, ResY = 10, Escala=10000);
SolClas = Recuperar ( Nome = "SoloClas");
//OPERAÇÕES
SolClas = Atribua ( CategoriaFim = "SoloClassificado")
{
"LRd" : ( Solocat.Classe == "LRa6" && DecPor.Classe == "0 a 3" ) ||
        ( Solocat.Classe == " LRa6" && DecPor.Classe == "3 a 8" ) ,
"TRd" : (Solocat.Classe == " LRa6" && DecPor.Classe == "8 a 15 " ) ||
        (Solocat.Classe == "LBa3" && DecPor.Classe == "8 a 15 " ) ,
"Ca" : ( Solocat.Classe == " LRa6" && DecPor.Classe == "15 a 25" ) ||
        ( Solocat.Classe == " LBa3" && DecPor.Classe == "15 a 25" ) ,
"Ra" : (Solocat.Classe == " LRa6" && DecPor.Classe == "25 a 150" ) ||
        (Solocat.Classe == " LBa3" && DecPor.Classe == "25 a 150" ) ,
"LBa" : (Solocat.Classe == " LBa3" && DecPor.Classe == "3 a 8" ) ||
        (Solocat.Classe == " LBa3" && DecPor.Classe == "0 a 3" )
};

```

O procedimento foi o mesmo descrito para o programa anterior.

**Programa 2, para ponderação do fator R.**

```

{
//Declaração
Numerico PrecP ( "FatorR" );
Numerico FatR ("FatorR");
//Instanciação
PrecP = Recuperar ( Nome= "Precipitacao" );
FatR = Novo ( Nome = "FatorR" , ResX = 10, ResY = 10 , Escala = 10000 , Min = 0,
Max = 7500 ) ;
//Operação
FatR = (((((PrecP/12 )^2)/PrecP)^0.85)*67.355*12) ;
}

```

**Programa 3, para ponderação do fator K.**

```

{
// DECLARACOES FATOR K
Tematico SolClasif ("SoloClassificado");
Numerico FatorK ( "FatorK" );
Tabela FaK ( Ponderacao );
// INSTANCIACOES FATOR K
SolClasif = Recuperar ( Nome = "SoloClas");
FatorK = Novo ( Nome = "Fator_K", ResX = 10 , ResY = 10, Escala = 10000, Min =
0, Max = 1 );
FaK = Novo ( CategoriaIni = "SoloClassificado",
"LRd" : 0.03 ,
"TRd" : 0.04 ,
"TRe" : 0.04 ,
"Ce" : 0.05 ,
"Re" : 0.11 ,
"Ba" : 0.06 ,

```

```

        "LRe" : 0.03) ;
// OPERACOES FATOR K
FatorK = Pondere ( SolClasif , FaK ) ;
}

```

• **Programa 4, para cálculo do LS**

```

{
//Declaração
Numerico DecMNT ( "DecliveMNT" ) ;
Numerico DLS ("LS");
Numerico RamMNT ( "Rampa" ) ;
Numerico LLS ("LS");
//Instanciação
DecMNT = Recuperere ( Nome= "DeclivMNT" );
DLS = Novo ( Nome = "Fator_S" , ResX = 10, ResY = 10 , Escala = 10000 , Min =
0, Max = 370 ) ;
RamMNT = Recuperere ( Nome= "GradeDist" );
LLS = Novo ( Nome = "Fator_L" , ResX = 10, ResY = 10 , Escala = 10000 , Min =
0, Max = 200 ) ;
//Operação
DLS= (DecMNT<1)?1 : (DecMNT ^ 1.18 ) ;
LLS= (RamMNT ^ 0.63 ) ;
//Declaracao FatorLS
Numerico FLMNT, FSMNT ("LS") ;
Numerico FLS ("LS");
//Instanciacao FatorLS
FLMNT = Recuperere ( Nome= "Fator_L" );
FSMNT = Recuperere (Nome = "Fator_S");
FLS = Novo ( Nome = "Fator_LS" , ResX = 10, ResY = 10 , Escala = 10000 , Min =
0, Max = 200 ) ;

```

```
//Operacao FatorLS
FLS= (0.00984*( FLMNT*FSMNT )) ;
}
```

● **Programas 5, para cálculo do CP**

```
{
//Declaração para identificação individualizada do C e do P
Tematico Uso ( "UsoSolo" );
Numerico FatorC, FatorP ("UsoCP" );
Numerico FatoC, FatoP ("UsoCP" );
Tabela FaC (Ponderacao);
Tabela FaP (Ponderacao);
//Instanciação
Uso = Recupere ( Nome= "ImaClassificada" );
FatorC = Novo ( Nome = "Fator_C" , ResX = 10, ResY = 10 , Escala = 10000 , Min
= 0, Max = 1);
FatorP = Novo ( Nome = "Fator_P" , ResX = 10, ResY = 10 , Escala = 10000 , Min =
0, Max = 1);
FaC = Novo (CategoriaIni = "UsoSolo",
           "Vegetacao P" : 0.001,
           "Vegetacao Sec A" : 0.001 ,
           "Vegetacao Sec M" : 0.003 ,
           "Vegetacao Sec I" : 0.007 ,
           "Pastagem" : 0.01,
           "Lavoura" : 0.1376 ,
           "Solonu" : 0.1376);
FaP = Novo (CategoriaIni = "UsoSolo",
           "Vegetacao P" : 0.01,
           "Vegetacao Sec A" : 0.01 ,
           "Vegetacao Sec M" : 0.04 ,
```

```

    "Vegetacao Sec I" : 0.04 ,
    "Pastagem" : 0.3,
    "Lavoura" : 0.5,
    "Solonu" : 0.5 );

//Operacao
FatorC = Pondere (Uso, FaC);
FatorP = Pondere (Uso, FaP);
//Declaracao pra o cálculo final do CP
Numerico FatC , FatP, FatorCP ( "UsoCP" );
//Instaciacao CP
FatC = Recupere ( Nome = "Fator_C" );
FatP = Recupere ( Nome = "Fator_P" );
FatorCP = Novo ( Nome = "Fator_CP" , ResX = 10, ResY = 10 , Escala = 10000 ,
Min = 0, Max = 1);
//Operacao CP
FatorCP = (FatorC * FatorP);
}

```

• **Programas 6, para cálculo do A**

```

{
//Declaração
Numerico FaLS ("LS" );
Numerico FaR ("FatorR");
Numerico FaK ("FatorK");
Numerico FaCP ("FatorCP");
Numerico E_laminar ("ErosaoLaminar" );
//Instanciação
FaLS = Recupere (Nome = "Fator_LS" );
FaR = Recupere (Nome = "Fator_R" );
FaK = Recupere (Nome = "Fator_K" );

```

```

FaCP = Recuperare (Nome = "Fator_CP" );
E_laminar = Novo (Nome = "PerdasSolo" , ResX = 10 , ResY = 10 , Escala = 10000 ,
Min = 0, Max = 1000 ) ;
//Operação
E_laminar = (FaR * FaK * FaLS * FaCP ) ;
}

```

### **Programa 7 para atribuir novos comprimentos de rampa**

```

{
// DECLARACOES FATOR LSu
Temático DecTe ("Declive");
Numérico LLS ( "FatorLS" );
Tabela FaL (Ponderação);
// INSTANCIACOES FATOR LSu
DecTe = Recuperare (Nome = "DecPorClaTer");
LLS = Novo (Nome = "FatorLu", ResX = 10 , ResY = 10, Escala = 10000, Min = 0,
Max = 200);
FaL = Novo ( CategoriaIni = "DeclivePorcClaTer",
"Dec 0 - 1" : 43.102 ,
"Dec 1 - 2" : 32.215 ,
"Dec 2 - 3" : 27.171 ,
"Dec 3 - 4" : 24.078 ,
"Dec 4 - 5" : 21.924 ,
"Dec 5 - 6" : 20.308 ,
"Dec 6 - 7" : 19.039 ,
"Dec 7 - 8" : 17.997 ,
"Dec 8 - 9" : 17.128 ,
"Dec 9 - 10" : 16.387,
"Dec 10 - 11" : 15.700 ,
"Dec 11 - 12" : 15.179 ,

```

```

"Dec 12 - 13" : 14.700 ,
"Dec 13 - 14" : 14.227 ,
"Dec 14 - 15" : 13.800 ,
"Dec 15 - 16" : 13.451 ,
"Dec 16 - 18" : 12.802 ,
"Dec 18 - 20" : 12.248 ,
"Dec 20 - 30" : 10.330 ,
"Dec 30 - 40" : 9.154 ,
"Dec 40 - 50" : 8.335 ,
"Dec 50 - 60" : 7.721 ,
"Dec 60 - 70" : 7.237 ,
"Dec > - 70" : 6.842 ) ;

```

```
// OPERACOES FATOR L
```

```
LLS = Pondere ( DecTe , FaL ) ;
```

### **Programa 8 para calcular o LS**

```
/Declaração
```

```
Numérico DeMNT ( "DecliveMNT" ) ;
```

```
numérico Lu ("LS");
```

```
numérico DLSc ("LS");
```

```
numérico LLSc ("LS");
```

```
//Instanciação
```

```
DeMNT = Recuperere ( Nome= "DeclivMNT" );
```

```
Lu = Recuperere ( Nome = "FatorLu" );
```

```
DLSc = Novo ( Nome = "FSc" , ResX = 10, ResY = 10 , Escala = 10000 , Min = 0,
Max = 370 ) ;
```

```
LLSc = Novo ( Nome = "FLc" , ResX = 10, ResY = 10 , Escala = 10000 , Min = 0,
Max = 200 ) ;
```

```
//Operação
```

```
DLSc = (DeMNT<1)?1 : (DeMNT ^ 1.18 ) ;
```

$LLSc = (Lu ^ 0.63 ) ;$

//Declaração FatorLS

numérico FLMNT, FSMNT ("LS") ;

numérico FLS ("LS");

//Instanciação FatorLS

FLMNT = Recuperare ( Nome= "FLc" );

FSMNT = Recuperare (Nome = "FSc");

FLS = Novo ( Nome = "Fator\_LSu" , ResX = 10, ResY = 10 , Escala = 10000 , Min = 0, Max = 200 ) ;

//Operação FatorLS

FLS= (0.00984\*( FLMNT\*FSMNT )) ;

**Programa 9, pondera as perdas toleráveis em t/ha/ano, para cada tipo de solo**

// DECLARACOES PT

temático Solo ("SoloClassificado");

numérico PT ( "LS" );

Tabela TaPT( ponderação );

// INSTANCIACOES PT

Solo = Recuperare ( Nome = "SoloClas");

PT = Novo ( Nome = "PerdasToleraveis", ResX = 10 , ResY = 10, Escala = 10000, Min = 0, Max = 200 );

TaPT = Novo ( CategoriaIni = "SoloClassificado",

"LBa" : 17.5 ,

"LRd" : 17.5 ,

"LRe" : 17.5 ,

"TRd" : 14.4 ,

"TRe" : 14.4 ,

"Ba" : 8.75 ,

"Ca" : 8.75 ,

```
"Ce" : 8.75 ,
"Ra" : 6.12 ,
"Re" : 6.12 ) ;
```

```
// OPERACOES PT
```

```
PT = Pondere ( Solo , TaPT) ;
```

### **Programa 10 calcula o CPt - capacidade de uso e práticas conservacionistas toleráveis**

```
//declaração FatorCPt
```

```
Numérico FaLS ( "LS" );
```

```
Numérico FK ("FatorK");
```

```
Numérico FR ("FatorR");
```

```
Numérico FPT ("E_laminar");
```

```
numérico CPt ("CPt");
```

```
// INSTANCIACOES CPt
```

```
FaLS = Recupere (Nome = "Fator_LSu" );
```

```
FK = Recupere ( Nome = "Fator_K");
```

```
FR = Recupere ( Nome = "Fator_R");
```

```
FPT = Recupere ( Nome = "PerdasToleraveis" );
```

```
CPt = Novo ( Nome = "CPtToleravel", ResX = 10 , ResY = 10, Escala = 10000, Min = 0, Max = 200 );
```

```
// OPERACOES CPt
```

```
CPt = (FPT/(FaLS*FK*FR)) ;
```

### **Programa 11, cria as classes de capacidade de uso do solo**

```
//DECLARAÇÕES
```

```
//=====
```

```
numérico CPtu ( "CPt" );
```

```
temático Apti ("Aptidao_Agricola") ;
```

```
Tabela Fati (Fatiamento);
```

```

//=====
//INSTANCIACÕES
//=====
CPtu = Recuperere ( Nome = "CPtToleravel" );
Apti = Novo (Nome = "Mapa_Aptida", ResX=10, ResY=10, Escala=10000) ;
//=====
//OPERAÇÕES
//=====
Fati = Novo (CategoriaFim = "MapaAptidao" ,
             [1.0 , 0.17] : "Classe I" ,
             [0.171 , 0.058] : "Classe II" ,
             [0.058 , 0.016] : "Classe III" ,
             [0.016 , 0.0047] : "Classe IV" ,
             [0.0047 , 0.002] : "Classe V" ,
             [0.002 , 0.0015] : "Classe VI" ,
             [0.0015 , 0.0] : "Classe VII" );

// OPERAÇÕES
Apti = Fatie (CPtu, Fati);
}

```

**Programa 12, é complementar ao 11 e atribuir incluir as área de preservação permanente na classe VII**

```

{
//=====
//DECLARAÇÕES
//=====
Tematico Apt ("Aptidao_Agricola") ;
Tematico Pres ( "Preservacao" ) ;
Numerico Clas ( "CPt" );

```

```

Tabela SapU ( Ponderacao );
//=====
//INSTANCIACOES
//=====
Apt = Recupere (Nome = "Mapa_Aptida" );
Pres = Recupere (Nome = "Preserva" ) ;
Clas = Novo ( Nome = "Mapa_AptidaoP" , ResX = 10, ResY = 10, Escala=10000,
Min = 0, Max = 7 ) ;
SapU = Novo ( CategoriaIni = "Aptidao_Agricola",
              "Classe I" : 1 ,
              "Classe II" : 2 ,
              "Classe III" : 3 ,
              "Classe IV" : 4 ,
              "Classe V" : 5 ,
              "Classe VI" : 6 ,
              "Classe VII" : 7 ) ;

//=====
//OPERACOES
Clas = Pondere ( Apt, SapU ) ;
//=====
//DECLARACOES
//=====
Tematico Preserv ( "Preservacao" ) ;
Tematico ClaP ( "Aptidao_Agricola" );
//=====
//INSTANCIACOES
//=====
Preserv = Recupere (Nome = "Preserva");
ClasP = Recupere (Nome = "CPtToleravel");
ClaP = Novo ( Nome = "MapaAptidaoP" , ResX = 10, ResY = 10, Escala=10000);

```

```
//=====
```

```
//OPERAÇÕES
```

```
ClasP = Atribua ( CategoriaFim = "Aptidao_Agricola")
```

```
{
```

```
    "Classe I" : ( Pres.Classe == "Externo" && ClasP == 1 ),
```

```
    "Classe II" : ( Pres.Classe == "Externo" && ClasP == 2 ),
```

```
    "Classe III" : ( Pres.Classe == "Externo" && ClasP == 3 ),
```

```
    "Classe IV" : ( Pres.Classe == "Externo" && ClasP == 4 ),
```

```
    "Classe V" : ( Pres.Classe == "Externo" && ClasP == 5 ),
```

```
    "Classe VI" : ( Pres.Classe == "Externo" && ClasP == 6 ),
```

```
    "Classe VII" : ( Pres.Classe == "Preserv" && ClasP == 1 ) ||
```

```
        (Pres.Classe == "Preserv" && ClasP == 2 ) ||
```

```
        (Pres.Classe == "Preserv" && ClasP == 3 ) ||
```

```
        (Pres.Classe == "Preserv" && ClasP == 4 ) ||
```

```
        (Pres.Classe == "Preserv" && ClasP == 5 ) ||
```

```
        (Pres.Classe == "Preserv" && ClasP == 6 ) ||
```

```
        (Pres.Classe == "Preserv" && ClasP == 7 ) ||
```

```
        (Pres.Classe == "Externo" && ClasP == 7 )
```

```
};
```

```
}
```

## ANEXO 02 - DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS

TABELA 61 - DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DA ESTAÇÃO ANTA GORDA

Data	Cota (m)	Área da seção	Velocidade da água	Vazão		Concentração	Material transportado - Cargas		
		m <sup>2</sup>	m/s	m <sup>3</sup> /s	L/s	Mg/L	Medida	Não medida	Total
<b>26/11/00</b>	<b>0,42</b>	<b>3,69</b>	<b>0,09</b>	<b>0,32</b>	<b>319,11</b>	<b>13,40</b>	<b>0,37</b>	<b>0,09</b>	<b>0,46</b>
27/11/00	0,43	3,69	0,09	0,33	329,55	6,70	0,19	0,06	0,25
28/11/00	0,42	3,69	0,07	0,27	268,76	8,71	0,20	0,04	0,24
29/11/00	0,43	3,76	0,11	0,42	422,47	11,39	0,41	0,14	0,55
30/11/00	0,43	3,76	0,11	0,40	404,30	8,04	0,28	0,12	0,40
1/12/00	0,32	3,01	0,06	0,19	187,67	7,37	0,12	0,02	0,14
3/12/00	0,33	3,01	0,06	0,17	172,93	7,37	0,11	0,02	0,13
4/12/00	0,32	3,01	0,07	0,21	210,91	8,04	0,15	0,03	0,18
5/12/00	0,32	3,01	0,06	0,19	193,71	6,70	0,11	0,02	0,13
6/12/00	0,32	3,01	0,07	0,22	215,44	6,70	0,13	0,03	0,16
7/12/00	0,31	2,94	0,10	0,28	284,52	6,70	0,16	0,07	0,23
7/12/00	0,31	2,94	0,06	0,19	186,86	7,37	0,12	0,02	0,14
8/12/00	0,31	2,90	0,06	0,17	174,70	6,70	0,10	0,02	0,12
9/12/00	0,30	2,87	0,07	0,19	191,33	8,04	0,13	0,03	0,16
10/12/00	0,31	2,90	0,04	0,11	105,07	7,37	0,07	0,01	0,08
11/12/00	0,31	2,90	0,04	0,11	108,75	6,70	0,06	0,01	0,07
12/12/00	0,30	2,87	0,04	0,13	128,32	8,04	0,09	0,01	0,10
13/12/00	0,31	2,90	0,04	0,12	124,82	7,37	0,08	0,01	0,09
14/12/00	0,31	2,90	0,05	0,13	133,03	6,02	0,07	0,01	0,08
10/1/01	0,32	3,01	0,10	0,29	293,08	8,04	0,20	0,08	0,28
<b>10/1/01</b>	<b>0,31</b>	<b>2,94</b>	<b>0,08</b>	<b>0,23</b>	<b>231,50</b>	<b>16,74</b>	<b>0,33</b>	<b>0,07</b>	<b>0,40</b>
<b>11/1/01</b>	<b>0,45</b>	<b>3,91</b>	<b>0,33</b>	<b>1,30</b>	<b>1303,33</b>	<b>135,20</b>	<b>15,19</b>	<b>6,82</b>	<b>22,01</b>
<b>11/1/01</b>	<b>0,50</b>	<b>4,29</b>	<b>0,52</b>	<b>2,22</b>	<b>2218,97</b>	<b>254,60</b>	<b>48,83</b>	<b>29,35</b>	<b>78,18</b>
<b>12/1/01</b>	<b>0,40</b>	<b>3,54</b>	<b>0,21</b>	<b>0,74</b>	<b>742,66</b>	<b>146,47</b>	<b>9,38</b>	<b>2,25</b>	<b>11,63</b>
<b>13/1/01</b>	<b>0,43</b>	<b>3,76</b>	<b>0,21</b>	<b>0,78</b>	<b>783,33</b>	<b>160,80</b>	<b>10,84</b>	<b>2,39</b>	<b>13,23</b>
<b>14/1/01</b>	<b>0,41</b>	<b>3,61</b>	<b>0,12</b>	<b>0,45</b>	<b>449,38</b>	<b>30,15</b>	<b>1,17</b>	<b>0,26</b>	<b>1,43</b>
<b>15/1/01</b>	<b>0,38</b>	<b>3,41</b>	<b>0,21</b>	<b>0,72</b>	<b>724,89</b>	<b>13,40</b>	<b>0,83</b>	<b>0,70</b>	<b>1,53</b>
16/1/01	0,35	3,21	0,20	0,64	637,35	12,06	0,67	0,57	1,24
18/1/01	0,36	3,21	0,15	0,47	474,09	12,06	0,49	0,28	0,77
19/1/01	0,36	3,27	0,16	0,52	524,60	8,04	0,36	0,27	0,63
20/1/01	0,36	3,27	0,15	0,48	483,25	9,38	0,39	0,25	0,64
21/1/01	0,35	3,21	0,10	0,31	305,52	8,04	0,22	0,08	0,30
25/1/01	0,34	3,14	0,09	0,27	267,80	7,37	0,17	0,06	0,23
27/1/01	0,34	3,14	0,07	0,23	233,91	7,37	0,15	0,03	0,18
<b>29/1/01</b>	<b>0,35</b>	<b>3,21</b>	<b>0,12</b>	<b>0,39</b>	<b>386,57</b>	<b>40,47</b>	<b>1,36</b>	<b>0,29</b>	<b>1,65</b>
<b>30/1/01</b>	<b>0,42</b>	<b>3,69</b>	<b>0,16</b>	<b>0,59</b>	<b>585,87</b>	<b>49,79</b>	<b>2,54</b>	<b>0,69</b>	<b>3,23</b>
<b>31/1/01</b>	<b>0,38</b>	<b>3,41</b>	<b>0,13</b>	<b>0,44</b>	<b>444,44</b>	<b>20,77</b>	<b>0,79</b>	<b>0,26</b>	<b>1,05</b>
<b>1/2/01</b>	<b>0,38</b>	<b>3,41</b>	<b>0,20</b>	<b>0,67</b>	<b>672,51</b>	<b>19,59</b>	<b>1,13</b>	<b>0,74</b>	<b>1,87</b>
<b>2/2/01</b>	<b>0,37</b>	<b>3,34</b>	<b>0,20</b>	<b>0,66</b>	<b>663,79</b>	<b>7,92</b>	<b>0,45</b>	<b>0,47</b>	<b>0,92</b>
3/2/01	0,40	3,54	0,14	0,49	493,95	10,72	0,45	0,23	0,68
<b>5/2/01</b>	<b>0,36</b>	<b>3,27</b>	<b>0,17</b>	<b>0,57</b>	<b>567,88</b>	<b>147,40</b>	<b>7,26</b>	<b>1,28</b>	<b>8,54</b>
<b>7/2/01</b>	<b>0,57</b>	<b>4,87</b>	<b>0,32</b>	<b>1,57</b>	<b>1569,90</b>	<b>19,43</b>	<b>2,64</b>	<b>2,77</b>	<b>5,41</b>
8/2/01	0,37	3,34	0,15	0,49	493,76	9,38	0,40	0,25	0,65
9/2/01	0,36	3,21	0,13	0,42	418,50	8,04	0,29	0,16	0,45
11/2/01	0,35	3,21	0,11	0,35	345,00	7,37	0,22	0,10	0,32
<b>12/2/01</b>	<b>0,41</b>	<b>3,62</b>	<b>0,22</b>	<b>0,79</b>	<b>791,72</b>	<b>146,47</b>	<b>10,01</b>	<b>2,52</b>	<b>12,53</b>
<b>14/2/01</b>	<b>0,38</b>	<b>2,88</b>	<b>0,18</b>	<b>0,52</b>	<b>516,83</b>	<b>25,46</b>	<b>1,14</b>	<b>0,55</b>	<b>1,69</b>
18/2/01	0,38	2,88	0,12	0,36	356,65	9,38	0,29	0,12	0,41
<b>19/2/01</b>	<b>0,51</b>	<b>4,37</b>	<b>0,22</b>	<b>0,96</b>	<b>964,08</b>	<b>349,17</b>	<b>28,96</b>	<b>4,18</b>	<b>33,14</b>
<b>19/2/01</b>	<b>0,52</b>	<b>4,45</b>	<b>0,31</b>	<b>1,36</b>	<b>1361,02</b>	<b>441,67</b>	<b>51,90</b>	<b>10,94</b>	<b>62,84</b>
<b>21/2/01</b>	<b>0,45</b>	<b>3,92</b>	<b>0,40</b>	<b>1,57</b>	<b>1567,00</b>	<b>37,20</b>	<b>5,05</b>	<b>5,09</b>	<b>10,14</b>
23/2/01	0,39	3,47	0,26	0,91	914,13	12,73	1,00	1,17	2,17
<b>24/2/01</b>	<b>0,40</b>	<b>3,54</b>	<b>0,35</b>	<b>1,25</b>	<b>1249,41</b>	<b>34,17</b>	<b>3,69</b>	<b>3,90</b>	<b>7,59</b>
<b>26/2/01</b>	<b>0,45</b>	<b>3,92</b>	<b>0,40</b>	<b>1,57</b>	<b>1568,00</b>	<b>37,52</b>	<b>5,09</b>	<b>5,94</b>	<b>11,03</b>
28/2/01	0,42	3,70	0,24	0,90	902,44	10,05	0,78	0,88	1,66
1/3/01	0,42	3,70	0,20	0,74	740,00	8,71	0,56	0,52	1,08
3/3/01	0,38	3,41	0,13	0,45	448,68	8,71	0,34	0,17	0,51
6/3/01	0,37	3,34	0,14	0,46	455,45	8,86	0,35	0,21	0,56
6/3/01	0,35	3,21	0,14	0,45	445,83	8,71	0,34	0,20	0,54
7/3/01	0,36	3,27	0,17	0,55	551,12	6,70	0,32	0,29	0,61
8/3/01	0,36	3,27	0,17	0,54	541,99	6,70	0,31	0,29	0,60

CONTINUA TABELA 61 - DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DA ESTAÇÃO ANTA GORDA

Data	Cota (m)	Área da seção m <sup>2</sup>	Velocidade da água m/s	Vazão		Concentração Mg/L	Material transportado - Cargas		
				m <sup>3</sup> /s	L/s		Medida	Não medida	Total
9/3/01	0,36	3,27	0,16	0,52	524,60	6,10	0,27	0,24	0,51
12/3/01	0,36	3,27	0,16	0,52	524,60	6,10	0,27	0,24	0,51
14/3/01	0,38	3,41	0,13	0,43	428,03	5,56	0,21	0,14	0,35
15/3/01	0,38	3,41	0,12	0,41	405,95	5,43	0,19	0,11	0,30
16/3/01	0,36	3,27	0,11	0,37	366,04	6,10	0,20	0,09	0,29
17/3/01	0,36	3,27	0,12	0,39	393,98	5,56	0,19	0,11	0,30
20/3/01	0,38	3,41	0,15	0,52	516,67	6,70	0,30	0,22	0,52
21/3/01	0,38	3,41	0,12	0,40	402,76	10,72	0,37	0,16	0,53
22/3/01	0,36	3,27	0,13	0,42	424,68	6,70	0,24	0,15	0,39
22/3/01	0,38	3,41	0,13	0,46	458,74	11,39	0,45	0,20	0,65
<b>24/3/01</b>	<b>0,80</b>	<b>7,88</b>	<b>0,57</b>	<b>4,46</b>	<b>4460,38</b>	<b>201,00</b>	<b>77,45</b>	<b>46,61</b>	<b>124,06</b>
27/3/01	0,44	3,84	0,32	1,21	1212,63	9,38	0,98	1,75	2,73
30/3/01	0,38	3,41	0,29	1,00	1002,94	14,74	1,27	1,61	2,89
<b>1/4/01</b>	<b>0,49</b>	<b>4,22</b>	<b>0,56</b>	<b>2,34</b>	<b>2344,44</b>	<b>91,00</b>	<b>18,40</b>	<b>21,36</b>	<b>39,76</b>
10/4/01	0,35	3,21	0,17	0,56	556,65	8,04	0,39	0,31	0,70
13/4/01	0,36	3,27	0,19	0,62	624,84	7,37	0,39	0,40	0,79
16/4/01	0,36	3,27	0,15	0,50	500,51	9,38	0,41	0,25	0,66
18/4/01	0,36	3,27	0,15	0,49	490,50	6,70	0,28	0,21	0,49
21/4/01	0,36	3,27	0,13	0,43	428,38	6,70	0,25	0,15	0,40
<b>24/4/01</b>	<b>0,38</b>	<b>3,41</b>	<b>0,27</b>	<b>0,92</b>	<b>921,62</b>	<b>35,00</b>	<b>2,70</b>	<b>2,02</b>	<b>4,72</b>
26/4/01	0,36	3,21	0,15	0,48	479,10	6,70	0,28	0,21	0,49
29/4/01	0,35	3,21	0,15	0,48	476,73	6,70	0,28	0,21	0,49
2/5/01	0,34	3,14	0,15	0,47	468,66	5,76	0,23	0,19	0,42
5/5/01	0,34	3,14	0,15	0,48	475,76	5,70	0,24	0,19	0,43
8/5/01	0,35	3,21	0,12	0,39	391,46	6,16	0,21	0,12	0,33
11/5/01	0,35	3,21	0,14	0,46	458,57	6,70	0,27	0,18	0,44
15/5/01	0,35	3,21	0,15	0,48	479,10	6,70	0,28	0,21	0,49
16/5/01	0,36	3,27	0,14	0,46	460,56	8,04	0,32	0,20	0,52
18/5/01	0,35	3,21	0,09	0,30	303,79	6,63	0,17	0,06	0,23
21/5/01	0,35	3,21	0,11	0,37	367,56	7,37	0,24	0,10	0,34
<b>22/5/01</b>	<b>0,36</b>	<b>3,27</b>	<b>0,14</b>	<b>0,45</b>	<b>454,17</b>	<b>5,00</b>	<b>0,19</b>	<b>0,16</b>	<b>0,35</b>
25/5/01	0,36	3,27	0,13	0,43	432,16	7,37	0,27	0,16	0,43
25/5/01	0,35	3,21	0,13	0,41	406,33	8,04	0,28	0,16	0,44
<b>27/5/01</b>	<b>0,37</b>	<b>3,34</b>	<b>0,15</b>	<b>0,52</b>	<b>516,49</b>	<b>29,17</b>	<b>1,31</b>	<b>0,44</b>	<b>1,75</b>
<b>28/5/01</b>	<b>0,43</b>	<b>3,76</b>	<b>0,33</b>	<b>1,24</b>	<b>1239,56</b>	<b>73,70</b>	<b>7,90</b>	<b>5,00</b>	<b>12,90</b>
<b>29/5/01</b>	<b>0,40</b>	<b>3,54</b>	<b>0,22</b>	<b>0,77</b>	<b>769,57</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	<b>0,54</b>	<b>0,94</b>
<b>30/5/01</b>	<b>0,38</b>	<b>3,41</b>	<b>0,17</b>	<b>0,59</b>	<b>587,93</b>	<b>1,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,12</b>	<b>0,17</b>
2/6/01	0,38	3,41	0,17	0,57	565,19	8,04	0,40	0,32	0,72
4/6/01	0,35	3,21	0,16	0,51	512,23	7,37	0,32	0,26	0,58
<b>6/6/01</b>	<b>0,51</b>	<b>4,37</b>	<b>0,55</b>	<b>2,38</b>	<b>2383,64</b>	<b>254,00</b>	<b>52,23</b>	<b>33,91</b>	<b>86,14</b>
<b>7/6/01</b>	<b>0,44</b>	<b>3,84</b>	<b>0,23</b>	<b>0,90</b>	<b>900,00</b>	<b>33,00</b>	<b>2,57</b>	<b>1,42</b>	<b>3,99</b>
9/6/01	0,41	3,62	0,21	0,76	764,79	9,38	0,62	0,60	1,22
11/6/01	0,37	3,34	0,18	0,59	589,41	7,37	0,38	0,35	0,73
12/6/01	0,37	3,27	0,17	0,56	563,79	6,70	0,32	0,29	0,61
14/6/01	0,36	3,27	0,13	0,42	421,03	6,70	0,24	0,15	0,39
15/6/01	0,36	3,27	0,15	0,48	480,88	6,70	0,28	0,21	0,49
18/6/01	0,36	3,27	0,13	0,42	415,68	6,70	0,24	0,15	0,39
<b>20/6/01</b>	<b>0,35</b>	<b>3,21</b>	<b>0,13</b>	<b>0,43</b>	<b>431,84</b>	<b>16,00</b>	<b>0,59</b>	<b>0,23</b>	<b>0,82</b>
<b>25/6/01</b>	<b>0,37</b>	<b>3,34</b>	<b>0,16</b>	<b>0,53</b>	<b>527,37</b>	<b>28,00</b>	<b>1,28</b>	<b>0,50</b>	<b>1,78</b>
<b>26/6/01</b>	<b>0,39</b>	<b>3,47</b>	<b>0,19</b>	<b>0,68</b>	<b>675,97</b>	<b>65,00</b>	<b>3,83</b>	<b>1,17</b>	<b>5,00</b>
27/6/01	0,38	3,41	0,17	0,58	581,25	17,00	0,85	0,46	1,31
29/6/01	0,36	3,27	0,14	0,46	458,41	8,71	0,35	0,20	0,55
3/7/01	0,37	3,34	0,17	0,56	556,67	8,71	0,42	0,33	0,79
3/7/01	0,37	3,34	0,17	0,56	559,78	9,38	0,45	0,34	0,80
4/7/01	0,35	3,21	0,12	0,39	389,88	8,04	0,27	0,13	0,40
9/7/01	0,35	3,21	0,11	0,36	363,40	6,70	0,19	0,09	0,28
10/7/01	0,35	3,21	0,10	0,32	316,78	6,70	0,19	0,08	0,27
<b>11/7/01</b>	<b>0,42</b>	<b>3,70</b>	<b>0,23</b>	<b>0,86</b>	<b>860,47</b>	<b>190,00</b>	<b>14,12</b>	<b>3,23</b>	<b>17,35</b>
<b>11/7/01</b>	<b>0,50</b>	<b>4,30</b>	<b>0,51</b>	<b>2,19</b>	<b>2186,44</b>	<b>100,00</b>	<b>18,92</b>	<b>17,94</b>	<b>36,86</b>
<b>11/7/01</b>	<b>0,50</b>	<b>4,30</b>	<b>0,57</b>	<b>2,43</b>	<b>2433,96</b>	<b>299,00</b>	<b>62,78</b>	<b>39,83</b>	<b>102,61</b>
16/7/01	0,35	3,21	0,15	0,49	486,36	7,37	0,31	0,22	0,53
17/7/01	0,35	3,21	0,13	0,43	429,91	6,70	0,25	0,15	0,40
<b>19/7/01</b>	<b>0,37</b>	<b>3,34</b>	<b>0,20</b>	<b>0,67</b>	<b>672,48</b>	<b>10,00</b>	<b>0,58</b>	<b>0,53</b>	<b>1,11</b>
20/7/01	0,37	3,34	0,16	0,53	530,16	7,00	0,32	0,26	0,58
23/7/01	0,36	3,27	0,17	0,54	541,99	3,00	0,14	0,20	0,34

CONTINUA TABELA 61 - DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DA ESTAÇÃO ANTA GORDA

Data	Cota (m)	Área da seção m <sup>2</sup>	Velocidade da água m/s	Vazão		Concentração Mg/L	Material transportado - Cargas		
				m <sup>3</sup> /s	L/s		Medida	Não medida	Total
<b>26/7/01</b>	<b>0,45</b>	<b>3,92</b>	<b>0,41</b>	<b>1,59</b>	<b>1589,19</b>	<b>134,00</b>	<b>18,41</b>	<b>11,61</b>	<b>30,02</b>
<b>26/7/01</b>	<b>0,45</b>	<b>3,92</b>	<b>0,41</b>	<b>1,59</b>	<b>1589,19</b>	<b>100,50</b>	<b>13,81</b>	<b>10,11</b>	<b>23,92</b>
28/7/01	0,40	3,54	0,23	0,82	816,92	12,06	0,85	0,85	1,70
1/8/01	0,36	3,27	0,15	0,50	497,97	8,04	0,35	0,23	0,58
3/8/01	0,35	3,21	0,15	0,47	467,48	6,37	0,26	0,21	0,47
5/8/01	0,35	3,21	0,11	0,35	350,18	6,70	0,20	0,10	0,30
8/8/01	0,34	3,14	0,11	0,36	355,47	6,70	0,21	0,10	0,31
10/8/01	0,34	3,14	0,13	0,41	413,16	6,37	0,23	0,14	0,37
11/8/01	0,34	3,14	0,14	0,43	434,10	5,83	0,22	0,17	0,39
13/8/01	0,34	3,08	0,08	0,25	252,81	6,70	0,14	0,04	0,18
15/8/01	0,33	3,08	0,10	0,30	302,55	5,36	0,14	0,07	0,21
16/8/01	0,33	3,08	0,08	0,25	247,39	5,23	0,11	0,04	0,15
18/8/01	0,33	3,08	0,10	0,31	311,75	6,70	0,18	0,08	0,26
20/8/01	0,34	3,08	0,10	0,31	312,80	10,05	0,27	0,09	0,36
22/8/01	0,33	3,08	0,10	0,32	316,02	6,03	0,17	0,07	0,24
23/8/01	0,33	3,01	0,11	0,33	327,13	6,70	0,19	0,10	0,29
25/8/01	0,32	3,01	0,11	0,32	317,92	6,70	0,19	0,10	0,29
26/8/01	0,35	3,21	0,13	0,41	409,60	54,27	1,92	0,40	2,32
<b>28/8/01</b>	<b>0,37</b>	<b>3,34</b>	<b>0,21</b>	<b>0,70</b>	<b>696,06</b>	<b>38,86</b>	<b>2,35</b>	<b>1,15</b>	<b>3,50</b>
30/8/01	0,37	3,34	0,16	0,54	536,01	10,72	0,50	0,32	0,82
31/8/01	0,35	3,21	0,16	0,50	501,33	8,71	0,38	0,28	0,66
1/9/01	0,33	3,07	0,15	0,46	455,94	7,37	0,29	0,22	0,51
3/9/01	0,37	3,34	0,13	0,45	449,33	7,37	0,29	0,16	0,45
4/9/01	0,32	3,00	0,11	0,33	333,33	7,37	0,21	0,10	0,31
5/9/01	0,32	3,00	0,10	0,29	294,12	6,03	0,15	0,07	0,22
6/9/01	0,31	2,94	0,10	0,28	283,60	6,70	0,16	0,07	0,23
8/9/01	0,32	3,00	0,08	0,25	254,96	6,30	0,14	0,04	0,18
10/9/01	0,32	3,00	0,08	0,23	229,01	6,83	0,14	0,04	0,17
11/9/01	0,32	3,00	0,08	0,23	231,36	6,70	0,13	0,04	0,18
13/9/01	0,32	3,00	0,07	0,20	204,55	6,70	0,12	0,03	0,15
14/9/01	0,32	3,00	0,08	0,23	229,01	8,04	0,16	0,05	0,21
15/9/01	0,32	3,00	0,09	0,26	258,62	6,70	0,15	0,06	0,21
19/9/01	0,31	2,94	0,09	0,27	265,66	6,43	0,15	0,06	0,21
21/9/01	0,35	3,21	0,13	0,40	401,06	6,37	0,22	0,14	0,36
23/9/01	0,33	3,08	0,11	0,33	330,74	10,05	0,29	0,12	0,41
24/9/01	0,34	3,14	0,11	0,34	344,04	14,74	0,43	0,14	0,57
26/9/01	0,34	3,14	0,10	0,32	322,83	8,71	0,24	0,09	0,33
28/9/01	0,34	3,14	0,10	0,31	306,06	8,04	0,22	0,08	0,30
<b>28/9/01</b>	<b>0,39</b>	<b>3,47</b>	<b>0,20</b>	<b>0,71</b>	<b>708,92</b>	<b>140,70</b>	<b>8,63</b>	<b>1,92</b>	<b>10,55</b>
<b>29/9/01</b>	<b>0,36</b>	<b>3,27</b>	<b>0,16</b>	<b>0,53</b>	<b>533,93</b>	<b>20,10</b>	<b>0,92</b>	<b>0,42</b>	<b>1,34</b>
<b>1/10/01</b>	<b>0,43</b>	<b>3,76</b>	<b>0,45</b>	<b>1,71</b>	<b>1709,09</b>	<b>67,00</b>	<b>9,90</b>	<b>10,26</b>	<b>20,16</b>
<b>2/10/01</b>	<b>0,51</b>	<b>4,37</b>	<b>0,43</b>	<b>1,90</b>	<b>1900,00</b>	<b>28,81</b>	<b>4,73</b>	<b>6,54</b>	<b>11,27</b>
4/10/01	0,39	3,47	0,22	0,77	765,44	10,72	0,71	0,71	1,42
6/10/01	0,36	3,27	0,18	0,59	590,96	8,71	0,44	0,38	0,82
<b>8/10/01</b>	<b>0,50</b>	<b>4,21</b>	<b>0,47</b>	<b>1,97</b>	<b>1973,44</b>	<b>147,40</b>	<b>25,09</b>	<b>17,44</b>	<b>42,53</b>
11/10/01	0,35	3,14	0,11	0,34	336,43	10,05	0,30	0,12	0,42
13/10/01	0,38	3,40	0,21	0,72	718,31	6,70	0,42	0,50	0,92
14/10/01	0,37	3,34	0,16	0,53	530,16	7,37	0,34	0,26	0,60
15/10/01	0,37	3,27	0,14	0,46	462,74	6,70	0,27	0,18	0,45
18/10/01	0,35	3,20	0,13	0,43	430,49	6,70	0,25	0,15	0,40
22/10/01	0,35	3,20	0,14	0,46	457,14	6,70	0,27	0,18	0,45
26/10/01	0,34	3,14	0,11	0,35	354,14	6,30	0,19	0,09	0,28
28/10/01	0,33	3,07	0,10	0,30	299,03	6,10	0,16	0,07	0,23
30/10/01	0,33	3,07	0,09	0,27	274,11	6,03	0,14	0,06	0,20
3/11/01	0,32	2,94	0,10	0,29	285,44	5,83	0,15	0,07	0,22
4/11/01	0,32	3,00	0,09	0,27	265,49	6,03	0,14	0,05	0,19
7/11/01	0,33	3,07	0,09	0,28	279,94	9,38	0,23	0,07	0,30
10/11/01	0,31	2,94	0,09	0,27	274,77	6,70	0,16	0,06	0,22
<b>12/11/01</b>	<b>0,36</b>	<b>3,27</b>	<b>0,14</b>	<b>0,46</b>	<b>462,74</b>	<b>13,40</b>	<b>0,53</b>	<b>0,25</b>	<b>0,78</b>
<b>14/11/01</b>	<b>0,42</b>	<b>3,69</b>	<b>0,22</b>	<b>0,80</b>	<b>796,40</b>	<b>56,95</b>	<b>3,94</b>	<b>1,62</b>	<b>5,56</b>
16/11/01	0,35	3,20	0,23	0,72	721,80	12,06	0,75	0,80	1,55
19/11/01	0,33	3,07	0,20	0,61	614,00	8,04	0,42	0,46	0,88
<b>22/11/01</b>	<b>0,35</b>	<b>3,20</b>	<b>0,22</b>	<b>0,70</b>	<b>700,73</b>	<b>43,55</b>	<b>2,63</b>	<b>1,33</b>	<b>3,96</b>
<b>23/11/01</b>	<b>0,36</b>	<b>3,27</b>	<b>0,19</b>	<b>0,62</b>	<b>624,84</b>	<b>20,10</b>	<b>1,08</b>	<b>0,65</b>	<b>1,73</b>
24/11/01	0,36	3,27	0,17	0,56	563,79	11,39	0,55	0,38	0,93

CONTINUA TABELA 61 - DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DA ESTAÇÃO ANTA GORDA

Data	Cota (m)	Área da seção m <sup>2</sup>	Velocidade da água m/s	Vazão		Concentração Mg/L	Material transportado - Cargas		
				m <sup>3</sup> /s	L/s		Medida	Não medida	Total
27/11/01	0,34	3,14	0,17	0,54	544,51	12,06	0,56	0,38	0,94
28/11/01	0,34	3,14	0,15	0,46	457,28	8,04	0,32	0,23	0,55
29/11/01	0,34	3,14	0,16	0,49	490,63	7,37	0,31	0,26	0,57
				Média	595,745	Total	610,50	350,22	960,72
						Média	3,15	1,81	4,95
						Dias observados	194,00	194,00	194,00
						Área km2	12,13		
						Vazão L/s/km <sup>2</sup>	49,11338		

TABELA 62 – DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DO RIO COXILHA RICA

Data	Cota (m)	Área da seção m <sup>2</sup>	Velocidade da água m/s	Vazão		Concentração Mg/L	Material transportado - Cargas		
				m <sup>3</sup> /s	L/s		Medida	Não medida	Total
24/11/00	0,19	0,58	0,27	0,16	158,78	4,41	0,06	0,20	0,26
<b>24/11/00</b>	<b>0,20</b>	<b>0,62</b>	<b>0,53</b>	<b>0,33</b>	<b>325,87</b>	<b>14,70</b>	<b>0,41</b>	<b>1,97</b>	<b>2,38</b>
25/11/00	0,19	0,58	0,36	0,21	205,98	5,81	0,10	0,46	0,56
26/11/00	0,19	0,58	0,34	0,20	195,42	4,55	0,08	0,35	0,43
27/11/00	0,18	0,54	0,34	0,18	181,94	3,85	0,06	0,31	0,37
28/11/00	0,18	0,54	0,33	0,18	177,39	3,64	0,06	0,28	0,34
04/12/00	0,18	0,54	0,33	0,18	177,39	3,78	0,06	0,29	0,35
05/12/00	0,18	0,54	0,33	0,18	177,39	3,43	0,05	0,27	0,32
06/12/00	0,15	0,45	0,27	0,12	120,67	3,64	0,04	0,15	0,19
07/12/00	0,14	0,43	0,24	0,10	102,73	3,50	0,03	0,11	0,14
11/12/00	0,14	0,43	0,23	0,10	99,13	2,87	0,02	0,09	0,11
12/12/00	0,14	0,43	0,26	0,11	110,79	3,01	0,03	0,12	0,15
13/12/00	0,17	0,49	0,36	0,17	174,02	6,09	0,09	0,41	0,50
15/12/00	0,15	0,45	0,31	0,14	137,51	5,88	0,07	0,26	0,33
20/12/00	0,13	0,41	0,23	0,09	94,52	3,49	0,03	0,10	0,13
<b>22/12/00</b>	<b>0,13</b>	<b>0,39</b>	<b>0,32</b>	<b>0,12</b>	<b>124,99</b>	<b>13,30</b>	<b>0,14</b>	<b>0,40</b>	<b>0,54</b>
26/12/00	0,14	0,43	0,25	0,11	108,66	3,15	0,03	0,12	0,15
29/12/00	0,15	0,45	0,29	0,13	128,54	11,20	0,12	0,30	0,42
03/01/01	0,14	0,43	0,27	0,12	117,71	4,41	0,04	0,17	0,21
<b>11/01/01</b>	<b>0,26</b>	<b>0,88</b>	<b>0,49</b>	<b>0,43</b>	<b>428,27</b>	<b>67,37</b>	<b>2,49</b>	<b>4,21</b>	<b>6,70</b>
12/01/01	0,18	0,54	0,31	0,17	168,94	5,60	0,08	0,30	0,38
15/01/01	0,18	0,54	0,33	0,18	177,39	10,50	0,16	0,47	0,63
16/01/01	0,15	0,45	0,25	0,11	113,71	4,55	0,04	0,14	0,18
17/01/01	0,14	0,43	0,36	0,15	152,71	6,09	0,08	0,38	0,46
<b>19/01/01</b>	<b>0,15</b>	<b>0,45</b>	<b>0,42</b>	<b>0,19</b>	<b>190,74</b>	<b>20,30</b>	<b>0,33</b>	<b>1,10</b>	<b>1,43</b>
19/01/01	0,15	0,45	0,29	0,13	131,40	5,04	0,06	0,22	0,28
20/01/01	0,16	0,47	0,17	0,08	171,55	38,00	0,56	0,14	0,70
22/01/01	0,14	0,43	0,33	0,14	141,26	4,34	0,05	0,27	0,32
23/01/01	0,14	0,43	0,26	0,11	110,79	5,25	0,05	0,16	0,21
24/01/01	0,14	0,43	0,31	0,13	131,40	3,85	0,04	0,21	0,25
25/01/01	0,14	0,43	0,29	0,13	125,56	3,92	0,04	0,19	0,23
26/01/01	0,13	0,39	0,29	0,11	113,88	3,43	0,03	0,17	0,20
27/01/01	0,13	0,41	0,25	0,10	103,60	3,22	0,03	0,12	0,15
29/01/01	0,14	0,43	0,31	0,13	131,40	3,22	0,04	0,19	0,23
30/01/01	0,19	0,58	0,45	0,26	262,80	10,50	0,24	1,10	1,34
<b>31/01/01</b>	<b>0,24</b>	<b>0,80</b>	<b>0,66</b>	<b>0,53</b>	<b>525,60</b>	<b>251,69</b>	<b>11,45</b>	<b>15,95</b>	<b>27,40</b>
01/02/01	0,16	0,47	0,37	0,17	171,55	11,20	0,17	0,57	0,74
02/02/01	0,16	0,47	0,35	0,16	162,52	4,97	0,07	0,34	0,41
<b>06/02/01</b>	<b>0,26</b>	<b>0,88</b>	<b>0,51</b>	<b>0,44</b>	<b>444,74</b>	<b>28,00</b>	<b>1,08</b>	<b>3,03</b>	<b>4,11</b>
07/02/01	0,18	0,88	0,47	0,41	412,97	5,04	0,18	1,32	1,50
08/02/01	0,17	0,49	0,41	0,20	201,21	4,62	0,08	0,52	0,60
13/02/01	0,20	0,62	0,44	0,27	271,56	9,10	0,21	0,98	1,19
15/02/01	0,27	0,58	0,49	0,28	282,27	9,80	0,24	1,08	1,32
<b>20/02/01</b>	<b>0,46</b>	<b>1,75</b>	<b>0,88</b>	<b>1,53</b>	<b>1533,00</b>	<b>37,78</b>	<b>5,00</b>	<b>13,77</b>	<b>18,77</b>
03/04/01	0,20	0,62	0,47	0,29	290,96	5,67	0,14	0,93	1,08
06/04/01	0,18	0,54	0,41	0,22	221,74	8,40	0,16	0,74	0,90
<b>09/04/01</b>	<b>0,23</b>	<b>0,75</b>	<b>0,51</b>	<b>0,38</b>	<b>379,04</b>	<b>42,03</b>	<b>1,38</b>	<b>3,33</b>	<b>4,71</b>
17/04/01	0,18	0,54	0,39	0,21	208,69	4,48	0,08	0,47	0,55
20/04/01	0,17	0,49	0,40	0,20	195,11	4,20	0,07	0,45	0,52
<b>24/04/01</b>	<b>0,27</b>	<b>0,93</b>	<b>0,47</b>	<b>0,44</b>	<b>436,44</b>	<b>48,33</b>	<b>1,82</b>	<b>3,39</b>	<b>5,21</b>

CONTINUA TABELA 62 – DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DO RIO COXILHA RICA

Data	Cota (m)	Área da seção m <sup>2</sup>	Velocidade da água m/s	Vazão		Concentração Mg/L	Material transportado - Cargas		
				m <sup>3</sup> /s	L/s		Medida	Não medida	Total
03/05/01	0,16	0,47	0,36	0,17	166,91	3,50	0,05	0,31	0,36
07/05/01	0,17	0,49	0,37	0,18	178,85	2,80	0,04	0,30	0,34
<b>11/05/01</b>	<b>0,15</b>	<b>0,45</b>	<b>0,35</b>	<b>0,16</b>	<b>155,61</b>	<b>1,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>
16/05/01	0,21	0,67	0,36	0,24	241,56	3,78	0,08	0,42	0,50
21/05/01	0,20	0,62	0,37	0,23	229,74	14,00	0,28	0,79	1,07
22/05/01	0,20	0,62	0,38	0,24	236,31	7,00	0,14	0,61	0,75
24/05/01	0,20	0,62	0,31	0,19	192,34	4,06	0,07	0,28	0,35
28/05/01	0,26	0,88	0,58	0,51	510,40	11,20	0,49	2,77	3,26
30/05/01	0,19	0,58	0,42	0,24	241,79	4,62	0,10	0,60	0,70
04/06/01	0,17	0,49	0,29	0,14	142,10	3,29	0,04	0,18	0,22
07/06/01	0,23	0,75	0,49	0,37	370,56	6,30	0,20	1,27	1,47
11/06/01	0,22	0,71	0,39	0,28	278,57	9,00	0,22	0,81	1,03
18/06/01	0,22	0,71	0,43	0,31	305,53	4,69	0,12	0,75	0,87
20/06/01	0,18	0,54	0,46	0,25	248,40	3,50	0,07	0,65	0,72
26/06/01	0,27	0,93	0,70	0,65	652,96	15,00	0,85	5,33	6,18
29/06/01	0,21	0,67	0,51	0,34	343,76	4,90	0,15	1,16	1,31
03/07/01	0,23	0,75	0,49	0,37	370,56	26,00	0,83	2,51	3,34
06/07/01	0,20	0,62	0,38	0,24	236,31	11,20	0,23	0,76	0,99
09/07/01	0,19	0,58	0,49	0,29	286,56	4,90	0,12	0,95	1,07
<b>11/07/01</b>	<b>0,36</b>	<b>1,31</b>	<b>0,67</b>	<b>0,87</b>	<b>873,77</b>	<b>146,00</b>	<b>11,02</b>	<b>16,79</b>	<b>27,81</b>
12/07/01	0,36	1,31	0,67	0,87	873,77	7,70	0,58	4,10	4,68
<b>18/07/01</b>	<b>0,28</b>	<b>0,97</b>	<b>0,51</b>	<b>0,50</b>	<b>497,68</b>	<b>87,00</b>	<b>3,74</b>	<b>5,75</b>	<b>9,49</b>
<b>19/07/01</b>	<b>0,28</b>	<b>0,97</b>	<b>0,48</b>	<b>0,46</b>	<b>462,14</b>	<b>20,00</b>	0,80	2,35	3,15
<b>20/07/01</b>	<b>0,25</b>	<b>0,84</b>	<b>0,53</b>	<b>0,45</b>	<b>448,22</b>	<b>17,00</b>	0,66	2,68	3,34
23/07/01	0,21	0,67	0,64	0,43	425,61	6,00	0,22	2,19	2,41
25/07/01	0,22	0,71	0,44	0,32	315,71	9,00	0,25	1,12	1,37
<b>26/07/01</b>	<b>0,35</b>	<b>1,27</b>	<b>0,70</b>	<b>0,89</b>	<b>891,67</b>	<b>124,00</b>	<b>9,56</b>	<b>17,33</b>	<b>26,89</b>
<b>27/07/01</b>	<b>0,28</b>	<b>0,97</b>	<b>0,61</b>	<b>0,59</b>	<b>588,17</b>	<b>18,00</b>	0,91	4,10	5,01
30/07/01	0,24	0,80	0,49	0,40	395,26	4,00	0,14	1,07	1,21
03/08/01	0,23	0,75	0,51	0,38	384,81	5,60	0,19	1,32	1,51
08/08/01	0,24	0,80	0,46	0,37	368,00	5,67	0,18	1,05	1,23
14/08/01	0,22	0,71	0,44	0,32	315,71	5,60	0,15	0,89	1,04
17/08/01	0,22	0,71	0,44	0,32	315,71	3,99	0,11	0,76	0,87
21/08/01	0,22	0,71	0,38	0,27	270,61	4,76	0,11	0,56	0,67
27/08/01	0,26	0,88	0,38	0,34	335,41	31,50	0,91	1,58	2,49
<b>29/08/01</b>	<b>0,28</b>	<b>0,97</b>	<b>0,51</b>	<b>0,50</b>	<b>497,68</b>	<b>29,40</b>	<b>1,26</b>	<b>3,42</b>	<b>4,68</b>
30/08/01	0,24	0,80	0,42	0,33	333,50	8,40	0,24	0,99	1,23
31/08/01	0,23	0,75	0,33	0,25	250,13	5,81	0,13	0,45	0,58
03/09/01	0,22	0,71	0,32	0,22	224,83	4,55	0,09	0,34	0,43
12/09/01	0,19	0,58	0,31	0,18	179,93	5,04	0,08	0,30	0,38
14/09/01	0,20	0,62	0,31	0,19	192,34	5,04	0,08	0,31	0,39
17/09/01	0,19	0,58	0,32	0,18	184,22	4,76	0,08	0,31	0,39
21/09/01	0,18	0,54	0,26	0,14	138,53	4,06	0,05	0,16	0,21
25/09/01	0,22	0,71	0,31	0,22	220,27	4,76	0,09	0,33	0,42
<b>28/09/01</b>	<b>0,30</b>	<b>1,06</b>	<b>0,58</b>	<b>0,61</b>	<b>614,80</b>	<b>60,20</b>	<b>3,20</b>	<b>6,92</b>	<b>10,12</b>
03/10/01	0,27	0,93	0,56	0,52	516,93	8,40	0,38	2,25	2,63
<b>08/10/01</b>	<b>0,39</b>	<b>1,44</b>	<b>0,78</b>	<b>1,13</b>	<b>1129,98</b>	<b>58,10</b>	<b>5,67</b>	<b>16,95</b>	<b>22,62</b>
09/10/01	0,34	1,23	0,61	0,75	745,83	15,40	0,99	4,36	5,35
11/10/01	0,29	1,01	0,56	0,56	561,39	12,60	0,61	2,85	3,46
15/10/01	0,26	0,88	0,51	0,45	451,51	8,40	0,33	1,77	2,10
19/10/01	0,26	0,88	0,51	0,45	451,51	8,40	0,33	1,77	2,10
22/10/01	0,22	0,71	0,44	0,32	315,71	4,34	0,12	0,79	0,91
25/10/01	0,20	0,84	0,35	0,29	294,88	4,34	0,11	0,53	0,65
30/10/01	0,19	0,58	0,42	0,24	241,79	5,74	0,12	0,67	0,79
05/11/01	0,18	0,54	0,34	0,18	184,71	4,55	0,07	0,35	0,42
09/11/01	0,18	0,54	0,33	0,18	180,09	5,74	0,09	0,36	0,45
12/11/01	0,19	0,58	0,33	0,19	188,71	7,70	0,13	0,41	0,54
29/11/01	0,19	0,58	0,32	0,18	184,22	7,70	0,12	0,39	0,51
				<b>Média</b>	<b>303,21</b>	<b>Total</b>	<b>75,96</b>	<b>193,82</b>	<b>269,78</b>
						Média/dia	0,70	1,79	2,49
						Dias Observados	108	108	108
						Total ano	256,72	655,04	911,76
						Perda ha/ano	0,38	0,97	1,36

TABELA 63 – DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DO RIO BRINCO

Data	Cota (m)	Área da seção m <sup>2</sup>	Velocidade da água m/s	Vazão		Concentração Mg/L	Material transportado - Cargas		
				m <sup>3</sup> /s	L/s		Medida	Não medida	Total
27/11/00	0,59	3,38	0,044	0,149	148,571	5,94	0,08	0,01	0,09
<b>30/11/00</b>	<b>0,69</b>	<b>4,22</b>	<b>0,129</b>	<b>0,545</b>	<b>544,516</b>	<b>40,93</b>	<b>2,35</b>	<b>0,4</b>	<b>2,75</b>
<b>5/12/00</b>	<b>0,71</b>	<b>4,51</b>	<b>0,131</b>	<b>0,591</b>	<b>591,475</b>	<b>41,00</b>	<b>2,09</b>	<b>0,4</b>	<b>2,49</b>
9/12/00	0,57	3,27	0,043	0,141	141,405	7,92	0,1	0,01	0,11
<b>16/12/00</b>	<b>0,63</b>	<b>3,6</b>	<b>0,047</b>	<b>0,169</b>	<b>169,412</b>	<b>36,30</b>	<b>0,53</b>	<b>0,03</b>	<b>0,56</b>
19/12/00	0,59	3,38	0,044	0,149	148,571	6,60	0,01	0,08	0,09
27/12/00	0,57	3,27	0,042	0,138	137,684	4,62	0,06	0,01	0,06
5/1/00	0,63	3,6	0,048	0,173	173,494	4,62	0,07	0,01	0,08
9/1/01	0,65	3,77	0,057	0,215	215,429	4,62	0,09	0,02	0,1
17/1/01	0,61	3,49	0,055	0,193	192,552	4,62	0,08	0,01	0,09
23/1/01	0,61	3,49	0,050	0,175	174,500	23,76	0,36	0,02	0,38
<b>1/2/01</b>	<b>0,7</b>	<b>4,36</b>	<b>0,075</b>	<b>0,329</b>	<b>329,057</b>	<b>52,14</b>	<b>1,48</b>	<b>0,11</b>	<b>1,59</b>
<b>6/2/01</b>	<b>0,73</b>	<b>4,88</b>	<b>0,090</b>	<b>0,439</b>	<b>438,652</b>	<b>52,14</b>	<b>1,98</b>	<b>0,19</b>	<b>2,17</b>
<b>16/2/01</b>	<b>0,62</b>	<b>3,55</b>	<b>0,129</b>	<b>0,458</b>	<b>458,065</b>	<b>28,38</b>	<b>1,12</b>	<b>0,27</b>	<b>1,39</b>
<b>21/2/01</b>	<b>0,65</b>	<b>3,77</b>	<b>0,116</b>	<b>0,437</b>	<b>437,101</b>	<b>33,00</b>	<b>1,25</b>	<b>0,23</b>	<b>1,48</b>
27/2/01	0,63	3,6	0,121	0,436	436,364	7,92	0,3	0,13	0,42
<b>1/3/01</b>	<b>0,57</b>	<b>3,27</b>	<b>0,101</b>	<b>0,331</b>	<b>331,139</b>	<b>37,62</b>	<b>1,08</b>	<b>0,16</b>	<b>1,24</b>
6/3/01	0,54	3,1	0,070	0,216	215,652	3,96	0,06	0,02	0,08
13/3/01	0,53	3,05	0,067	0,205	205,042	4,62	0,08	0,02	0,1
12/6/01	0,62	2,99	0,083	0,249	249,167	5,94	0,11	0,03	0,15
15/6/01	0,61	3,49	0,090	0,314	313,708	4,95	0,13	0,05	0,18
20/6/01	0,63	3,6	0,110	0,395	394,521	6,60	0,23	0,09	0,32
23/6/01	0,67	3,99	0,148	0,591	591,111	6,60	0,6	0,18	0,78
<b>26/6/01</b>	<b>0,79</b>	<b>6,18</b>	<b>0,170</b>	<b>1,052</b>	<b>1051,915</b>	<b>28,00</b>	<b>2,54</b>	<b>0,81</b>	<b>3,35</b>
30/6/01	0,79	6,18	0,143	0,883	882,857	6,60	0,5	0,26	0,77
5/7/01	0,69	4,22	0,116	0,489	489,275	4,62	0,2	0,1	0,29
9/7/01	0,72	4,66	0,111	0,518	517,778	6,60	0,3	0,1	0,41
13/7/01	0,76	5,53	0,129	0,714	713,548	7,92	0,49	0,21	0,69
13/8/01	0,84	7,91	0,140	1,110	1110,175	5,54	0,53	0,29	0,82
17/8/01	0,82	7,17	0,108	0,775	775,135	4,19	0,28	0,12	0,4
23/8/01	0,79	6,18	0,170	1,052	1051,915	1,59	0,14	0,2	0,35
27/8/01	0,79	6,18	0,114	0,706	706,286	2,52	0,15	0,1	0,25
31/8/01	0,82	7,17	0,108	0,775	775,135	2,67	0,18	0,1	0,28
3/9/01	0,76	5,53	0,099	0,546	546,173	4,06	0,19	0,08	0,27
10/9/01	0,77	5,74	0,114	0,656	656,000	2,33	0,13	0,09	0,22
14/9/01	0,69	4,22	0,131	0,553	553,443	8,44	0,4	0,18	0,58
17/9/01	0,74	5,09	0,140	0,714	714,386	10,62	0,66	0,27	0,92
20/9/01	0,66	3,88	0,104	0,403	403,117	5,94	0,21	0,08	0,29
24/9/01	0,75	5,31	0,129	0,685	685,161	6,60	0,39	0,18	0,57
6/10/01	0,84	7,91	0,140	1,110	1110,175	6,60	0,63	0,31	0,95
15/10/01	0,86	8,33	0,148	1,234	1234,074	8,58	0,91	0,42	1,34
20/10/01	0,81	6,84	0,099	0,676	675,556	7,92	0,46	0,13	0,59
22/10/01	0,86	8,76	0,131	1,149	1148,852	3,96	0,39	0,23	0,62
26/10/01	0,84	7,91	0,125	0,989	988,750	3,63	0,31	0,18	0,49
31/10/01	0,79	6,18	0,116	0,717	716,522	3,30	0,2	0,11	0,31
3/11/01	0,79	6,18	0,114	0,706	706,286	3,63	0,22	0,11	0,33
7/11/01	0,76	5,53	0,111	0,614	614,444	3,63	0,19	0,1	0,29
10/11/01	0,79	6,18	0,131	0,810	810,492	4,62	0,32	0,18	0,5
16/11/01	0,82	7,17	0,136	0,972	972,203	4,95	0,42	0,23	0,65
20/11/01	0,77	5,74	0,123	0,706	706,462	3,96	0,24	0,14	0,38
				Total	567,066	-----	25,82	7,79	33,61
						t/dia	0,5164	0,1558	0,6726
				Dias observados		50			
				Área da bacia km <sup>2</sup>		14,87			
				Vazão L/km <sup>2</sup>		38,13			

TABELA 64 – DADOS FLÚVIO-SEDIMENTOMÉTRICOS DO RIO JIRAU

Data	Cota (m)	Área da seção m <sup>2</sup>	Velocidade da água m/s	Vazão		Concentração Mg/L	Material transportado - Cargas		
				m <sup>3</sup> /s	L/s		Medida	Não medida	Total
08/02/01	0,80	4,70	0,11	0,53	533,02	4,55	0,25	0,08	0,33
12/02/01	0,80	4,70	0,11	0,54	536,80	3,92	0,3	0,07	0,37
<b>14/02/01</b>	<b>0,85</b>	<b>5,06</b>	<b>0,18</b>	<b>0,90</b>	<b>897,31</b>	<b>40,00</b>	<b>3,11</b>	<b>0,78</b>	<b>3,89</b>
<b>15/02/01</b>	<b>0,82</b>	<b>4,88</b>	<b>0,11</b>	<b>0,56</b>	<b>559,16</b>	<b>14,00</b>	<b>0,68</b>	<b>0,14</b>	<b>0,82</b>
<b>19/02/01</b>	<b>0,90</b>	<b>5,36</b>	<b>0,27</b>	<b>1,43</b>	<b>1425,76</b>	<b>244,17</b>	<b>30,17</b>	<b>5,14</b>	<b>35,31</b>
13/03/01	0,82	4,88	0,15	0,75	749,69	3,15	0,2	0,15	0,35
17/03/01	0,80	4,70	0,12	0,56	555,64	7,00	0,34	0,12	0,46
21/03/01	0,81	4,82	0,13	0,63	631,28	3,15	0,17	0,10	0,27
23/03/01	0,80	4,70	0,12	0,54	543,57	4,90	0,23	0,10	0,33
<b>24/03/01</b>	<b>0,89</b>	<b>5,30</b>	<b>0,28</b>	<b>1,48</b>	<b>1484,00</b>	<b>200,59</b>	<b>25,65</b>	<b>5,09</b>	<b>30,74</b>
30/03/01	0,81	4,82	0,13	0,65	645,42	6,65	0,37	0,15	0,52
<b>01/04/01</b>	<b>0,90</b>	<b>5,36</b>	<b>0,24</b>	<b>1,30</b>	<b>1296,15</b>	<b>248,11</b>	<b>27,87</b>	<b>3,89</b>	<b>31,76</b>
05/04/01	0,83	4,94	0,14	0,68	680,85	5,60	0,33	0,16	0,49
<b>11/04/01</b>	<b>0,91</b>	<b>5,42</b>	<b>0,40</b>	<b>2,15</b>	<b>2151,82</b>	<b>14,44</b>	<b>2,68</b>	<b>3,46</b>	<b>6,14</b>
16/04/01	0,85	5,06	0,21	1,08	1076,77	7,45	0,7	0,51	1,21
25/04/01	0,79	4,70	0,18	0,85	853,38	6,67	0,49	0,32	0,81
04/05/01	0,85	5,06	0,17	0,85	849,19	10,50	0,77	0,36	1,13
08/05/01	0,81	4,82	0,12	0,58	581,46	8,40	0,42	0,13	0,55
15/05/01	0,80	4,76	0,10	0,48	477,80	4,62	0,19	0,06	0,25
18/05/01	0,80	4,76	0,13	0,63	633,08	4,41	0,24	0,12	0,36
25/05/01	0,79	4,70	0,10	0,45	449,71	3,92	0,15	0,06	0,21
28/05/01	0,89	5,30	0,34	1,82	1819,10	55,00	8,65	4,38	13,03
29/05/01	0,81	4,82	0,12	0,58	581,46	11,60	0,58	0,16	0,74
<b>07/06/01</b>	<b>0,77</b>	<b>3,98</b>	<b>0,09</b>	<b>0,36</b>	<b>358,87</b>	<b>21,00</b>	<b>0,65</b>	<b>0,09</b>	<b>0,74</b>
20/06/01	0,81	4,82	0,12	0,56	557,44	5,60	0,27	0,11	0,38
22/06/01	0,80	4,76	0,10	0,46	457,10	3,71	0,15	0,06	0,21
<b>25/06/01</b>	<b>0,90</b>	<b>5,36</b>	<b>0,24</b>	<b>1,30</b>	<b>1296,15</b>	<b>238,00</b>	<b>26,73</b>	<b>3,81</b>	<b>30,54</b>
28/06/01	0,83	4,94	0,17	0,82	821,28	8,40	0,6	0,32	0,92
03/07/01	0,83	4,94	0,14	0,68	684,40	7,50	0,44	0,19	0,63
<b>11/07/01</b>	<b>0,93</b>	<b>5,53</b>	<b>0,43</b>	<b>2,37</b>	<b>2372,55</b>	<b>269,00</b>	<b>55,08</b>	<b>16,89</b>	<b>71,97</b>
13/07/01	0,82	0,96	0,16	0,15	154,76	7,70	0,53	0,26	0,79
<b>18/07/01</b>	<b>0,93</b>	<b>5,53</b>	<b>0,43</b>	<b>2,37</b>	<b>2372,55</b>	<b>422,00</b>	<b>86,41</b>	<b>20,95</b>	<b>107,36</b>
19/07/01	0,89	5,30	0,34	1,82	1816,75	41,00	6,450	3,820	10,27
24/07/01	0,83	4,94	0,19	0,95	946,03	5,60	0,46	0,34	0,80
<b>26/07/01</b>	<b>0,93</b>	<b>5,54</b>	<b>0,35</b>	<b>1,96</b>	<b>1964,85</b>	<b>154,00</b>	<b>26,08</b>	<b>7,87</b>	<b>33,95</b>
30/07/01	0,85	5,06	0,19	0,96	961,40	5,60	0,46	0,35	0,81
03/08/01	0,84	5,00	0,18	0,91	905,12	5,60	0,44	0,30	0,74
08/08/01	0,83	4,94	0,15	0,73	730,02	4,90	0,31	0,18	0,49
15/08/01	0,82	4,88	0,15	0,75	750,34	4,20	0,27	0,17	0,44
20/08/01	0,82	4,88	0,17	0,81	811,30	7,00	0,49	0,29	0,78
24/08/01	0,79	4,70	0,09	0,40	403,29	4,90	0,17	0,05	0,22
<b>28/08/01</b>	<b>0,83</b>	<b>4,94</b>	<b>0,18</b>	<b>0,87</b>	<b>870,23</b>	<b>24,50</b>	<b>1,84</b>	<b>0,61</b>	<b>2,45</b>
04/09/01	0,80	4,76	0,10	0,48	477,80	7,00	0,29	0,08	0,37
11/09/01	0,80	4,76	0,10	0,48	477,80	6,86	0,28	0,08	0,36
14/09/01	0,80	4,76	0,08	0,38	377,96	7,00	0,23	0,05	0,28
18/09/01	0,78	4,64	0,05	0,23	232,88	6,51	0,13	0,01	0,14
<b>25/09/01</b>	<b>0,81</b>	<b>4,82</b>	<b>0,13</b>	<b>0,63</b>	<b>625,42</b>	<b>24,50</b>	<b>1,33</b>	<b>0,27</b>	<b>1,60</b>
<b>01/10/01</b>	<b>0,90</b>	<b>5,36</b>	<b>0,27</b>	<b>1,43</b>	<b>1425,76</b>	<b>121,00</b>	<b>14,95</b>	<b>3,67</b>	<b>18,62</b>
09/10/01	0,82	4,88	0,16	0,79	786,72	23,00	1,57	0,44	2,01
15/10/01	0,86	5,12	0,29	1,46	1459,72	7,00	0,88	1,09	1,97
18/10/01	0,85	5,06	0,21	1,06	1064,00	8,40	0,77	0,54	1,31
23/10/01	0,84	5,00	0,18	0,92	917,24	6,30	0,5	0,32	0,82
26/10/01	0,83	4,94	0,18	0,90	900,03	6,30	0,49	0,32	0,81
31/10/01	0,81	4,82	0,14	0,67	669,51	6,09	0,35	0,17	0,52
06/11/01	0,80	4,76	0,10	0,49	486,98	5,39	0,23	0,07	0,30
09/11/01	0,80	4,76	0,10	0,47	468,95	5,67	0,23	0,07	0,30
13/11/01	0,81	4,82	0,10	0,47	474,86	7,00	0,28	0,08	0,36
<b>14/11/01</b>	<b>0,87</b>	<b>5,18</b>	<b>0,21</b>	<b>1,10</b>	<b>1102,30</b>	<b>40,60</b>	<b>3,86</b>	<b>1,17</b>	<b>5,03</b>
				Média	882,668	Total	338,74	90,62	429,36
						t/dia	5,84	1,56	7,40
						Dias observados	58,00	58,00	58,00
						Área km2	24,73		
						L/km <sup>2</sup> /dia	35,69		

### ANEXO 03 - MATERIAL DISSOLVIDO HIDROTRANSPORTADO

TABELA 65 - MÉDIA DE MATERIAL DISSOLVIDO HIDROTRANSPORTADO NAS ÁGUAS DO RIO ANTA GORDA

DATA	Concentração	Fluxo de água	Carga de material dissolvido
	mg/L	L/s	t/dia
15/12/00	115,33	133,03	1,33
10/1/01	136,00	293,08	3,44
11/1/01	64,00	1761,00	9,74
29/1/01	124,00	386,57	4,14
30/1/01	94,00	585,87	4,76
1/2/01	137,00	672,51	7,96
2/2/01	114,00	663,79	6,54
28/5/01	95,00	1239,56	10,17
30/5/01	80,00	587,93	4,06
11/07/01	123,80	589,41	6,30
19/7/01	128,00	672,48	7,44
20/7/01	41,00	530,16	1,88
23/7/01	43,00	541,99	2,01
Média	99,63	Total nos dias observados	69,78
		Média em tonelada /dia	5,37

TABELA 66 - MÉDIA DE MATERIAL DISSOLVIDO HIDROTRANSPORTADO NAS ÁGUAS DO RIO COXILHA RICA

DATA	Concentração	Fluxo de água	Carga de material dissolvido
	mg/L	L/s	t/dia
11/01/01	78	428,27	2,89
20/01/01	75	171,55	1,11
31/01/01	66	262,80	1,50
20/02/01	47	1533,00	6,23
09/04/01	57	290,96	1,43
24/04/01	60	436,44	2,26
11/05/01	40	155,61	0,54
21/05/01	63	229,74	1,25
22/05/01	79	236,31	1,61
11/6/2001	108	278,57	2,60
26/6/2001	114	652,96	6,43
3/7/2001	93	370,56	2,98
11/7/2001	99	873,77	7,47
18/7/2001	99	497,68	4,26
19/7/2001	130	462,14	5,19
20/7/2001	102	448,22	3,95
23/7/2001	95	425,61	3,49
25/7/2001	110	315,71	3,00
26/7/2001	126	891,67	9,71
27/7/2001	110	588,17	5,59
30/7/2001	144	395,26	4,92
Média	90,2381	Total nos dias observados	78,41
		Média em tonelada /dia	3,73

TABELA 67 – MÉDIA DE MATERIAL DISSOLVIDO HIDROTRANSPORTADO NAS ÁGUAS DO RIO BRINCO

DATA	Concentração	Fluxo de água	Carga de material dissolvido
	mg/L	L/s	t/dia
30/11/00	73,00	544,52	3,43
05/12/00	66,00	591,48	3,37
13/08/01	48,50	1110,18	4,65
17/08/01	50,00	775,14	3,35
23/08/01	39,00	1051,91	3,54
27/08/01	49,00	706,29	2,99
31/08/01	44,00	775,14	2,95
03/09/01	43,00	546,17	2,03
10/09/01	48,00	656,00	2,72
14/09/01	39,50	553,44	1,89
17/09/01	58,00	714,39	3,58
20 e 24/09/01	53,00	544,00	2,49
06/10/01	26,00	1110,18	2,49
15/10/01	31,00	1234,07	3,31
20/10/01	23,00	675,56	1,34
22/10/01	58,00	1148,85	5,76
26/10/01	61,00	988,75	5,21
31/10/01	54,00	716,52	3,34
Média	48,00	Total nos dias observados	58,45
		Média em tonelada /dia	3,25

TABELA 68 – MÉDIA DE MATERIAL DISSOLVIDO HIDROTRANSPORTADO NAS ÁGUAS DO RIO JIRAU

DATA	Média	Fluxo	Carga SD
	mg/L	L/s	t/dia
14/2/2001	81,00	897,31	6,28
19/2/2001	103,00	1425,76	12,69
24/3/2001	53,00	1484,00	6,80
1/4/2001	101,00	1296,15	11,31
11/4/2001	104,00	2151,82	19,34
16/4/2001	114,00	1076,77	10,61
25/4/2001	163,00	853,38	12,02
28/5/2001	57,33	1819,10	9,01
29/5/2001	121,33	581,46	6,10
25/6/2001	107,00	1296,15	11,98
3/7/2001	90,00	684,40	5,32
11/7/2001	88,00	2372,55	18,04
18/7/2001	158,00	2372,55	32,39
19/7/2001	73,00	1816,75	11,46
26/7/2001	90,00	1964,85	15,28
25/9/2001	106,00	625,42	5,73
Media	100,60	Total nos dias observados	194,34
		Média em tonelada /dia	12,15

## ANEXO 04 - FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F)

TABELA 69 – DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO ANTA GORDA

Bacia	Amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO mg/L	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Anta Gorda	11/10/88	37,50	9,50	6,00	----	0,63
Rio Anta Gorda	14/12/00	----	11,00	6,02	----	0,55
Rio Anta Gorda	06/03/01	----	11,00	8,86	----	0,81
Rio Anta Gorda	31/08/98	60,00	11,10	2,00	----	0,18
Rio Anta Gorda	05/03/01	78,00	11,30	4,00	2,10	0,35
Rio Anta Gorda	23/07/01	40,00	12,00	3,00	1,90	0,25
Rio Anta Gorda	10/11/86	70,00	14,00	13,00	----	0,93
Rio Anta Gorda	30/05/01	----	14,00	1,000	----	0,071
Rio Anta Gorda	20/06/01	----	17,90	16,000	----	0,894
Rio Anta Gorda	25/11/85	50,00	18,00	12,00	----	0,67
Rio Anta Gorda	03/11/88	65,00	18,00	8,00	----	0,44
Rio Anta Gorda	27/06/01	100,00	19,00	17,00	1,60	0,89
Rio Anta Gorda	02/02/01	----	20,00	7,917	----	0,396
Rio Anta Gorda	20/07/01	80,00	20,00	7,00	2,10	0,35
Rio Anta Gorda	21/01/85	100,00	22,00	28,00	----	1,27
Rio Anta Gorda	26/11/87	75,00	24,00	14,00	----	0,58
Rio Anta Gorda	30/05/2001(ºº)	125,00	24,90	2,00	0,80	0,08
Rio Anta Gorda	29/05/01	----	27,00	6,00	----	0,22
Rio Anta Gorda	29/01/01	----	29,00	40,47	----	1,40
Rio Anta Gorda	12/01/01	----	37,00	146,47	----	3,96
Rio Anta Gorda	01/02/01	----	37,00	19,59	----	0,53
Rio Anta Gorda	19/07/01	----	38,00	10,00	----	0,26
Rio Anta Gorda	21/02/01	----	40,00	37,20	----	0,93
Rio Anta Gorda	25/06/01	----	42,40	28,000	----	0,660
Rio Anta Gorda	27/05/01	----	46,00	29,17	----	0,63
Rio Anta Gorda	07/06/01	----	48,80	33,000	----	0,676
Rio Anta Gorda	19/11/84	375,00	50,00	17,00	----	0,34
Rio Anta Gorda	10/01/01	----	50,00	16,74	----	0,33
Rio Anta Gorda	30/01/01	----	50,00	49,79	----	1,00
Rio Anta Gorda	29/05/2001(ºº)	250,00	51,90	20,00	1,20	0,39
Rio Anta Gorda	22/05/01	----	55,00	5,00	----	0,09
Rio Anta Gorda	24/04/01	----	65,00	35,00	----	0,54
Rio Anta Gorda	1	225,00	73,90	8,00	1,90	0,11
Rio Anta Gorda	01/04/01	----	80,00	91,00	----	1,14
Rio Anta Gorda	11/01/01	----	83,00	135,20	----	1,63
Rio Anta Gorda	26/06/01	150,00	100,00	65,00	1,30	0,65
Rio Anta Gorda	11/07/2001(2º)	----	100,00	102,04	----	1,02
Rio Anta Gorda	2	225,00	104,70	24,00	2,30	0,23
Rio Anta Gorda	22/05/2001(ºº)	550,00	107,10	32,00	0,90	0,30
Rio Anta Gorda	27/05/2001(ºº)	600,00	124,00	84,00	3,50	0,68
Rio Anta Gorda	12/02/01	----	140,00	146,47	----	1,05
Rio Anta Gorda	24/04/2001(ºº)	750,00	172,00	104,00	1,90	0,60
Rio Anta Gorda	3	500,00	178,00	58,00	2,70	0,33
Rio Anta Gorda	11/07/01	----	234,00	190,000	----	0,812

CONTINUA TABELA 69 - DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO ANTA GORDA

Bacia	Amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO mg/L	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Anta Gorda	11/07/2001(1°)	2000,00	234,00	190,00	6,00	0,81
Rio Anta Gorda	06/06/01	-----	248,00	254,000	-----	1,024
Rio Anta Gorda	4	750,00	253,00	84,00	3,40	0,33
Rio Anta Gorda	01/04/2001(°)	1250,00	270,00	182,00	3,50	0,67
Rio Anta Gorda	11/07/01	-----	350,00	299,000	-----	0,854
Rio Anta Gorda	11/07/2001(3°)	-----	350,00	308,25	-----	0,88
Rio Anta Gorda	19/02/01	-----	370,00	349,17	-----	0,94
Rio Anta Gorda	5	1250,00	398,00	160,00	4,70	0,40
Rio Anta Gorda	19/02/01	-----	410,00	441,67	-----	1,08
Rio Anta Gorda	6	2250,00	598,00	212,00	6,00	0,35
Rio Anta Gorda	7	2500,00	624,00	310,00	7,20	0,50
Rio Anta Gorda	8	4500,00	1118,00	776,00	10,50	0,69
Rio Anta Gorda	9	4750,00	1221,00	1096,00	12,00	0,90
Rio Anta Gorda	10	7250,00	1827,00	1812,00	19,00	0,99

TABELA 70 - RESUMO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO ANTA GORDA

Dados sem saneamento		Primeiro saneamento		Segundo saneamento	
		Lmin	0,14	Lmin	0,36
		Lmax	1,25	Lmax	0,91
Média	0,69	Media	0,63	Média	<b>0,67</b>
DVP	0,557372	DVP	0,273943	DVP	<b>0,176957</b>
CV%	80,23039	CV%	43,23496	CV%	<b>26,58798</b>

TABELA 71 - DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO BRINCO

Bacia	Data da amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Brinco	19/08/91	25,00	3,00	4,00	-----	1,33
Rio Brinco	05/10/92	40,00	3,30	8,00	-----	2,42
Rio Brinco	05/05/86	10,00	3,50	10,00	-----	2,86
Rio Brinco	14/09/87	27,50	4,00	9,00	-----	2,25
Rio Brinco	05/08/96	56,00	4,10	7,00	-----	1,71
Rio Brinco	10/09/84	12,50	4,50	16,00	-----	3,56
Rio Brinco	10/04/89	50,00	5,40	5,00	-----	0,93
Rio Brinco	21/09/93	55,00	5,40	11,00	-----	2,04
Rio Brinco	12/09/88	45,00	6,00	7,00	-----	1,17
Rio Brinco	16/02/98	77,00	6,30	4,00	-----	0,63
Rio Brinco	09/09/85	40,00	7,10	10,00	-----	1,41
Rio Brinco	20/05/85	35,00	7,50	5,00	-----	0,67
Rio Brinco	02/04/90	55,00	7,50	9,00	-----	1,20
Rio Brinco	12/02/97	109,00	7,90	2,00	-----	0,25
Rio Brinco	23/05/94	35,00	8,00	20,00	-----	2,50
Rio Brinco	06/02/95	70,00	9,00	4,00	-----	0,44
Rio Brinco	15/09/86	45,00	11,00	12,00	-----	1,09
Rio Brinco	14/04/87	75,00	20,00	4,00	-----	0,20
Rio Brinco	11/04/88	100,00	20,00	10,00	-----	0,50
Rio Brinco	27/01/86	87,50	31,00	15,00	-----	0,48

CONTINUA TABELA 71 - DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO BRINCO

Bacia	Data da amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Brinco	26/06/01	320,00	50,50	28,00	3,90	0,55
Rio Brinco	2	190,00	54,80	22,00	2,80	0,40
Rio Brinco	05/03/01	340,00	58,70	66,00	7,00	1,12
Rio Brinco	3	210,00	59,60	26,00	3,20	0,44
Rio Brinco	1	150,00	60,30	8,00	2,40	0,13
Rio Brinco	4	290,00	88,00	66,00	8,00	0,75
Rio Brinco	05/12/00	-----	109,00	410,00	-----	3,76
Rio Brinco	30/11/00	-----	113,00	46,67	-----	0,41
Rio Brinco	5	470,00	153,00	108,00	5,30	0,71
Rio Brinco	6	495,00	172,00	112,00	6,00	0,65
Rio Brinco	7	740,00	264,00	172,00	5,70	0,65
Rio Brinco	8	1280,00	403,00	248,00	8,70	0,62
Rio Brinco	10	1300,00	426,00	258,00	8,50	0,61
Rio Brinco	9	1320,00	452,00	290,00	9,30	0,64
Rio Brinco	11	1850,00	626,00	384,00	9,00	0,61
Rio Brinco	12	2200,00	793,00	586,00	10,70	0,74
Rio Brinco	13	2780,00	973,00	652,00	10,30	0,67
Rio Brinco	14	3300,00	1050,00	862,00	11,50	0,82
Rio Brinco	15	3650,00	1260,00	1768,00	11,00	1,40

TABELA 72 - RESUMO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO BRINCO

Dados sem saneamento		Primeiro saneamento		Segundo saneamento	
		Lmin	0,22	Lmin	0,43
		Lmax	2,01	Lmax	1,14
Media	1,11	Media	0,79	Média	0,66
DVP	0,895843	DVP	0,357631	DVP	0,192118
CV%	80,63837	CV%	45,44237	CV%	29,1733

TABELA 73 - DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO COXILHA RICA

Bacia	Amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO mg/L	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Coxilha Rica	11/05/01	30,00	4,00	1,00	1,20	0,25
Rio Coxilha Rica	1.1	25,00	4,79	2,00	0,70	0,42
Rio Coxilha Rica	11/05/01	-----	6,20	1,00	-----	0,16
Rio Coxilha Rica	3.2	15,00	6,60	12,00	0,60	1,82
Rio Coxilha Rica	1.2	30,00	6,63	4,00	0,60	0,60
Rio Coxilha Rica	11/06/01	30,00	7,80	9,00	1,30	1,15
Rio Coxilha Rica	1.3	45,00	11,60	12,00	1,00	1,03
Rio Coxilha Rica	3.3	25,00	11,90	42,00	1,10	3,53
Rio Coxilha Rica	20/01/01	-----	12,00	38,00	-----	3,17
Rio Coxilha Rica	03/07/01	120,00	12,00	26,00	1,90	2,17
Rio Coxilha Rica	23/07/01	-----	12,00	6,00	-----	0,50
Rio Coxilha Rica	30/07/01	-----	12,00	4,00	-----	0,33
Rio Coxilha Rica	2.2	45,00	12,40	10,00	0,50	0,81
Rio Coxilha Rica	2.1	50,00	14,20	8,00	0,70	0,56
Rio Coxilha Rica	22/05/01	50,00	14,30	7,00	1,40	0,49

CONTINUA TABELA 73 – DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO COXILHA RICA

Bacia	Amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO mg/L	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Coxilha Rica	20/02/01	-----	15,00	37,78	-----	2,52
Rio Coxilha Rica	26/06/01	500,00	16,00	15,00	3,00	0,94
Rio Coxilha Rica	25/07/01	-----	17,00	9,00	-----	0,53
Rio Coxilha Rica	22/05/01	-----	18,00	7,00	-----	0,39
Rio Coxilha Rica	2.4	80,00	20,30	24,00	0,70	1,18
Rio Coxilha Rica	2.3	90,00	21,20	32,00	0,70	1,51
Rio Coxilha Rica	1.7	90,00	21,60	36,00	1,00	1,67
Rio Coxilha Rica	20/07/01	-----	25,00	17,00	-----	0,68
Rio Coxilha Rica	1.4	100,00	26,00	12,00	0,70	0,46
Rio Coxilha Rica	27/07/01	-----	27,00	18,00	-----	0,67
Rio Coxilha Rica	1.5	110,00	27,40	16,00	0,90	0,58
Rio Coxilha Rica	21/05/01	-----	33,00	14,00	-----	0,42
Rio Coxilha Rica	2.5	130,00	34,00	48,00	1,10	1,41
Rio Coxilha Rica	21/05/01	250,00	35,20	14,00	2,50	0,40
Rio Coxilha Rica	09/04/01	-----	36,00	42,03	-----	1,17
Rio Coxilha Rica	3.4	120,00	37,30	52,00	1,30	1,39
Rio Coxilha Rica	3.5	140,00	38,50	100,00	1,30	2,60
Rio Coxilha Rica	1.6	180,00	44,00	28,00	1,40	0,64
Rio Coxilha Rica	3.6	200,00	44,60	92,00	1,70	2,06
Rio Coxilha Rica	1.8	200,00	48,20	38,00	1,20	0,79
Rio Coxilha Rica	2.6	200,00	48,20	54,00	1,70	1,12
Rio Coxilha Rica	24/04/01	-----	56,00	48,33	-----	0,86
Rio Coxilha Rica	19/07/01	-----	57,00	20,00	-----	0,35
Rio Coxilha Rica	11/01/01	-----	60,00	67,37	-----	1,12
Rio Coxilha Rica	3.7	250,00	60,00	106,00	2,00	1,77
Rio Coxilha Rica	06/02/01	-----	74,00	28,00	-----	0,38
Rio Coxilha Rica	2.10	200,00	82,00	80,00	1,30	0,98
Rio Coxilha Rica	2.7	350,00	83,40	116,00	1,70	1,39
Rio Coxilha Rica	2.8	400,00	87,20	80,00	1,70	0,92
Rio Coxilha Rica	1.9	350,00	96,90	106,00	2,40	1,09
Rio Coxilha Rica	2.9	450,00	104,90	94,00	1,50	0,90
Rio Coxilha Rica	3.8	450,00	109,50	138,00	3,00	1,26
Rio Coxilha Rica	3.10	450,00	110,00	228,00	5,00	2,07
Rio Coxilha Rica	3.9	500,00	117,00	156,00	3,50	1,33
Rio Coxilha Rica	18/07/01	-----	140,00	87,00	-----	0,62
Rio Coxilha Rica	1.10	500,00	143,00	168,00	3,50	1,17
Rio Coxilha Rica	31/01/01	-----	160,00	251,69	-----	1,57
Rio Coxilha Rica	11/07/01	1500,00	167,00	146,00	5,20	0,87
Rio Coxilha Rica	26/07/01	-----	170,00	124,00	-----	0,73

TABELA 74 – RESUMO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO COXILHA RICA

Dados sem saneamento		Primeiro saneamento		Segundo saneamento		Terceiro saneamento	
		Lmin	0,37	Lmin	0,50	Lmin	0,58
		Lmax	1,83	Lmax	1,08	Lmax	0,91
Média	1,10	Media	0,79	Média	0,75	Média	<b>0,70</b>
DVP	0,730983	DVP	0,291058	DVP	0,164188	DVP	<b>0,165102</b>
CV%	66,32999	CV%	36,68459	CV%	21,96245	CV%	<b>23,42585</b>

TABELA 75 – DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO JIRAU

Bacia	Amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO mg/L	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Jirau	31/03/92	2,50	1,20	1,00	----	0,83
Rio Jirau	06/12/88	25,00	4,00	13,00	----	3,25
Rio Jirau	17/04/95	59,00	6,00	2,00	----	0,33
Rio Jirau	14/09/87	37,50	6,30	4,00	----	0,63
Rio Jirau	03/07/01	85,00	6,80	7,50	1,20	1,10
Rio Jirau	12/09/88	27,50	7,30	8,00	----	1,10
Rio Jirau	05/12/88	30,00	7,30	8,00	----	1,10
Rio Jirau	10/10/94	25,00	8,00	2,00	----	0,25
Rio Jirau	09/09/85	50,00	8,10	10,00	----	1,23
Rio Jirau	16/04/01	----	8,50	7,45	----	0,88
Rio Jirau	18/06/85	37,50	9,00	6,00	----	0,67
Rio Jirau	29/04/91	65,00	11,00	9,00	----	0,82
Rio Jirau	29/05/01	----	12,00	11,60	----	0,97
Rio Jirau	1	20,00	12,80	8,00	1,50	0,62
Rio Jirau	07/10/96	83,00	14,00	2,00	----	0,14
Rio Jirau	25/04/01	----	15,00	6,67	----	0,44
Rio Jirau	19/11/97	126,00	16,00	20,00	----	1,25
Rio Jirau	10/09/84	75,00	18,00	18,00	----	1,00
Rio Jirau	19/10/98	107,00	19,20	12,00	----	0,63
Rio Jirau	22./04/92	50,00	20,00	25,00	----	1,25
Rio Jirau	11/06/84	70,00	25,00	16,00	----	0,64
Rio Jirau	06/10/97	278,00	27,00	26,00	----	0,96
Rio Jirau	11/04/01	----	30,00	14,44	----	0,48
Rio Jirau	18/10/93	110,00	33,00	1,00	----	0,03
Rio Jirau	09/06/85	75,00	41,00	15,00	----	0,37
Rio Jirau	2	300,00	51,60	40,00	2,00	0,78
Rio Jirau	11/09/89	150,00	59,00	18,00	----	0,31
Rio Jirau	3	270,00	66,50	20,00	2,00	0,30
Rio Jirau	28/05/01	----	72,00	55,00	----	0,76
Rio Jirau	5	350,00	82,80	70,00	1,50	0,85
Rio Jirau	4	300,00	108,50	64,00	2,20	0,59
Rio Jirau	6	450,00	116,00	64,00	2,00	0,55
Rio Jirau	7	480,00	140,00	124,00	1,50	0,89
Rio Jirau	8	500,00	186,00	148,00	3,50	0,80
Rio Jirau	25/06/01	2300,00	280,00	238,00	5,00	0,85
Rio Jirau	11/07/01	1000,00	320,00	269,00	4,20	0,84
Rio Jirau	9	980,00	450,00	144,00	4,40	0,32
Rio Jirau	10	1900,00	769,00	312,00	4,50	0,41
Rio Jirau	11	2000,00	1001,00	428,00	7,50	0,43
Rio Jirau	14	3000,00	2150,00	1370,00	9,60	0,64
Rio Jirau	13	2200,00	2190,00	1010,00	9,70	0,46
Rio Jirau	12	2500,00	2310,00	682,00	9,50	0,30
Rio Jirau	15	3300,00	2350,00	1944,00	9,80	0,83

TABELA 76 – RESUMO DOS DADOS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DO RIO JIRAU

Dados sem saneamento		Primeiro saneamento		Segundo saneamento	
		Lmin	0,24	Lmin	0,42
		Lmax	1,24	Lmax	0,95
Média	0,74	Media	0,68	Média	<b>0,70</b>
DVP	0,498799	DVP	0,267254	DVP	<b>0,158101</b>
CV%	67,33765	CV%	39,16756	CV%	<b>22,50476</b>

TABELA 77 – DADOS TOTAIS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Bacia	Data da amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Jirau	31/03/92	2,50	1,20	1,00	-----	0,83
Rio Brinco	19/08/91	25,00	3,00	4,00	-----	1,33
Rio Brinco	05/10/92	40,00	3,30	8,00	-----	2,42
Rio Brinco	05/05/86	10,00	3,50	10,00	-----	2,86
Rio Brinco	14/09/87	27,50	4,00	9,00	-----	2,25
Rio Jirau	06/12/88	25,00	4,00	13,00	-----	3,25
Rio Coxilha Rica	11/05/01	30,00	4,00	1,00	1,20	0,25
Rio Brinco	05/08/96	56,00	4,10	7,00	-----	1,71
Rio Brinco	10/09/84	12,50	4,50	16,00	-----	3,56
Rio Coxilha Rica	1.1	25,00	4,79	2,00	0,70	0,42
Rio Brinco	10/04/89	50,00	5,40	5,00	-----	0,93
Rio Brinco	21/09/93	55,00	5,40	11,00	-----	2,04
Rio Brinco	12/09/88	45,00	6,00	7,00	-----	1,17
Rio Jirau	17/04/95	59,00	6,00	2,00	-----	0,33
Rio Coxilha Rica	11/05/01	-----	6,20	1,00	-----	0,16
Rio Jirau	14/09/87	37,50	6,30	4,00	-----	0,63
Rio Brinco	16/02/98	77,00	6,30	4,00	-----	0,63
Rio Coxilha Rica	3.2	15,00	6,60	12,00	0,60	1,82
Rio Coxilha Rica	1.2	30,00	6,63	4,00	0,60	0,60
Rio Jirau	03/07/01	85,00	6,80	7,50	1,20	1,10
Rio Brinco	09/09/85	40,00	7,10	10,00	-----	1,41
Rio Jirau	12/09/88	27,50	7,30	8,00	-----	1,10
Rio Jirau	05/12/88	30,00	7,30	8,00	-----	1,10
Rio Brinco	20/05/85	35,00	7,50	5,00	-----	0,67
Rio Brinco	02/04/90	55,00	7,50	9,00	-----	1,20
Rio Coxilha Rica	11/06/01	30,00	7,80	9,00	1,30	1,15
Rio Brinco	12/02/97	109,00	7,90	2,00	-----	0,25
Rio Brinco	23/05/94	35,00	8,00	20,00	-----	2,50
Rio Jirau	10/10/94	25,00	8,00	2,00	-----	0,25
Rio Jirau	09/09/85	50,00	8,10	10,00	-----	1,23
Rio Jirau	16/04/01	-----	8,50	7,45	-----	0,88
Rio Jirau	18/06/85	37,50	9,00	6,00	-----	0,67
Rio Brinco	06/02/95	70,00	9,00	4,00	-----	0,44
Rio Anta Gorda	11/10/88	37,50	9,50	6,00	-----	0,63
Rio Brinco	15/09/86	45,00	11,00	12,00	-----	1,09
Rio Jirau	29/04/91	65,00	11,00	9,00	-----	0,82
Rio Anta Gorda	14/12/00	-----	11,00	6,02	-----	0,55
Rio Anta Gorda	06/03/01	-----	11,00	8,86	-----	0,81
Rio Anta Gorda	31/08/98	60,00	11,10	2,00	-----	0,18

CONTINUA TABELA - 77 DADOS TOTAIS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Bacia	Data da amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Anta Gorda	05/03/01	78,00	11,30	4,00	2,10	0,35
Rio Coxilha Rica	1.3	45,00	11,60	12,00	1,00	1,03
Rio Coxilha Rica	3.3	25,00	11,90	42,00	1,10	3,53
Rio Coxilha Rica	20/01/01	-----	12,00	38,00	-----	3,17
Rio Jirau	29/05/01	-----	12,00	11,60	-----	0,97
Rio Coxilha Rica	03/07/01	120,00	12,00	26,00	1,90	2,17
Rio Anta Gorda	23/07/01	40,00	12,00	3,00	1,90	0,25
Rio Coxilha Rica	23/07/01	-----	12,00	6,00	-----	0,50
Rio Coxilha Rica	30/07/01	-----	12,00	4,00	-----	0,33
Rio Coxilha Rica	2.2	45,00	12,40	10,00	0,50	0,81
Rio Jirau	1	20,00	12,80	8,00	1,50	0,62
Rio Anta Gorda	10/11/86	70,00	14,00	13,00	-----	0,93
Rio Jirau	07/10/96	83,00	14,00	2,00	-----	0,14
Rio Anta Gorda	30/05/01	-----	14,00	1,000	-----	0,071
Rio Coxilha Rica	2.1	50,00	14,20	8,00	0,70	0,56
Rio Coxilha Rica	22/05/01	50,00	14,30	7,00	1,40	0,49
Rio Coxilha Rica	20/02/01	-----	15,00	37,78	-----	2,52
Rio Jirau	25/04/01	-----	15,00	6,67	-----	0,44
Rio Jirau	19/11/97	126,00	16,00	20,00	-----	1,25
Rio Coxilha Rica	26/06/01	500,00	16,00	15,00	3,00	0,94
Rio Coxilha Rica	25/07/01	-----	17,00	9,00	-----	0,53
Rio Anta Gorda	20/06/01	-----	17,90	16,000	-----	0,894
Rio Jirau	10/09/84	75,00	18,00	18,00	-----	1,00
Rio Anta Gorda	25/11/85	50,00	18,00	12,00	-----	0,67
Rio Anta Gorda	03/11/88	65,00	18,00	8,00	-----	0,44
Rio Coxilha Rica	22/05/01	-----	18,00	7,00	-----	0,39
Rio Anta Gorda	27/06/01	100,00	19,00	17,00	1,60	0,89
Rio Jirau	19/10/98	107,00	19,20	12,00	-----	0,63
Rio Brinco	14/04/87	75,00	20,00	4,00	-----	0,20
Rio Brinco	11/04/88	100,00	20,00	10,00	-----	0,50
Rio Anta Gorda	02/02/01	-----	20,00	7,917	-----	0,396
Rio Anta Gorda	20/07/01	80,00	20,00	7,00	2,10	0,35
Rio Jirau	22./04/92	50,00	20,00	25,00	-----	1,25
Rio Coxilha Rica	2.4	80,00	20,30	24,00	0,70	1,18
Rio Coxilha Rica	2.3	90,00	21,20	32,00	0,70	1,51
Rio Coxilha Rica	1.7	90,00	21,60	36,00	1,00	1,67
Rio Anta Gorda	21/01/85	100,00	22,00	28,00	-----	1,27
Rio Anta Gorda	26/11/87	75,00	24,00	14,00	-----	0,58
Rio Anta Gorda	30/05/2001(°)	125,00	24,90	2,00	0,80	0,08
Rio Jirau	11/06/84	70,00	25,00	16,00	-----	0,64
Rio Coxilha Rica	20/07/01	-----	25,00	17,00	-----	0,68
Rio Coxilha Rica	1.4	100,00	26,00	12,00	0,70	0,46
Rio Jirau	06/10/97	278,00	27,00	26,00	-----	0,96
Rio Anta Gorda	29/05/01	-----	27,00	6,00	-----	0,22
Rio Coxilha Rica	27/07/01	-----	27,00	18,00	-----	0,67
Rio Coxilha Rica	1.5	110,00	27,40	16,00	0,90	0,58
Rio Anta Gorda	29/01/01	-----	29,00	40,47	-----	1,40

CONTINUA TABELA - 77 DADOS TOTAIS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Bacia	Data da amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Jirau	11/04/01	-----	30,00	14,44	-----	0,48
Rio Brinco	27/01/86	87,50	31,00	15,00	-----	0,48
Rio Jirau	18/10/93	110,00	33,00	1,00	-----	0,03
Rio Coxilha Rica	21/05/01	-----	33,00	14,00	-----	0,42
Rio Coxilha Rica	2,5	130,00	34,00	48,00	1,10	1,41
Rio Coxilha Rica	21/05/01	250,00	35,20	14,00	2,50	0,40
Rio Coxilha Rica	09/04/01	-----	36,00	42,03	-----	1,17
Rio Anta Gorda	12/01/01	-----	37,00	-----	-----	3,96
Rio Anta Gorda	01/02/01	-----	37,00	19,59	-----	0,53
Rio Coxilha Rica	3,4	120,00	37,30	52,00	1,30	1,39
Rio Anta Gorda	19/07/01	-----	38,00	10,00	-----	0,26
Rio Coxilha Rica	3,5	140,00	38,50	100,00	1,30	2,60
Rio Anta Gorda	21/02/01	-----	40,00	37,20	-----	0,93
Rio Jirau	09/06/85	75,00	41,00	15,00	-----	0,37
Rio Anta Gorda	25/06/01	-----	42,40	28,000	-----	0,660
Rio Coxilha Rica	1,6	180,00	44,00	28,00	1,40	0,64
Rio Coxilha Rica	3,6	200,00	44,60	92,00	1,70	2,06
Rio Anta Gorda	27/05/01	-----	46,00	29,17	-----	0,63
Rio Coxilha Rica	1,8	200,00	48,20	38,00	1,20	0,79
Rio Coxilha Rica	2,6	200,00	48,20	54,00	1,70	1,12
Rio Anta Gorda	07/06/01	-----	48,80	33,000	-----	0,676
Rio Anta Gorda	19/11/84	375,00	50,00	17,00	-----	0,34
Rio Anta Gorda	10/01/01	-----	50,00	16,74	-----	0,33
Rio Anta Gorda	30/01/01	-----	50,00	49,79	-----	1,00
Rio Brinco	26/06/01	320,00	50,50	28,00	3,90	0,55
Rio Jirau	2	300,00	51,60	40,00	2,00	0,78
Rio Anta Gorda	29/05/2001(∞)	250,00	51,90	20,00	1,20	0,39
Rio Brinco	2	190,00	54,80	22,00	2,80	0,40
Rio Anta Gorda	22/05/01	-----	55,00	5,00	-----	0,09
Rio Coxilha Rica	24/04/01	-----	56,00	48,33	-----	0,86
Rio Coxilha Rica	19/07/01	-----	57,00	20,00	-----	0,35
Rio Brinco	05/03/01	340,00	58,70	66,00	7,00	1,12
Rio Jirau	11/09/89	150,00	59,00	18,00	-----	0,31
Rio Brinco	3	210,00	59,60	26,00	3,20	0,44
Rio Coxilha Rica	11/01/01	-----	60,00	67,37	-----	1,12
Rio Coxilha Rica	3,7	250,00	60,00	106,00	2,00	1,77
Rio Brinco	1	150,00	60,30	8,00	2,40	0,13
Rio Anta Gorda	24/04/01	-----	65,00	35,00	-----	0,54
Rio Jirau	3	270,00	66,50	20,00	2,00	0,30
Rio Jirau	28/05/01	-----	72,00	55,00	-----	0,76
Rio Anta Gorda	1	225,00	73,90	8,00	1,90	0,11
Rio Coxilha Rica	06/02/01	-----	74,00	28,00	-----	0,38
Rio Anta Gorda	01/04/01	-----	80,00	91,00	-----	1,14
Rio Coxilha Rica	2,10	200,00	82,00	80,00	1,30	0,98
Rio Jirau	5	350,00	82,80	70,00	1,50	0,85
Rio Anta Gorda	11/01/01	-----	83,00	135,20	-----	1,63
Rio Coxilha Rica	2,7	350,00	83,40	116,00	1,70	1,39

CONTINUA TABELA 77 – DADOS TOTAIS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Bacia	Data da amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Coxilha Rica	3.1	20,00	86,00	8,00	0,70	0,09
Rio Coxilha Rica	2.8	400,00	87,20	80,00	1,70	0,92
Rio Brinco	4	290,00	88,00	66,00	8,00	0,75
Rio Coxilha Rica	1.9	350,00	96,90	106,00	2,40	1,09
Rio Anta Gorda	26/06/01	150,00	100,00	65,00	1,30	0,65
Rio Anta Gorda	11/07/2001(2°)	-----	100,00	102,04	-----	1,02
Rio Anta Gorda	2	225,00	104,70	24,00	2,30	0,23
Rio Coxilha Rica	2.9	450,00	104,90	94,00	1,50	0,90
Rio Anta Gorda	22/05/2001(°°)	550,00	107,10	32,00	0,90	0,30
Rio Jirau	4	300,00	108,50	64,00	2,20	0,59
Rio Brinco	05/12/00	-----	109,00	410,00	-----	3,76
Rio Coxilha Rica	3.8	450,00	109,50	138,00	3,00	1,26
Rio Coxilha Rica	3.10	450,00	110,00	228,00	5,00	2,07
Rio Brinco	30/11/00	-----	113,00	46,67	-----	0,41
Rio Jirau	6	450,00	116,00	64,00	2,00	0,55
Rio Coxilha Rica	3.9	500,00	117,00	156,00	3,50	1,33
Rio Anta Gorda	27/05/2001(°°)	600,00	124,00	84,00	3,50	0,68
Rio Jirau	7	480,00	140,00	124,00	1,50	0,89
Rio Anta Gorda	12/02/01	-----	140,00	146,47	-----	1,05
Rio Coxilha Rica	18/07/01	-----	140,00	87,00	-----	0,62
Rio Coxilha Rica	1.10	500,00	143,00	168,00	3,50	1,17
Rio Brinco	5	470,00	153,00	108,00	5,30	0,71
Rio Coxilha Rica	31/01/01	-----	160,00	251,69	-----	1,57
Rio Coxilha Rica	11/07/01	1500,00	167,00	146,00	5,20	0,87
Rio Coxilha Rica	26/07/01	-----	170,00	124,00	-----	0,73
Rio Brinco	6	495,00	172,00	112,00	6,00	0,65
Rio Anta Gorda	24/04/2001(°°)	750,00	172,00	104,00	1,90	0,60
Rio Anta Gorda	3	500,00	178,00	58,00	2,70	0,33
Rio Jirau	8	500,00	186,00	148,00	3,50	0,80
Rio Anta Gorda	11/07/01	-----	234,00	190,000	-----	0,812
Rio Anta Gorda	11/07/2001(1°)	2000,00	234,00	190,00	6,00	0,81
Rio Anta Gorda	06/06/01	-----	248,00	254,000	-----	1,024
Rio Anta Gorda	4	750,00	253,00	84,00	3,40	0,33
Rio Brinco	7	740,00	264,00	172,00	5,70	0,65
Rio Anta Gorda	01/04/2001(°°)	1250,00	270,00	182,00	3,50	0,67
Rio Jirau	25/06/01	2300,00	280,00	238,00	5,00	0,85
Rio Jirau	11/07/01	1000,00	320,00	269,00	4,20	0,84
Rio Anta Gorda	11/07/01	-----	350,00	299,000	-----	0,854
Rio Anta Gorda	11/07/2001(3°)	-----	350,00	308,25	-----	0,88
Rio Anta Gorda	19/02/01	-----	370,00	349,17	-----	0,94
Rio Anta Gorda	5	1250,00	398,00	160,00	4,70	0,40
Rio Brinco	8	1280,00	403,00	248,00	8,70	0,62
Rio Anta Gorda	19/02/01	-----	410,00	441,67	-----	1,08
Rio Brinco	10	1300,00	426,00	258,00	8,50	0,61
Rio Jirau	9	980,00	450,00	144,00	4,40	0,32
Rio Brinco	9	1320,00	452,00	290,00	9,30	0,64
Rio Anta Gorda	6	2250,00	598,00	212,00	6,00	0,35

CONTINUA TABELA 77 – DADOS TOTAIS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Bacia	Data da amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Anta Gorda	7	2500,00	624,00	310,00	7,20	0,50
Rio Brinco	11	1850,00	626,00	384,00	9,00	0,61
Rio Jirau	10	1900,00	769,00	312,00	4,50	0,41
Rio Brinco	12	2200,00	793,00	586,00	10,70	0,74
Rio Brinco	13	2780,00	973,00	652,00	10,30	0,67
Rio Jirau	11	2000,00	1001,00	428,00	7,50	0,43
Rio Brinco	14	3300,00	1050,00	862,00	11,50	0,82
Rio Anta Gorda	8	4500,00	1118,00	776,00	10,50	0,69
Rio Anta Gorda	9	4750,00	1221,00	1096,00	12,00	0,90
Rio Brinco	15	3650,00	1260,00	1768,00	11,00	1,40
Rio Anta Gorda	10	7250,00	1827,00	1812,00	19,00	0,99
Rio Jirau	14	3000,00	2150,00	1370,00	9,60	0,64
Rio Jirau	13	2200,00	2190,00	1010,00	9,70	0,46
Rio Jirau	12	2500,00	2310,00	682,00	9,50	0,30
Rio Jirau	15	3300,00	2350,00	1944,00	9,80	0,83

TABELA 78 - RESUMO DOS DADOS TOTAIS PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Dados sem saneamento		Primeiro saneamento		Segundo saneamento		Terceiro saneamento	
		Lmin	0,19768	Lmin	0,411156	Lmin	0,531564
		Lmax	1,597962	Lmax	1,060603	Lmax	0,883981
Média	0,897821	Média	0,73588	Média	0,707773	Média	<b>0,693704</b>
DP	0,700141	DP	0,324723	DP	0,176209	DP	<b>0,102653</b>
CV%	77,98222	CV%	44,12722	CV%	24,89621	CV%	<b>14,79774</b>

TABELA 79 - DADOS TOTAIS REMANESCENTES APÓS SANEAMENTOS, PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Bacia	Data da amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Jirau	31/03/92	2,50	1,20	1,00	-----	0,83
Rio Jirau	14/09/87	37,50	6,30	4,00	-----	0,63
Rio Brinco	16/02/98	77,00	6,30	4,00	-----	0,63
Rio Coxilha Rica	1.2	30,00	6,63	4,00	0,60	0,60
Rio Brinco	20/05/85	35,00	7,50	5,00	-----	0,67
Rio Jirau	16/04/01	-----	8,50	7,45	-----	0,88
Rio Jirau	18/06/85	37,50	9,00	6,00	-----	0,67
Rio Anta Gorda	11/10/88	37,50	9,50	6,00	-----	0,63
Rio Jirau	29/04/91	65,00	11,00	9,00	-----	0,82
Rio Anta Gorda	14/12/00	-----	11,00	6,02	-----	0,55
Rio Anta Gorda	06/03/01	-----	11,00	8,86	-----	0,81
Rio Coxilha Rica	2.2	45,00	12,40	10,00	0,50	0,81
Rio Jirau	1	20,00	12,80	8,00	1,50	0,62
Rio Coxilha Rica	2.1	50,00	14,20	8,00	0,70	0,56
Rio Coxilha Rica	25/07/01	-----	17,00	9,00	-----	0,53
Rio Anta Gorda	25/11/85	50,00	18,00	12,00	-----	0,67
Rio Jirau	19/10/98	107,00	19,20	12,00	-----	0,63

CONTINUA TABELA 79 - ADOS TOTAIS REMANESCENTES APÓS SANEAMENTOS, PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Bacia	Data da amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Anta Gorda	26/11/87	75,00	24,00	14,00	-----	0,58
Rio Jirau	11/06/84	70,00	25,00	16,00	-----	0,64
Rio Coxilha Rica	20/07/01	-----	25,00	17,00	-----	0,68
Rio Coxilha Rica	27/07/01	-----	27,00	18,00	-----	0,67
Rio Coxilha Rica	1.5	110,00	27,40	16,00	0,90	0,58
Rio Anta Gorda	01/02/01	-----	37,00	19,59	-----	0,53
Rio Anta Gorda	25/06/01	-----	42,40	28,000	-----	0,660
Rio Coxilha Rica	1.6	180,00	44,00	28,00	1,40	0,64
Rio Anta Gorda	27/05/01	-----	46,00	29,17	-----	0,63
Rio Coxilha Rica	1.8	200,00	48,20	38,00	1,20	0,79
Rio Anta Gorda	07/06/01	-----	48,80	33,000	-----	0,676
Rio Brinco	26/06/01	320,00	50,50	28,00	3,90	0,55
Rio Jirau	2	300,00	51,60	40,00	2,00	0,78
Rio Coxilha Rica	24/04/01	-----	56,00	48,33	-----	0,86
Rio Anta Gorda	24/04/01	-----	65,00	35,00	-----	0,54
Rio Jirau	28/05/01	-----	72,00	55,00	-----	0,76
Rio Jirau	5	350,00	82,80	70,00	1,50	0,85
Rio Brinco	4	290,00	88,00	66,00	8,00	0,75
Rio Anta Gorda	26/06/01	150,00	100,00	65,00	1,30	0,65
Rio Jirau	4	300,00	108,50	64,00	2,20	0,59
Rio Jirau	6	450,00	116,00	64,00	2,00	0,55
Rio Anta Gorda	27/05/2001(°°)	600,00	124,00	84,00	3,50	0,68
Rio Coxilha Rica	18/07/01	-----	140,00	87,00	-----	0,62
Rio Brinco	5	470,00	153,00	108,00	5,30	0,71
Rio Coxilha Rica	11/07/01	1500,00	167,00	146,00	5,20	0,87
Rio Coxilha Rica	26/07/01	-----	170,00	124,00	-----	0,73
Rio Brinco	6	495,00	172,00	112,00	6,00	0,65
Rio Anta Gorda	24/04/2001(°°)	750,00	172,00	104,00	1,90	0,60
Rio Jirau	8	500,00	186,00	148,00	3,50	0,80
Rio Anta Gorda	11/07/01	-----	234,00	190,000	-----	0,812
Rio Anta Gorda	11/07/2001(1°)	2000,00	234,00	190,00	6,00	0,81
Rio Brinco	7	740,00	264,00	172,00	5,70	0,65
Rio Anta Gorda	01/04/2001(°°)	1250,00	270,00	182,00	3,50	0,67
Rio Jirau	25/06/01	2300,00	280,00	238,00	5,00	0,85
Rio Jirau	11/07/01	1000,00	320,00	269,00	4,20	0,84
Rio Anta Gorda	11/07/01	-----	350,00	299,000	-----	0,854
Rio Anta Gorda	11/07/2001(3°)	-----	350,00	308,25	-----	0,88
Rio Brinco	8	1280,00	403,00	248,00	8,70	0,62
Rio Brinco	10	1300,00	426,00	258,00	8,50	0,61
Rio Brinco	9	1320,00	452,00	290,00	9,30	0,64
Rio Brinco	11	1850,00	626,00	384,00	9,00	0,61
Rio Brinco	12	2200,00	793,00	586,00	10,70	0,74
Rio Brinco	13	2780,00	973,00	652,00	10,30	0,67

CONTINUA TABELA 79 - ADOS TOTAIS REMANESCENTES APÓS SANEAMENTOS, PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE CONVERSÃO NTU/MG/L (FATOR F) DOS RIOS ANTA GORDA, BRINCO, COXILHA RICA E JIRAU

Bacia	Data da amostra	Cor	Turbidez NTU	MPT mg/L	MO	$F = \frac{MPT}{NTU}$
Rio Brinco	14	3300,00	1050,00	862,00	11,50	0,82
Rio Anta Gorda	8	4500,00	1118,00	776,00	10,50	0,69
Rio Jirau	14	3000,00	2150,00	1370,00	9,60	0,64
Rio Jirau	15	3300,00	2350,00	1944,00	9,80	0,83
					Média	0,69
					DVP	0,102653
					CV%	14,79774

# ANEXO 05 - ANÁLISES FÍSICO/QUÍMICA

TABELA 80 - COMPORTAMENTO MÉDIO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIO ANTA GORDA

Discriminação		In natura				Tratada				Teores máximos permissíveis			
		Mínimo	Média	Máximo	Dev. Pad.	Mínimo	Média	Máximo	Dev. Pad.	Portaria MES 36/90	Res. 20/86 CONAMA	Res.25/76/MS Águas minerais	
Físicos e Organolépticas	pH	6,24	7,18	7,50	0,40	6,89	7,89	9,60	0,81	6,5 – 8,5	6,0 – 9,0	4,0 – 9,0	
	Cor	uH	37,5	270,2	1792,0	543,64	1,00	6,38	17,50	5,52	5	5	
	Turbidez	uNT	9,50	135,9	1182,0	367,72	0,37	1,25	2,40	0,69	1	40	3
	Sólidos totais dissolvidos	mg/L	55,0	87,67	135,00	25,03	40,00	70,25	87,00	15,26	1000	500	
	Sólidos totais	mg/L	63,0	98,00	152,00	28,22	45,00	76,11	96,00	15,43			1500
	Mat. particulado suspenso	mg/L	2,00	19,10	87,00	25,00	0,00	13,67	86,00	27,42	0,7	28	
	Odor											VA	Nenhum/próprio
	Sabor											VA	Característico
	Temperatura	°C											
	Condutividade	(uS/cm) a 25°											
	Agentes tensoativos	mg/L A.B.S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	200	500	
	Químicos	Alcalinidade total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	20,5	28,17	31,00	3,48	17,43	28,68	40,00	7,95		
		Alcalinidade parcial	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	6,00	2,12		
Bicarbonatos		mg/L CaCO <sub>3</sub>	20,5	28,17	31,00	3,48	17,43	27,18	40,00	7,49			
Carbonatos		mg/L CaCO <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	12,00	4,24			
Alumínio		mg/L Al	0,00	0,04	0,14	0,07	0,02	3,01	5,00	2,64	0,2	0,1	
Cloretos		mg/L Cl-	0,00	3,47	29,00	9,60	0,00	9,92	60,00	20,28	250	250	100
Cloro residual		mg/L Cl-									0,2	0,01	
Dureza total		mg/L CaCO <sub>3</sub>	10,0	25,60	35,00	8,07	12,00	46,44	73,00	21,81	500		
Cálcio		mg/L Ca	5,21	6,80	8,80	1,06	6,81	16,25	25,20	5,96			
Magnésio		mg/L Mg	0,00	3,15	4,35	1,30	0,00	3,01	4,06	1,31			
Potássio		mg/L K+											
Sódio		mg/L Na+											
Fenóis		mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Ferro solúvel		mg/L Fe <sup>++</sup>											
Ferro total		mg/L Fe	0,05	0,40	1,10	0,36	0,00	0,05	0,18	0,06	0,3	0,3	
Fluoretos		mg/L F-					0,00	0,43	1,62	0,67		0,6 – 1,7 <sup>(5)</sup>	1,4
Bióxido de carbono livre		mg/L CO <sub>2</sub>	1,60	3,19	9,30	2,54	0,00	2,62	11,12	3,73			
O consumido em meio ácido		mg/L O <sub>2</sub>	0,70	10,36	80,00	26,12	0,40	0,89	1,80	0,44			4,5
Manganês		mg/L Mn	0,00	0,07	0,20	0,09	0,00	0,00	0,02	0,01	0,1	0,1	0,05
Nitratos		mg/L N	0,20	0,92	2,30	0,65	0,00	0,77	2,10	0,66	10	10	Ausente
Nitritos		mg/L N	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00		1	Ausente
Nitrogênio amoniacal		mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,03
Nitrogênio orgânico	mg/L NH											0,05	
Sílica	mg/L SiO <sub>2</sub>												
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0,00	1,08	2,30	0,94	8,00	16,00	28,00	8,52	400	250		
Oxigênio dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>										≥6		
Fósforo total	mg/L P										0,025		
Alumina residual	mg/L Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>												
Fosfato	mg/L												
Matéria Orgânica	mg/L												
Amônia	mg/L										0,02		
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L									0,025 – 0,25	2		

Legenda: (■) Dentro do valor permitido para a Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90; (■) acima do permitido pela Res. 20/86 do CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 do CONAMA.

TABELA 81 - COMPORTAMENTO MÉDIO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIO BRINCO

Discriminação		In natura				Tratada				Teores máximos permissíveis				
		Mínimo	Média	Máximo	Dev. Pad.	Mínimo	Média	Máximo	Dev. Pad.	Portaria MES 36/90	Res. 20/86 CONAMA	Res.25/76/MS Águas minerais		
Físicos e organolépticas	pH													
	Cor	uH	10,00	66,17	340,00	68,07	2,50	3,42	17,00	3,34	5	6,0 – 9,0	4,0 – 9,0	
	Turbidez	uNT	3,00	11,10	58,70	12,90	0,14	0,60	1,90	0,46	1	40	3	
	sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	13,00	66,19	195,00	42,78	10,00	42,10	110,00	26,19	1000	500		
	sólidos Totais	mg/L	22,00	76,18	210,00	46,35	12,00	45,95	120,00	26,77			1500	
	Mat. Particulado suspenso	mg/L	2,00	13,00	66,00	15,17	0,00	5,86	50,00	10,40	0,7	28		
	Odor											VA	Nenhum/próprio	
	Sabor											VA	Característico	
	Temperatura	°C	11,00	18,00	22,00	3,74	11,00	17,71	22,00	3,95				
	Condutividade	(uS/cm) a 25°												
	Agentes tenso ativos	mg/L A.B.S	0,00	0,01	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	200	500		
	Químicos	Alcalinidade total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	7,50	13,61	35,00	6,72	7,00	16,71	41,00	7,15			
		Alcalinidade parcial	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	12,00	2,69			
Bicarbonatos		mg/L CaCO <sub>3</sub>	7,50	13,61	35,00	6,72	7,00	14,89	21,00	3,67				
Carbonatos		mg/L CaCO <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	24,00	5,34				
Alumínio		mg/L Al <sup>+++</sup>	0,03	0,23	0,72	0,33				0,04	0,2	0,1		
Cloretos		mg/L Cl <sup>-</sup>	0,00	0,20	1,70	0,43	0,00	2,53	5,00	1,68	250	250	100	
Cloro residual		mg/L Cl <sup>-</sup>					1,20	1,74	2,00	0,34	0,2	0,01		
Dureza total		mg/L CaCO <sub>3</sub>	0,00	12,14	34,00	6,41	6,00	22,48	66,00	11,45	500			
Cálcio		mg/L Ca	1,00	4,30	36,00	7,46	2,80	7,51	22,80	4,01				
Magnésio		mg/L Mg	0,29	1,60	2,92	0,73	0,29	1,26	2,61	0,64				
Potássio		mg/L K <sup>+</sup>												
Sódio		mg/L Na <sup>+</sup>												
Fenóis		mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH												
Ferro solúvel		mg/L Fe <sup>++</sup>	0,48	1,11	1,86	0,70								
Ferro total		mg/L Fe	0,00	0,98	3,02	0,81	0,00	0,03	0,20	0,05	0,3	0,3		
Fluoretos		mg/L F <sup>-</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	1,40	0,48		0,6 – 1,7 <sup>(5)</sup>	1,4	
Bióxido de carbono livre		mg/L CO <sub>2</sub>	0,37	4,23	16,04	3,88	0,00	2,03	11,00	3,13				
O consumido em meio ácido		mg/L O <sub>2</sub>	0,80	2,46	5,90	1,09	0,50	1,10	2,10	0,38			4,5	
Manganês		mg/L Mn	0,00	0,03	0,33	0,08	0,00	0,00	0,04	0,01	0,1	0,1	0,05	
Nitratos		mg/L N	0,00	0,20	0,38	0,11	0,00	0,19	0,35	0,10	10	10	Ausente	
Nitritos	mg/L N	0,00	0,02	0,18	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00		1	Ausente		
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>					0,00	0,00	0,00	0,00			0,03		
Nitrogênio orgânico	mg/L NH					0,00	0,00	0,00	0,00			0,05		
Sílica	mg/L SiO <sub>2</sub>													
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0,00	0,64	2,00	0,74	0,00	6,50	26,00	8,80	400	250			
Oxigênio dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>										≥6			
Fósforo total	mg/L P										0,025			
Alumina residual	mg/L Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>													
Fosfato	mg/L													
Matéria Orgânica	mg/L													
Amônia	mg/L										0,02			
Sulfeto de hidrogênio	mg/L									0,025 – 0,25	2			

Legenda: (■) Dentro do valor permitido para a Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90; (■) acima do permitido pela Res. 20/86 do CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 do CONAMA.

TABELA 82 - COMPORTAMENTO MÉDIO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIO COXILHA RICA

Discriminação		Água		Teores máximos permissíveis			
		In natura	Tratada	Portaria MES 36/90	Res. 20/86 CONAMA	Res.25/76/MS Águas minerais	
Físicos e organolépticas	pH		6,70	----	6,5 – 8,5	6,0 – 9,0	4,0 – 9,0
	Cor	uH	----	----	5		5
	Turbidez	uNT	402,00	----	1	40	3
	Sólidos totais Dissolvidos	mg/L	18,00	----	1000	500	
	Sólidos totais	mg/L	318,00	----			1500
	Mat. Particulado suspenso	mg/L	300,00	----	0,7	28	
	Odor		----	----		VA	Nenhum/próprio
	Sabor		----	----		VA	Característico
	Temperatura	°C	----	----			
Condutividade	(uS/cm) a 25°	----	----				
Químicos	Agentes tenso ativos	mg/L A.B.S	----	----	200	500	
	Alcalinidade total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	12,00	----			
	Alcalinidade parcial	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0,00	----			
	Bicarbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	12,00	----			
	Carbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0,00	----			
	Alumínio	mg/L Al	----	----	0,2	0,1	
	Cloretos	mg/L Cl <sup>-</sup>	0,00	----	250	250	100
	Cloro residual	mg/L Cl <sup>-</sup>	----	----	0,2	0,01	
	Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	10,00	----	500		
	Cálcio	mg/L Ca	2,00	----			
	Magnésio	mg/L Mg	1,00	----			
	Potássio	mg/L K <sup>+</sup>	----	----			
	Sódio	mg/L Na <sup>+</sup>	----	----			
	Fenóis	mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	----	----			
	Ferro solúvel	mg/L Fe <sup>++</sup>	----	----			
	Ferro total	mg/L Fe	----	----	0,3	0,3	
	Fluoretos	mg/L F	----	----		0,6 – 1,7 <sup>(5)</sup>	1,4
Bióxido de carbono livre	mg/L CO <sub>2</sub>	----	----				
Químicos	Oxigênio consumido em meio ácido	mg/L O <sub>2</sub>	----	----			4,5
	Manganês	mg/L Mn	----	----	0,1	0,1	0,05
	Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,270	----	10	10	Ausente
	Nitritos	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,00	----		1	Ausente
	Nitrogênio amoniacal	mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	----	----			0,03
	Nitrogênio orgânico	mg/L N <sub>2</sub>	----	----			0,05
	Sílica	mg/L SiO <sub>2</sub>	----	----			
	Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub>	----	----	400	250	
	Oxigênio dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	----	----		≥6	
	Fósforo total	mg/L P	3,50	----		0,025	
	Alumina residual	mg/L Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	----	----			
	Fosfato	mg/L	----	----			
	Matéria Orgânica	mg/L	14,1	----			
	Amônia	mg/L	0,39	----		0,02	
Sulfeto de hidrogênio	mg/L	0,00	----	0,025 – 0,25	2		

Legenda: (■) Dentro do valor permitido para a Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90; (■) acima do permitido pela Res. 20/86 do CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 do CONAMA.

TABELA 83 - COMPORTAMENTO MÉDIO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIO JIRAU

Discriminação		In natura				Tratada				Teores máximos permissíveis				
		Mínimo	Média	Máximo	Dev. Pad.	Mínimo	Média	Máximo	Dev. Pad.	Portaria MES 36/90	Res. 20/86 CONAMA	Res.25/76/MS Águas minerais		
Físicos e organoléptica	pH													
	Cor	uH	25,00	78,16	278,00	56,11	2,50	9,89	82,00	18,43	5	6,0 – 9,0	5	
	Turbidez	uNT	4,00	17,34	59,00	13,30	0,24	1,66	8,50	2,54	1	40	3	
	Sólidos totais dissolvidos	mg/L	6,70	60,89	123,00	28,70	6,70	53,77	84,00	21,70	1000	500		
	Sólidos totais	mg/L	6,70	70,03	126,00	31,36	6,70	57,34	97,00	23,04			1500	
	Material particulado suspenso	mg/L	0,00	11,39	47,00	11,16	0,00	5,95	46,00	9,94	0,7	28		
	Odor											VA	Nenhum/próprio	
	Sabor											VA	Característico	
	Temperatura	°C	18,00	20,40	26,00	2,46	18,00	20,3	26,00	2,50				
	Condutividade	(uS/cm) a 25°												
	Agentes tensoativos	mg/L A.B.S	0,00	0,02	0,40	0,09	0,00	0,02	0,40	0,09	200	500		
	Químicos	Alcalinidade total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	12,00	19,27	27,00	4,49	9,77	19,75	37,00	5,97			
		Alcalinidade parcial	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	13,00	2,98			
Bicarbonatos		mg/L CaCO <sub>3</sub>	12,00	19,27	27,00	4,49	9,77	18,48	27,00	4,68				
Carbonatos		mg/L CaCO <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37	26,00	5,96				
Alumínio		mg/L Al	0,00	0,11	0,24	0,10	0,01	0,62	3,00	1,33	0,2	0,1		
Cloretos		mg/L Cl <sup>-</sup>	0,00	0,71	10,24	2,26	0,00	2,89	5,50	1,55	250	250	100	
Cloro residual		mg/L Cl <sup>-</sup>					1,00	1,63	2,00	0,34	0,2	0,01		
Dureza total		mg/L CaCO <sub>3</sub>	12,00	19,07	31,00	4,43	10,00	28,42	44,00	6,79	500			
Cálcio		mg/L Ca	2,81	4,35	6,80	1,08	4,01	8,56	13,60	2,38				
Magnésio		mg/L Mg	0,73	2,24	4,06	0,83	0,00	2,00	3,16	0,82				
Potássio		mg/L K <sup>+</sup>												
Sódio		mg/L Na <sup>+</sup>												
Fenóis		mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH												
Ferro solúvel		mg/L Fe <sup>++</sup>	0,26	0,84	1,58	0,55								
Ferro total		mg/L Fe	0,00	1,02	6,80	1,51	0,00	0,06	0,82	0,19	0,3	0,3		
Fluoretos		mg/L F <sup>-</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	2,09	0,54		0,6 – 1,7(5)	1,4	
Bióxido de carbono livre		mg/L CO <sub>2</sub>	0,48	1,76	6,30	1,58	0,00	15,35	132,93	36,79				
O consumido em meio ácido		mg/L O <sub>2</sub>	1,10	1,97	4,10	0,82	0,40	0,97	2,00	0,38			4,5	
Manganês		mg/L Mn	0,00	0,15	1,32	0,36	0,00	0,01	0,08	0,02	0,1	0,1	0,05	
Nitratos		mg/L N	0,00	0,57	1,90	0,49	0,00	0,55	1,80	0,41	10	10	Ausente	
Nitritos		mg/L N	0,00	0,02	0,25	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00		1	Ausente	
Nitrogênio amoniacal		mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,00	0,01	0,14	0,04							0,03	
Nitrogênio orgânico		mg/L NH											0,05	
Sílica	mg/L SiO <sub>2</sub>													
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0,00	1,23	5,00	1,69	2,00	11,17	27,00	7,54	400	250			
Oxigênio dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>										≥6			
Fósforo total	mg/L P										0,025			
Alumina residual	mg/L Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>													
Fosfato	mg/L													
Matéria Orgânica	mg/L													
Amônia	mg/L										0,02			
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L									0,025 – 0,25	2			

Legenda: (■) Dentro do valor permitido para a Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 CONAMA; (■) acima do permitido pela MES Portaria 36/90; (■) acima do permitido pela Res. 20/86 do CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 do CONAMA.

## ANEXO 06 - ANÁLISES ESPECTROFOTOMÉTRICAS

TABELA 84 - COMPORTAMENTO DE ELEMENTOS TRAÇOS DAS ÁGUAS DO RIO ANTA GORDA – ESPECTROFOTOMÉTRICAS (DADOS EM MG/L)

Parâmetro	Resultados em mg/l									Portaria MES 36/90	Res. 20/86 CONAMA	Res.25/76/MS Águas minerais
	09/10/1984	10/09/1985	09/06/1987	17/11/1997	07/12/1998	10/03/1999	12/06/2001	05/03/2001	12/06/2001			
Alumínio	0,70	0,42	0,45	0,50	0,00	0,00	0,00	0,33	-----	0,2	0,1	
Arsênio	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	0,00	-----	0,00	0,5	0,05	0,05
Bário	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	1	1	2
Cádmio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	0,005	0,001	0,01
Chumbo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	0,1	0,01	0,2
Cobre	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	1	0,02	1
Cromo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	0,05		
Ferro		0,00	0,00	0,80	0,80	0,10	-----	0,95	-----	0,3	0,3	
Manganês		0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	-----	0,18	-----	0,1	0,1	0,05
Mercurio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	0,001	0,0002	0,001
Prata	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	0,05	0,01	
Selênio	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,00	0,01	0,01	0,01
Zinco	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	5	0,18	5
Sódio	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,00			
Potássio	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,00			
Silício	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,00			
Antimônio	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----			

Legenda: (■) Dentro do valor permitido para a Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90; (■) acima do permitido pela Res. 20/86 do CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 do CONAMA.

TABELA 85 - COMPORTAMENTO DE ELEMENTOS TRAÇOS DAS ÁGUAS DO RIO BRINCO – ESPECTROFOTOMÉTRICAS (DADOS EM MG/L)

Parâmetro	Resultados em mg/l							Teores máximos permissíveis		
	03/09/1985	08/06/1987	22/11/1991		13/04/1992		26/01/1993			
	Tempo: C. fortes	Tempo: Bom	Tempo:	Bom	Tempo:	C. fortes	Tempo: C. fracas			
	In-natura	In-natura	In-natura	Tratada	In-natura	Tratada	In-natura			
Alumínio	0,082	0,060	0,248	0,296	0,207	0,489	0,327	0,2	0,1	
Arsênio	0,000	0,000	-----	-----	-----	-----	-----	0,5	0,05	0,05
Bário	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1	1	2
Cádmio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,001	0,01
Chumbo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,1	0,01	0,2
Cobre	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1	0,02	1
Cromo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,05		
Ferro	-----	-----	0,972	0,000	1,103	0,000	1,158	0,3	0,3	
Manganês	-----	-----	0,028	0,020	0,065	0,026	0,040	0,1	0,1	0,05
Mercurio	0,000	0,000	0,000	0,000	MD	0,000	0,000	0,001	0,0002	0,001
Prata	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,05	0,01	
Selênio	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,01	0,01	0,01
Zinco	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	5	0,18	5
Sódio	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
Potássio	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
Silício	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----			

Legenda: (■) Dentro do valor permitido para a Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90; (■) acima do permitido pela Res. 20/86 do CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 do CONAMA.

TABELA 86 - COMPORTAMENTO DE ELEMENTOS TRAÇOS DAS ÁGUAS DO RIO COXILHA RICA – ESPECTROFOTOMÉTRICAS (DADOS EM MG/L)

Parâmetro	Água in natura( mg/L)		Teores máximos permitíveis		
	20/2/2001	11/6/2001	Portaria MES 36/90	Res. 20/86 CONAMA	Res.25/76/MS Águas minerais
Alumínio	-----	-----			
Arsênio	-----	0,00	0,5	0,05	0,05
Bário	-----	0,00	1	1	2
Cádmio	-----	0,00	0,005	0,001	0,01
Chumbo	-----	0,00	0,1	0,01	0,2
Cobre	-----	0,00	1	0,02	1
Cromo	-----	0,00	0,05		
Ferro	139,00	-----	0,3	0,3	
Manganês	1,52	-----	0,1	0,1	0,05
Mercurio	-----	0,00	0,001	0,0002	0,001
Prata	-----	0,00	0,05	0,01	
Selênio	-----	0,00	0,01	0,01	0,01
Zinco	-----	0,00	5	0,18	5
Sódio	-----	0,00			
Potássio	-----	0,00			
Silício	-----	0,00			

Legenda: (■) Dentro do valor permitido para a Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90; (■) acima do permitido pela Res. 20/86 do CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 do CONAMA.

TABELA 87 - COMPORTAMENTO DE ELEMENTOS TRAÇOS DAS ÁGUAS DO RIO JIRAU – ESPECTOFOTROMÉTRICAS (DADOS EM MG/L)

Parâmetros analisados	Resultados em mg/L													Teores máximos permitíveis		
	02/10/1984	04/09/1985	09/10/90	11/11/91	16/03/92	09/11/93	15/08/94	26/06/95	26/11/96	10/11/97	23/11/98	03/03/99	03/03/99	Portaria MES 36/90	Res. 20/86 CONAMA	Res.25/76/MS Águas minerais
	Tempo bom	Chuvas médias	Chuvas médias	Tempo bom	Chuvas fortes	Tempo bom	Tempo bom	Chuvas médias	Tempo bom							
			In-natura	In-natura	In-natura	In-natura	In-natura	In-natura	In-natura	In-natura	In-natura	In-natura	In-natura			
Alumínio	0,54	0,88	4,89	0,79	0,05	0,85	0,13	0,17	0,20	0,50	0,00	0,00	1,00	0,2	0,1	
Arsênio	0,00	0,00	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,5	0,05	0,05
Bário	0,20	0,00	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	2
Cádmio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,005	0,001	0,01
Chumbo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,1	0,01	0,2
Cobre	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	0,02	1
Cromo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05		
Ferro	-----	0,00	1,37	1,20	0,03	0,54	0,39	0,57	0,80	1,30	0,70	0,90	0,90	0,3	0,3	
Manganês	-----	0,00	0,04	0,03	0,00	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,1	0,1	0,05
Mercurio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001	0,0002	0,001
Prata	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	
Selênio		0,00	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,01	0,01	0,01
Zinco	0,07	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	5	0,18	5
Sódio	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
Potássio	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
Silício	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----			

Legenda: (■) Dentro do valor permitido para a Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90; (■) acima do permitido pela Res. 20/86 do CONAMA; (■) acima do permitido pela Portaria MES 36/90 e Res. 20/86 do CONAMA.



TABELA 89 - ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS DO RIO BRINCO

Parâmetro	<i>In natura</i> ug/l			Tratada ug/l		
	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo
ORGANO CLORADOS						
Aldrin						
BHC	0	0	0	0	0	0
Clordano	0	0	0	0	0	0
DDD (TDE)	0	0	0	0	0	0
DDE	0	0	0	0	0	0
DDT	0	0	0	0	0	0
Dieldrin	0	0	0	0	0	0
Endossulfan	0	0	0	0	0	0
Endrin	0	0	0	0	0	0
HCB	0	0	0	0	0	0
Heptacloro	0	0	0	0	0	0
Lindano (BHC)	0	0	0	0	0	0
Metoxicloro	0	0	0	0	0	0
Mirex	0	0	0	0	0	0
Toxafeno (Campheclor)	0	0	0	0	0	0
Trifluralina						
ORGANO FOSFORADO						
Dy Siston (Di Sulfoton)	0	0	0	0	0	0
Ethion	0	0	0	0	0	0
Malathion	0	0	0	0	0	0
Metil-Paration	0	0	0	0	0	0
Naled	0	0	0	0	0	0
Parathion	0	0	0	0	0	0
Phosdrin (Mevinphos)	0	0	0	0	0	0
Vapona (Diclorvos)	0	0	0	0	0	0

TABELA 90 - ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS DO RIO COXILHA RICA

Pesticida	AMOSTRAS resultados em ug/l (micro gramas /l ou ppb	
	20/2/2001	
	Tempo C. fracas	
	In-natura	
ORGANO CLORADOS		
Aldrin		0,00
BHC		----
Clordano		0,00
DDD (TDE)		----
DDE		----
DDT		0,00
Dieldrin		0,00
Endossulfan		0,00
Endrin		0,00
HCB		----
Heptaclo		0,00
Lindano (BHC)		0,00
Metoxicloro		0,00
Mirex		----
Pentaclorofenol		0,00
Tetracloro de Carbono		----
Tricloroeteno		----
2,4,6 Triclorofenol		0,00
Trihalometanos		----
1,1 Dicloreteno		----
1,2 Dicloreteno		----
Toxafeno (Campheclor)		----
Trifluralina		0,00
ORGANO FOSFORADO		
Dy Siston (Di Sulfoton)		----
Ethion		----
Malathion		----
Metil-Paration		----
Naled		----
Parathion		----
Phosdrin (Mevinphos)		----
Vapona (Diclorvos)		----



## ANEXO 08 - ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS

274

TABELA 92 - ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DO RIO ANTA GORDA

Data	Água in-natura			Tratada			Tempo
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual	
14/2/1989	3100	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso
15/3/1989	3700	-----	-----	<1	-----	2	Bom
25/4/1989	2400	-----	-----	<1	-----	2	Bom
10/5/1989	4200	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso
13/6/1989	2400	-----	-----	<1	-----	2	Bom
11/7/1989	2500	-----	-----	<1	-----	2	Bom
9/8/1989	1000	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso
11/9/1989	5100	-----	-----	<1	-----		Bom
10/10/1989	7300	-----	-----	<1	-----	2	Bom
15/3/1990	7600	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso
10/4/1990	8800	-----	-----	<1	-----	2	Bom
15/5/1990	5100	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso
12/6/1990	1300	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso
14/8/1990	6500	-----	-----	<1	-----	2	Bom
11/9/1990	5100	-----	-----	<1	-----	1,5	Bom
9/10/1990	8800	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso
13/11/1990	4200	-----	-----	<1	-----	2	Bom
12/12/1990	3100	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso
19/3/1991	3100	-----	-----	<1	-----	2	Bom
16/4/1991	8600	-----	-----	<1	-----	2	Bom
14/5/1991	20000	-----	-----	<1	-----	3	Chuvoso
11/6/1991	7600	-----	-----	<1	-----	2,5	Chuvoso
9/9/1991	2400	-----	-----	<1	-----	2	Bom
15/10/1991	2100	-----	-----	<1	-----	2	Bom
12/11/1991	1800	-----	-----	<1	-----	2,5	Bom
10/12/1991	13700	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso
17/3/1992	5300	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso

Data	Água in-natura			Tratada			Tempo
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual	
14/4/1992	3100	-----	-----	<1	-----	2	Bom
12/5/1992	20000	-----	-----	<1	-----	2	Chuvoso
16/6/1992	2400	-----	-----	<1	-----	2	Bom
17/8/1992	1600	1000	-----	<1	-----	2	Bom
19/10/1992	600	300	-----	<1	-----	2	Bom
14/12/1992	300	200	-----	<1	-----	2	Bom
17/5/1993	3200	1500	-----	<1	-----	2	Bom
6/7/1993	8700	5900	-----	<1	-----	2	Chuvas fracas
19/7/1993	1900	1100	-----	<1	-----	2	Chuvas fracas
16/8/1993	600	300	-----	<1	-----	2	Bom
30/8/1993	600	200	-----	<1	-----	2	Bom
9/9/1993	200	100	-----	<1	-----	2	Bom
20/9/1993	4100	1900	-----	<1	-----	2	Chuvas médias
5/10/1993	1100	900	-----	<1	-----	2	Chuvas médias
18/10/1993	700	400	-----		-----		Chuvas fracas
4/11/1993	1400	700	-----	<1	-----	2	Bom
16/11/1993	3600	400	-----	<1	-----	2	Bom
30/11/1993	1100	800	-----	<1	-----	2	Bom
15/12/1993	900	500	-----	<1	-----	2	Bom
8/12/1997	2500	900	-----	<1	-----	2	Bom
16/2/1998	17400	9400	-----	<1	-----	1,5	Chuvas médias
18/5/1998	3600	1000	-----	<1	-----	2	Bom
22/6/1998	11800	1800	-----	<1	-----	1,5	Bom
17/8/1998	3700	3400	-----	<1	-----	1,5	Bom
14/9/1998	8600	1800	-----	<1	-----	1,5	Chuvas médias
7/12/1998	2800	800	-----	<1	-----	1,5	Bom
22/2/1999	9800	9000	-----	<1	-----	1,5	Chuvas médias
17/5/1999	900	500	-----	<1	-----	1,7	Bom
5/7/1999	-----	-----	-----	0,0	-----	0,0	-----
20/3/2000	8000	2400	-----	0,0	-----	0,0	-----

TABELA 93 - ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DO RIO BRINCO

Data	Água in-natura			Tratada			Tempo
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual	
7/8/1989	1200	-----	-----	<1	-----	1,5	Bom
10/10/1989	400	-----	-----	<1	-----	1,5	Bom
11/9/1989	1000	-----	-----	<1	-----	1,5	Chuvoso
6/11/1989	900	-----	-----	<1	-----	1,5	Bom
12/3/1990	7700	-----	-----	<1	-----	1,5	Bom
6/2/1990	1800	-----	-----	<1	-----	1,5	Bom
11/11/1991	3100	-----	-----	<1	-----	1,8	Bom
9/12/1991	4900	-----	-----	<1	-----	1,5	Bom
12/8/1992	3800	400	-----	<1	-----	2	Chuvas médias
7/12/1992	500	200	-----	<1	-----	1,5	Bom
21/12/1992	400	100	-----	<1	-----	2	Bom
30/11/1993	100	100	-----	<1	-----	1,5	Bom
22/11/1993	100	100	-----	<1	-----	2	Bom
16/11/1993	3700	1800	-----	<1	-----	2	Bom
10/11/1993	200	100	-----	<1	-----	2	Bom
27/1/1997	1200	800	0	<1	-----	1,6	Chuvas fracas
24/2/1997	5300	200	0	<1	-----	1,4	Bom
24/3/1997	1500	1100	0	<1	-----	1,4	Bom
22/4/2001	900	300	0	<1	-----	1,4	Bom
26/5/1997	1600	100	0	<1	-----	1,5	Chuvas fracas
23/6/1997	2000	200	0	<1	-----	1,5	Bom
21/7/1997	6600	4700	0	<1	-----	1,4	Chuvas Fortes
25/8/1997	900	100	0	<1	-----	1,6	Bom
22/9/1997	14100	2300	0	<1	-----	1	Chuvas médias
20/10/1997	4700	4200	0	<1	-----	1,4	Chuvas Fortes
17/11/1997	2200	600	0	<1	-----	1	Chuvas fracas
15/12/1997	1400	600	0	<1	-----	1,2	Chuvas Fortes
26/1/1998	600	1900	0	<1	-----	1,5	Chuvas Fortes

Data	Água in-natura			Tratada			Tempo
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual	
16/2/1998	1600	100	0	<1		1,5	Bom
23/3/1998	1800	400	0	<1		1,4	Chuvas fracas
27/4/1998	4800	4500	0	<1		0	Chuvas Fortes
25/5/1998	700	100	0	<1		1	Bom
28/6/1998	1200	100	0	<1		1	Bom
28/7/1998	1100	100	0	<1		1,5	Bom
24/8/1998	2100	700	0	<1		1,5	Bom
21/9/1998	1500	100	0	<1		0	Chuvas médias
19/10/1998	1700	100	0	<1		1,5	Bom
16/11/1998	900	400	0	<1		1,5	Bom
14/12/1998	2300	300	0	<1		1,4	Bom
26/4/1999	1700	200	----	1,5	----	<1	Bom
22/6/1999	3400	500	----	1,5	----	<1	Bom
5/3/2001	1400	200					

TABELA 94 - ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DO RIO COXILHA RICA

Data	Água in-natura		
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual
20/2/2001	48	11,5	0

TABELA 95 - ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DO RIO JIRAU

Data	Água in-natura			Tratada			Tempo
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual	Coliformes totais	Coliformes fecais	Cloro residual	
13/3/1989	3300	-----	-----	<1		1,5	Bom
11/4/1989	4700			<1		1,5	Chuvoso
7/8/1989	1000	-----	-----	<1		1,5	Bom
9/4/1990	7500	-----	-----	<1		1,5	Chuvoso
14/5/1990	3600	-----	-----	<1		1,5	Bom
12/6/1990	1400	-----	-----	<1		1,5	Bom
8/7/1991	1600	-----	-----	<1		1,5	Bom
12/8/1991	900	-----	-----	<1		2	Chuvoso
12/4/1992	5500	-----	-----	<1		2	Chuvoso
11/5/1992	100	-----	-----	<1		2	Bom
8/6/1992	3200	-----	-----	<1		2	Bom
15/6/1992	3600	200	-----	<1		1,8	Bom
20/7/1992	400	200	-----	<1		2	Bom
17/8/1992	800	600	-----	<1		2	Chuvas médias
5/10/1993	2900	900	-----	<1		2	Chuvas fortes
14/10/1993	130	600	-----	<1		2	Bom
18/10/1993	4900	2600	-----	<1		2	Chuvas fortes
30/11/1993	600	400	-----	<1		2	Bom
20/12/1993	600	100	-----	<1		2	Bom
15/3/1999	2800	1800	-----	<1		1,4	Bom
14/6/1999	6600	1200	-----	<1		1,5	Chuvas médias

O resíduo de Cl é em mg/L e o de coliformes total e fecal é número por 100 ml de amostra.

## ANEXO 09 - PERÍODO HISTÓRICO DE RESGATE DAS ANÁLISES

279

TABELA 96 - PERÍODO HISTÓRICO DE RESGATE DAS ANÁLISES E DIAS EM QUE FORAM REALIZADAS

Tipo de análise	Período observado	Dias em que foram realizadas as análises	Dados faltantes
<b>Rio Anta Gorda</b>			
Físico/química	1984 a 2001	19/11/1984, 21/1/1985, 25/11/1985, 10/11/1986, 26/11/1987, 11/10/1988, 3/11/1988, 31/8/1998, 8/3/1999, 10/3/1999 e 5/3/2001	Dos anos de 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997 e 2000
Cromatográfica	1984 a 2001	31/8/1998, 30/8/1999, 13/10/1999, 13/12/1999, 1/6/2000, 27/6/2000, 17/7/2000, 5/3/2001	Faltam amostras de 1984 a 1997
Espectrofotométrica	1985 a 2001	10/09/1985, 9/6/1987, 17/11/1997, 7/12/1998, 10/3/1999, 12/6/2001, 5/3/2001 e 12/6/2001	Faltam dados de 1986, de 1987 a 19997 e 2000
Bacteriológicas Coliformes totais	1989 a 2001	14/2/1989, 15/3/1989, 25/4/1989, 10/5/1989, 13/6/1989, 11/7/1989, 9/8/1989, 11/9/1989, 10/10/1989, 15/3/1990, 10/4/1990, 15/5/1990, 12/6/1990, 14/8/1990, 11/9/1990, 9/10/1990, 13/11/1990, 12/12/1990, 19/3/1991, 16/4/1991, 14/5/1991, 11/6/1991, 9/9/1991, 15/10/1991, 12/11/1991, 10/12/1991, 17/3/1992, 14/4/1992, 12/5/1992 e 16/6/1992;	faltam dados de 1992 a 2001
Bacteriológicas Coliformes fecais	1992 a 2001	17/8/1992, 19/10/1992, 14/12/1992, 17/5/1993, 6/7/1993, 19/7/1993, 16/8/1993, 30/8/1993, 9/9/1993, 20/9/1993, 5/10/1993, 18/10/1993, 4/11/1993, 16/11/1993, 30/11/1993, 15/12/1993, 8/12/1997, 16/2/1998, 18/5/1998, 22/6/1998, 17/8/1998, 14/9/1998, 7/12/1998, 22/2/1999, 17/5/1999, 5/7/1999 e 20/3/2000.	faltam dados de 1994 a 1997 e 2001
<b>Rio Brinco</b>			
Físico/química	1984 a 2001	10/9/1984, 20/5/1985, 9/9/1985, 27/1/1986, 5/5/1986, 15/9/1986, 14/4/1987, 14/9/1987, 11/4/1988, 12/9/1988, 10/4/1989, 2/4/1990, 19/8/1991, 5/10/1992, 21/9/1993, 23/5/1994, 6/2/1995, 5/8/1996, 12/2/1997, 16/2/1998, 1/3/1999 e 5/3/2001	faltam dados de 1999 e todos os dados de 2000
Cromatográfica	1984 a 2001	25/4/1989, 11/9/1989, 2/4/1990, 6/8/1990, 21/1/1991, 19/8/1991, 13/4/1992, 11/5/1992, 29/8/1994, 18/12/1995, 12/2/1996, 7/10/1996, 11/3/1997, 4/8/1997, 16/2/1998, 10/8/1998, 1/3/1999	faltam dados de 1984 a 1989, de 1993 e de 2000
Espectrofotométrica	1985 a 2001	3/9/1985, 8/6/1987, 22/11/1991, 13/4/1992, 26/1/1993, 17/11/1993, 22/8/1994, 19/6/1995, 2/12/1996, 11/11/1997, 23/11/1998, 4/3/1999, 23/11/1998, 4/3/1999, 5/3/2001, 12/6/2001	de água tratada de 1985 e de in_natura e tratada de 1986, de água tratada de 1987 e de in_natura e tratada de 1988 a 1990
Bacteriológicas Coliformes totais	1989 a 2001	7/8/1989, 10/10/1989, 11/9/1989, 6/11/1989, 12/3/1990, 6/2/1990, 11/11/1991 e 9/12/1991	faltam dados de 1984 a 1988
Bacteriológicas Coliformes fecais	1992 a 2001	12/8/1992, 7/12/1992, 21/12/1992, 30/11/1993, 22/11/1993, 16/11/1993, 10/11/1993, 27/1/1997, 24/2/1997, 24/3/1997, 22/4/2001, 26/5/1997, 23/6/1997, 21/7/1997, 25/8/1997, 22/9/1997, 20/10/1997, 17/11/1997, 15/12/1997, 26/1/1998, 16/2/1998, 23/3/1998, 27/4/1998, 25/5/1998, 28/6/1998, 28/7/1998, 24/8/1998, 21/9/1998, 19/10/1998, 16/11/1998, 14/12/1998, 26/4/1999, 22/6/1999 e 5/3/2001	faltam dados de 1994 a 1996 e de 2000
<b>Rio Coxilha Rica</b>			
Físico/química	2001		Bacia sem histórico
Cromatográfica	2001	Os dados de todas as análises são de uma única data, 20/2/2001.	Bacia sem histórico
Espectrofotométrica	2001	20/2/2001	Bacia sem histórico
Bacteriológicas Coliformes totais	2001	20/2/2001	Bacia sem histórico
Bacteriológicas Coliformes fecais	2001	20/2/2001	Bacia sem histórico
<b>Rio Jirau</b>			
Físico/química	1984 a 2001	11/06/1984, 10/9/1984, 9/6/1985, 18/6/1985, 9/9/1985, 14/9/1987, 12/9/1988, 5/12/1988, 6/12/1988, 11/9/1989, 23/4/1990, 29/4/1991, 22/04/92, 31/3/1992, 18/10/1993, 10/10/1994, 17/4/1995, 7/10/1996, 6/10/1997, 19/11/1997, 19/10/1998, 3/5/1999, 18/9/2000, 18/9/2000 e 5/3/2001	faltam dados de 1986
Cromatográfica	1989 a 2001	4/12/1989, 23/4/1990, 12/2/1992, 15/2/1993, 5/10/1994, 12/2/1996, 17/3/1997, 3/5/1999, 30/5/2000, 5/3/2001	faltam dados de 1984 a 1988, de 1995
Espectrofotométrica	1984 a 2001	2/10/1984, 4/9/1985, 9/10/1990, 11/11/1991, 16/3/1992, 9/11/1993, 15/8/1994, 26/6/1995, 26/11/1996, 10/11/1997, 23/11/1998, 3/3/1999, 3/3/1999, 5/3/2001 e 12/6/2001	faltam dados de 1986 a 1989
Bacteriológicas Coliformes totais	1989 a 2001	13/3/1989, 11/4/1989, 7/8/1989, 9/4/1990, 14/5/1990, 12/6/1990, 8/7/1991, 12/8/1991, 12/4/1992, 11/5/1992 e 8/6/1992	Faltam dados de 1992 a 2001
Bacteriológicas Coliformes fecais	1992 a 2001	15/6/1992, 20/7/1992, 17/8/1992, 5/10/1993, 14/10/1993, 18/10/1993, 30/11/1993, 20/12/1993, 15/3/1999 e 14/6/1999	faltam dados de 1984 a 1988, de 1994 a 1998 e de 2000 e 2001