

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

**Produção de sedimentos em bacias hidrográficas
cultivadas com cana-de-açúcar
(*Saccharum*, spp) e citros (*Citrus*, spp)**

Maria Eugenia Martins

**Campinas
2001**

**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE**

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

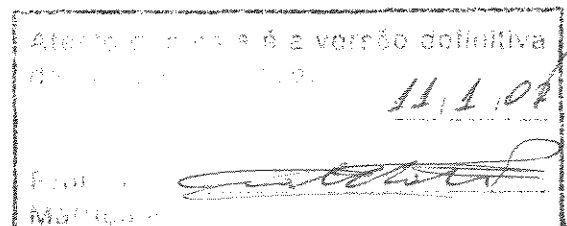
**Produção de sedimentos em bacias hidrográficas
cultivadas com cana-de-açúcar
(*Saccharum*, spp) e citros (*Citrus*, spp)**

Maria Eugenia Martins

Orientador : Evaldo Miranda Coiado

Tese de doutorado apresentada à comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil, na área de concentração de Recursos Hídricos

**Campinas
2001**



UNIDADE	63
Nº CHAMADA	T/UNICAMP
	M366p
V	EX
TOMBO BC	48075
PRIMEIRO	16-837/02
C	☐
D	☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	11/04/02
Nº CPD	

CM00165778-B

8 ID 235902

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

M366p Martins, Maria Eugenia.
Produção de sedimentos em bacias hidrográficas cultivadas com cana-de-açúcar (*Saccharum*, spp) e citros (*Citrus*, spp) / Maria Eugenia Martins. --Campinas, SP: [s.n.], 2001.

Orientador: Evaldo Miranda Coiado.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.

1. Bacias hidrográficas. 2. Erosão. 3. Sedimentos fluviais. 4. Nutrientes inorgânicos. 5. Cana-de-açúcar. 6. Laranja. I. Coiado, Evaldo Miranda. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. III. Título.

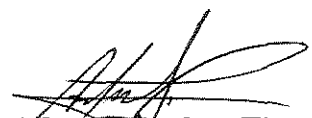
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

**PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS
CULTIVADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum, sp*) E CITROS
(*Citrus, sp*)**

Maria Eugenia Martins

Tese de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:


Prof. Dr. Evaldo Miranda Coiado
Presidente e Orientador – Unicamp


Prof. Dr. Ademir Goulart Figueiredo
Unesp


Prof. Dr. Francisco Lombardi Neto
IAC


Prof. Dr. Dirceu Brasil Vieira
Unicamp


Prof. Dr. Edson Aparecido Abdul Nour
Unicamp

Campinas, 06 de novembro de 2001

20014095

Dedicatória

À consciência ecológica,

o único paradigma possível para o terceiro milênio.

Homenagem póstuma:

Ao meu pai,

Evandro Francisco Martins

“...Aside from other important factors the history of civilizations may be interpreted in terms of soil erosion, so direct is the relation between the productive condition of soils and the prosperity of a people...”

(Lowdermilk, 1935)

Agradecimentos

Ao meu orientador, prof. Dr. Evaldo Miranda Coiado, pela amizade, e pelo apoio irrestrito ao longo de toda pesquisa.

Aos técnicos, estagiários e professores responsáveis pelos Laboratórios de Saneamento, de Hidráulica e de Hidrologia, e funcionários da Faculdade de Engenharia Civil, pela amizade e, pela dedicação, essencial para o bom andamento, nas diferentes fases da pesquisa.

Ao Dr. Francisco Lombardi Neto, pela valiosa contribuição na obtenção e discussão dos dados de erosão.

À FAPESP- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa e reserva técnica concedidas, que viabilizaram o trabalho proposto.

À FINEP- Financiadora de Estudos e Projetos, pelo apoio financeiro para aquisição de materiais e equipamentos.

Sumário

Lista de Figuras.....	xvi
Lista de Quadros.....	xxi
Lista de Símbolos.....	xxiv
Resumo.....	xxxiv
1 - Introdução.....	1
2 - Objetivos.....	5
3 - Revisão de literatura.....	7
3.1 – Erosão do solo.....	7
3.2 – Erosão hídrica.....	10
3.3 – Sedimentos.....	11
3.3.1 – Sedimentos dissolvidos (SD).....	12
3.3.1.1 – Condutividade elétrica (CE).....	13
3.3.1.2 – Dureza total (DR).....	14
3.3.1.3 – Sílica (SiO ₂).....	15
3.3.1.4 – Sólidos dissolvidos.....	16
3.3.2 – Sedimentos em suspensão (SS).....	16
3.3.3 – Sedimento de leito.....	17
3.4 – Nutrientes.....	18
3.4.1 – Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg).....	20
3.4.2 – Silício (Si).....	23

3.5 – Uso e ocupação do solo.....	24
3.5.1 – Cultura da cana-de-açúcar (<i>Saccharum, sp</i>).....	28
3.5.2 – Cultura de citros (<i>Citrus, sp</i>).....	30
3.6 – Quantificação do material erodido.....	31
3.7 – Equações para a quantificação da erosão em áreas agrícolas.....	31
3.8 – Equação universal de perda de solo (EUPS).....	36
3.8.1 – Perda de solo calculada (A_1).....	36
3.8.2 – O fator erosivo da chuva ou erosividade (R)	38
3.8.3 – O fator de erodibilidade do solo (K).....	39
3.8.4 – O fator topográfico (LS).....	41
3.8.5 – O fator uso e manejo do solo (C)	42
3.8.6 – O fator práticas conservacionistas (P).....	43
3.9 – Equação universal de perda de solo modificada (MEUPS).....	43
4 - Materiais e Métodos.....	45
4.1 – Delineamento geral.....	45
4.2 – As bacias hidrográficas em estudo.....	46
4.2.1 – Localização das bacias.....	46
4.2.2 – Acesso.....	46
4.2.3 – Geomorfologia.....	47
4.2.4 – Clima.....	47
4.2.5 – Vegetação.....	50
4.2.6 – Solos.....	51
4.3 – Características topográficas, morfológicas e fluviais das bacias.....	53
4.3.1 – Área (A).....	53
4.3.2 – Perímetro (Pr).....	53
4.3.3 – Forma da bacia.....	53
4.3.3.1 – Coeficiente de compacidade (Kcp).....	53
4.3.3.2 – Fator de forma (Kf).....	53
4.3.4 – Declividade média da bacia (S).....	54
4.3.5 – Sistema de drenagem.....	54
4.3.5.1 – Ordem da bacia.....	54

4.3.5.2 - Densidade de drenagem (D_d).....	55
4.3.5.3 – Extensão média do escoamento superficial (ℓ).....	56
4.3.5.4 – Sinuosidade do curso d'água (Sin).....	56
4.3.5.5 – Declividade do álveo, linha S3	57
4.3.6 – Vazão máxima.....	57
4.3.6.1 – Obtenção da Intensidade média de precipitação (I_m).....	58
4.3.6.1.1 – Intensidade máxima de precipitação (i).....	58
4.3.6.1.2 – Tempo de concentração (t_c) das bacias.....	58
4.3.6.1.3 – Fator de correção (K_i).....	59
4.3.6.2 – Obtenção das dimensões do hidrograma unitário.....	59
4.3.6.2.1 – Duração da precipitação (D).....	59
4.3.6.2.2 – Tempo gasto do início do escoamento até o pico (t_p).....	59
4.3.6.2.3 - Tempo base do hidrograma (t_b).....	60
4.3.6.2.4 – Vazão máxima do hidrograma unitário (q_p).....	60
4.3.6.3 – Obtenção da precipitação total (P).....	60
4.3.6.4 – Obtenção da precipitação efetiva (P_e).....	61
4.4 – Parâmetros de qualidade da água.....	62
4.4.1 – Sólidos suspensos.....	63
4.4.2 – Sólidos dissolvidos.....	65
4.4.3 – Condutividade elétrica	66
4.4.4 – Dureza total	67
4.4.5 – Sílica solúvel.....	68
4.5 – Parâmetros hidráulicos.....	70
4.5.1 – Vazão.....	70
4.6 – Parâmetros derivados.....	73
4.6.1 – Sólidos totais.....	73
4.6.2 – Descarga.....	73
4.7 – Levantamento de solo.....	74
4.8 – Levantamento hidráulico de superfície, da qualidade da água na estiagem.....	77
4.9 – Obtenção dos parâmetros da equação universal de perda de solo.....	82

4.9.1 – Fator erosividade da chuva (R).....	82
4.9.2 – Fator uso e manejo do solo (C)	83
4.9.3 – Fator práticas conservacionistas (P).....	83
4.9.4 – Fator topográfico (LS).....	83
4.9.5 – Fator erodibilidade (K).....	83
4.10 – Obtenção dos parâmetros da EUPS modificada.....	85
5 - Resultados.....	86
5.1.– Vazão máxima.....	86
5.1.1 – Método Hidrograma Unitário Triangular SCS-USA.....	86
5.2 – Levantamento de solo.....	88
5.2.1 – Bacia de cana-de-açúcar.....	86
5.2.1.1 – Resultados.....	88
5.2.1.1.1 - Análise de fertilidade e potencial zeta (ζ).....	88
5.2.1.1.2 – Análise granulométrica.....	88
5.2.1.2 – Análise dos resultados.....	95
5.2.2 – Bacia com citricultura.....	99
5.2.2.1 – Resultados.....	99
5.2.2.1.1 - Análise de fertilidade e potencial zeta (ζ).....	99
5.2.2.1.2 – Análise granulométrica.....	99
5.2.2.2 – Análise dos resultados.....	104
5.3 – Levantamento hidráulico de superfície, da qualidade da água e do sedimento de leito na estiagem.....	107
5.3.1 – Bacia com cana-de-açúcar.....	107
5.3.1.1 – Aspectos gerais observados.....	107
5.3.1.2 – Dados coletados e obtidos.....	116
5.3.1.2.1– Volume da calha principal.....	123
5.3.1.2.2 – Massa total de Sólidos Totais.....	123
5.3.1.2.2.1 – Massa total de Sólidos Totais Fixos.....	123
5.3.1.2.2.2 – Massa total de Sólidos Totais Voláteis.....	124
5.3.1.2.3 – Massa total de Sedimentos Dissolvidos Totais.....	124
5.3.1.2.3.1– Massa total de Sedimentos Dissolvidos fixos.....	124

5.3.1.2.3.2 - Massa total de Sedimentos Dissolvidos Voláteis.....	125
5.3.1.2.4 – Nutrientes.....	125
5.3.1.2.4.1 – Massa de Cálcio e Magnésio.....	125
5.3.1.4.2 – Massa total de Sílica solúvel.....	125
5.3.1.2.5 – Sedimento de leite no canal principal de BCA.....	126
5.3.2 – Bacia com citros.....	128
5.3.2.1 – Aspectos gerais observados.....	128
5.3.2.2 – Dados coletados e obtidos.....	129
5.3.2.2.1 – Volume da calha principal.....	139
5.3.2.2.2 –Massa total de Sedimentos em Suspensão.....	140
5.3.2.2.2.1- Massa total de Sedimentos em Suspensão Fixos.....	141
5.3.2.2.2.2 – Massa total de Sedimentos em suspensão Voláteis....	141
5.3.2.2.3 – Massa total de Sedimentos Dissolvidos.....	141
5.3.2.2.3.1 – Massa total de Sedimentos Dissolvidos Fixos.....	142
5.3.2.2.3.2 – Massa total de Sedimentos Dissolvidos Voláteis.....	142
5.3.2.2.4 – Nutrientes.....	142
5.3.2.2.4.1 – Massa total de Cálcio e Magnésio.....	142
5.3.2.2.4.2 – Massa total de sílica solúvel.....	143
5.3.2.2.5 – Sedimento de leite no canal principal de BLJ.....	144
5.4 – Parâmetros da equação universal de perda de solo.....	146
5.4.1 – Fator erosividade da chuva (R).....	146
5.4.2 – Fator erodibilidade do solo (K).....	146
5.4.2.1 – Para BCA.....	146
5.4.2.2 – Para BLJ.....	147
5.4.3 – Fator topográfico (LS).....	148
5.4.3.1 – Para BCA.....	148
5.4.3.2 – Para BLJ.....	148
5.4.4 – Fator práticas de conservação (P).....	149
5.4.4.1 – Para BCA.....	149
5.4.4.2 – Para BLJ.....	149
5.4.5 – Fator uso e manejo do solo (C).....	149

5.4.5.1 – Para BCA.....	149
5.4.5.2 – Para BLJ.....	150
5.5 – Parâmetros da EUPS modificada.....	151
5.5.1 – Vazão máxima (Q_{max}).....	151
5.5.2 – Volume escoado (V_{olesc}).....	151
5.5.3 – Produção de sedimentos em suspensão (A_2).....	151
5.6 – Parâmetros de qualidade da água.....	162
5.6.1 – Em BCA.....	162
5.6.1.1 – Sedimentos em suspensão (SS).....	162
5.6.1.2 – Sedimentos dissolvidos (SD).....	165
5.6.1.3 – Condutividade elétrica (CE).....	169
5.6.1.4 – Dureza total da água (DR).....	171
5.6.1.5 – Sílica solúvel (SiO_2).....	173
5.6.2 – Em BLJ.....	177
5.6.2.1 – Sedimentos em suspensão (SS).....	177
5.6.2.2 – Sedimentos dissolvidos (SD).....	180
5.6.2.3 – Condutividade elétrica (CE).....	185
5.6.2.4 – Dureza total da água (DR).....	187
5.6.2.5 - Sílica solúvel (SiO_2).....	189
5.7 – Condições específicas para BCA e BLJ.....	193
5.7.1 – Sedimentos em suspensão.....	195
5.7.1.1 – Sedimentos em suspensão totais.....	195
5.7.1.2 – Sedimentos em suspensão fixos.....	196
5.7.1.3 – Sedimentos em suspensão voláteis.....	197
5.7.2 – Sedimentos dissolvidos.....	198
5.7.2.1 – Sedimentos dissolvidos totais.....	198
5.7.2.2 – Sedimentos dissolvidos fixos.....	199
5.7.2.3 – Sedimentos dissolvidos voláteis.....	200
5.7.3 – Nutrientes.....	201
5.7.3.1 – Cálcio e Magnésio.....	201
5.7.3.2 – Silício	202

6 - Discussão.....	204
6.1 – Levantamento hidráulico de superfície, da qualidade da água e do sedimento de leito na estiagem.....	204
6.1.1 – Bacia com cana-de-açúcar.....	204
6.1.2 – Bacia com citricultura.....	207
6.2 – Quantificação das perdas de solo pela EUPS.....	211
6.3 – Produção de água e de sedimentos.....	212
6.3.1 – Bacia com cana-de-açúcar.....	212
6.3.2 – Bacia com citros.....	213
6.4 – Parâmetros de qualidade da água na BCA.....	214
6.4.1 – Sedimentos em suspensão (SS).....	214
6.4.2 – Sedimentos dissolvidos (SD).....	216
6.4.3 – Nutrientes.....	218
6.4.3.1 – Cálcio e Magnésio (Ca e Mg).....	218
6.4.3.2 – Silício (Si).....	219
6.5 – Parâmetros de qualidade da água na BLJ.....	221
6.5.1 – Sedimentos em suspensão (SS).....	221
6.5.2 – Sedimentos dissolvidos (SD).....	222
6.5.3 – Nutrientes.....	224
6.5.3.1 – Cálcio e Magnésio (Ca e Mg).....	224
6.5.3.2 – Silício (Si).....	225
6.6 – Condições específicas.....	226
6.6.1 – Sedimentos em suspensão (SS).....	227
6.6.2 – Sedimentos dissolvidos (SD).....	229
6.6.3 – Nutrientes.....	231
6.6.3.1 – Cálcio e Magnésio (Ca e Mg).....	231
6.6.3.2 – Silício (Si).....	233
7 - Conclusões.....	235
7.1 – Levantamento hidráulico de superfície, da qualidade da água e do sedimento de leito na estiagem.....	235
7.2 – Perdas obtidas pela EUPS.....	236

7.3 – Produção de água e de sedimentos em suspensão.....	236
7.4 – Parâmetros de qualidade da água e nutrientes.....	236
7.6 – Condições específicas.....	239
8 - Recomendações.....	241
Anexos.....	243
Anexo 1 – Planilha de cálculo de S_3	244
Planilha de cálculo de S_3 – BCA.....	245
Planilha de cálculo de S_3 – BLJ.....	246
Anexo 2 – Quadro geral dos dados.....	247
Quadro 5.29 – Dados de BCA.....	248
Quadro 5.41 – Dados de BLJ.....	258
Anexo 3 – Planilha de cálculo do fator C.....	264
Planilha de cálculo do fator C – BCA.....	265
Planilha de cálculo do fator C – BLJ.....	266
Anexo 4 -Programa em linguagem PASCAL para o cálculo da vazão máxima e volume escoado – (HUT- SCS)......	268
Anexo 5 - Resultados do programa do anexo 4.....	274
Bibliografia.....	311
Referencias bibliográficas.....	311
Bibliografia consultada.....	315
Abstract.....	317

Lista de Figuras

4.1 - Localização das bacias hidrográficas	47
4.2 - Carta plani-altimétrica mostrando as áreas das bacias.....	48
4.3 - Vista parcial de BCA.....	52
4.4 - Vista parcial de BLJ.....	52
4.5 - Ordenação dos canais.....	55
4.6 - Divisão da secção para medição da vazão.....	71
4.7 - Secção de controle em BCA.....	72
4.8 - Secção de controle em BLJ.....	72
4.9 - Pontos de coleta de solos em BCA.....	75
4.10 - Pontos de coleta de solos em BLJ.....	76
4.11 - Pontos de coleta de dados no riacho em BCA.....	79
4.12 - Pontos de coleta de dados no riacho em BLJ.....	80
4.13 - Pontos de coleta de amostras nas secções.....	81
5.1 - Curva granulométrica – Ponto 1 – BCA.....	90
5.2 - Curva granulométrica – Ponto 2 – BCA.....	91
5.3 - Curva granulométrica – Ponto 3 – BCA.....	91
5.4 - Curva granulométrica – Ponto 4 – BCA.....	91
5.5 - Curva granulométrica – Ponto 5 – BCA.....	92
5.6 - Curva granulométrica – Ponto 6 – BCA.....	92

5.7 - Curva granulométrica – Ponto 7 – BCA.....	92
5.8 - Curva granulométrica – Ponto 8 – BCA.....	93
5.9 - Curva granulométrica – Ponto 9 – BCA.....	93
5.10 - Curva granulométrica – Ponto 10 – BCA.....	93
5.11 - Curva granulométrica – Ponto 11 – BCA.....	94
5.12 - Curva granulométrica – Ponto 12 – BCA.....	94
5.13 - Curva granulométrica – Ponto 13 – BCA.....	94
5.14 - Curva granulométrica – Ponto 14 – BCA.....	95
5.15 - Aspecto do solo no ponto 3 – BCA.....	96
5.16 - Aspecto do solo no ponto 4 – BCA.....	97
5.17 - Aspecto do solo no ponto 6 – BCA.....	97
5.18 - Aspecto do solo no ponto 8 – BCA.....	98
5.19 - Aspecto do solo no ponto 9 – BCA.....	98
5.20 - Aspecto do solo no ponto 11 – BCA.....	99
5.21 - Curva granulométrica – Ponto 1 – BLJ.....	101
5.22 - Curva granulométrica – Ponto 2 – BLJ.....	102
5.23 - Curva granulométrica – Ponto 3 – BLJ.....	102
5.24 - Curva granulométrica – Ponto 4 – BLJ.....	102
5.25 - Curva granulométrica – Ponto 5 – BLJ.....	103
5.26 - Curva granulométrica – Ponto 6 – BLJ.....	103
5.27 - Curva granulométrica – Ponto 7 – BLJ.....	103
5.28 - Aspecto do solo no ponto 2 – BLJ.....	105
5.29 - Aspecto do solo no ponto 4 – BLJ.....	105
5.30 - Aspecto do solo no ponto 5 – BLJ.....	106
5.31 - Aspecto do solo no ponto 7 – BLJ.....	106
5.32 - Desmoronamento da margem. Parte inferior da bacia – BCA.....	109
5.33 - Margem rochosa. Parte inferior da bacia – BCA.....	109
5.34 - Erosão da rocha e formação de meandro – BCA.....	110
5.35 - Leito maior - depósito temporário de matéria orgânica –BCA.....	110
5.36 - Sedimentos de diferentes tamanhos. Parte inferior de BCA.....	111
5.37 - Matacões. Parte inferior/intermediária da bacia – BCA.....	111

5.38 - Aspecto dos sedimentos na confluência com o ribeirão –BCA.....	112
5.39 - Fragmentos de rocha. Parte interm / superior da bacia – BCA.....	112
5.40 - Ciclos animais no riacho. Parte intermediária/superior da bacia – BCA.....	113
5.41 - Secção próxima à confluência com ribeirão coletor – BCA.....	113
5.42 - Aspecto do assoreamento e vegetação – BCA.....	114
5.43 - Aspecto do assoreamento e vegetação – BCA.....	114
5.44 - Reação de rebrota em árvore sem sustentação na margem – BCA.....	115
5.45 - Medição da distância dentro do riacho – BCA.....	115
5.46 - Medição da vazão no ponto P1960 – BCA.....	116
5.47 - Relação: Vazão x Distância – BCA.....	118
5.48 - Relação: Área da secção x Distância – BCA.....	118
5.49 - Relação: Sedimentos em suspensão x Vazão – BCA.....	119
5.50 - Relação: Condutividade elétrica x Vazão – BCA.....	120
5.51 - Relação: Sílica solúvel x Vazão – BCA.....	120
5.52 - Relação: Dureza total x Vazão – BCA.....	121
5.53 - Relação: Sedimentos dissolvidos x Vazão – BCA.....	121
5.54 - Relação: Sólidos totais x Vazão –BCA.....	122
5.55 - Secção próxima ao exutório da bacia – BLJ.....	129
5.56 - Aporte de sedimentos da BLJ no reservatório da represa – BLJ.....	130
5.57 - Vegetação ciliar característica – BLJ.....	130
5.58 - Medição de vazão no ponto P760 – BLJ.....	131
5.59 - Medição de vazão no ponto P560 – BLJ.....	131
5.60 - Uso e manejo da vertente próxima ao exutório – BLJ.....	132
5.61 - Relação: Vazão x Distância – BLJ.....	134
5.62 - Relação: Área da secção x Distância – BLJ.....	134
5.63 - Relação: Sedimentos em suspensão x Vazão – BLJ.....	135
5.64 - Relação: Sedimentos dissolvidos x Vazão – BLJ.....	136
5.65 - Relação: Sedimentos dissolvidos fixos x Vazão – BLJ.....	136
5.66 - Relação: Sedimentos dissolvidos voláteis x Vazão – BLJ.....	137
5.67 - Relação: Condutividade elétrica x Vazão – BLJ.....	137

5.99 - Produção de SSF (concentração) – BLJ.....	178
5.100 - Produção de SSV (concentração) – BLJ.....	178
5.101 - Produção de SS (descarga) – BLJ.....	179
5.102 - Composição percentual de sedimentos em suspensão – BLJ.....	180
5.103 - Produção de SDT (concentração) – BLJ.....	181
5.104 - Produção de SDF e SDV (concentração) – BLJ.....	182
5.105 - Produção de SD (descarga) – BCA.....	183
5.106 - Composição percentual de sedimentos dissolvidos – BLJ	184
5.107 - Composição percentual dos sólidos totais – BLJ.....	185
5.108 - Relação: Condutividade elétrica x Vazão – BLJ.....	186
5.109 - Relação: SDT x CE – BLJ.....	187
5.110 - Produção de cálcio e magnésio (concentração) – BLJ.....	188
5.111 - Produção de cálcio e magnésio (descarga) – BLJ.....	189
5.112 - Produção de sílica solúvel (concentração) – BLJ.....	190
5.113 - Produção de sílica solúvel (descarga) – BLJ.....	190
5.114 - Produção de nutrientes (concentração) –BLJ.....	191
5.115 - Participação percentual dos nutrientes em SDT – BLJ.....	192
5.116 - Produção específica de SST (descarga).....	196
5.117 - Produção específica de SSF (descarga).....	197
5.118 - Produção específica de SSV (descarga).....	198
5.119 - Produção específica de SDT (descarga).....	199
5.120 - Produção específica de SDF (descarga).....	200
5.121 - Produção específica de SDV (descarga).....	201
5.122 - Produção específica de DR (descarga).....	202
5.123 - Produção específica de SiO ₂ (descarga).....	203

Lista de Quadros

3.1 - Classificação das águas pela dureza.....	15
3.2 - Teores de Ca e de SiO ₂ em pequenas bacias tropicais.....	16
3.3 - Balanço de massas de cálcio e de magnésio.....	23
3.4 - Dados obtidos por Azevedo et alli (1995) na Bahia.....	25
3.5 - Comparação de ES e SST entre diferentes usos do solo.....	27
4.1 - Dados de precipitação média para Limeira-SP.....	49
4.2 - Dados de precipitação mensal (mm) no período de coleta.....	50
4.3 - Dados sazonais comparativos de precipitação.....	51
4.4 - Ordem dos canais nas bacias.....	55
4.5 - Dados de concentração/ absorvância – Curva de Calibração –SiO ₂	70
5.1 - Dados para a obtenção de Q _{máx} – HUT-SCS.....	86
5.2 - Dados de Q _{máx} para 3 coberturas e 6 períodos de retorno – BCA.....	87
5.3- Dados de Q _{máx} para 3 coberturas e 6 períodos de retorno – BLJ.....	87
5.4 - Análise de fertilidade dos solos - BCA.....	89
5.5 - Composição textural dos solos – BCA.....	90
5.6 - Análise de fertilidade dos solos – BLJ.....	100
5.7 - Composição textural dos solos – BLJ.....	101
5.8 - Dados hidráulicos obtidos no levantamento (ago/98) – BCA.....	116

5.9 - Dados de qualidade da água obtidos no levantamento - BCA.....	117
5.10 - Valores de massa, concentrações médias e taxas diárias – BCA.....	117
5.11 - Granulometria na secção de P1060 – BCA.....	126
5.12 - Granulometria na secção de P1360 – BCA.....	126
5.13 - Granulometria na secção de P1960 – BCA.....	127
5.14 - Granulometria na secção de P2560 – BCA.....	127
5.15 - Granulometria na secção de P3160 – BCA.....	127
5.16 - Dados hidráulicos obtidos no levantamento (ago/99) – BLJ.....	132
5.17 - Dados de qualidade da água obtidos no levantamento - BLJ.....	133
5.18 - Valores de massa, concentração média e perda diária – BLJ.....	133
5.19 - Granulometria na secção de P560 – BLJ.....	144
5.20- Granulometria na secção de P760 – BLJ.....	145
5.21 - Granulometria na secção de P1160 – BLJ.....	145
5.22 - Granulometria na secção de P1360 – BLJ.....	145
5.23 - Fator erodibilidade dos solos – BCA.....	147
5.24 - Fator erodibilidade dos solos – BLJ.....	148
5.25 - Dados de perdas de solos para 3 coberturas – EUPS – BCA.....	150
5.26 - Dados de perdas de solos para 3 coberturas – EUPS – BLJ.....	150
5.27 - Produção de sedimentos em suspensão – MEUPS – BCA.....	152
5.28 - Produção de sedimentos em suspensão – MEUPS – BLJ.....	153
5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar.....	248
5.30 - Parâmetros estatísticos da composição percentual de SS – BCA.....	165
5.31 - Parâmetros estatísticos de SDT nas 2 épocas do ano – BCA.....	166
5.32 - Parâmetros estatísticos de SDF nas 2 épocas do ano – BCA.....	166
5.33 - Parâmetros estatísticos de SDV nas 2 épocas do ano – BCA.....	166
5.34 - Parâmetros estatísticos da composição percentual de SD – BCA.....	168
5.35 - Parâmetros estatísticos da composição percentual de SoT – BCA.....	169
5.36 - Parâmetros estatísticos de CE nas 2 épocas do ano – BCA.....	170
5.37 - Parâmetros estatísticos de DR nas 2 épocas do ano – BCA.....	173
5.38 - Parâmetros estatísticos de SiO ₂ nas 2 épocas do ano – BCA.....	174
5.39 - Parâmetros estatísticos dos nutrientes no período estudado – BCA.....	175

5.40 - Parâmetros estatísticos da participação percentual dos nutrientes em SDT – BCA.....	176
5.41 - Dados obtidos na bacia com citros	258
5.42 - Parâmetros estatísticos da composição percentual de SS – BLJ.....	180
5.43 - Parâmetros estatísticos de SDT nas 2 épocas do ano – BLJ.....	181
5.44 - Parâmetros estatísticos de SDF nas 2 épocas do ano – BLJ.....	182
5.45 - Parâmetros estatísticos de SDV nas 2 épocas do ano – BLJ.....	183
5.46 - Parâmetros estatísticos da composição percentual de SD – BLJ.....	184
5.47 - Parâmetros estatísticos da composição percentual de SoT – BLJ.....	185
5.48 - Parâmetros estatísticos de CE nas 2 épocas do ano – BLJ.....	186
5.49 - Parâmetros estatísticos de DR nas 2 épocas do ano – BLJ.....	188
5.50 - Parâmetros estatísticos de SiO ₂ nas 2 épocas do ano – BLJ.....	191
5.51 - Parâmetros estatísticos dos nutrientes – BLJ.....	192
5.52 - Parâmetros estatísticos das participações relativas dos nutrientes em SDT – BLJ.....	192
5.53 - Perdas específicas na época de estiagem.....	193
5.54 - Produções específicas de água e sedimentos para cultura atual.....	194
5.55 - Produções específicas de água e sedimentos para cobertura florestal.....	194
5.56 - Produções específicas de água e sedimentos para solo arado.....	194
6.1 - Comparações das condições específicas para SST.....	228
6.2 - Comparações das condições específicas para SSF.....	228
6.3 - Comparações das condições específicas para SSV.....	229
6.4 - Comparações das condições específicas para SDT.....	230
6.5 - Comparações das condições específicas para SSV.....	230
6.6 - Comparações das condições específicas para SDF.....	231
6.7 - Comparações das condições específicas para DR.....	232
6.8 - Comparações das condições específicas para SiO ₂	233

Lista de Símbolos

% - percentagem

β - beta – ângulo da declividade média

Δ - delta (variação)

ϕ - phi – escala logarítmica de diâmetro

λ - lâmbda – comprimento de onda (nm)

ζ - potencial zeta

μm – micrometro

μS – micro-Siemen

$\int$ - sigma – operação matemática de integração

A – área da bacia (L^2)

A₁ – perda de solo calculada (t/ha)

A₁ – posição de coleta da amostra à esquerda da calha molhada

A₂ – posição de coleta da amostra ao centro da calha molhada

A₂ – produção de sedimento em suspensão para um determinado evento (t/evento)

A₃ – posição de coleta da amostra à direita da calha molhada

Absor – absorvância

A_{el} – área dos eletrodos (L^2)

AF – areia fina

AG – areia grossa

Al^{+3} – íon alumínio
 A_{si} - área da secção i (m^2)
 ARG – argila
 b – largura molhada da secção (L)
 BCA – bacia com cana-de-açúcar
 BLJ – bacia com citricultura
 C – fator uso e manejo do solo (adim)
 C / N – relação carbono/ nitrogênio
 Ca – cálcio
 CA – parcela vegetada com cana-de-açúcar
 Ca^{+2} – íon cálcio
 CaCO_3 - carbonato de cálcio
 CE – condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
 CE_t - condutividade elétrica na temperatura da amostra ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
 C_i – concentração da substância na secção i (M / L^3)
 C_i – fator uso e manejo correspondente ao período i (adim)
 Cl^{-1} – íon cloreto
 CN – número de curva
 CO_2 - dióxido de carbono
 C_m – concentração média (M / L^3)
 Conc.calc – concentração calculada (M / L^3)
 Conc.medida – concentração medida (M / L^3)
 concmédia – concentração média da substância na calha (M / L^3)
 concDR – concentração de cálcio e magnésio na seção (M / L^3)
 ConcSDT – concentração de SDT na secção (M / L^3)
 ConcSDF – concentração de SDF na secção (M / L^3)
 ConcSDV – concentração de SDV na secção (M / L^3)
 ConcSoT – concentração de SoT na secção (M / L^3)
 ConcSoF – concentração de SoF na secção (M / L^3)
 ConcSoV – concentração de SoV na secção (M / L^3)
 concSiO_2 – concentração de sílica na secção (M / L^3)

Cwa – clima tropical de altitude com inverno seco e verão quente
 D – duração da precipitação (h)
 d – equidistância entre as curvas de nível (m)
 D % - taxa de liberação de sedimento (%)
 D₁ – posição de coleta da amostra à direita do leito maior
 D₂ - posição de coleta da amostra à direita do leito maior
 Dd – densidade de drenagem (km⁻¹)
 ddist – diferencial de distância (L)
 d_{el} – distância entre os eletrodos (L)
 dist i – distância entre a cabeceira do riacho até a secção i (L)
 DMP – diâmetro médio ponderado das partículas do solo (L)
 Dpq – depressão periférica
 DR – dureza total da água (mg CaCO₃ / L)
 Ds – parcela com terreno descoberto
 E – energia cinética da chuva (energia x altura da chuva)
 e – energia específica da chuva (E / área)
 e – evapotranspiração (mm)
 E₁ – posição de coleta da amostra à esquerda no leito maior
 E₂ – posição de coleta da amostra à esquerda no leito maior
 EDTA – sal de sódio- análise de dureza.
 em – energia específica máxima (E / área)
 ES – escoamento superficial (L) , (L³)
 ESALQ- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”
 EUPS – equação universal de perda de solo
 MEUPS – equação universal de perda de solo modificada
 F – fator dependente do coeficiente de não uniformidade e do tempo
 FEC – Faculdade de Engenharia Civil
 Fr – número de Froude (adim)
 Fig. – figura
 GSTesp – descarga específica de SST (M / T.L²)
 GSFesp - descarga específica de SSF (M / T.L²)

GSVesp - descarga específica de SSV ($M / T.L^2$)
 GDTesp - descarga específica de SDT ($M / T.L^2$)
 GDFesp - descarga específica de SDF ($M / T.L^2$)
 GDVesp - descarga específica de SDV ($M / T.L^2$)
 GDResp - descarga específica de DR ($M / T.L^2$)
 GSiO₂ esp - descarga específica de SiO₂ ($M / T.L^2$)
 G – descarga (M / T)
 G – descarga ou vazão sólida (M/T)
 G – fator relativo a não uniformidade das chuvas (equação de R)
 G – produção de sedimentos (t/acre) (equação de Willians – 1983)
 GDF – descarga de sedimentos dissolvidos fixos (M / T)
 GDT – descarga de sedimentos dissolvidos totais (M / T)
 GDV – descarga de sedimentos dissolvidos voláteis (M / T)
 Gesp – descarga específica ($M / T . L^2$)
 GSF – descarga de sedimentos em suspensão fixos (M / T)
 GSoF – descarga de sólidos fixos (M / T)
 GSoT – descarga de sólidos totais (M / T)
 GSoV – descarga de sólidos voláteis (M / T)
 GST – descarga de sedimentos em suspensão totais (M / T)
 GSV – descarga de sedimentos em suspensão voláteis (M / T)
 h – hora
 H⁺¹ – íon hidrogênio
 ha – hectare (10000 m²)
 HUT – hidrograma unitário sintético
 i – intensidade máxima de precipitação (mm/h)
 I₃₀ - intensidade máxima de 30 minutos da chuva (mm/h)
 IAC – Instituto Agronômico de Campinas
 Im – intensidade média de precipitação (mm/h)
 K – fator erodibilidade do solo (t.ha.hora / ha.MJ.mm)
 K⁺¹ – íon potássio
 Kc – constante da célula

KCl – cloreto de potássio
 Kcp – coeficiente de compacidade (L^{-1})
 Kf – fator forma (L)
 kg – kilograma
 Ki - fator de correção da precipitação (%)
 km² – quilometro quadrado
 L – comprimento maior da bacia (L)
 l – extensão média do escoamento superficial (L)
 L talv – comprimento do curso d'água (L)
 Lcn – comprimento total das curvas de nível (L)
 Ld – comprimento do canal até o divisor (L)
 Li – extensão do álveo entre duas curvas de nível (L)
 Lm – lâmina média (L)
 log – logaritmo
 log₂ – logaritmo na base 2
 log₁₀ – logaritmo na base 10
 LS – fator topográfico (adim)
 Lt – comprimento total dos canais (L)
 M – novo silte x (novo silte + nova areia)
 M – concentração molar
 m – saturação em alumínio (análise de fertilidade do solo)
 m³ – metros cúbicos
 massaSDT – massa total de SDT na calha molhada (M)
 massaSDF – massa total de SDF na calha molhada (M)
 massaSDV – massa total de SDV na calha molhada (M)
 MassaSoT – massa total de SoT na calha molhada (M)
 MassaSoF – massa total de SoF na calha molhada (M)
 MassaSoV – massa total de SoV na calha molhada (M)
 massadureza – massa total de cálcio e magnésio na calha molhada (M)
 massatotal - massa total da substância na calha (M)
 massasilica – massa total de sílica na calha molhada (M)

me – resistência específica (ohm/cm)
Mg – magnésio
mg – miligramas
 Mg^{+2} – íon magnésio
 $MgCl_2$ - cloreto de magnésio
MgO – óxido de magnésio
MJ – mega joule
mm – milímetros
mmolc / kg – milimol de carga por kilograma de solo
MO – matéria orgânica
n – números de dados analisados
N – nitrogênio
 Na^{+1} – íon sódio
NA – nova areia
NaCl – cloreto de sódio
 NH_4^{+1} – íon amônio
 NH_4Cl – cloreto de amônio
 NH_4OH – óxido de amônio
 NO_3^{-1} – íon nitrato
NTU – unidades nefelométricas de turbidez
° C – grau centígrado
O₂ – oxigênio
OF – escoamento superficial anual (mm)
P1 – ponto 1 de coleta de solos
P2 – ponto 2 de coleta de solos
P3 – ponto 3 de coleta de solos
P4 – ponto 4 de coleta de solos
P5 – ponto 5 de coleta de solos
P6 – ponto 6 de coleta de solos
P7 – ponto 7 de coleta de solos
P8 – ponto 8 de coleta de solos

P9 – ponto 9 de coleta de solos
 P10 – ponto 10 de coleta de solos
 P11 – ponto 11 de coleta de solos
 P12 – ponto de coleta de solos
 P13 – ponto 13 de coleta de solos
 P14 – ponto 14 de coleta de solos
 P1060 – ponto de coleta de amostra a 1060 m da nascente (BCA)
 P1360 – ponto de coleta de amostra a 1360 m da nascente (BCA)
 P1960 – ponto de coleta de amostra a 1960 m da nascente (BCA)
 P2560 – ponto de coleta de amostra a 2560 m da nascente (BCA)
 P3160 – ponto de coleta de amostra a 3160 m da nascente (BCA)
 P560 – ponto de coleta de amostra a 560 m da nascente (BLJ)
 P760 – ponto de coleta de amostra a 760 m da nascente (BLJ)
 P1060 – ponto de coleta de amostra a 1060 m da nascente (BLJ)
 P1160 – ponto de coleta de amostra a 1160 m da nascente (BLJ)
 P1360 – ponto de coleta de amostra a 1360 m da nascente (BLJ)
 P - pedregulho
 P - fósforo
 P – altura da chuva (equação de E) (mm)
 P – fator prática de conservação (adim)
 p – maior precipitação mensal do ano (mm)
 P – precipitação anual (cm) (equação de Miraki)
 P –precipitação total (mm)
 Pa – precipitação média anual (mm)
 PBS₁₀₃ - peso bruto seco a 103 ° C (M)
 PBS₅₅₀ - peso bruto seco a 550 ° C (M)
 PCZ – ponto de carga zero
 Pe – precipitação efetiva (cm)
 Perm – permeabilidade
 pH – potencial hidrogeniônico
 pH_{H2O} - potencial hidrogeniônico medido em água

pH_{KCl} - potencial hidrogeniônico medido em solução de cloreto de potássio
 PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
 ppm – partes por milhão
 Pr – perímetro (L)
 PT – peso da tara (M)
 PVA – Podzol Vermelho-Amarelo
 Q – escoamento superficial anual (Mm^3) (equação de Miraki)
 Q – vazão líquida (L^3 / T)
 Qesp – vazão específica ($\text{L}^3 / \text{T} \cdot \text{L}^2$)
 Qmáx – vazão máxima, ou de pico (L^3 / T)
 q x OF – vazão específica anual do escoamento superficial ($\text{m}^3/\text{km}^2.\text{ano}$)
 qp – taxa de runoff (m/h) (equação de Foster & Wischmeier –1973)
 qp – vazão de pico (pés/s) (equação de Willians – 1973)
 qp – vazão máxima unitária ($\text{m}^3 / \text{s.cm}$) (HUT-SCS)
 r^2 – coeficiente de determinação
 R – fator erosividade da chuva (MJ mm / ha.h)
 R₁ - resistência (ohm)
 re – h – capacidade de armazenamento
 Ri – proporção da erosividade (R) no período i
 Rn – parcela vegetada com árvores nativas
 ro – precipitação média dos dias chuvosos (mm)
 S – declividade média da bacia (%)
 S – enxôfre
 S – Siemen
 S – soma de bases (análise de fertilidade)
 S3 – linha S3 – declividade do álveo (m / km)
 SCS – Soil Conservation Service
 SD – sedimentos dissolvido (M / L^3)
 SDF – sedimentos dissolvidos fixos (M / L^3)
 SDT – sedimentos dissolvidos totais (M / L^3)
 SDV – sedimentos dissolvidos voláteis (M / L^3)

Sin – sinuosidade do curso d'água
 SiO₂ – óxido de silício , sílica.
 SNGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
 SO₄⁻² – íon sulfato
 SoF – sólidos totais fixos = SSF+SDF (M / L³)
 SoT – sólidos totais = SST+ SDT (M / L³)
 SoV – sólidos totais voláteis = SSV + SDV (M / L³)
 Ss – carga de sedimento em suspensão (M / L³)
 SS – sedimento em suspensão (M / L³)
 SSF – sedimentos em suspensão fixos (M / L³)
 SST – sedimentos em suspensão totais (M / L³)
 SSV – sedimentos em suspensão voláteis (M / L³)
 ST – sólidos totais (M / L³)
 SU – parcela com terreno em sulcos
 SY – caga específica anual (m³/km².ano)
 SY – produção de sedimentos (t / km²)
 T – capacidade de troca catiônica (mmolc/kg)
 T – erosão bruta (equação de D%) (M/L . T)
 t – temperatura da amostra (° C)
 tb – tempo de base (h)
 tc – tempo de concentração (T)
 td – tempo de duração da chuva (T)
 tp – tempo de pico (h)
 Tr – tempo de retorno (anos)
 UNICAMP- Universidade Estadual de Campinas
 V – saturação em bases (%)
 Vedta – volume de EDTA (ml)
 vol – volume da amostra (L³)
 volcalha – volume da calha molhada (L³)
 Volesc – volume escoado (L³)
 Vr – total da chuva (mm)

Vsa – volume de sedimentos absoluto anual (Mm^3)

X – largura da secção transversal (L)

Y – carga específica anual (t/km^2)

Y – produção de sedimento medida na secção de controle (M/T)

Resumo

MARTINS, Maria Eugenia. Produção de sedimentos em bacias hidrográficas cultivadas com cana-de-açúcar (*Saccharum*, spp) e citros (*Citrus*, spp). Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2001. 317 pág. Tese.

Uma pesquisa experimental sobre erosão foi desenvolvida em duas bacias hidrográficas agrícolas, ocupadas com culturas predominantes diferentes - cana-de-açúcar e citros - com o objetivo de se avaliar a produção de sedimentos e a perda de nutrientes. Os parâmetros usados foram vazão, descarga, concentrações de sedimentos e de sílica solúvel, dureza total da água e condutividade elétrica. Foram observados as influências da morfologia da bacia, da fisiologia e do manejo das culturas, da geometria do canal e da fertilidade dos solos. As composições percentuais dos sedimentos e a participação relativa do cálcio e magnésio nos sedimentos dissolvidos foram próximas nas duas bacias. O teor de sílica solúvel nos sedimentos dissolvidos foi maior na bacia com cana-de-açúcar. As perdas específicas de sedimentos e de sílica foram maiores para a bacia com citros para vazões específicas menores.

Palavras-chave: sedimentos, bacia hidrográfica, nutrientes, cana-de-açúcar e citros.

1 – Introdução

A erosão acelerada dos solos é um dos problemas ambientais mais sérios da atualidade. Estima-se que no Estado de São Paulo são perdidas duzentas milhões de toneladas de solo por ano, in Gouveia (1996). O processo traz prejuízos econômicos, como a queda de fertilidade natural e, portanto, de produtividade; o elevado custo para recuperação do solo e as perdas de insumos agrícolas e de sementes. Os prejuízos ambientais são o assoreamento de canais e reservatórios; e a eutrofização dos corpos d'água.

Embora haja o conceito de perda tolerável de solos, o seu um critério está relacionado à fertilidade e à taxa de formação dos solos. Em termos ambientais, a tolerância só deveria ser aceita nos níveis geológicos, pois os riachos que drenam essas áreas não “toleram” esses aportes sem ficarem drasticamente alterados em termos hidráulicos e de qualidade de suas águas. Torna-se, então, imperativa a necessidade de se estudar a erosão de forma integral, com os produtores e pesquisadores conscientes de que a bacia hidrográfica é uma unidade de manejo, diferentemente da visão parcial sobre cada hectare cultivado.

A erosão hídrica é função de vários fatores, como a precipitação, os tipos de solo, coberturas e cultivos, sendo necessários, portanto, estudos para melhor quantificação e compreensão dos mecanismos envolvidos na erosão, e suas conseqüências, especialmente na bacia, onde se vislumbram muitas das variáveis que interagem na produção dos sedimentos.

Há carência de trabalhos experimentais que tratem da produção de sedimentos em áreas agrícolas e que considerem as suas diferentes qualidades, como sedimentos suspensos, dissolvidos, minerais e orgânicos, bem como a influência por eles exercida na qualidade da água e na perda de nutrientes. Observou-se, na literatura, maior número de trabalhos sobre sedimentos suspensos, e predominantemente sua fração fixa, ou mineral. Os sedimentos dissolvidos são, via de regra, estudados em termos totais, não se considerando suas frações. A escala de estudos sobre erosão e perdas de nutrientes também mostrou uma crescente preocupação em se pesquisar em termos de bacia hidrográfica, embora haja muitos trabalhos feitos em parcelas experimentais.

Dessa forma, pretendeu-se aqui um estudo experimental sobre erosão em duas bacias hidrográficas agrícolas com características de manejo e cultura diferentes, mediante a obtenção simultânea de dados relativos aos diferentes tipos de sedimentos e também de três nutrientes, para os mesmos eventos pluviosos. Ambas estão localizadas, em uma mesma área, sendo uma cultivada com cana-de-açúcar (BCA) e outra com citricultura (BLJ). Estas constituem as duas culturas mais importantes da região banhada pelo rio Piracicaba.

Os sedimentos estudados foram os suspensos e os dissolvidos, incluindo suas frações – fixa e volátil. Os sedimentos de leito foram estudados de forma qualitativa. Os nutrientes foram cálcio e magnésio, mediante o parâmetro dureza total da água, e o silício, segundo a concentração de sílica solúvel. Os dois primeiros representam aportes externos ao sistema, feitos pelo homem, por meio da calagem. O silício representa um elemento nutriente não adicionado, via de regra, e depende dos teores naturais do solo. O parâmetro condutividade elétrica foi auxiliar no estudo dos sedimentos dissolvidos. O monitoramento desses parâmetros ocorreu por dois anos hidrológicos.

A erosão também foi avaliada por meio da equação universal de perda de solos (EUPS), constituindo-se cenários para três situações de interesse comparativo: a) culturas presentes (cana-de-açúcar e laranja); b) cobertura original (florestal), e c) exposição máxima à erosão hídrica (solo arado).

As produções de água e de sedimentos estudados pela mesma equação modificada (MEUPS) para as três coberturas e seis eventos pluviosos de dois a cem anos de período de

retorno. Esses cenários propostos permitiram uma melhor visualização da importância de um manejo adequado para as áreas agrícolas.

As bacias foram caracterizadas na época da estiagem, quando não há erosão hídrica. Considerando-se todo o período de dados, as bacias foram avaliadas como sistemas isolados e, para as devidas comparações entre ambas, foram realizados estudos com as condições específicas. Dessa forma, portanto, foram avaliadas também como sub-bacias integrantes de uma bacia maior, ou seja, numa maior escala de observação, muito importante para um monitoramento adequado.

O presente trabalho se estrutura basicamente da seguinte maneira:

. capítulo 2 – Objetivos : mostra os objetivos gerais e específicos da pesquisa.

. capítulo 3 – Revisão da literatura : destaca os diferentes tipos de sedimentos e suas frações; os nutrientes estudados e os critérios de escolhas destes; o solo como principal fonte dos sedimentos de leito e das frações minerais dos sedimentos suspensos e dissolvidos; as culturas envolvidas e os aspectos relevantes de seus manejos; a quantificação da erosão em área agrícola; e a quantificação da produção da água e de sedimentos em suspensão nessas mesmas áreas.

. capítulo 4 – Materiais e Métodos : utilizados para melhor compreender as características das bacias e as suas produções de sedimentos e perdas de nutrientes.

. capítulo 5 – Resultados : apresentados mediante quadros, gráficos e equações, correlacionando os parâmetros de qualidade da água com a vazão. As bacias são primeiramente consideradas como sistemas hídricos isolados e, posteriormente, com condições específicas, foram avaliadas como sub-bacias de uma área maior.

. capítulo 6 – Discussão : os resultados encontrados foram correlacionados com as características das bacias , tais como : morfológicas, os tipos de solos, os manejos dados às culturas, às condições dos canais, etc.

. capítulo 7 – Conclusões : estão apresentadas por etapas para melhor compreensão.

. capítulo 8 – Recomendações : indicações que pretendem ajudar a valorizar futuros trabalhos nesse tema.

2 – Objetivos

Considerando a problemática da erosão em bacias hidrográficas, o presente trabalho teve o objetivo de estudar a erosão em duas bacias hidrográficas agrícolas por pelo menos dois anos hidrológicos mediante as seguintes atividades:

2.1 – caracterizar as condições das duas bacias hidrográficas na época de estiagem, sem a erosão hídrica;

2.2 – monitorar os sedimentos em suspensão totais, fixos e voláteis em termos de concentração e descarga, e correlacioná-los com a vazão;

2.3 – monitorar os sedimentos dissolvidos, totais, fixos e voláteis, em termos de concentração e descarga, e correlacioná-los com a vazão;

2.4 – monitorar perdas de nutrientes cálcio e magnésio, pela dureza total da água e teores de sílica solúvel. Os primeiros por serem aportados pelo homem mediante a calagem, e o segundo, por não ser adicionado ao solo, ou seja, função do teor natural do solo. Foram estudados em termos de concentração e descarga e correlacionados com a vazão e suas participações relativas na descarga dissolvida;

2.5 – calcular a perda de solos, segundo a equação universal de perda de solo para a cultura presente da bacia, para a cobertura primitiva – florestal – e para a situação de máxima exposição à erosão hídrica – solo arado e

2.6 – calcular as produções de água e de sedimentos em suspensão para as mesmas situações do item 2.5.

3 – Revisão de literatura

3.1 – Erosão dos solos

A erosão dos solos pela ação antrópica é um dos maiores problemas de impacto ambiental desde os primórdios da civilização. O ser humano tem provocado erosão por ignorância dos processos envolvidos ou por negligência. Somente no século XX o estudo da erosão foi sistematizado e, atualmente há excelentes diretrizes para o bom planejamento do uso e da ocupação do solo.

Os dois fatores básicos que contribuíram para o processo de desertificação, in Lowdermilk (1935) foram:

- as regiões semi-áridas e semi-úmidas, que foram os melhores lugares para o início das diferentes civilizações, são de delicado balanço ecológico;
- a exposição dos solos - antes protegidos pelas pastagens e/ou florestas - ao cultivo e pastoreio pesados fez com que a taxa de formação dos solos ficasse menor que a taxa de sua destruição; e também que a taxa de infiltração e absorção de água pelo solo ficasse menor que o escoamento superficial.

O crescente aumento da população mundial e, conseqüentemente, da sua demanda por alimentos, fibras e energia, tem provocado uma grande pressão sobre os recursos naturais, comprometendo a sua conservação especialmente nas áreas de elevada densidade demográfica.

Segundo Bertoni & Lombardi (1985), ocorre o mesmo no Brasil, e com uma circunstância agravante : que é a tendência geral, até um passado recente, de se considerar as riquezas como inesgotáveis, devido à vastidão territorial e à fertilidade original dos solos. Como conseqüência, tem havido uma exploração agropecuária extrativista e itinerante, inclusive com substituição de culturas e formas de cultivo menos exigentes.

O País conta, atualmente, com trabalhos de reconhecido valor, desenvolvidos por especialistas da área, que corroboram para que os técnicos e os agricultores melhorem cada vez mais seus sistemas de cultivo. Além disso, verificam-se tanto um aumento da conscientização em relação aos problemas ambientais como também de esforços de diferentes setores da sociedade para se obter uma crescente melhoria no planejamento e no uso dos recursos água e solo.

Nesse planejamento considera-se a bacia hidrográfica como a unidade de manejo ambiental, e essa instância tem uma base legal. A Lei nº 9433/97, de 08 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da PNRH e a atuação do SNGRH.

Dessa forma, a bacia hidrográfica deve ser entendida como um sistema , procurando-se compreender a interação existente entre seus elementos de forma articulada. Trata-se de um sistema aberto e, em seqüência, com entradas e saídas de matéria e energia; essa idéia é reiterada ainda pela definição:“... as bacias hidrográficas são organizadas para escoar a quantidade de água e de detritos que são fornecidos para sua área de drenagem”, in Christofolletti (1979).

A bacia hidrográfica adquire, mediante os fatores geológicos, climáticos e a cobertura vegetal, uma dinâmica própria ao longo de sua formação. Atinge-se, então, um equilíbrio, e a erosão que ocorre é considerada natural . A mudança de manejo, de forma inadequada, altera

sua dinâmica e, ao provocar um novo equilíbrio, propiciando a erosão acelerada e a conseqüente produção de sedimentos.

A erosão, segundo o “*American Geological Institute*”, apresentada por Freire (1984), é um grupo de processos pelos quais o material terroso ou rochoso é desagregado e removido de alguma parte da superfície terrestre e depositado em outro lugar. Nesse processo, ocorre a suavização do relevo do planeta.

A erosão pode ser *geológica*, ou normal, se sua ocorrência, quando comparada ao processo de formação dos solos, for de menor intensidade; apresenta-se *acelerada*, quando a referida intensidade for maior, sobrepondo-se ao processo de formação dos solos. Enquanto a erosão geológica não pode ser controlada, é insignificante e é até benéfica, a erosão acelerada precisa ser reduzida a níveis aceitáveis por meio de condutas de controle, sejam essas mecânicas e/ou vegetativas. Os solos utilizados na agricultura têm sua taxa de formação aumentada em 10 vezes que os solos não trabalhados, in Freire (1984).

Os agentes erosivos são:

- a) vento: preponderante em regiões áridas e semi-áridas.
- b) água: isoladamente, é o mais importante, agindo tanto como agente desagregador como transportador.
- c) variações de temperatura: com importância na erosão geológica.
- d) ondas marítimas.
- e) geleiras.

Todos os agentes são auxiliados pela ação da gravidade.

3.2 – Erosão hídrica

A erosão hídrica é o resultado da energia cinética da água causando desagregação, transporte e deposição, como apresentado por Nearing (1993). As formas de erosão causadas pela água nos solos são:

a) *embate*: provocada pelo impacto das gotas sobre o solo, com efeito predominantemente desagregador podendo causar o transporte por salpicamento.

b) *vertical*: quando as gotas atingem o solo, coberto com um filme d'água, provocam uma suspensão coloidal que pode se infiltrar e percolar. Isto resulta na formação das camadas adensadas que aumentam o deflúvio predispondo o solo às outras formas de erosão.

c) *laminar*: é a erosão formada pela enxurrada, cuja erosividade é proporcional a sua velocidade, turbulência e abrasividade. Geralmente é a forma de erosão que mais transporta material.

d) *sulcos*: a enxurrada tenderá sempre a procurar as depressões e estabelecer pequenos leitos ou sulcos. Conforme aumentam, formam canais e se permanecerem as condições erosivas, formarão as ravinas e resultarão em apreciável perda de material.

e) *subterrânea*: ocorre em solos pouco coesos que apresentam uma camada de impedimento inclinada, que permitirá o acúmulo da água percolada e seu escoamento removerá o solo. As camadas superficiais vão se acomodando e serão arrastadas também originando as voçorocas.

A *deposição* do material transportado é a última etapa do processo erosivo e ocorre em duas circunstâncias: quando a energia cinética da enxurrada for menor que aquela necessária para transpor as obstruções, ou quando for atingindo o limite crítico de capacidade de transporte.

Os prejuízos da deposição na erosão acelerada são:

a) recobrimento de solos férteis.

b) danos em pastagens e culturas.

- c) assoreamento e eutrofização de cursos d'água, represas e lagos.
- d) poluição de mananciais.

Quando o material transportado alcança as vias de drenagem da bacia ocorre a chamada produção de sedimentos.

3.3 – Sedimentos

Quanto ao volume de material, os sedimentos são os maiores poluentes dos cursos d'água, e é o manejo da bacia hidrográfica que determinará a quantidade e a qualidade dos sedimentos aportados nos canais.

Christofolletti (1981) considera que a remoção desse material das vertentes é governada segundo:

- a) fatores hidrológicos, como quantidade e distribuição das precipitações;
- b) estrutura geológica;
- c) condições topográficas;
- d) cobertura vegetal.

Das condições necessárias para evitar a remoção de material das vertentes, as passíveis de serem manejadas pelo homem são principalmente a cobertura vegetal, e com certo grau de liberdade, as condições topográficas. Em áreas agrícolas onde a cobertura vegetal é determinada pela espécie, e suas respectivas necessidades de espaçamento, a retenção de material nas vertentes é minimizada pelas técnicas de controle de erosão.

Os sedimentos podem ser classificados em solúveis e não solúveis e o modo como são transportados está intrinsecamente associado ao seu tamanho. Nas considerações seguintes, é possível observar essa estreita ligação.

3.3.1 - Sedimento dissolvido (SD)

É composto de sedimentos transportados em solução química nos cursos d'água. Considerando a erosão normal pode-se citar as fontes denudacionais como rochas, solos, aluviões e as não-denudacionais como fontes atmosféricas. Geralmente a quantidade de carga dissolvida fornecida pelas fontes denudacionais varia de 45 a 80% da carga dissolvida total, segundo Janda, in Christofolletti (1981). O manejo agrícola, com o uso das adubações e calagens, pode ser fonte potencial para esse tipo de carga.

O transporte ocorre na mesma velocidade da água e é carregada até aonde for o escoamento. A deposição somente se processará pela saturação que pode ser provocada pela evaporação.

Admite-se que na estação das chuvas, ocorra a diminuição da concentração de sais dissolvidos na água devido ao aumento do escoamento superficial, ocorrendo o inverso na época de estiagem, quando não havendo escoamento superficial, não haverá a diluição. O efeito da diluição acontece porque o fluxo superficial tem concentração menor que o fluxo básico, segundo Christofolletti (1981).

A ação da erosão poderá alterar essas proporções existentes pois aumentará a concentração do escoamento superficial e contribuirá para a perda de nutrientes. Esta perda acarretará a queda de fertilidade do solo, a impropriedade da qualidade da água para determinados usos e a eutrofização de corpos d'água.

Os parâmetros utilizados para a quantificação e a qualificação da carga dissolvida neste trabalho são:

3.3.1.1- Condutividade elétrica (CE)

Segundo o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, (1995) a CE é a expressão que traduz a capacidade de uma solução aquosa de transmitir corrente elétrica.

Essa capacidade depende da presença dos íons, e dos dados a eles relacionados - suas concentrações totais, mobilidades, valências, e concentrações relativas entre si - e da temperatura da solução.

Aragües et alli (1986) apud Martins (1990) descreve o termo CE (ou CE específica) como sendo a condutância por unidade de superfície de dois eletrodos separados por uma unidade de comprimento. Note-se que é o inverso da resistência específica (me), em ohm/cm :

$$CE = \frac{1}{me} \quad (3.1)$$

e como :

$$me = R_l \times \frac{A_{el}}{d_{el}} = R_l \times \frac{1}{K_c} \quad (3.2)$$

na qual:

A_{el} = área dos eletrodos (cm²)

d_{el} = distância entre os eletrodos (cm)

R_l = resistência (ohm)

Obtém-se:

$$CE = \frac{K_c}{R_l} \quad (3.3)$$

sendo:

K_c = constante da célula

Como a CE é o inverso da resistência, a unidade básica é mho/cm. O Sistema Internacional utiliza o termo Siemen, adotada doravante neste trabalho. Observe-se a equivalência: 1 Siemen é igual a 1 mho/cm.

Segundo Campbell (1949), apud Martins (1990), a CE aumenta aproximadamente 2% a cada grau centígrado ($^{\circ}\text{C}$) ganho; faz-se necessária uma padronização, a 25°C , para as devidas comparações. Esse valor de 2% não é uma constante e neste trabalho foi utilizado 0,0191, (1,91%) conforme está em Nour (1996). A relação usada é:

$$CE_{25} = CE_t \times \frac{K_c}{(1 + 0,0191) \times (25 - t)} \quad (3.4)$$

sendo:

CE_t = CE medida na temperatura original

t = temperatura original da amostra em ($^{\circ}\text{C}$).

3.3.1.2 - Dureza total (DR)

A dureza de uma solução, segundo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, (1995), é definida como a sua capacidade de precipitar sabões, fenômeno esse devido à presença de íons polivalentes, tais como o cálcio e o magnésio, alumínio, manganês, estrôncio e zinco. A dureza total acaba por expressar o teor de íons cálcio e magnésio, posto que a ocorrência destes é relativamente maior que a ocorrência dos outros íons.

A dureza é expressa em termos de carbonato de cálcio ($\text{mg CaCO}_3 / \text{L}$). O quadro (3.1) indica a classificação das águas segundo esse parâmetro, in Nour (1996).

Quadro (3.1) - Classificação das águas pela dureza.

Tipo de água	Teor de CaCO_3 (mg/L)
Mole (normal)	0 - 60
Moderadamente dura	61 - 120
Dura	121 - 180
Muito dura	> 181

Fonte: Nour (1996).

O cálcio é considerado o principal elemento transportado pelas águas naturais, segundo Christofolletti (1981), e seu teor pode ser aumentado pela prática da calagem nos solos agrícolas.

3.3.1.3 – Sílica (SiO_2)

Para Tan (1994), o teor de sílica dissolvida nas águas naturais é geralmente baixo, de 1 a 30 ppm (partes por milhão); e esse parâmetro tem sido utilizado no cálculo da taxa de denudação para diversos ambientes segundo Corbel, apresentado por Christofolletti (1981). Para áreas tropicais e clima com estação seca – características próximas às da área em estudo - a taxa encontrada foi de 0,1 a 4 $\text{m}^3/\text{km}^2.\text{ano}$. O quadro (3.2) mostra dados comparativos da qualidade da carga dissolvida, compilados por Turkey, na mesma referência.

3.3.1.4 - Sólidos dissolvidos

Os sólidos dissolvidos compõem a parcela filtrável dos sólidos totais de uma amostra de água, segundo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (1995) in Nour (1996). Suas partículas são menores que 1,2 μm (micrometro), podendo ser minerais (fixos), ou orgânicos (voláteis). São expressos em massa por volume.

Quadro. 3.2 - Teores de Ca e SiO_2 para pequenas bacias tropicais.

Bacia	Litologia	Área (km^2)	Ca (mg/L)	SiO_2 (mg/L)	SD (mg/L)
Ei Creek (Papua)	Aglomeros vulcanicos	16,25	1,34	31,33	74,65
BabindaCr. (Queensla)	Granito	15,36	0,62	10	33
Davis Creek	Granito	5,59	0,95	14	46

Fonte: Cristofolletti (1981).

3.3.2 - Sedimento em suspensão (SS)

É constituído de partículas de granulometria reduzida, que podem ser minerais - argila e silte - ou orgânicas. Esses elementos, por apresentarem tamanho ínfimo, mantêm-se em suspensão pelo fluxo turbulento, sendo carregados quase com a mesma velocidade que a água.

O sedimento em suspensão representa a principal contribuição na produção de sedimentos em relação aos solos agrícolas, na medida em que é constituído de frações mais finas - especialmente colóides de argila e orgânicos - que retêm os nutrientes necessários à produção

vegetal. Dessa forma, o material transportado tem maiores percentagens de nutrientes geralmente, do que o solo remanescente, in Freire (1984).

Os sedimentos em suspensão provenientes das vertentes, correspondem à chamada carga de lavagem nos rios, sendo de 80 a 90% da carga total transportada, in Chow (1964), apud Nascimento et alli, (2000). Os autores encontraram valores de 82,6 a 96,8% da carga total, empregando três métodos diferentes, para a carga de lavagem transportada pelo rio Atibaia, na seção de Souza, Campinas-SP, na bacia do rio Piracicaba.

O parâmetro utilizado neste estudo é a concentração de material em suspensão que é a componente suspensa dos sólidos totais de uma amostra de água. São consideradas partículas maiores que $1,2\ \mu\text{m}$, obtidas por filtração, cuja concentração é expressa em massa por volume, como apresentado por Nour (1996).

3.3.3 - Sedimento de leito

Composto por partículas de granulometria maior que o silte, como areias e cascalhos, e são transportadas com velocidade consideravelmente menor que a velocidade do escoamento. Seu movimento ocorre através da saltitação, arrastamento, ou rolamento no leito. O sedimento de leito corresponde a valores que variam entre 5 a 12% da carga em suspensão, in Garde & Raju (1985). A textura do solo (como, por exemplo, um solo com predominância de areia) é fator preponderante para a obtenção desses valores.

O material de leito, bem como, outros, tem origem na vertente da bacia, que passam por processos seletivos, em função de seu diâmetro, quando chegam aos canais. Embora não sejam tão relevantes, em termos de erosão agrícola, serão estudados, neste trabalho, no aspecto qualitativo, ou seja, na sua correlação com o tipo e a textura do solo.

3.4 – Nutrientes

O solo é o reservatório de água e sais nutrientes. Esses últimos podem ser avaliados em termos quantitativos e qualitativos mediante uma análise química.

Os parâmetros químicos úteis para esse estudo são:

1– *Matéria orgânica (MO)* : de origem animal ou vegetal, beneficia o solo promovendo uma melhoria nas condições físicas, especialmente na porosidade e na capacidade de retenção de água. É também um reservatório de minerais, como apresentado por Martins (1990). Observe-se que teores menores que 1% são considerados baixos.

2 - *Soma de bases (S)* : é o somatório dos teores de íons cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), potássio (K^{+1}) e sódio (Na^{+1}).

3 - *Capacidade de troca catiônica (T)*: é o somatório de S com os teores de íons hidrogênio (H^{+}) e alumínio (Al^{+3}) trocáveis.

4- *Índice de saturação de bases (V%)* , cuja definição é dada pela relação :

$$V = \left(\frac{S}{T} \right) \times 100 \quad (3.5)$$

Se o valor for menor que 50 %, o solo é considerado distrófico, ou seja, é um reservatório pobre em nutrientes; será um solo eutrófico quando apresentar um índice de saturação de bases maior que 50 %.

5 – *Potencial hidrogeniônico (pH)* : refere-se à concentração de íon hidrogênio em uma solução. A análise fornece essa concentração em água e em solução de cloreto de potássio (KCl). A partir desses dados, pode-se obter o chamado potencial zeta (ζ), que indicará o tipo de carga predominante - positiva ou negativa – e, conseqüentemente, o tipo de íon. A diferença entre os valores de pH indica esse potencial zeta, in Prado,1991 :

$$\Delta pH = pH_{KCl} - pH_{H_2O} \quad (3.6)$$

Se $\Delta pH < 0$, há predominância de carga negativa, ou maior capacidade de reter cátions, tais como cálcio, magnésio, sódio, potássio, entre outros.

Se $\Delta pH > 0$, há predominância de carga positiva, ou maior capacidade de reter ânions, tais como cloretos, fosfatos, nitratos, etc.

Se $\Delta pH = 0$, ocorre o ponto de carga zero (PCZ).

As perdas de nutrientes do solo ocorrem por meio de quatro processos, in Van Raij (1991):

- a) - *remoção pelas culturas*: é previsível e compensado pela adubação e calagem;
- b) - *volatilização*: ocorre principalmente com o nitrogênio, no caso da desnitrificação. A queima de restos de cultura promovem as perdas de nitrogênio (N) e enxofre (S). A queima da palha da cana-de-açúcar para a colheita, por exemplo, também corrobora para essa perda;
- c) - *erosão*: especialmente importante devido ao transporte de nutrientes no escoamento superficial. As maiores perdas de fósforo (P), em áreas agrícolas estão associadas a essa forma devido à adsorção do elemento às partículas coloidais do solo. A erosão pode ser responsável por 75 a 90% do fósforo perdido in Tisdale (1985). Outros nutrientes podem estar adsorvidos pelas argilas e pelos colóides orgânicos e serem transportados da mesma maneira. O controle dessas perdas se baseia no controle da própria erosão e
- d) - *lixiviação*: é um processo importante que alimenta a carga dissolvida nas calhas de drenagem. Segundo o autor, é provável que a nitrificação, e suas consequências, sejam a causa mais importante de empobrecimento dos solos.

A maioria dos solos apresenta carga negativa, o que é avaliado pelo potencial zeta (ζ). Assim os ânions tais como nitrato (NO_3^-), cloreto (Cl^-) e, em parte o sulfato (SO_4^{2-}), não são retidos e tornam-se passíveis de arrastamento pelo perfil do solo, sob a ação das águas de percolação. Nesse movimento, obedecendo ao princípio da eletroneutralidade, esses ânions

carrearão quantidades equivalentes de cátions tais como cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), potássio (K^{+1}) e sódio (Na^{+1}).

O ânion NO_3^- , por ser o mais abundante, é considerado o mais importante nesse processo de lixiviação. Geralmente provém da nitrificação do íon amônio (NH_4^+), seja ele originado da matéria orgânica do solo, ou dos adubos nitrogenados, verdes ou inorgânicos. A reação da nitrificação é acidificante:



Observa-se então que na formação de um ânion de NO_3^- , produzem-se dois cátions de H^+ ; estes irão deslocar cátions trocáveis, ou seja, os que estão aderidos aos colóides de argila do solo. Esse processo enriquece a solução do solo em sais que ficam passíveis de serem lixiviados pelas águas de percolação.

Como o solo agrícola recebe aportes químicos da calagem e da adubação, os íons cálcio e magnésio, ajudarão a indicar as perdas nutricionais, sob um tipo de aporte externo como a calagem. A sílica permitirá o estudo através de um elemento não adicionado, via de regra, pelo homem quando do manejo do solo.

3.4.1 - Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg)

A concentração de cálcio na crosta terrestre está em torno de 3,64% e o seu teor nos solos varia muito, sendo considerada uma média de 1,4%, in Tan (1994). Não é encontrado na forma “fixa”, e pode ficar ligeiramente não disponível quando se apresentar ligado ao fósforo e o pH próximo da neutralidade, in Jorge (1983), apud Martins (1990).

O cálcio se encontra no solo nas seguintes formas: minerais primários; calcário inativo; calcário ativo; cálcio trocável e cálcio solúvel, in Duchaufour (1965), na mesma referência.

Essas duas últimas dependem da quantidade de calcário ativo e são as formas mais importantes em relação à nutrição vegetal.

O magnésio compõe 2,35% da crosta terrestre, in Jorge (1983) apud Martins (1990); no solo, seu teor é de 0,5% em média, podendo alcançar uma concentração de 10 ppm na solução do solo, in Tan (1994). Pode ser encontrado nas formas pouco solúveis, e nas formas trocável e solúvel. Apresenta um comportamento semelhante ao do cálcio, diferenciando-se desse elemento por ocorrer em menores quantidades e ser retido com menor energia pelas partículas coloidais.

As formas trocável e solúvel dos íons, encontradas no solo, têm maneiras diferentes de alcançarem as águas nos canais. A forma solúvel - presente na solução do solo e passível de absorção vegetal - é mais prontamente lixiviada até o lençol, e a taxa de lixiviação depende da quantidade de água no solo. Assim sendo ao longo do todo ano haverá perda de íons da forma solúvel. A forma trocável está aderida às partículas coloidais - minerais ou orgânicas - do solo e é liberada para a solução deste, mediante um equilíbrio químico. Assim sendo os íons aderidos só serão transportados junto com as partículas, o que ocorrerá no escoamento superficial, ou seja, principalmente na época chuvosa.

A importância do cálcio como nutriente está ligada às características estruturais da membrana celular. Esse elemento exerce um papel direto na divisão celular e age como ativador ou inibidor de diversas enzimas tais como amilases, fosfolipases e quinases. Participa com 1% da composição das folhas da cana-de-açúcar e a cada cem toneladas de colmo da gramínea colhidas, são extraídos 19 kg de cálcio, in Haag & Sarruge (1972).

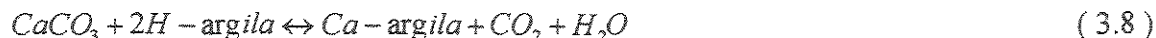
O magnésio é elemento componente da molécula da clorofila; tem função essencial na fotossíntese, além de ser ativador de enzimas. É considerado nível normal na cana-de-açúcar o teor de 0,10 %, e a cada cem toneladas colhidas são extraídos 31 kg de magnésio (apud cit).

A aplicação de calcário ao solo é uma prática que procura corrigir deficiências que determinado solo possa apresentar. O calcário é classificado em 3 tipos, como apresentado por Van Raij (1991): *calcítico*, com teores de MgO menores que 5%; *magnesiano*, com teores de

óxido de magnésio, MgO, variando de 5 a 12% e o *dolomítico*, com teores de MgO maiores que 12%.

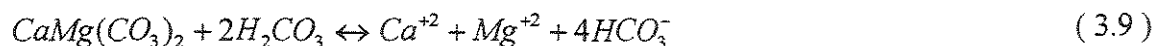
A calagem tem as seguintes funções:

- a) - elevar o pH - a quantidade de calcário a ser aplicada ao solo depende da análise de solo e do próprio calcário; mas como regra prática, a aplicação de uma tonelada de calcário por hectare eleva 0,5 ponto do pH do solo.
- b) - aumentar a disponibilidade de outros nutrientes;
- c) - fornecer cálcio mediante a equação:



- d) diminuir a toxicidade do alumínio.

O calcário dolomítico, que apresenta em sua composição o mineral dolomita fornece ambos nutrientes:



Nas regiões úmidas as principais perdas ocorrem por meio do processo lixiviação pela água de drenagem, numa taxa de 3,4 a 9,07 t/ha.ano, in Tisdale (1985). Leite (1985) encontrou perdas de cálcio de 85,8 kg/ha.ano em parcelas (áreas destinadas à experimentação) cultivadas com cacau (*Teobroma cacao*). Arcova & alli (1993), in Arcova & De Cicco (1998), encontraram uma perda de cálcio e magnésio, por deflúvio, de 15,8 Kg/ha, em microbacia florestada na Mata Atlântica em São Paulo.

A sua forma bicarbonatada (bicarbonato de cálcio) se mantém estável ao longo do transporte fluvial, e sua quantidade pode ser reduzida por ação bacteriana, nas áreas onde o escoamento seja lento, in Christofolletti (1981).

Em termos médios, consideram-se os balanços para cálcio e magnésio in Haag & Sarruge (1972), como constam no quadro (3.3):

Quadro (3.3) - Balanço de Cálcio e Magnésio.

Processos	Cálcio (kg/ha.ano)	Magnésio (kg/ha.ano)
Adição		
Reservas do solo	10-100	5-10
Adubação orgânica	30	
Adubação mineral	40	5-15
Perdas		
Lixiviação	20-200	5-30
Colheita	30-150	10-30

Fonte: Haag & Sarruge, 1972.

3.4.2 – Silício (Si)

O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, com uma concentração de 27,8%, e no solo, sua presença pode estar entre 23 e 35%. Em solos tropicais, altamente intemperizados, o teor é de 9%, in Lal & Stweart (1994). Apresenta-se principalmente como ácido monossilícico na solução do solo.

A solubilidade do silício na água não é afetada se o pH encontra-se numa faixa entre 2 e 9, o que faz com que a concentração na solução do solo permaneça constante e menor que 140 ppm, in Tan (1994). São considerados níveis normais entre 3 a 37 ppm , in Tisdale et alli (1985).

O silício é considerado micronutriente vegetal, ou seja, é necessário aos vegetais em quantidades muito pequenas, como essa necessidade é suprida, geralmente, pelo próprio solo,

não se requer um aporte externo. É mais exigido pelas gramíneas, de 10 a 20 vezes mais em termos de concentração nos tecidos que outras espécies. A função do silício nos vegetais está associada, in Savanti et alli (1999), com:

- maior resistência ao acamamento;
- pragas e doenças;
- perda de água por evapotranspiração;
- redução da toxicidade para determinados metais pesados.

A concentração de silício nos tecidos das cana-de-açúcar é alta, variando de 0,14% em folhas jovens até 6,7% nos colmos e folhas velhas, in Kondörfer & Datnoff (1995). A cultura absorve mais silício que qualquer outro nutriente, chegando a acumular aproximadamente 380 kg/ha, com um ano de idade, in Savanti et alli (1999).

Estudos indicam a viabilidade da adubação da cana-de-açúcar com silício, pois segundo Kidder & Gascho (1977) in Kondörfer & Datnoff (1995), os aumentos de produtividade variam de 10 a 35%.

3.5 – Uso e ocupação do solo

O manejo e a ocupação do solo em bacias rurais são os principais aspectos na conservação da água e do solo.

Azevedo et alli (1995) estudaram características físico-químicas de nove microbacias rurais ocupadas com mata nativa, pastagem e reflorestamento com *Eucalyptus grandis*, no Estado da Bahia. Concluíram que o tipo de solo - e não o uso da bacia - exerceu influencia nas características do deflúvio. Os parâmetros que orientaram a avaliação foram: sólidos totais, sólidos em suspensão e íons potássio, sódio, cálcio e magnésio, e as respectivas concentrações foram expressas em mg/L.

Outras informações, além das referidas, podem ser obtidas se for considerada a influência da vazão no transporte dessa carga - ou seja, analisar as características desses escoamentos, e se utilizar a descarga. Como exemplo, a partir dos dados dos autores, há duas bacias com características de área e vazão diferentes e com concentração de sólidos totais (ST) muito próximas, como pode ser observado nos dados do quadro 3.4.

Verifica-se que as vazões específicas e descargas específicas foram muito próximas, ou seja, as contribuições de água e sedimentos totais por hectare podem ser consideradas praticamente iguais. Porém, os valores de vazão mostram que são dados de época de estiagem, quando a produção de sedimentos é minimizada. Na época chuvosa o efeito protetor da cobertura florestal, muito provavelmente, seria verificado.

Quadro 3.4 – Dados comparativos entre bacias estudadas por Azevedo et alli (1995)

Bacia	A (ha)	cobertura	Q (L/s)	SoT (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	CE (us/cm)
A	58	floresta / eucalipto	0,79	112	4,7	107,3	90,5
B	107	pastagem	1,48	100	5,9	94,1	73,2

Quadro 3.4 – Dados comparativos entre bacias estudadas por Azevedo et alli (1995).

(cont)

Bacia	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Qesp (L/s.ha)	GSTesp (g/s.ha)	GDT (g/s.ha)	GDRsp (g/s.ha)
A	1,78	1,27	0,01362	5,53	126,27	3,58
B	0,43	0,9	0,01383	4,76	112,45	1,58

Martins (1996) ao avaliar as condições para obtenção de um sistema de monitoramento, em sub-bacia de 3500 ha, com cana-de-açúcar e pastagem no oeste paulista encontrou uma taxa de transporte de sedimento de 31,91 g/s na época de estiagem, dado indicativo de elevado assoreamento e falta de manejo adequado.

As condições hidráulicas do escoamento devem ser avaliadas conjuntamente, como está indicado opus, cit.; como exemplo, quando na referida avaliação, fez-se o estudo das calhas da bacia, foi encontrado um afluente que, apesar de apresentar uma vazão de menos de 2% da vazão total do riacho, tinha uma elevada capacidade de transporte de sedimentos, pois era supercrítico ($Fr > 1$), com uma turbidez igual a 25 NTU (unidades nefelométricas de turbidez).

Arcova & De Cicco (1998), estudaram 7 bacias nas cabeceiras do rio Paraíbuna no Estado de São Paulo. A microbacia número 2, com 36,7 ha e coberta por floresta natural, apresentou uma turbidez menor ou igual a 20 NTU em quase todo o período compreendido de novembro de 1994 a abril de 1996. A microbacia número 7, com 460 ha e com cobertura diversificada - floresta natural, reflorestamento, pastagem e agricultura -, apresentou valores baixos de turbidez na época mais seca, com valor menor ou igual a 20 NTU; contudo, na época chuvosa, o aumento dessa taxa foi de 4 a 5 vezes.

O desempenho do tipo de cobertura vegetal no escoamento superficial, e conseqüentemente no transporte erosivo pode também ser avaliado em parcelas experimentais. Honda & Ochiai (1998) estudaram 4 parcelas de solo com textura média, na região oeste do estado de São Paulo:

- a parcela Rn era vegetada por espécies arbóreas nativas da região, embora muito jovens com 1,5 m de altura, sem fechamento do dossel, com o piso recoberto pela forrageira braquiária (*Brachiaria decubensis*).

- a parcela CA, com cana-de-açúcar, adulta, no segundo ciclo;
- a parcela SU, era o terreno preparado com sulcos;
- a parcela Ds, terreno descoberto.

O quadro (3.5) resume alguns dados, tais como o escoamento superficial e a concentração média de sedimentos em suspensão para um evento pluvioso total de 42,1 mm, com dois picos.

Quadro 3.5 - Comparação de ES e SST entre diferentes usos do solo

PARCELA	ESCOAMENTO SUPERFICIAL (mm)	SST (g/L)
Rn	0,01	0,07
CA	1,0	0,45
SU	22,1	0,46
Ds	21,3	1,41

Fonte: Honda & Ochai ,1998.

O escoamento superficial, ES, foi 100 vezes maior na parcela com cana-de-açúcar em relação à parcela reflorestada; e 22,1 vezes menor que na parcela com sulcos, muito próximo da parcela com o solo descoberto, de 21,3 vezes.

Independentemente do uso do solo, a produção de sedimentos aumenta com o aumento do escoamento superficial; e maiores escoamentos estão associados a maiores e mais intensas precipitações, devido ao fato de maior energia cinética estar atuando nas vertentes e calhas, in Dunne (1979). O autor estudou bacias hidrográficas no Kênia, país da África, e encontrou boas correlações entre o “runoff”(ES) em mm, e a produção de sedimento (SY) em t/km².ano, para quatro tipos de coberturas:

Para bacias com florestas:

$$SY = 2,67 \times ES^{0,38} \quad r = 0,98 \quad n = 4 \quad (3.10)$$

Para bacias com mais floresta que agricultura:

$$SY = 0,042 \times ES^{1,18} \quad r = 0,75; \quad n = 10 \quad (3.11)$$

Para bacia com mais agricultura que floresta:

$$SY = 0,038 \times ES^{1,41} \quad r = 0,73; \quad n = 39 \quad (3.12)$$

Para bacias com pastagem predominante:

$$SY = 0,002 \times ES^{2,74} \quad r = 0,87; \quad n = 7 \quad (3.13)$$

Nessas equações verifica-se que quanto menor o expoente do termo ES, menor é a inclinação da reta, indicando que, para os mesmos aumentos de ES, haverá menores aumentos para SY; essa relação foi demonstrada pelo coeficiente 0,38 para a bacia com floresta, e um valor mais alto, de 2,74, para a bacia com pastagem.

3.5.1 – Cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum*, spp)

A cana-de-açúcar é uma gramínea originária da Ásia e foi introduzida no Brasil no século XVI, trazida da Ilha da Madeira pelos portugueses. Fornece principalmente açúcar e atualmente, também o álcool. É uma cultura semiperene, com três cortes (duas socas), em média.

Essa cultura é a quarta em área cultivada no País - $4,6 \times 10^6$ ha, sendo $2,73 \times 10^6$ ha na região sudeste - e a agroindústria da cana-de-açúcar emprega um milhão e duzentas mil pessoas, in Ripoli, (2000). A produtividade média brasileira é de 70 t/ha.

O cultivo de cana-de-açúcar requer um preparo mecanizado do solo, seja para a instalação do canavial, seja na reforma deste, o processo de preparo inclui a aração, gradagem e subsolagem para favorecer a germinação, melhorar as condições ar-água e evitar a incidência de ervas daninhas. Essas práticas expõem o solo à erosão hídrica exigindo medidas de controle para minimizá-la, in Freire (1984).

As características da colheita da cana-de-açúcar também determinam uma dinâmica própria no processo de reciclagem dos nutrientes. A colheita pode ser manual ou mecanizada. A manual requer a queimada prévia para facilitar o corte e evitar que os cortadores se acidentem. Essa prática elimina 80% do resíduo formado por ponteiros e folhas verdes e secas, in Ripoli et alli (2000). Segundo Molina Jr (1991) opus. cit., 25% da massa aérea vegetal são resíduos e parte das cinzas se deposita na superfície do solo liberando nutrientes.

No modo mecanizado, toda a palhada fica na superfície dos solo e libera os nutrientes paulatinamente, em função de sua decomposição. A mineralização, depende da temperatura, das condições hídricas, do teor de oxigênio, da relação C/N (carbono/ nitrogênio), e dos teores de lignina, celulose, hemicelulose e polifenóis, in Oliveira et alli (1999). Os autores estudaram a decomposição da palhada - tratamentos com cloreto de potássio e uréia, e condições hídricas controladas - e constataram que a massa de palha foi reduzida em 70% após 11 meses de permanência no solo. A liberação média de cálcio foi de 57% e de magnésio, 68%, em relação ao teor inicial para a variedade SPBO-1842.

A quantidade de resíduo depende da espécie; Ripoli (1991), apud Ripoli et alli (2000), encontrou 31,85 t/ha para a variedade SP71-1406 e 19,52 t/ha para a NA56-79.

Existe outra atividade que retorna material com nutrientes aos solos da bacia: a aplicação de vinhaça, um subproduto da fabricação do álcool (para cada litro de álcool fabricado, produzem-se 11 litros de vinhaça). O subproduto é rico em nutrientes, sendo o potássio seu principal constituinte (em termos econômicos) com teores variando de 2722 a 3838 mg/L; os teores de cálcio são da ordem de 3267,8 a 9510 mg/L e os de magnésio, de 349,7 a 421,4 mg/L, dentre outros elementos in Vieira et alli (2000).

A palhada no solo que evita a retirada de material da bacia, e o retorno pela vinhaça, permitem que os nutrientes liberados, além de poderem ser absorvidos pela cultura, fiquem passíveis de lixiviação atingindo o escoamento básico; há também a possibilidade de, por estarem na superfície, os nutrientes serem carregados pela enxurrada.

3.5.2 – Cultura de citros (*Citrus*, spp)

As frutas cítricas são, geralmente, originárias da Ásia, de países de clima subtropical e tropical. Cultivadas desde a antiguidade, chegaram à Europa, e foram trazidas ao Brasil pelos portugueses .

O Brasil é o maior produtor mundial de citros, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor do País, com mais de 16 milhões de toneladas por ano . O suco de laranja é o quarto produto da exportação nacional, com 1,1 milhão de toneladas. O faturamento anual é superior a R\$ 1,5 bilhão e a citricultura emprega quatrocentas mil pessoas diretamente, in *O Estado de São Paulo* (03/2001). A produtividade média no estado é de 18 t/ha.

A cultura de citros é perene e oferece boa proteção ao solo conforme o pomar vai se desenvolvendo; contudo, para os respectivos plantio e manutenção, requer tratos culturais que expõem o solo à erosão hídrica. Na instalação do pomar, requer a aração e gradagem, e na manutenção, são necessárias as capinas manuais ou mecanizadas, podendo assim aumentar a produção de sedimentos nessas fases.

A citricultura também necessita de adubações e calagens, monitoradas a cada ano, em função das condições do solo e das necessidades das plantas. Não há, porém, retornos de nutrientes tão expressivos como os vistos no manejo da cana-de-açúcar. A contribuição foliar para a reciclagem ocorre de forma mais lenta, conforme a queda das folhas das árvores, conferindo uma dinâmica própria para a reciclagem dos nutrientes.

O efluente cítrico da indústria do suco não é considerado um fertilizante embora apresente em sua composição de 31 a 141 mg/L de fósforo; 201,9 a 213,8 mg/L de potássio; 188 a 196,6 mg/L de cálcio e 18,96 a 19,9 mg/L de magnésio, in Vieira et alli (2000). Os autores estudaram a aplicação do efluente em solo franco argilo-arenoso coberto com capim *Brachiaria brizantha* por 3 anos e encontraram melhoria nas condições de fertilidade do solo. Cada tonelada de laranja processada produz 558,8 L de efluente.

3.6 Quantificação do material erodido

A quantificação do material perdido pode ser feita das seguintes formas, como apresentado por Costa (1988) :

a) diretamente:

a.1) Método com estacas metálicas enterradas com anilha no topo: essa anilha descerá, então, conforme houver a perda de solo. Esse método requer tratamento estatístico e, embora ofereça boa aproximação, não é recomendável para solos agrícolas devido às práticas de preparo e cultivo.

a.2) Secção de controle: por meio de medidas de vazão, de material suspenso, e de leito num tanque. É recomendável para pequenas bacias.

b) indiretamente

Pode-se quantificar e também prever, indiretamente, a erosão em áreas agrícolas por meio de equações empíricas e de modelos que relacionam a perda de solo com as características físicas e/ ou hidrológicas da bacia tais como área, declividade, tipos de solo, cobertura vegetal, precipitação, infiltração, entre outras.

3.7 –Equações para a quantificação da erosão em áreas agrícolas

A observação dos dados indica que há uma forte correlação entre a vazão na secção e a quantidade de material suspenso. Leopold & Maddock, in Christofolletti (1974), propuseram a seguinte equação:

$$Ss = p \times Q^j \quad (3.14)$$

na qual:

S_s = carga de sedimentos em suspensão

Q = vazão líquida fluvial

p, j = constantes

A equação também indica que a carga em suspensão aumenta em proporção muito maior que qualquer outro elemento da geometria hidráulica relacionado com a vazão. A razão principal desse comportamento é o fato de que a carga de sedimento não provém unicamente da ação abrasiva do escoamento fluvial sobre o seu fundo e suas margens, mas principalmente da lavagem das vertentes pelo escoamento superficial.

Verificam-se, a partir desse fenômeno, não somente a importância da proteção da vertente por meio das técnicas de controle da erosão aplicadas ao solo, como também a relevância da cobertura vegetal nesse processo, representada pela cultura agrícola.

Miraki, apud Garde & Raju (1985), estudou os dados de 32 grandes bacias na Índia e obteve equações de regressão que correlacionam o volume de sedimentos às características físicas da bacia, aos dados de precipitação e a um fator de erodibilidade, cujo valor é 0,6 para áreas aráveis. As equações estão discriminadas a seguir e mostra-se que a primeira delas é mais precisa, uma vez que correlaciona seis fatores ao volume de sedimentos; as demais podem se tornar úteis conforme a disponibilidade de dados. O autor não apresentou o coeficiente de determinação para tais equações:

$$Vsa = 1,182 \times 10^{-6} \times A^{1,026} \times P^{1,289} \times Q^{0,287} \times S^{0,075} \times Dd^{0,398} \times Fe^{2,422} \quad (3.15)$$

$$Vsa = 1,067 \times 10^{-6} \times A^{1,292} \times S^{0,129} \times Dd^{0,397} \times Fe^{2,510} \quad (3.16)$$

$$Vsa = 2,040 \times 10^{-6} \times A^{1,154} \times P^{1,071} \times S^{0,060} \times Fe^{1,893} \quad (3.17)$$

$$Vsa = 4,169 \times 10^{-5} \times A^{0,841} \times P^{0,139} \times Q^{0,312} \quad (3.18)$$

nas quais :

V_{sa} = volume de sedimentos absoluto anual (Mm^3)

A = área da bacia (km^2)

S = declividade da bacia

P = precipitação anual média (cm)

Q = escoamento superficial anual (Mm^3)

Dd = densidade de drenagem (km^{-1})

Fe = fator de erodibilidade

O erro da equação mais completa, (3.15), foi de + ou - 30% para somente 4 dos 32 reservatórios.

Khosla, apud Garde & Raju (1985), relacionou V_s com a área:

$$V_s = 3,23 \times 10^{-3} \times A^{0,72} \quad (3.19)$$

sendo:

V_s = volume de sedimentos aparente (Mm^3)

Na mesma referência, Kirkby, relacionou V_s com outros parâmetros:

$$V_s = 2,33 \times 10^{-4} \times S^a \times L^b \times A \quad (3.20)$$

sendo:

S = declividade

L = comprimento da bacia em Km

a = constante que varia de 0,4 a 1,9

b = constante que varia de 0,6 a 1,0.

Fournier, apud Cooke & Doornkamp (1990), desenvolveu uma equação empírica que correlaciona a carga específica de sedimento em suspensão às características físicas e hidrológicas da bacia. Embora tenha padrões globais, pode ser utilizada para condições específicas e, para facilitar seu uso, foram realizadas simplificações segundo categorias de chuva e relevo. Para as condições de clima tropical e relevo suave – semelhantes às condições das bacias em estudo - a equação de Fournier é:

$$Y = 24,12 \times \left(\frac{p^2}{Pa} \right) - 475,4 \quad (3.21)$$

sendo:

Y = carga específica anual (t / km^2)

p = maior precipitação mensal do ano (mm)

Pa = precipitação média anual.(mm)

A desvantagem da equação (3.21) encontra-se na sua generalização com dados de variância e qualidade desconhecidas.

A produção de sedimentos pode ser estimada considerando as características hidrológicas de infiltração e escoamento superficial da bacia por meio do modelo de Kirkby, apud Cooke & Doornkamp (1990):

$$OF = Pa \times e^{-(rc-h)/ro} \quad (3.22)$$

na qual:

OF = escoamento superficial anual (mm)

Pa = precipitação anual (mm)

e = evapotranspiração (mm)

$(rc - h)$ = capacidade de armazenamento de água do solo

r_o = precipitação média dos dias chuvosos (mm)

e

$$SY = 170 \times (q \times OF)^2 \times tg\beta \times 10^5 \quad (3.23)$$

na qual:

SY = carga específica anual (m^3/km^2ano)

$(q \times OF)$ = vazão específica anual do escoamento superficial (m^3/km^2ano)

β = ângulo da declividade média.

O modelo requer dados de infiltração e informações climáticas básicas, o que o torna mais indicado que o modelo de Fournier para condições específicas.

A produção de sedimentos também pode ser expressa mediante a chamada taxa de liberação de sedimento ($D\%$), definida por:

$$D\% = \frac{Y}{T} \times 100 \quad (3.24)$$

na qual:

Y = produção de sedimento, que é medida numa secção de controle, em carga específica por tempo.

T = erosão bruta, ou total, que inclui o sedimento depositado na área, em carga específica por tempo.

Das equações que possibilitam quantificar a perda de solos a equação universal de perda de solo, EUPS, é a mais recomendada para bacias agrícolas. Observe-se que quanto menor for a área, maior será a precisão dos resultados obtidos.

3.8 – Equação universal de perda de solo

É um modelo de previsão da erosão média que ocorre por um longo período em função do escoamento superficial em áreas com sistemas de cultivo e manejo específicos. Um considerável número de dados permitiu que o *Soil Conservation Service of USA* propusesse a equação universal, na qual a erosão é uma função da erosividade do agente - no caso, a água da chuva - e da erodibilidade do material que é o solo. Essas variáveis são traduzidas em números e cada um deles é uma variável independente; e o seu produto representa a perda de solo, in Wischmeier & Smith (1978).

A equação apresenta a seguinte forma:

$$A_1(t/ha) = R \times K \times LS \times P \times C \quad (3.25)$$

na qual:

A_1 = perda solo calculada (t / ha)

R = fator erosividade da chuva (MJ mm / ha h)

K = fator erodibilidade do solo (t ha hora / ha MJ mm)

LS = fator topográfico (adim)

P = fator prática de conservação (adim).

C = fator uso e manejo do solo (adim)

3.8.1 - Perda de solo calculada (A_1)

A quantidade de solo perdida permite, além de dimensionar a erosão, manejar o cultivo para que se obtenham condições de trabalho compatíveis com a perda permissível.

Segundo Bennet, apud Freire (1984), a perda permissível, ou tolerável, é um conceito relacionado à produtividade do solo, ou seja, o quanto se pode perder sem afetar a produção.

Os limites de tolerância se baseiam no balanço existente entre os processos de formação dos solos e as taxas de perda. Buol et alli (1973), apud Guerra (1998), indica que as taxas de formação variam de 0,01 a 7 mm por ano nas várias partes do mundo.

Os referidos limites, para solos do Estado de São Paulo, são de 5 t/ha para os podzólicos e de 12 t/ha, para os latossolos. Esses valores são médios, in Bertoni & Lombardi (1985).

Na mesma referência, Bennet (1939) e Hall et alli (1979), sugerem que em solos de textura média a moderada, e situados em áreas com bom manejo, as taxas de formação do horizonte A podem chegar a 1,12 Kg/m².ano; e Hudson (1981) considera aceitáveis perdas nos valores de 0,2 a 0,5 Kg/m².ano para solos de pouca profundidade e/ou muito susceptíveis à erosão. A taxa de formação em um solo agrícola chega a ser 10 vezes maior que o solo não manejado, in Freire (1984).

Do ponto de vista ambiental esse conceito de perda tolerável merece ser revisto, pois parte desse material ao sair de sua origem, será transportado para as calhas de drenagem, conseqüentemente, comprometerá o ecossistema como um todo. Fica patente, então, que o critério da produtividade não deve ser o único a ser levado em conta na decisão de manejo de determinada área. Estima-se que 80% da área cultivada no Estado de São Paulo esteja sofrendo processo erosivo além dos limites chamados de tolerância, com uma perda anual de aproximadamente 200 milhões de toneladas de solo, in Gouveia (1996).

O valor de A_1 considera a erosão laminar e a erosão por sulcos, excluindo aquelas provocadas por voçorocas e desbarrancamentos. Inclui-se também em A_1 , a quantidade de sedimento depositado nas depressões que não atingiram as vias de drenagem ou os reservatórios à jusante.

Costa (1988), mediu a perda de solos para uma bacia de ordem zero – somente com as vertentes e sem canais, com escoamento básico - com cultura de milho, muito próxima à área focalizada neste estudo, e encontrou um valor de 9,3 t/ha.ano.

3.8.2 - O fator erosivo da chuva ou erosividade (R)

O fator erosivo R é um parâmetro composto, resultante do produto da energia cinética da chuva (E), e pela sua intensidade máxima de 30 minutos (I_{30}). Pode ser calculado para chuvas individualizadas e, por somatório, pode-se obter valores semanais, mensais ou anuais.

O parâmetro representa a erosividade da chuva. A erosão por impacto das gotas tem papel preponderante no processo, pois é a que mais consome energia; e assim, quanto mais intensa a chuva, maior será a sua erosividade. A energia do impacto é centenas de vezes maior que a energia do escoamento superficial, circunstância essa que justifica a sua importância.

A energia E de uma chuva é dada por:

$$E = e \times P \quad (3.26)$$

na qual:

e = energia específica (energia/área x altura de chuva).

P = altura de chuva.

Como a energia total (E) não representa por si só a erosividade – uma vez que esta é função do tempo e da vazão suficiente para transporte do material - o índice I_{30} indica o papel da intensidade da chuva na erosão. O índice representa a intensidade média para os 30 minutos contínuos que apresentem maior queda pluviométrica e pode ser obtido por:

$$I_{30} = 2 \times Vr \times F \quad (3.27)$$

sendo:

Vr = Total da chuva (mm).

F = fator dependente do coeficiente de não uniformidade e do tempo de duração da chuva em relação a 30 minutos, (h^{-1}). Há disponibilidade em ábaco.

Assim sendo, a erosividade (R), que é igual ao produto, é definida por:

$$E \times I_{30} = 2 \times em \times Vr \times G \times F \quad (3.28)$$

na qual:

G = fator, menor que 1, relativo a não uniformidade das chuvas. Há disponibilidade em ábaco.

Costa (1988) encontrou valores de R , para um local próximo das bacias hidrográficas em estudo nesta pesquisa, que variaram de 6 a 858 MJ.mm/ha.h

3.8.3 - O fator erodibilidade do solo (K)

Numa bacia pode haver vários tipos de solo e, respectivamente, susceptibilidades diferentes à erosão. O fator K , de erodibilidade do solo, permite avaliar cada solo, com suas características físicas e químicas.

O fator é a razão de perda de solo por unidade do índice de erosividade da chuva (R). Pode ser medido em parcelas experimentais padronizadas ou pelo ábaco elaborado por Wischmeier et alli (1978), o qual se baseia na análise granulométrica, no teor de matéria

orgânica, na estrutura e na permeabilidade do solo. Denardin (1990) estudou a estimativa da erodibilidade dos solos fundamentando-se na análise granulométrica, na permeabilidade e no teor de matéria orgânica para solos americanos e brasileiros. Levy (1995), ao adaptar a fórmula obtida por Denardin para as condições rotineiras de obtenção de dados de granulometria, elaborou uma fórmula mais adequada às condições brasileiras e à disposição de dados de granulometria.

A erosão é afetada pela textura do solo porque algumas frações são mais facilmente removidas que outras. Farmer (1973), apud Guerra (1998) indica que a fração areia média é a fração mais removida; para frações de partículas maiores ou menores, essa remoção está diminuída. Poesen (1981) na mesma referência, considera que as areias têm maiores índices de erodibilidade. As argilas são mais dificilmente removidas, especialmente quando se encontram em agregados.

Outro parâmetro importante, junto à granulometria, é o teor de matéria orgânica no solo. Na agricultura convencional, tende-se a alterar para menos esse teor. Wischmeier & Mannering (1969) apud Guerra (1998) encontraram uma elevada correlação inversa entre erodibilidade e matéria orgânica, especialmente para solos com alto teor de silte e areia. De Ploey & Poesen (1985), na mesma referência, estabeleceram que solos com teores menores que 2 % de matéria orgânica possuem agregados instáveis; e para Greenland et alli (1975) apud. cit., esse teor seria de 3,5%.

A matéria orgânica confere maior estabilidade aos agregados que as argilas; e assim sendo solos mais argilosos, bem estruturados, com bom teor de matéria orgânica e com práticas de controle de erosão serão bem menos susceptíveis à erosão que outros.

Pela equação universal, mantendo outros fatores constantes, quanto maior o valor de K, maior será a perda de solo.

3.8.4 - O fator topográfico (LS)

O fator topográfico é um parâmetro composto do comprimento da vertente (L) e da declividade da vertente (S). LS é a relação entre as perdas de solo de determinada área, com qualquer declividade, e as perdas de uma área unitária com 22 m de comprimento e 9% de declividade, sob as mesmas condições de chuva.

Bertoni & Lombardi (1985), baseando-se em dados de perda de material por erosão, obtidos em vários tipos de solo do estado de São Paulo, em diversas condições de escoamento, em 10 anos de observação, chegaram à seguinte equação:

$$LS = 0,00984 \quad L^{0,63} \times S^{1,18} \quad (3.29)$$

sendo:

LS = fator topográfico (adim)

L = comprimento (m)

S = declividade (%)

O comprimento L é a distância existente entre o início do escoamento superficial e o ponto onde o declive decresce o suficiente para que haja deposição do material amostrado, ou onde o escoamento entra em um sulco ou em um canal. Na medida que se mantém constantes outros parâmetros da equação universal, observa-se a seguinte relação: quanto menor L menor será a perda. O parâmetro auxilia na determinação de distâncias entre as faixas e os terraços no controle mecânico da erosão. Para a bacia L foi obtido com a seguinte equação:

$$L = 0,5 \times \frac{A}{L_t} \quad (3.30)$$

O termo S% pode ser obtido por meio de planta topográfica com curvas de nível com a seguinte expressão:

$$S(\%) = \frac{d \times Lcn}{A} \times 100 \quad (3.31)$$

na qual:

d= eqüidistância entre as curvas de nível (m)

Lcn = comprimento total das curvas de nível (m)

A = área da bacia (m²)

3.8.5 - O fator uso e manejo do solo (C)

O fator C é a relação entre as perdas de solo de uma área com determinado uso e manejo e as perdas de solo de área mantida continuamente descoberta, com o intuito de indicar a influência benéfica da cobertura no processo de contenção da erosão. O valor de C varia de 0 a 1, ou seja, desde totalmente protegido, 0 até totalmente desnudado, 1. É um parâmetro composto definido por:

$$C = \sum Ci \times Ri \quad (3.32)$$

na qual:

Ci = fator uso e manejo correspondente no período i

Ri = proporção da erosividade de R no mesmo período

Deve-se obter o valor de (C x R) para cada estágio de desenvolvimento da cultura.

3.8.6 - Fator práticas conservacionistas (P)

O fator P representa a relação entre as perdas de solo, com determinada prática de conservação, e as perdas relativas às culturas que se desenvolvem no sentido da maior inclinação da encosta, tipo de cultivo este conhecido como morro abaixo.

O fator P é adimensional e variando de 0,2 a 1. Pode ser obtido por meio de tabelas que relacionam P com a declividade e com a prática de conservação.

A aplicação da EUPS permite o cálculo da erosão em suas origens e pode prever a taxa de assoreamento das calhas fluviais. Essa técnica é indicada para bacia hidrográficas pequenas e é considerada a mais desenvolvida para se avaliar a erosão.

3.9 – Equação universal de perda solos modificada (MEUPS)

Williams (1973) apud Zachar (1982) modificou a EUPS mediante a substituição do fator R por um outro que indicaria a ação do escoamento superficial (G), conforme a relação abaixo:

$$G = \frac{\alpha \times (ES \times qp)^\beta}{A} \times K \times L \times C \times P \quad (3.33)$$

na qual :

G = produção de sedimentos (t/acre)

ES = escoamento superficial (pés/acre)

q_p = vazão de pico (pés³/ s)

A = área da bacia (acres)

A primeira equação (3.25) baseia-se na energia da chuva, enquanto a segunda considera somente o escoamento superficial. Na realidade ambos os fatores são relevantes e são levados em conta na proposta de uma nova modificação na equação de perda de solo por Foster & Wischmeier (1973), apud Zachar (1982):

$$A_2 = a \times R + b \times c \times Volesc \times qp^{1/3} \times K \times L \times S \times C \times l \quad (3.34)$$

na qual:

A_2 = produção de sedimentos em suspensão para um determinado evento (t / evento)

a, b são fatores ponderantes, com $a+b = 1$

c = fator de igualdade

Volesc = escoamento superficial em volume (m^3) .

q_p = taxa de escoamento superficial (m/h)

Após calibração de valores para a,b e c, a seguinte equação foi obtida:

$$A_2 = E \times K \times SL \times C \times P \quad (3.35)$$

com : $E = 0,5 R + Volesc \times qp^{1/3}$.

A equação modificada por Willians (1975) apresentada por Chaves (1995) é :

$$A_2(t / evento) = 89,6 \times (Volesc \times Qmáx)^{0.56} \times K \times LS \times C \times P \quad (3.36)$$

4 – Materiais e Métodos

4.1 – Delineamento geral

As bacias hidrográficas foram primeiramente caracterizadas nos seus aspectos, morfológicos, topográficos, climáticos e hidrológicos.

Foram realizados, posteriormente, levantamentos de solos para a obtenção dos parâmetros físicos e químicos relevantes para a pesquisa.

Um levantamento hidráulico de superfície, no canal principal de cada bacia, foi realizado visando caracterizar a qualidade da água, do sedimento de leito e as condições hidráulicas do canal, na época de estiagem, portanto sem erosão hídrica.

Com o objetivo de estimar a erosão foi utilizada a equação universal de perda de solos (EUPS) , e para estimar a quantidade de sedimento, foi utilizada a mesma equação na forma modificada (MEUPS).

A erosão, a produção de sedimentos e de água foram obtidas para 3 coberturas diferentes: cultura presente, cultura primitiva – florestal – e sem cobertura.

Na época chuvosa, por dois anos hidrológicos consecutivos, foram coletados de qualidade e quantidade de água nas seções de controle. Os parâmetros foram: vazão, descarga, sedimentos em suspensão e dissolvidos, dureza total da água, teor de sílica solúvel e condutividade elétrica.

4.2 – As bacias hidrográficas em estudo

4.2.1 –Localização das bacias

As bacias se situam na bacia do rio Jaguari, que por sua vez, é tributário do rio Piracicaba, no qual deságua a uma distância de 3,5 km. As bacias se encontram próximas à usina hidrelétrica de "TATU", situada a 11 km de Americana-SP e a 16 km de Limeira-SP. Um ponto próximo a elas tem as seguintes coordenadas geográficas: 22° 39' 45" de latitude sul e 47° 16' 43" de longitude oeste, in Costa (1988). A figura 4.1 indica a localização das bacias, e figura 4.2 mostra a carta plani-altimétrica da área onde estão inseridas as bacias.

4.2.2 - Acesso

Partindo-se da cidade de São Paulo, para o interior do Estado, pela rodovia Anhangüera, toma-se um desvio à direita a 3,5 km após a ponte sobre o rio Piracicaba e percorre-se uma distância de 5 km por estrada de terra até a usina.

Tendo-se a cidade de Limeira-SP como ponto de partida, percorre-se a estrada para Cosmópolis por 5,3 km; nesse ponto, vira-se à direita e dirige-se, por estrada de terra, vencendo uma distância de 4,8 km , até a Usina, in Costa (1988).

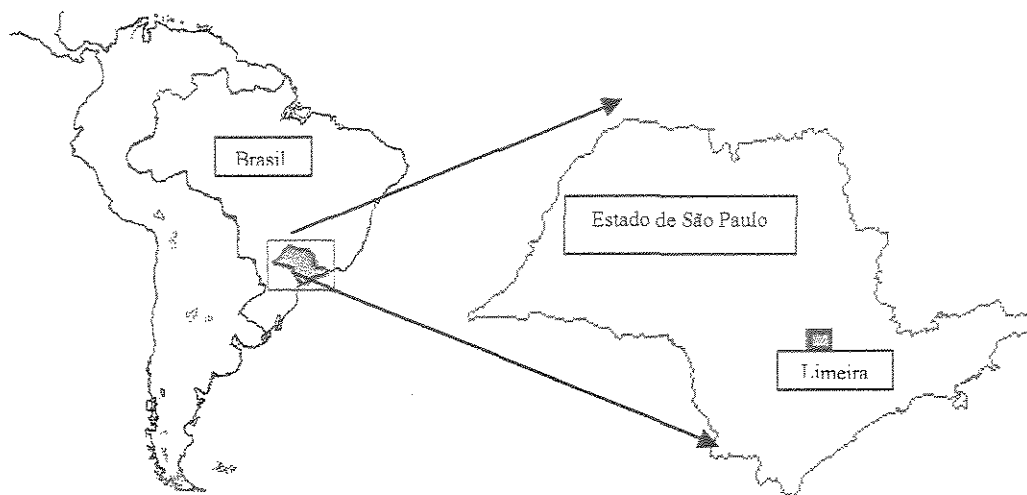


Figura 4.1 – Localização das bacias hidrográficas.

4.2.3 – Geomorfologia

O local se situa na região sudeste (SE) do Estado de São Paulo e faz parte da Depressão Periférica (Dpq), na zona denominada de Médio Tietê. As bacias possuem um relevo suavemente ondulado.

4.2.4 – Clima

A região, segundo dados obtidos pelo *Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)*, in Costa (1988) apresenta as seguintes características: a distribuição pluvial tem o regime típico das zonas tropicais de baixa altitude, caracterizado por verão chuvoso e inverno seco; a estação seca, de abril a setembro, tem 21% das precipitações, enquanto a chuvosa, de outubro a março, com 79%. A temperatura média mínima é inferior a 18°C, durante o inverno e a média máxima

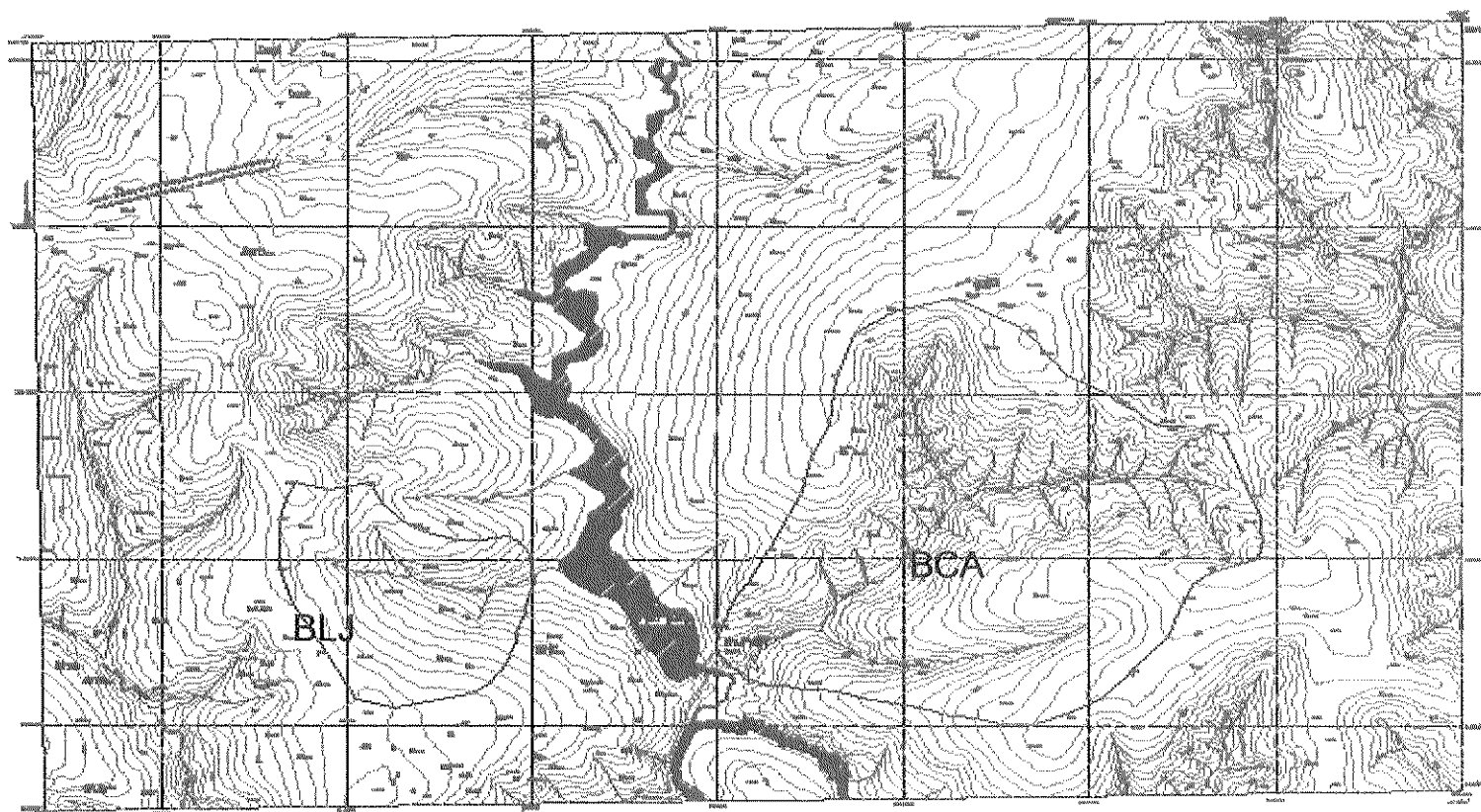


Fig.4.2 - Carta plani-altimétrica mostrando as áreas das bacias

Fonte: Hein

Escala: 1:10000

ano: 2000

superior a 22°C, ao longo do verão. Junho é o mês mais frio com 17,1°C de temperatura média e janeiro o mais quente com 23,1°C.

Segundo Koeppen ,in Costa (1988), o clima é do tipo Cwa: tropical de altitude, com inverno seco e verão quente. Conforme balanço hídrico feito pelo método de Thornthwaite, nos meses mais secos, junho e julho o déficit de água é de 15 mm e, de agosto a setembro é de 25 mm.

Os dados acerca da precipitação média mensal no período compreendido entre os anos de 1932 e 2000 são apresentados no quadro 4.1. Os dados relativos ao período de coleta estão no quadro 4.2. A comparação entre os dados do período de coleta e os respectivos dados médios estão no quadro 4.3. todos os dados de precipitação foram cedidos pelo *Instituto Agrônomo de Campinas* e são da “Estação Limeira”

Quadro 4.1 - Dados de precipitação média. Série anos: 1932 a 2000.

Mês	Precipitação (mm)
Jan	240,3
Fev	197,5
Mar	168
Abr	69,8
Mai	54,9
Jun	41,3
Jul	27,1
Ago	28,2
Set	66,4
Out	128,1
Nov	153,5
Dez	226,7

Fonte: (IAC). Estação Limeira

4.2.5 – Vegetação

A vegetação original no local era constituída de mata latifoliada tropical e cerrado in Costa (1988). Atualmente o uso é agrícola, com as culturas de cana-de-açúcar na bacia de área maior (BCA) e com a citricultura na bacia de área menor (BLJ).

As figuras 4.3 e 4.4 mostram vistas parciais das bacias em estudo.

Quadro 4.2 – Dados de precipitação mensal (mm) no período de coleta

Mês	1998	1999	2000
jan	-	482,2	223,4
fev	-	168,2	196
mar	-	177,6	264,5
abr	-	44	-
mai	79,5	37,3	-
jun	13,6	82,8	-
jul	7,1	2	-
ago	22,4	0	-
set	61,7	72,9	-
out	154,9	63,9	-
nov	50	35,9	-
dez	240,7	156,7	-

Fonte: (IAC). Estação Limeira

Quadro 4.3 – Dados sazonais comparativos de precipitação

	estiagem 98	chuvosa 98/99	estiagem 99	chuvosa 99/00
Prec. no período (mm) (1)	184,3	1276,6	239	940,1
meses	mai-set	out/98 – mar/99	abr – set	out/99 – mar/00
Prec média (mm) (série) (2)	217,9	1114,1	287,7	1114,1
(1) / (2) *100	84,58	114,58	83,07	84,38

Fonte: (IAC). Estação Limeira

4.2.6 – Solos

As áreas das bacias estão inseridas na unidade Valinhos da quadricula de Campinas, apresentado por Costa (1988), sendo o solo classificado como podzólico vermelho-amarelo (PVA), conforme Oliveira (1999). Quanto ao uso do solo, as duas bacias se inserem na classe III, pois sua característica de declividade moderada não permite o uso contínuo, com culturas anuais, sem o devido manejo contra a erosão. Dessa forma são indicadas para a exploração de plantas perenes como citros, ou outras que proporcionem boa cobertura e proteção ao solo, tais como cana-de-açúcar, leguminosas para adubação verde, etc. Estão sujeitas a problemas sérios de erosão fazendo-se necessárias as práticas extensivas para o controle desse processo, in Freire (1985).



Fig. 4.3 – Vista parcial de BCA.

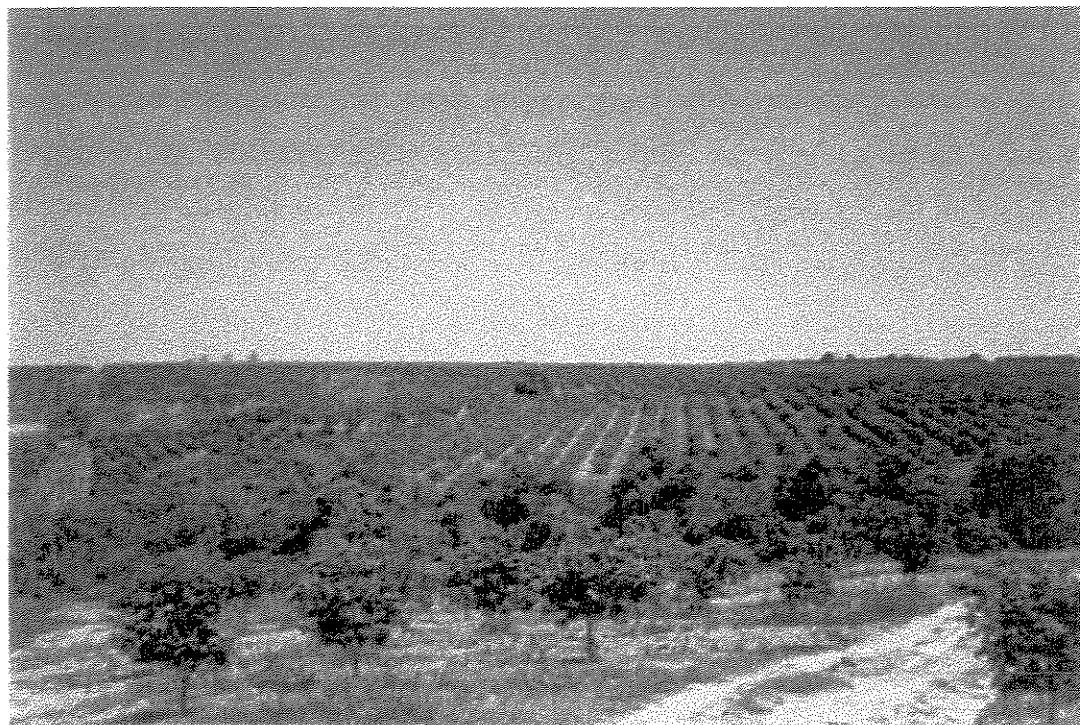


Fig. 4.4 – Vista parcial de BLJ.

4.3 – Características topográficas, morfológicas e fluviais das bacias

4.3.1 – Área (A) : parâmetro obtido com planímetro. A bacia ocupada com cana-de-açúcar, BCA, tem 5,57 km², ou 5570 ha, enquanto que a ocupada pela citricultura, BLJ, tem 1,66 km², ou 166 ha, sendo portanto 3,35 vezes menor.

Na realização de cálculos referentes à vazão máxima e à produção de sedimentos em suspensão, foi utilizada a área da bacia considerando a secção, como exutório, de 471 ha para a BCA.

4.3.2 - Perímetro (Pr) : parâmetro obtido com curvímetro. Os perímetros de BCA e BLJ são respectivamente 8,74 km e 4,5 km.

4.3.3 – Forma da bacia.

4.3.3.1-Coeficiente de compacidade (Kcp): ou índice de Gravelius, consiste na relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo cuja área é igual à área da da bacia:

$$K_{cp} = 0,28 \times \frac{P}{A^{0,5}} \quad (4.1)$$

Quanto mais próximo da unidade for o coeficiente de compacidade, maior será a tendência para a ocorrência de enchente. A bacia com cana-de-açúcar tem Kcp igual a 1,036 e, a bacia com citros apresenta Kcp igual a 0,997. Esses valores apontam que ambas tem a mesma tendência à enchentes, considerando-se apenas esse parâmetro. Foram consideradas as áreas totais.

4.3.3.2 – Fator de forma (Kf): consiste na relação entre a área da bacia e o seu maior comprimento (L).

$$Kf = \frac{A}{(Ld)^2} \quad (4.2)$$

É uma relação entre a área da bacia e seu maior comprimento. Quanto menor o Kf, menor a tendência à enchentes, não se considerando outros fatores. A BCA tem Kf igual a 0,511 e a BLJ, 0,89, indicando que, por esse parâmetro, BLJ apresenta uma tendência maior.

4.3.4 –Declividade média da bacia (S): parâmetro obtido segundo a relação:

$$S(\%) = \frac{d \times Lcn}{A} \times 100 \quad (3.31)$$

sendo

d = equidistância entre as curvas de nível (m)

Lcn = comprimento total das curvas de nível (m)

A planta topográfica tem d igual a 5 m

Os valores de Lcn para BCA e BLJ são respectivamente 96,7 km e 22,3 km. Os valores obtidos para S foram de 10,25 % para a BCA e de 6,716 % para BLJ.

4.3.5 – Sistema de drenagem

4.3.5.1-Ordem dos canais bacia, baseado no método de Strahler, como apresentado por Christofolletti (1974), que consiste em ordenar os canais de forma crescente, conforme se

encontram na rede de drenagem. Os canais iniciais, ou originados nas nascentes, são considerados de ordem 1. Quando dois canais de ordem 1 se unem formam um canal de ordem 2, e assim por diante. Canais de mesma ordem que se unam formaram um canal de ordem superior. Quando dois canais de ordens diferentes se encontram, prevalece a ordem do superior. A figura 4.4 mostra o esquema de Strahler.

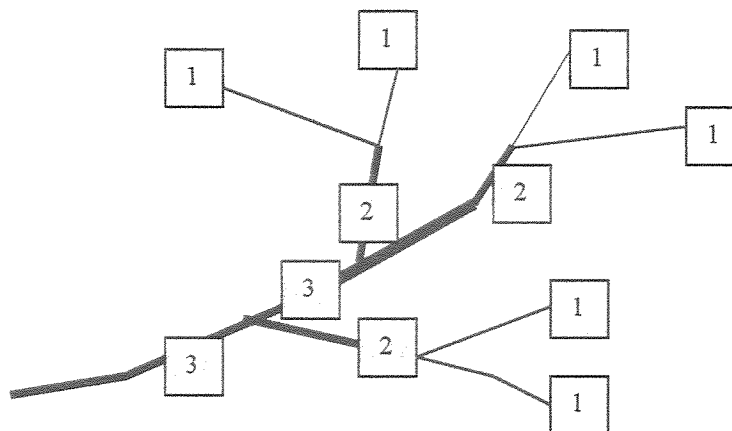


Figura 4.5. – Ordenação dos canais – método de Strahler

A BCA possui ordem 3 e a BLJ, ordem 2. O quadro 4.4 apresenta o número de canais de cada ordem.

Quadro 4.4 – Ordem dos canais nas bacias

Bacia	Número de Canais		
	Ordem 1	Ordem 2	Ordem 3
BCA	32	3	1
BLJ	3	1	0

4.3.5.2- Densidade de drenagem da bacia (Dd). A Dd varia inversamente à extensão do escoamento superficial, e fornece, assim, uma indicação da eficiência de drenagem da bacia. É obtida segundo a fórmula:

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (4.3)$$

na qual:

Lt = comprimento total dos canais.

Considera-se que Dd igual a $0,5 \text{ km/km}^2$ indica uma drenagem pouco eficiente e Dd maior ou igual a $3,5 \text{ km/km}^2$, excepcionalmente drenadas. A BCA tem Dd igual a $2,59 \text{ km/km}^2$, com Ltc igual a $12,21 \text{ km}$, e BLJ tem Dd igual a $1,04 \text{ km/km}^2$, com Ltc igual a $1,74 \text{ km}$. A BCA pode ser considerada bem drenada enquanto que a BLJ tem uma drenagem menos eficiente.

4.3.5.3 – Extensão média do escoamento superficial (ℓ). Consiste na distância média em que a água da chuva escoaria sobre os terrenos de uma bacia, caso o escoamento se desse em linha reta, em um espaço compreendido entre o ponto em que se iniciou a precipitação até o ponto mais próximo no leito, em um curso de água qualquer da bacia. É obtido pela relação:

$$\ell = \frac{A}{4 \times Lt} \quad (4.4)$$

BCA tem (ℓ) igual a $96,43 \text{ m}$ e BLJ, $238,5 \text{ m}$. A partir desses valores verifica-se que a extensão média do escoamento superficial de BCA é aproximadamente 2,5 vezes menor que a de BLJ, o que indica que, em média, o escoamento superficial percorre uma extensão 2,5 vezes maior na BLJ para alcançar um canal que na BCA.

4.3.5.4 – Sinuosidade do curso d'água (Sin): um fator controlador da velocidade do escoamento. Quanto maior o fator Sin , menor será velocidade do curso d'água. É obtido pela relação:

$$Sin = \frac{L}{L_{talv}} \quad (4.5)$$

sendo

L = comprimento maior da bacia

L talv = comprimento do curso d'água.

A BCA tem Sin igual a 1,04 e BLJ, igual a 1,320. Praticamente não há sinuosidade na BCA, enquanto que na BLJ existe alguma sinuosidade, que acaba por influir na velocidade do escoamento.

4.3.5.5 –Declividade do álveo, linha S3. O parâmetro foi obtido pela seguinte equação, in Villela & Mattos (1975):

$$S3 = \left(\frac{\sum Li}{\sum \left(\frac{Li}{Di^{0,5}} \right)} \right)^2 \quad (4.6)$$

Sendo Li e Di, respectivamente, comprimento e a equidistância entre curvas de nível a cada mudança de cota. Os valores encontrados foram 21,2 m/km para BCA e 41,19 m/km para BLJ.

4.3.6 – Vazão Máxima

A vazão máxima de uma bacia é um parâmetro hidrológico que permite caracterizar uma bacia quanto ao seu potencial de produção de água, bem como simular essa capacidade em função de seu uso e manejo. O método utilizado para a obtenção de vazão máxima (Qmax) foi o método do Hidrograma Unitário Sintético Triangular do *Soil Conservation Service*, USA (HUT-SCS), cujos passos, in Genovez, 1993, são os seguintes:

4.3.6.1 Obtenção da Intensidade média de precipitação (Im)

4.3.6.1.1– Intensidade máxima de precipitação (i)

A intensidade máxima de precipitação foi calculada para a cidade de Limeira-SP, segundo a seguinte equação, proposta por Vieira & Medeiros (1980), apresentada por Genovez, (1993) abaixo:

$$i = \frac{4653,8 \times Tr^{0,173}}{(t + 25)^{1,087 \times (Tr \times 0,005)}} \quad (4.7)$$

na qual :

i = intensidade máxima de precipitação (mm/h)

Tr = tempo de retorno (anos)

t = tempo de duração da precipitação (min).

4.3.6.1.2– Tempo de concentração (tc) das bacias

O tempo de concentração (tc) indica o tempo gasto para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial na secção de controle e seu valor está em função de características tais como área, forma, declividade, ocupação e uso do solo e declividade do álveo.

A intensidade máxima de precipitação foi obtida admitindo a equivalência entre o tempo de duração da precipitação eo tempo de concentração das bacias (t = tc)

O tempo de concentração foi obtido pela fórmula de Kirpich:

$$tc = 57 \times \left(\frac{L^2}{S'} \right)^{0,385} \quad (4.8)$$

sendo :

t_c = tempo de concentração (min)

L = comprimento maior da bacia, pelo talvegue até o divisor (km)

$S' = S_3$ (m / km)

Os valores encontrados foram de 38,28 min para BCA e de 19,09 min para BLJ.

4.3.6.1.3- Fator de correção (K_i)

A intensidade (i) é considerada pontual e, para grandes bacias deve-se corrigir esse valor para um termo médio para toda área da bacia. O fator de correção, K_i , é a relação entre a intensidade média (I_m) e a intensidade (i). Para as áreas em estudo é praticamente igual à unidade, como se verifica pelo gráfico de autoria do *US Weather Bureau*, como apresentado por Genovez (1993). O valor de K_i depende da área da bacia e do tempo de concentração. Para BCA, com $A = 471$ ha e $t_c = 0,638$ h e BLJ, com $A = 166$ ha e $t_c = 0,31$ h, K_i é praticamente igual a 100%.

4.3.6.2 – Obtenção das dimensões do hidrograma unitário

4.3.6.2.1 – Duração da precipitação (D), em horas, com a seguinte equação:

$$D = \frac{1}{7} \times t_c \quad (4.9)$$

Para BCA o valor encontrado foi de 0,09 h e para BLJ, de 0,05 h

4.3.6.2.2 – Tempo gasto desde o início do escoamento superficial até o pico do hidrograma (t_p), em horas, com a equação:

$$tp = \frac{D}{2} + 0,6 \times tc \quad (4.10)$$

Os valores obtidos foram de 0,43 h e 0,21 h para BCA e BLJ, respectivamente.

4.3.6.2.3 – Tempo base do hidrograma (tb) em horas, segundo a equação:

$$tb = 2,67 \times tp \quad (4.11)$$

Para BCA o valor encontrado foi de 1,14 h e para BLJ, de 0,57 h.

4.3.6.2.4 – Vazão máxima do hidrograma unitário (qp) em m³/s.cm, com a seguinte relação:

$$qp = \frac{2,08 \times A \times Pe}{0,6 \times tc + \frac{D}{2}} \quad (4.12)$$

sendo:

Pe = precipitação efetiva, unitária, em cm.

Os valores encontrados foram de 22,87 m³/s.cm e 16,17 m³/s.cm para BCA e BLJ, respectivamente.

4.3.6.3– Obtenção da precipitação total (P) em mm.

A precipitação total é obtida com a equação:

$$P = Im \times tc \quad (4.13)$$

4.3.6.4– Obtenção da precipitação efetiva(P_e), em mm.

É calculada segundo a relação:

$$P_e = \frac{\left[P - \left(\frac{5080}{CN} \right) + 50,8 \right]^2}{P + \left(\frac{20320}{CN} \right) - 203,2} \quad (4.14)$$

sendo:

CN = número de curva de escoamento superficial, depende do uso e manejo do solo e também de sua cobertura. O valor foi obtido utilizando a condição II, de umidade antecedente. A tabela utilizada foi de *USBR* (1977), apresentada por Genovez (1993). Foram consideradas as seguintes condições:

- defesa contra erosão: curva de nível ;
- condições de infiltração do solo : boas e
- grupo hidrológico do solo : B.

Para a condição de solo arado o valor encontrado foi de 86.

Para a condição de vegetação primitiva – floresta – o valor obtido foi de 52.

Para a condição de cultura presente, os valores das culturas presentes – cana-de-açúcar e citros – coincidiram pois foi considerada agricultura com plantações em linhas. O valor obtido foi de 75.

Nessa equação (4.14), a precipitação total, P , deve ser maior que $[(5080/CN)-50,8]$, o que indica uma restrição ao escoamento superficial, ou ao período inicial de chuva quando da não ocorrência de uma precipitação efetiva, devido à maior taxa de infiltração.

O método indica que a precipitação total deve ser dividida em sete intervalos de duração (D), sendo que para cada um deve ser obtido a precipitação efetiva (Pe) correspondente. A partir desses dados, obtêm-se as vazões máximas em cada intervalo por meios do respectivo hidrograma. Do somatório gráfico dos sete hidrogramas produzidos, serão obtidos o hidrograma da bacia estudada e o valor de vazão máxima procurado.

Devido ao elevado número de cálculos para a obtenção da vazão máxima, do volume escoado e, juntamente com a MEUPS (Equação Universal de Perda de Solo Modificada), da produção de sedimentos em suspensão - para vários eventos ou de vários períodos de retorno – mostrou-se necessária a elaboração de um programa, em linguagem PASCAL (em anexo). Foram obtidos valores para eventos de intensidade máxima de chuva para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

4.4- Parâmetros de qualidade da água

Após a coleta da água, as amostras foram armazenadas sob refrigeração, aguardando as análises de :

- 1 – sólidos em suspensão (mg/L);
- 2– sólidos dissolvidos (mg/L);
- 3– condutividade elétrica ($\mu\text{S} / \text{cm}$)
- 4 – dureza (CaCO_3 mg/L) e
- 5 – sílica solúvel (mg/L).

Após a filtragem para a obtenção dos sólidos em suspensão, o volume de água resultante, um filtrado de aproximadamente 450 ml, foi analisado quanto aos outros parâmetros referidos acima. São 50 ml para a dureza, 50 ml para a sílica e 200 ml para sólidos dissolvidos.

As metodologias empregadas foram as descritas a seguir.

4.4.1 – Sólidos suspensos

As análises de sólidos suspensos consistem basicamente em filtração de uma amostra de água e diferenças de massas encontradas antes e após períodos em que essa amostra permaneceu em estufa e mufla. Os materiais e equipamentos necessários consistiram em:

- . filtro de fibra de vidro AG/C de 47 mm, marca Whatman ;
- . papel alumínio;
- . balança analítica;
- . suporte para filtração de 250 ml;
- . kitassato;
- . bomba a vácuo;
- . estufa a 103⁰ C ;
- . mufla até 1200⁰ C ;
- . dessecador de 250 mm de diâmetro;
- . frasco de propileno de 1000ml;
- . pinça de ponta chata própria para manuseio de membranas;
- . pinça para manuseio de cadinho em mufla

A determinação do parâmetro está sujeita a diversos tipos de erros, tais como:

- . perda de compostos voláteis durante a evaporação;
- . perda de dióxido de carbono (CO₂) e compostos minerais voláteis durante a ignição.

Os procedimentos para a análise de sólidos suspensos foram:

1 – colocação do filtro de fibra de vidro, dentro de um suporte de alumínio, a 550⁰ C em mufla por 10 minutos.

2 – resfriamento em dessecador e obtenção do peso do conjunto formado pelo filtro e pelo suporte de alumínio. O suporte é pesado juntamente pois não ocorre alteração no cálculo e evita-se a manipulação do filtro por duas vezes. Como a análise apresenta-se muito delicada, especialmente no tocante a valores mais baixos, o filtro só é retirado do suporte no momento da filtração. Para a tara é considerada o conjunto filtro e suporte, ou PT.

3 – colocação do filtro no suporte apropriado e sua conexão a um kitassato, já ligado a um sistema a vácuo.

4 - procedimento da filtração de uma quantidade conhecida de amostra bem misturada, aplicando vácuo ao sistema . Anotação do volume (vol).

5 - colocação do filtro no suporte de alumínio, e levando esse conjunto à estufa, a 103⁰C, por 24 horas. Após esse período, colocação em dessecador por aproximadamente 10 minutos e obtenção do peso do conjunto, ou peso bruto seco a 103⁰ C, PBS₁₀₃ .

6 – colocação do conjunto em mufla, a 550⁰ C, para a calcinação por 15 minutos.

Após esse período, leva-se o conjunto ao dessecador por 15 minutos e obtém-se o peso bruto seco a 550⁰ C, ou PBS₅₅₀ .

Os cálculos são os seguintes:

1 – sólidos suspensos totais:

$$SST(mg / L) = \frac{(PBS_{103}PT)}{volume} \times 1000 \quad (4.15)$$

2 – sólidos suspensos fixos, ou minerais:

$$SSF(mg / L) = \frac{(PBS_{550} - PT)}{volume} \times 1000 \quad (4.16)$$

3 – sólidos suspensos voláteis:

$$SSV(mg / L) = SST - SSF$$

4.4.2 – Sólidos dissolvidos

O método consiste basicamente em diferenças de massa antes e após o processo de banho-maria, e períodos em estufa e mufla. Os materiais e equipamentos utilizados necessários são os seguintes:

- . sistema de banho-Maria;
- . cápsulas de porcelana, de 250 ml de capacidade;
- . proveta de 100 ml;
- . pinça de manuseio de cadinho;
- . estufa a 103°C ;
- . mufla até 1200°C ;
- . balança analítica.

A determinação do parâmetro está sujeita a diversos tipos de erros, tais como:

- . perda de compostos voláteis durante a evaporação;
- . perda de CO_2 e compostos minerais voláteis durante a ignição.

Os procedimentos para a análise são:

- 1 – lavagem da cápsula de porcelana ;
 - 2 – aquecimento dessa cápsula a 550°C na mufla, durante 1 hora;
 - 3 – colocação das cápsulas em dessecador até esfriarem, num período superior a 12 horas;
 - 4 – obtenção do peso da tara (PT);
 - 5 – colocação, com proveta, de 100 ml da amostra bem misturada na cápsula;
 - 6 – colocação da cápsula no banho-Maria e acrescentar paulatinamente a amostra até alcançar um volume total de 200 ml, conforme ocorrer a evaporação;
 - 7 – após a secagem, colocação da cápsula na estufa por uma hora para completar a secagem;
 - 8 – colocar a cápsula no dessecador, onde permanece até seu resfriamento.
- Obtenção do peso bruto seco a 103°C , (PBS_{103});

- 9 – colocação da cápsula na mufla para a calcinação por uma hora;
- 10 – colocação da tara no dessecador até seu resfriamento, por um período de 12 horas. Obtenção do peso bruto seco a 550 °C, (PBS₅₅₀).

Os cálculos são os seguintes:

- 1 – Sólidos dissolvidos totais:

$$SDT(mg/L) = \frac{(PBS_{103} - PT)}{volume} \times 1000 \quad (4.18)$$

- 2 – Sólidos dissolvidos fixos, ou minerais:

$$SDF(mg/L) = \frac{(PBS_{550} - PT)}{volume} \times 1000 \quad (4.19)$$

- 3 – sólidos dissolvidos voláteis:

$$SDV(mg/L) = SDT - SDF \quad (4.20)$$

4.4.3 – Condutividade elétrica (CE)

Obtida com condutivímetro, com o seguinte procedimento.

- 1 - ajuste do valor da constante no condutivímetro;
- 2 - obtenção da temperatura da amostra homogeneizada;
- 3 - introdução o eletrodo na amostra com agitação leve;
- 4 - aguardo da estabilização do valor ;

5 – anotação dos valores da temperatura (t) e da condutividade elétrica medida (CE_m);

6 - correção o valor da CE medida para a temperatura de 25°C com a equação 3.4.

4.4.4 – Dureza total

O método empregado é o titulométrico do EDTA, que possibilita, por meio da titulação de substituição, a determinação de íons metálicos - como o cálcio e o magnésio - que formam complexos mais estáveis com o EDTA. O indicador utilizado é o Negro de Eriocromo T. O método sofre a interferência de:

- . traços de íons metálicos, que dificultam a observação do ponto de viragem;
- . matéria orgânica em forma coloidal ou em suspensão, que mascara o ponto

final.

Os materiais e os equipamentos utilizados são os seguintes:

- . bureta de 10 ml ;
- . erlenmeyer de 250 ml;
- . pipetas volumétricas de 50 e 2 ml;
- . espátula;
- . barras magnéticas,
- . agitador elétrico.

Os reagentes necessários são:

- . solução tampão de cloreto de amônio-hidróxido de amônio: dissolução de 16,9 g de NH₄Cl em 143 ml de NH₄ OH. Adição de 1,179 g de sal dissódico de EDTA e 0,780 g de MgCl₂) e diluição a 250 ml.

. indicador Negro de Eriocromo : misturar 0,5 g do corante em 100 g de NaCl.
. solução de EDTA 0,01 M : dissolução de 3,273 g de sal de sódio de EDTA em água destilada e complementação do volume a 1 litro em balão volumétrico.

Os procedimentos da análise são:

- 1 – colocação de 50 ml da amostra, (VAm) homogeneizada em erlenmeyer;
- 2 – adição de 2 ml de solução tampão de cloreto de amônio- hidróxido de amônio;
- 3 – complementação a 100 ml para facilitar a agitação;
- 4 – adição de 0,1 g do indicador com a ponta da espátula;
- 5 – titulação com solução de EDTA, lentamente; promover, então a agitação até o desaparecimento da coloração avermelhada, surgimento da azul, indicadora do ponto de viragem.
- 6 – anotação do volume titulado (VEDTA) e cálculo do valor da dureza segundo a seguinte fórmula:

$$DR(mgCaCO_3)/L = \frac{Vedta \times 0,01 \times 10^5}{volume} \quad (4.21)$$

4.4.5 – Sílica solúvel

O método utilizado, segundo *Standart Methods For Examination of Water and Waste water*, (1995), é o do molibdosssilicato, que se baseia em uma propriedade do molibdato de amônio, em pH ácido, aproximadamente 1 ou 2, reage com a sílica e fosfatos. O ácido oxálico é adicionado para destruir o ácido molibdofosfórico. A intensidade da cor amarela resultante é proporcional à sílica que reage com o molibdato.

Os materiais e equipamentos utilizados foram :

- . pipeta volumetrica de 50 ml;
- . buretas de 50 ml,
- . espectofotômetro com comprimento de onda (λ) igual a 410 nm;
- . balão volumétrico de 100ml .

Os reagentes necessários são:

- . ácido clorídrico 1 + 1;
- . molibdato de amônio
- . hidróxido de sódio;
- . ácido oxálico.

O procedimento para a análise foi o seguinte:

- 1 – colocação de 50 ml da amostra homogeneizada no balão volumétrico;
- 2 – adição, em sucessão rápida 1ml de ácido clorídrico e 2 ml de molibdato de amônio e mistura, invertendo o balão pelo menos 6 vezes;
- 3 – descanso da mistura por 2 a 5 minutos;
- 4 – adição de 2 ml de ácido oxálico e misturar vigorosamente ;
- 5 – leitura da absorbância no espectofotômetro;
- 6 – cálculo da concentração, a partir do valor obtido, de sílica solúvel com a fórmula obtida pela curva calibração.

A partir de uma solução estoque de concentração igual a 20 mg de SiO_2 / L foram feitas 12 soluções de concentrações conhecidas, das quais foram obtidas as respectivas absorvâncias. Esses valores estão apontados no quadro 4.5.

A partir desses valores, elaborou-se a curva de calibração para a sílica solúvel. A equação de regressão, então obtida, foi:

$$\text{SiO}_2(\text{mg} / \text{L}) = 29,96239 \times \text{Absorv.} - 0,00121 \quad r = 0,999; \quad (4.22)$$

Quadro.4.5 – Valores de concentração e absorvância - Curva de Calibração para sílica.

Concentração de sílica (mg/L)	Absorvância
1	0,034
1,5	0,049
2	0,069
2,5	0,083
3	0,09
4	0,13
5	0,167
7,5	0,251
10	0,335
12,5	0,419
15	0,505
20	0,663

4.5 – Parâmetros hidráulicos

4.5.1 – Vazão

O método utilizado para obter a vazão é o das verticais, como apresentado por Villela & Mattos (1975) A velocidade foi medida com molinete e a altura das verticais, com régua. O parâmetro é expresso por Q , em litros por segundo (L/s).O método consiste em subdividir a secção transversal do rio e obter, para cada sub-secção, a altura da lâmina d'água e a respectiva velocidade. A figura 4.6 mostra o esquema de divisão da secção, e as figuras 4.7 e 4.8 mostram as secções de controle nas bacias.

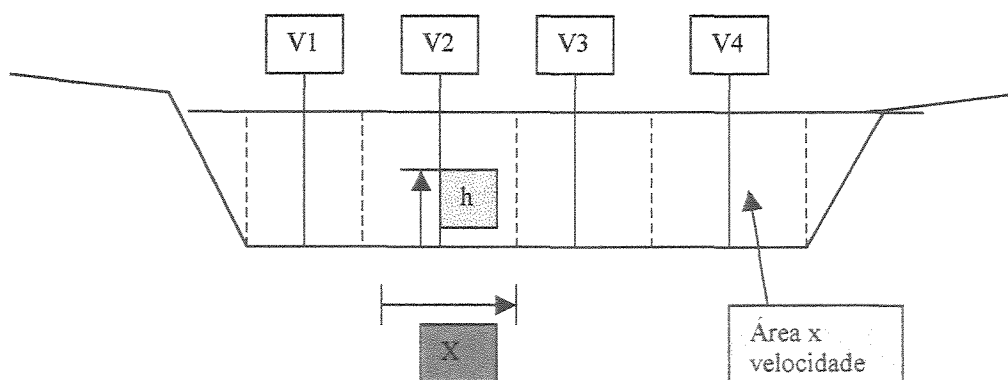


Figura 4.6 – Divisão da secção para medição de vazão.

A vazão total é obtida pelo somatório das vazões parciais (Q_i), como indica a equação 4.23.

$$Q = \sum_{i=1}^n (A_i \times V_i) \quad (4.23)$$

Onde:

A_i = área da subsecção $i = X \times h$

n = número de sub-secções. No exemplo $n = 4$

V_i = velocidade na subsecção i

O número de verticais variou ao longo do período de coleta de dados devido às alterações naturais do canal. na época de estiagem as secções se retraem, e na chuvosa, se expandem. A secção transversal molhada do canal de BCA, mais larga, em torno de 2 m de largura em média, foi dividida em verticais que distanciaram 30 cm entre si – valor de X . Para o canal de BLJ, mais estreito, com 0,9 m de largura em média, as medições foram em verticais se distanciando 0,15 ou mesmo 0,1 m entre si.

A altura da medição da velocidade no perfil foi de aproximadamente 0,6 da altura total, partindo da superfície, e assim obtendo a velocidade média do perfil. A altura da lâmina (h) sempre foi muito baixa, raramente ultrapassando 0,5 m.



Fig. 4.7 – Secção de controle em BCA

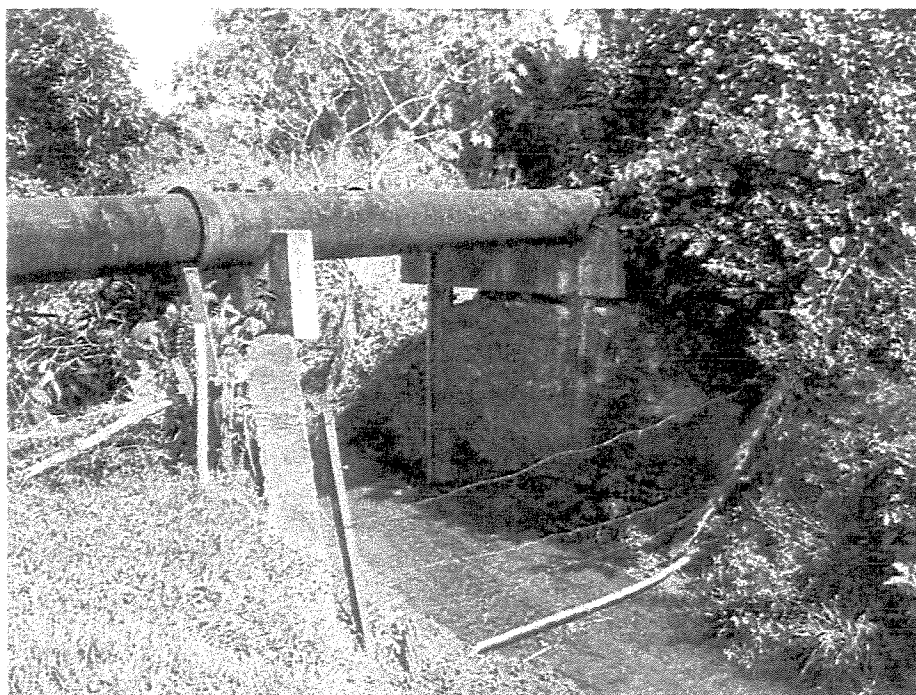


Fig. 4.8 – Secção de controle em BLJ.

4.6 - Parâmetros derivados

4.6.1- Sólidos totais

Nos sólidos totais incluem-se os sedimentos em suspensão e os dissolvidos. Os valores de suas concentrações, mg/L, são obtidos por somatório entre os parâmetros correspondentes :

SoT = sedimentos em suspensão total mais sedimentos dissolvidos totais, (mg/L)

SoF = sedimentos fixos em suspensão mais sedimentos dissolvidos fixos, (mg/L)

SoV = sedimentos voláteis em suspensão mais sedimentos dissolvidos voláteis, (mg/L).

4.6.2 – Descarga

A descarga (G) é obtida pela multiplicação da vazão líquida pela concentração de sólidos suspensos e é expressa em gramas por segundo (g/s).

Os correspondentes para cada tipo de sedimento:

GT = sedimentos em suspensão totais, (g/s);

GF = sedimentos em suspensão fixos, (g/s);

GV = sedimentos em suspensão voláteis, (g/s);

GDT = sedimentos dissolvidos totais, (g/s);

GDF = sedimentos dissolvidos fixos, (g/s);

GDV= sedimentos dissolvidos voláteis, (g/s);

GDR = CaCO_3 , (g/s);

G SiO_2 = sílica solúvel, (g/s);

GSoT = sedimentos totais, (g/s);

GSoF = sedimentos totais fixos, (g/s);

GSoV = sedimentos totais voláteis, (g/s).

4.7 – Levantamento de solo

A coleta das amostras de solos de BCA foi realizada em agosto de 1998, e de BLJ, em agosto de 1999. A camada amostrada foi a camada superficial, a 25 cm de profundidade, devido ao fato de ser a primeira a sofrer erosão pelo escoamento superficial.

Os pontos de coleta foram selecionados em função da localização na bacia e das manchas diferenciadas, com auxílio de mapa do local, em escala de 1:10000, e visitas nos locais. Foram amostrados 14 pontos para BCA e 7 para BLJ, que estão indicados nas figuras 4.9 e 4.10. As análises realizadas foram de ordem:

- física: composição granulométrica;
- química: com os seguintes parâmetros:
 - 1 -pH em água;
 - 2 -pH em solução de cloreto de potássio e em solução de cloreto de cálcio;
 - 3 - saturação em bases, (SB);
 - 4 -total de cátions, T;
 - 5 – fertilidade V% ;
 - 6 - saturação em alumínio (m)

Procederam-se as análises químicas no laboratório de análise de solo do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” (ESALQ).

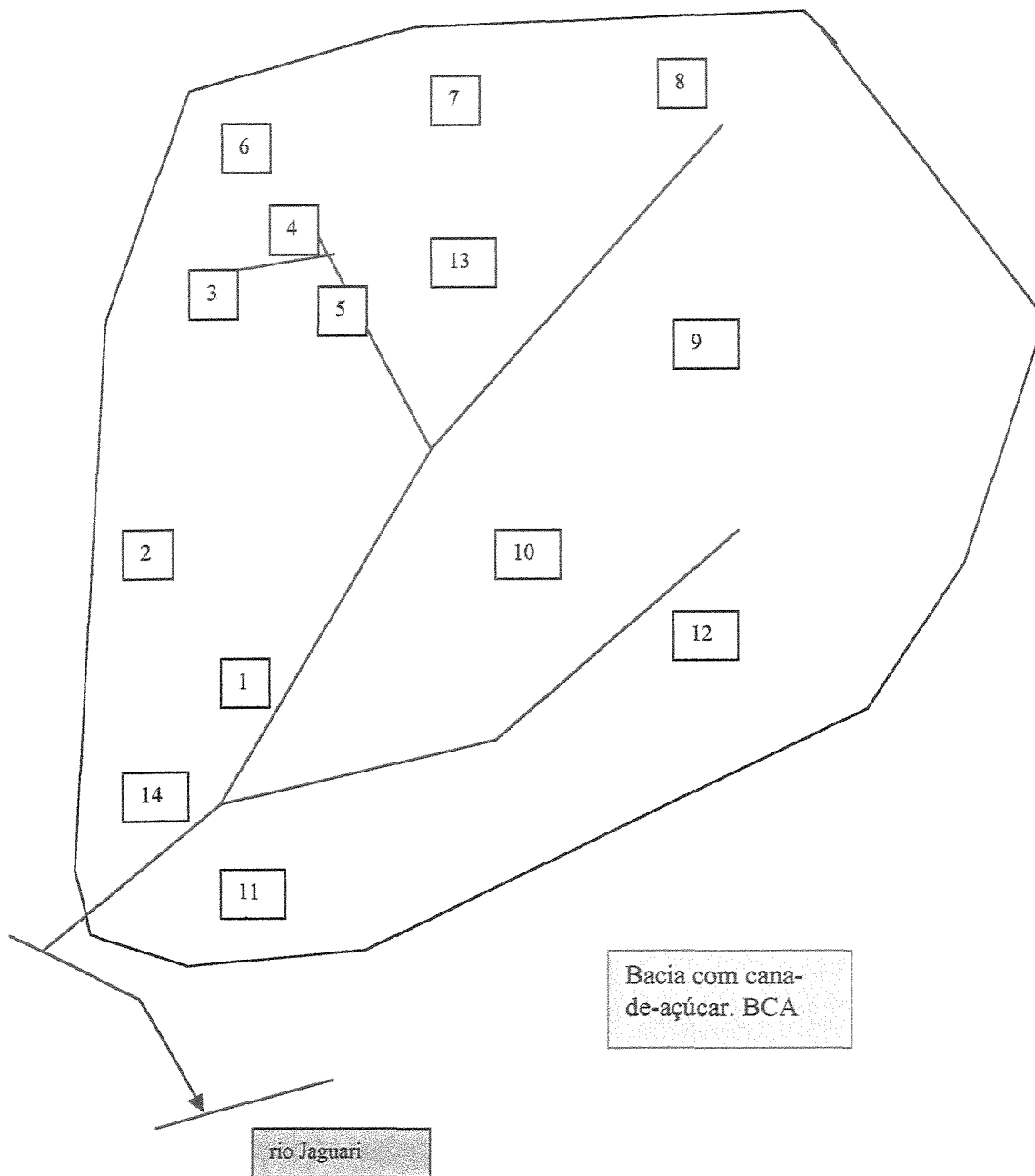


Figura. 4.9 – Pontos de coleta de solos em BCA.

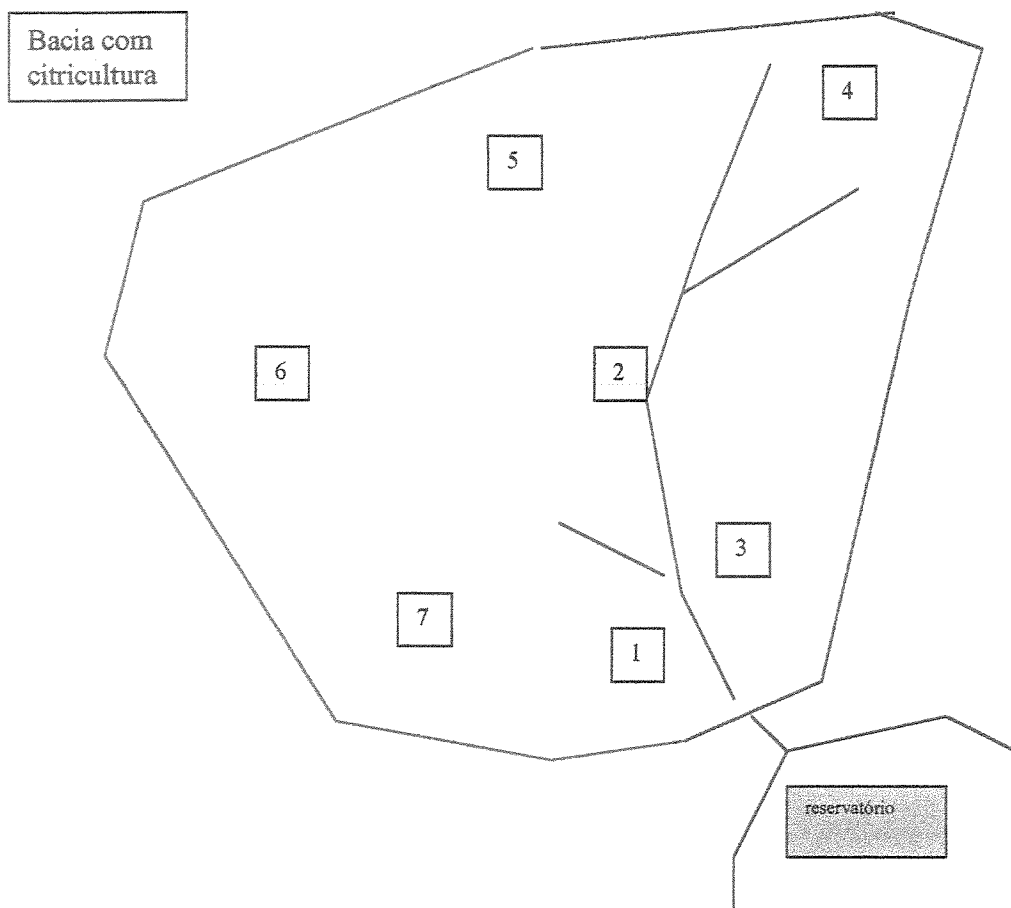


Figura 4.10 – Pontos de coleta de solos BLJ

4.8 – Levantamento hidráulico de superfície e da qualidade da água na estiagem

A época mais adequada para esse procedimento, segundo Martins, 1996, é o período da estiagem, quando se obtêm valores minimizados e mais constantes dos parâmetros, como vazão, alimentada pelo escoamento básico e a concentração de sólidos suspensos, de maior aporte na época chuvosa. Quanto à carga dissolvida, pode não haver associação com os valores mínimos devido aos aportes da calagem e da adubação feitos anteriormente, além do fato de que os menores valores de vazão contribuem para um aumento na concentração desses materiais.

Os dados são portanto, passíveis de comparação, relação essa que não acontece na época chuvosa.

A seleção dos pontos de coleta de dados foi baseada em mapa do local, em escala 1:10000. Foram amostrados, em BCA, cinco pontos sendo os quatro primeiros equidistantes em 600m e os dois últimos, em 300 m. Em BLJ, foram amostrados cinco pontos, que guardam entre si a distância média de 200 m. As figuras 4.11 e 4.12 mostram os pontos estudados nas bacias.

Foram obtidos, após o levantamento, os seguintes dados :

- 1 – distância aproximada da cabeceira;
- 2 – altitude dos pontos;
- 3 – parâmetros de qualidade da água relativos ao trabalho de pesquisa:
 - 3.1 – sólidos suspensos (SS), totais, fixos e voláteis;
 - 3.2 – sólidos dissolvidos (SD), totais, fixos e voláteis;
 - 3.3 – condutividade elétrica (CE);
 - 3.4 – sílica solúvel (SiO_2);
 - 3.5 – dureza total (CaCO_3);
 - 3.6 – sólidos totais (SoT), total, fixo e volátil.
- 4 – parâmetros hidráulicos:
 - 4.1 - vazão líquida (Q);

- 4.1 - área da secção (As);
- 4.3 - largura (X);
- 4.4 - nível da água (Lm).
- 4.5- diâmetros característicos do material do leito

5 – parâmetros combinados: descargas (G):

- 5.1 – GST, GSF, GSV : descargas dos sedimentos em suspensão;
- 5.2 – GDT, GDF, GD: descargas dos sedimentos dissolvidos;
- 5.3 - GMT, GMF, GMV: descargas dos sedimentos totais no fluxo;
- 5.4- GDR: descarga dos sais medidos pela dureza total ;
- 5.5– GSiO₂: descarga relativa à sílica solúvel.

Foram observados também vários aspectos relevantes associados às condições assoreadas da bacia, cujas imagens estão registradas no capítulo 5.

Os dados foram coletados em dois dias, com intervalo de 1 semana, não houve precipitação nesse período. Na BCA, o levantamento foi feito em agosto de 1998 e em BLJ, em agosto de 1999.

Para a demarcação dos pontos desejados foi utilizado um barbante de 60 m, e, a cada 600 m era definida uma secção, exceto para o P1060.

O sedimento de leito foi coletado em vários pontos da secção transversal , como mostra a figura 4.13, em uma profundidade de aproximadamente 10 cm. As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Hidrologia da FEC – UNICAMP.

Os dados obtidos de concentração e vazão sólida foram correlacionados com a vazão. Da correlação da vazão, ainda, com a distancia entre a cabeceira e a saída, obteve-se uma relação que permitiu saber a quantidade de água disponível em cada ponto da bacia.

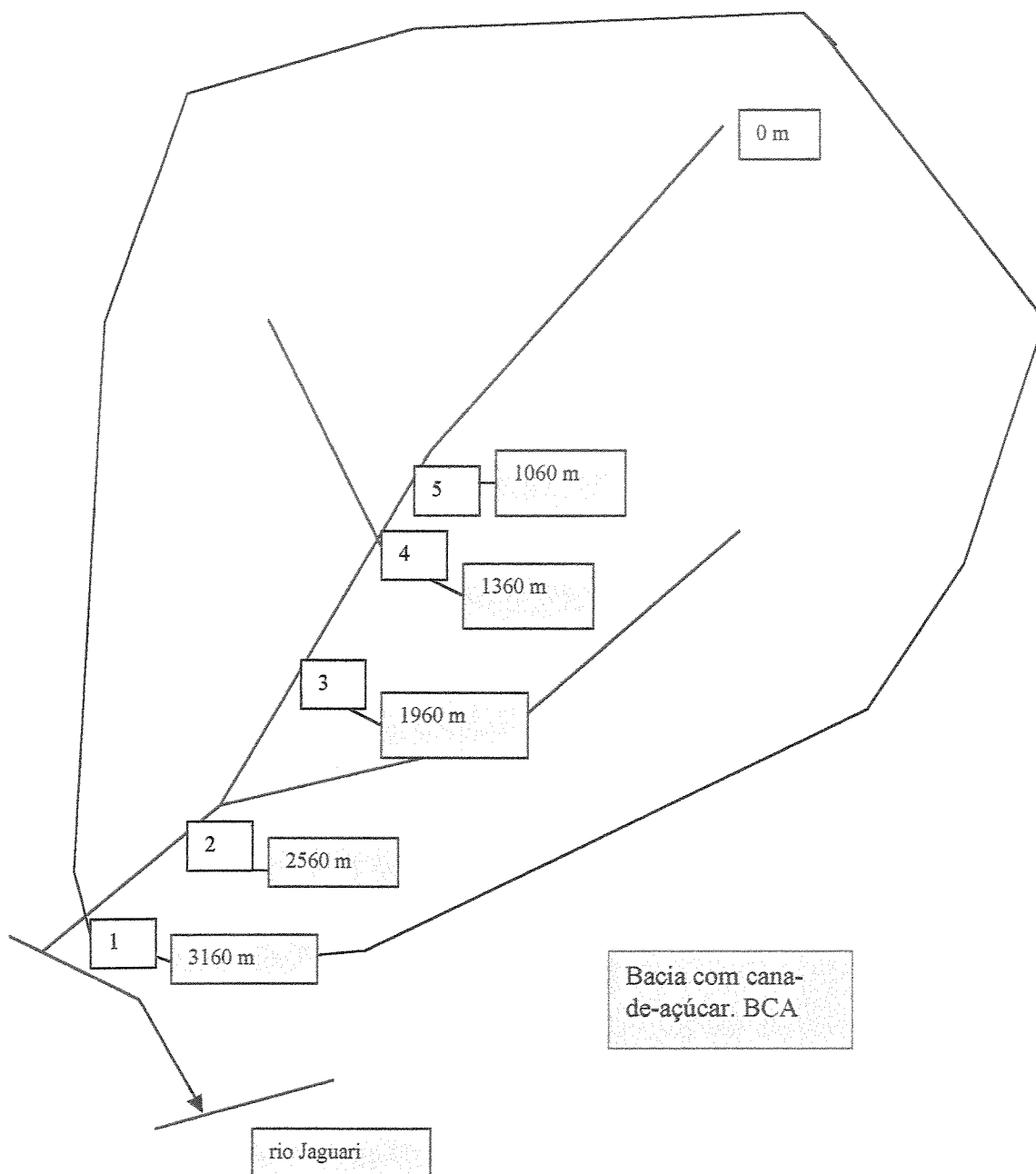


Figura. 4.11– Pontos de coleta de dados no riacho em BCA.

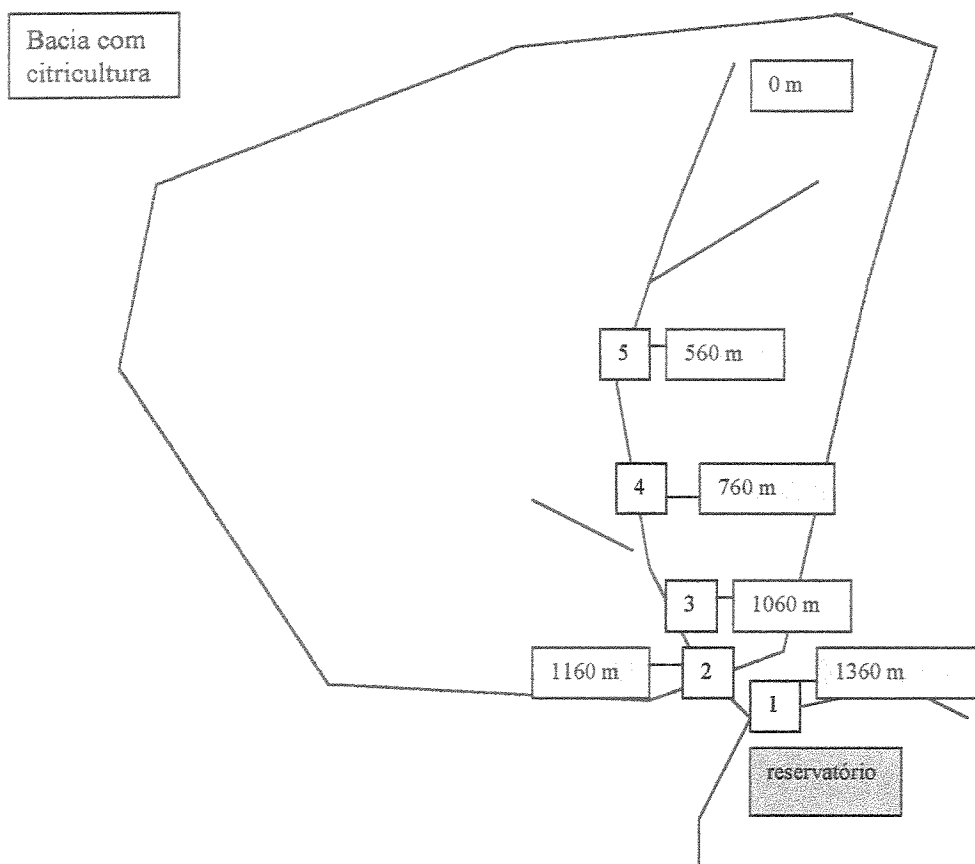


Figura 4.12– Pontos de coleta de dados no riacho de BLJ.

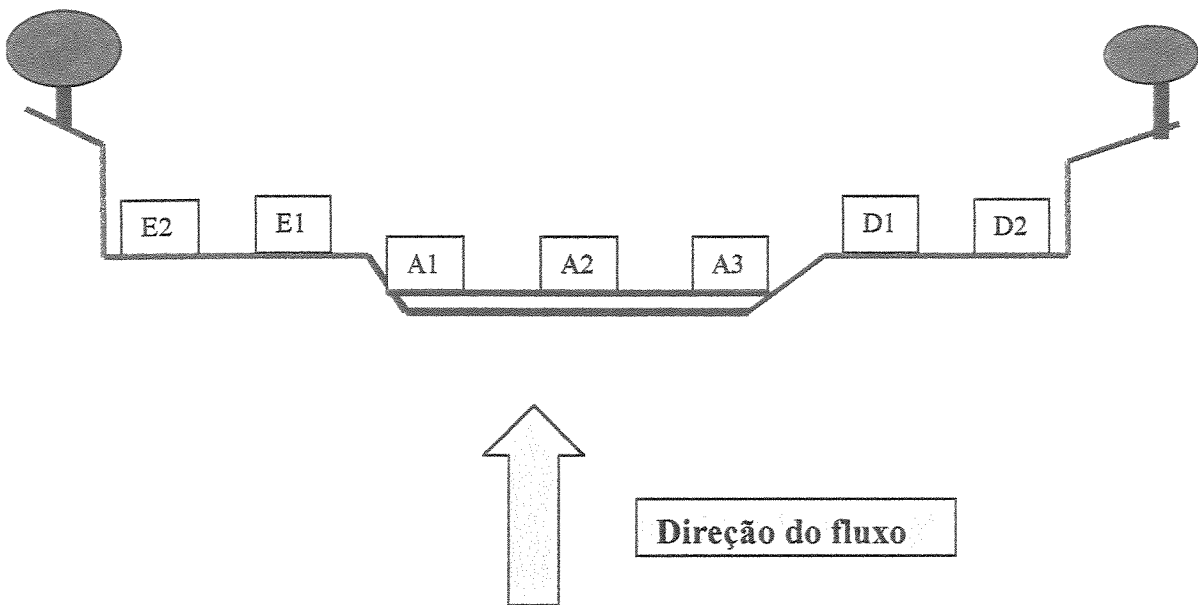


Figura 4.13 – Pontos de coleta de amostra de Sedimentos de leito nas secções.

O volume total da calha foi obtido a partir de uma regressão entre as áreas das secções e a distância, e a equação integrada no intervalo que compreende o comprimento do riacho, como mostra a fórmula:

$$Volcalha = \int_0^{L_{talv}} (Asi \times disti) ddist \quad (4.24)$$

As massas totais dos parâmetros foram obtidas a partir de uma regressão entre as áreas das secções e suas respectivas concentrações e as equações integradas no mesmo intervalo. As concentrações médias foram obtidas mediante a divisão entre as massas totais e o volume total, como mostram as equações 4.25 e 4.26.

$$Massatotal(g) = \int_0^{L_{talv}} ((Ci \times Asi) \times disti) ddist \quad (4.25)$$

$$Concmédia = \frac{massatotal}{volumecalha} \quad (4.26)$$

4.9 – Obtenção dos parâmetros da Equação Universal de Perda de Solo

4.9.1 – Fator erosividade da chuva (R)

O fator R foi obtido por meio do programa: “ Sistema para Cálculo de Erosividade da Chuva para o Estado de São Paulo” , desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, de Minas Gerais, que, a partir de dados cedidos pelo Instituto Agronômico de Campinas, realiza os cálculos e fornece o resultado. O programa é alimentado com dados da localidade alvo do estudo, ou seja o município de Limeira-SP.

4.9.2 - Fator uso e manejo do solo (C)

O fator C foi fornecido pelo Dr. Francisco Lombardi, pesquisador científico do IAC, cujos cálculos estão em anexo. Considerou-se o índice para cana de ano, com três cortes, para BCA, e pomar adulto, para BLJ.

Para simular as condições de vegetação primitiva das bacias, foi utilizado o valor de 0,0004 e, para as condições de máxima exposição à erosão, ou seja, solo arado, o valor considerado foi a unidade (1).

4.9.3 – Fator práticas conservacionistas (P)

O fator foi obtido, por meio de comunicação pessoal, junto ao Dr Lombardi, melhorando o valor de 0,5, referente ao plantio em contorno apresentado por Bertoni & Lombardi (1985). Para as condições de floresta e solo arado, foi considerado igual a unidade (1).

4.9.4 – Fator topográfico (LS)

O fator LS foi obtido segundo a equação 3.29.

4.9.5 – Fator erodibilidade do solo (K)

O fator foi obtido segundo a fórmula de Denardin, modificada por Levy, como mostra a equação:

$$K = 7,48 \times 10^{-6} \times M + 4,48059 \times 10^{-3} \times Perm - 6,31175 \times 10^{-2} \times DMP + 1,03956 \times 10^{-2} \times R_t \quad (4.27)$$

na qual:

$M = \text{novo silte} \times (\text{novo silte} + \text{nova areia})$; novo silte = silte + areia fina;

Perm = permeabilidade; 1= muito rápida, 2 = rápida, 3 = moderada, 4 = lenta, 5 = muito lenta e 6 = imperfeitamente drenado;

DPM = diâmetro médio ponderado das partículas do solo, obtido mediante a relação:

$$DMP = [(0,65 \times AG) + (0,15 \times AF) + (0,0117 \times SILTE) + (0,00024 \times ARG)]/100 \quad (4.28)$$

$$R_1 = NA \times MO/100$$

NA = nova areia = teor de areia grossa;

MO = teor de matéria orgânica, em %.

As frações granulométricas são expressas em percentagem e classificadas segundo o tamanho de seus componentes, em (mm), como se segue:

AG = teor de areia grossa, em %, (diâmetro > 0,2 mm);

AF = teor de areia fina, em %, (diâmetro entre 0,05 e 0,2 mm);

Silte = teor de silte, em %, (diâmetro entre 0,002 a 0,005 mm) e

ARG = teor de argila, em %, (diâmetro < 0,002 mm).

Foram obtidos 14 valores para BCA e 7 para BLJ, relativos aos pontos amostrados. Foi considerada a média aritmética de cada bacia, com exclusão dos valores extremos de máximo e de mínimo dentre as amostras a fim de se evitar o efeito de manchas particulares de solo, que poderiam influenciar no resultado.

4.10 – Obtenção dos parâmetros da MEUPS

Na MEUPS , ocorre a substituição do fator erosividade, R, pelo fator que representa o volume escoado e a respectiva vazão de pico segundo a equação 3.36.

A vazão de pico, Q_{máx}, ou q_p na fórmula da MEUPS, foi obtida com o método do hidrograma unitário sintético triangular do *Soil Conservation Service*, conforme item 4.3.6. O volume total escoado foi calculado segundo a relação:

$$V_{\text{olesc}}(m^3) = Pe(mm) \times A(m^2) / 1000 \quad (4.29)$$

O cálculo do volume total escoado foi feito juntamente com o da vazão máxima no programa anexo.

A produção de sedimentos em suspensão foi obtida para eventos máximos de vários períodos de retorno e para três situações diferentes em cada bacia, as quais sejam, a cobertura então presente, a sua cobertura primitiva – florestal -- e a condição de solo arado, ou de extrema exposição à erosão hídrica.

Os outros fatores da MEUPS foram obtidos conforme o item 4.9.

5 - Resultados

5.1 - Vazão máxima

5.1.1 – Método Hidrograma Unitário Triangular – SCS-USA

Os dados de entrada no programa e os resultados estão apresentados nos quadros 5.1, 5.2 e 5.3, onde “CN” e “restrição” estão definidos no item 4.1.6.

Quadro 5.1 – Dados para obtenção de Q_{máx} – HUT-SCS.

Parâmetro	BCA	BLJ
Área (km ²)	4,71	1,66
Ld (km)	2,75	1,55
linha S3 (m/km)	21,27	41,19
tc (min)	38,28	19,09
D (h)	0,09	0,05
tp (h)	0,43	0,21
tb (h)	1,14	0,57
q (m ³ /s.cm)	22,87	16,17

Quadro 5.2 – Dados de Q_{máx} para 3 coberturas e 6 períodos de retorno para BCA

Cobertura	restrição (mm)	CN	Tr (anos)	Im (mm/h)	Pt (mm)	Q máx (m ³ /s)
cana -de- açúcar	16,93	75	2	56,9	36,3	7,27
			5	65,3	41,66	11,1
			10	72,47	46,24	14,81
			25	83,16	53,06	20,93
			50	92,27	58,87	26,62
			100	102,38	65,32	33,38
floresta	46,89	52	2	56,9	36,3	0,00
			5	65,3	41,66	0,00
			10	72,47	46,24	0,00
			25	83,16	53,06	0,34
			50	92,27	58,87	1,24
			100	102,38	65,32	2,8
solo arado	8,27	86	2	56,9	36,3	21,21
			5	65,3	41,66	27,57
			10	72,47	46,24	33,4
			25	83,16	53,06	42,55
			50	92,27	58,87	50,66
			100	102,38	65,32	59,91

Quadro 5.3 – Dados de Q_{máx} para 3 coberturas e 6 períodos de retorno para BLJ.

Cobertura	restrição (mm)	CN	Tr (anos)	Im (mm/h)	Pt (mm)	Q máx (m ³ /s)
citros	16,93	75	2	84,39	26,85	1,52
			5	97,03	30,87	2,85
			10	107,83	34,3	4,24
			25	123,96	39,43	6,68
			50	137,74	43,82	9,06
			100	153,04	48,68	11,97
floresta	46,89	52	2	84,39	26,85	0,00
			5	97,03	30,87	0,00
			10	107,83	34,3	0,00
			25	123,96	39,43	0,00
			50	137,74	43,82	0,00
			100	153,04	48,68	0,02
solo arado	8,27	86	2	84,39	26,85	7,86
			5	97,03	30,87	10,74
			10	107,83	34,3	13,39
			25	123,96	39,43	17,59
			50	137,74	43,82	21,4
			100	153,04	48,68	25,90

5.2 – Levantamento de solos

5.2.1 – Bacia com cana-de-açúcar

5.2.1.1 – Resultados

5.2.1.1.1- Análise de fertilidade e potencial zeta (ζ)

As análises de fertilidade estão no quadro 5.4 .

5.2.1.1.2 – Análise granulométrica

As curvas granulométricas são mostradas nas figuras de 5.1 a 5.14. O quadro 5.5 mostra as composições percentuais granulométricas dos solos em função das frações requeridas para o cálculo do fator erosividade, K, da EUPS. Os diâmetros estão apresentados em duas escalas, métrica (d), e phi (ϕ), sendo:

$$\phi = \log_2 d(mm) \quad (5.1)$$

$$\phi = \frac{\log_{10} d}{\log_{10} 2} \quad (5.2)$$

Quadro 5.4 - Análise de fertilidade dos solos - BCA.

		pH		M.O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m	pot.
	H2O	KCl	CaCl2			mmolc/	mmolc/	mmolc/	mmolc/	mmolc/	mmolc/	mmolc/			zeta
AM				g/kg	mg/kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	%	%	
1	4,8	4,8	4,3	11	4	1,6	8	5	5	32	14,6	46,6	31	26	0
2	5,5	4,1	5,5	17	57	1,9	25	7	0	20	33,9	53,9	63	0	-1,4
3	4,8	5,1	5,2	24	14	8,3	37	12	0	30	57,3	87,3	66	0	0,3
4	5,7	4,7	5,2	17	11	5,5	23	9	0	34	37,5	71,5	52	0	-1
5	5,1	4,4	4	11	4	1,1	3	2	9	30	6,1	36,1	17	60	-0,7
6	4,6	3,7	3,9	14	7	1,4	5	1	9	49	7,4	56,4	13	55	-0,9
7	5	3,6	4,2	9	6	8,5	32	23	46	100	63,5	163,5	39	42	-1,4
8	4,9	4,1	4,6	11	4	4,6	22	13	3	28	39,6	67,6	59	7	-0,8
9	5,1	4,2	4,5	19	58	2,5	41	11	3	70	54,5	124,5	44	5	-0,9
10	5,2	4,3	4,6	24	87	3,1	37	7	2	58	47,1	105,1	45	4	-0,9
11	4,6	3,5	3,8	12	4	1,4	8	2	12	50	11,4	61,4	19	51	-1,1
12	5,5	4,4	4,6	19	9	3	13	4	1	40	20	60	33	5	-1,1
13	5,6	4,8	4,7	19	9	1,9	19	8	1	26	28,9	57,9	53	3	-0,8
14	5	4,1	4,4	14	9	1,2	15	3	4	39	19,2	58,2	33	17	-0,9
				15,786	20,214	3,28571	20,5714	7,64286	6,78571	43,2857	31,5	75	40,5	19,643	
				Valores médios											

Legenda:

pH = potencial hidrogeniônico
M.O = matéria orgânica
P = teor de fósforo
K = teor de potássio

Ca = teor de cálcio
Mg = teor de magnésio
Al = teor de alumínio
H + Al = teor de hidrogênio mais alumínio

SB = saturação em bases
T = bases totais
V% = índice de saturação em bases
m = saturação em alumínio

Conclusão: solos pouco férteis e com maior capacidade de reter cátions.

Quadro 5.5 – Composição textural dos solos de BCA.

%	Pontos						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Argila	13,68	13,58	21,25	14	13,75	13	20,86
Silte	12,66	7,78	20,09	21	12,5	11,81	33,53
Finos	26,34	21,36	41,34	35	26,25	24,81	54,39
Ar. Mui. Fina	18,42	31,57	25,51	25	22,02	24,78	10,16
Ar. Fina	29,14	24,32	19,35	27	31,73	32,14	2,48
Ar. Média	22,45	21,8	12,66	13	18	16,91	11,06
Ar. Grossa	3,65	0,95	1,14	0	2	1,36	21,91
Areia	73,66	78,64	58,66	65	73,75	75,19	45,61

Quadro 5.5 – Composição textural dos solos de BCA (cont)

%	Pontos						
	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Argila	15,44	19,42	10	13	13	12,93	13
Silte	27,23	14,47	14,46	21	21,46	7,08	16,82
Finos	42,67	33,89	24,46	34	34,46	20,01	29,82
Ar. muito fina	22,68	22,65	15,54	30,74	20,54	6,99	14,18
Areia fina	15,75	24,37	40	19	21	40	28,15
Ar. Média	11,76	16,75	18,04	14,78	19,91	27,3	25,35
Ar. Grossa	7,14	2,34	1,96	1,22	4,08	5,7	2,5
Areia	57,33	66,11	75,54	65,74	65,53	79,99	70,18

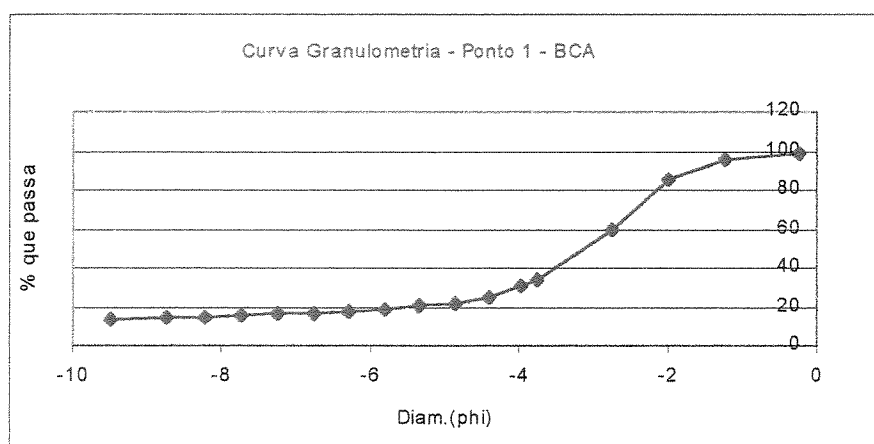


Fig. 5.1 – Curva granulométrica- Ponto 1 – BCA.

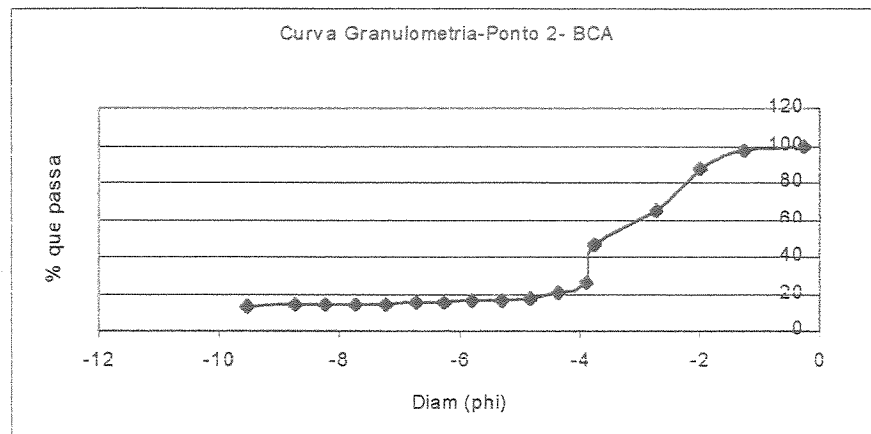


Fig. 5.2 – Curva granulométrica- Ponto 2 – BCA.

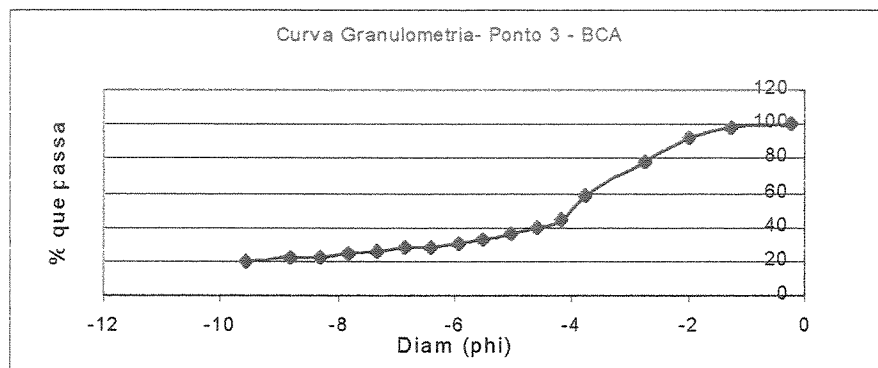


Fig. 5.3 – Curva granulométrica – Ponto 3 –BCA

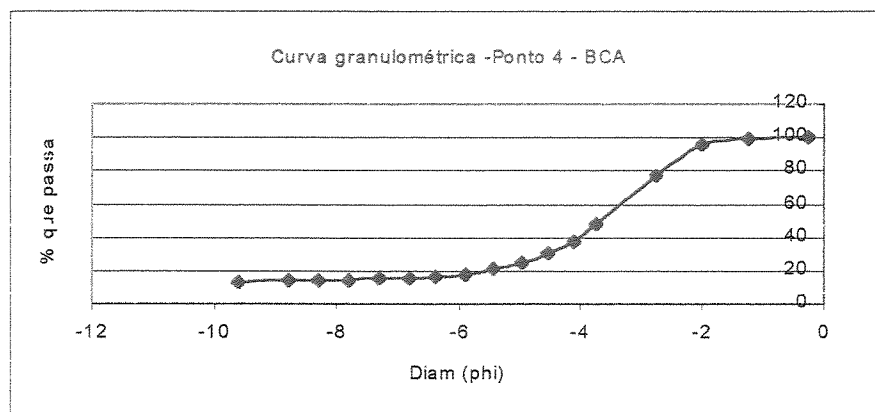


Fig. 5.4 – Curva granulométrica- Ponto 4 – BCA.

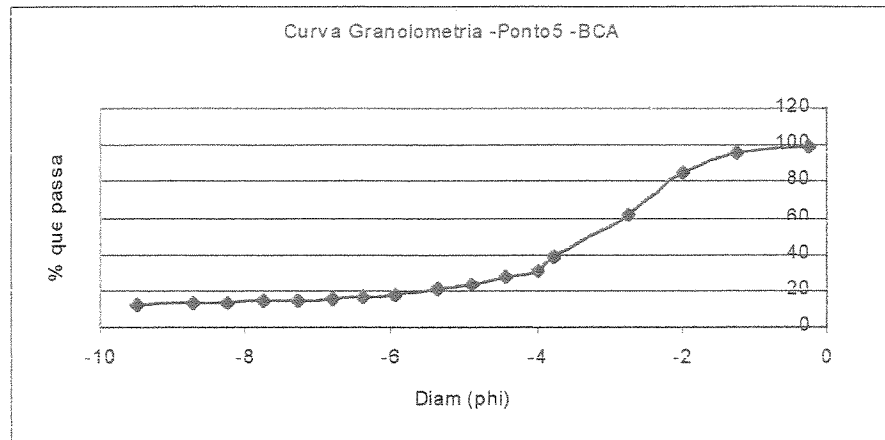


Fig. 5.5 – Curva granulométrica- Ponto 5 – BCA.

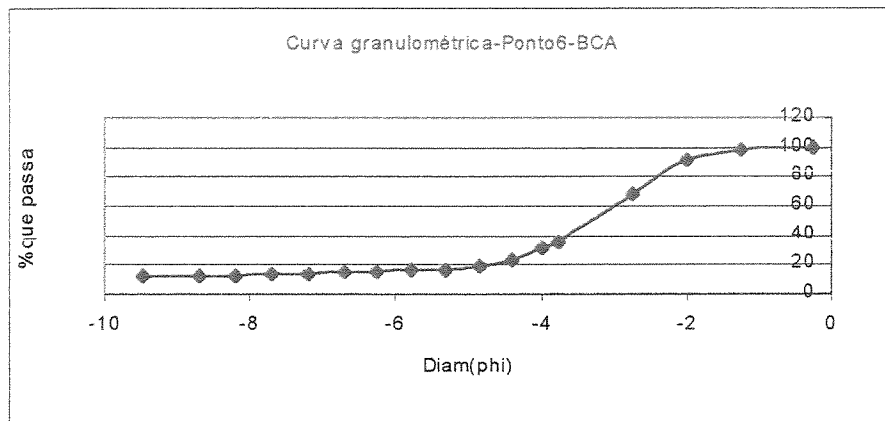


Fig. 5.6 – Curva granulométrica- Ponto 6 – BCA.

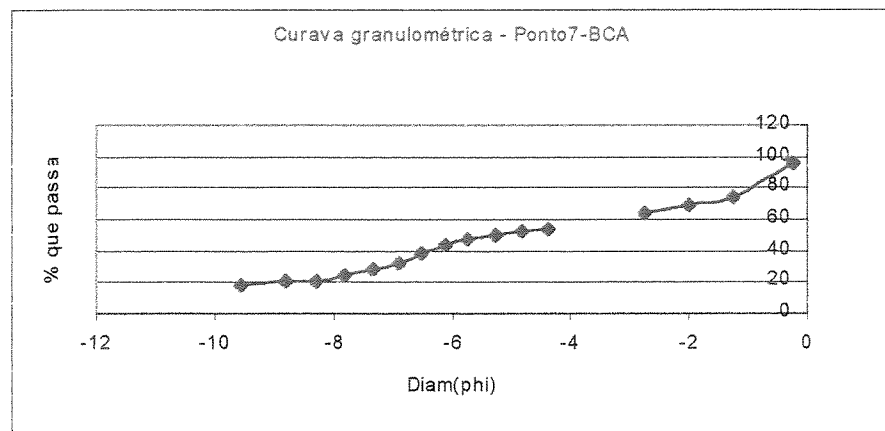


Fig. 5.7 – Curva granulométrica- Ponto 7 – BCA.

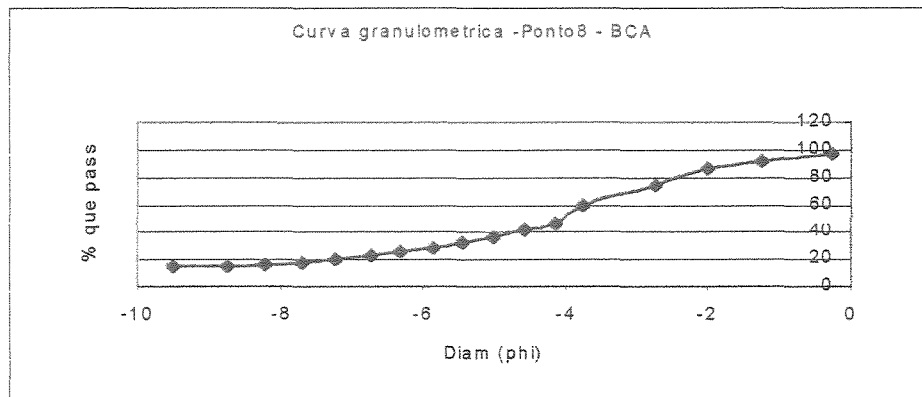


Fig. 5.8 – Curva granulométrica- Ponto 8 – BCA

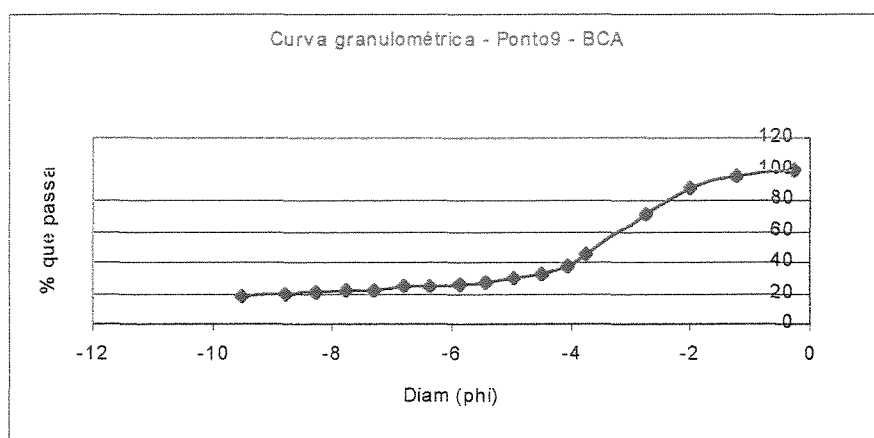


Fig. 5.9 – Curva granulométrica- Ponto 9 – BCA.

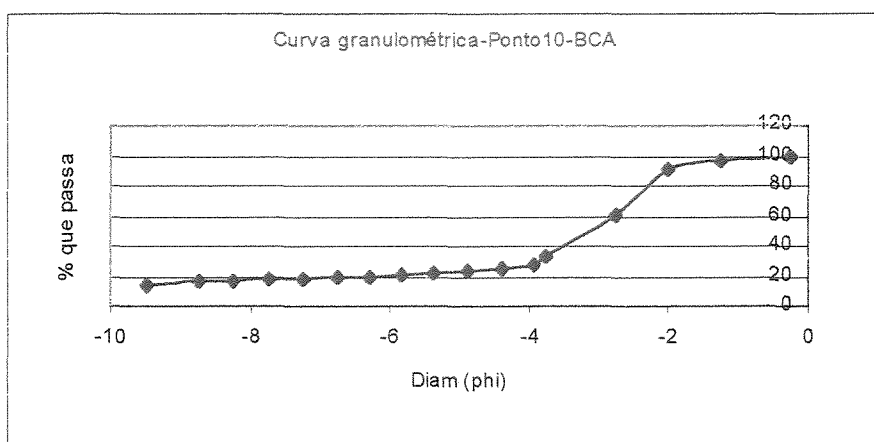


Fig. 5.10 – Curva granulométrica- Ponto 10 – BCA.

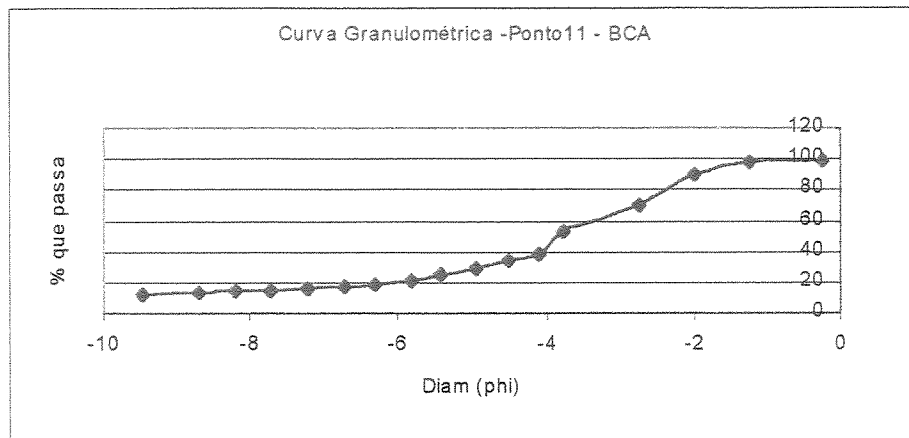


Fig. 5.11 – Curva granulométrica- Ponto 11 – BCA.

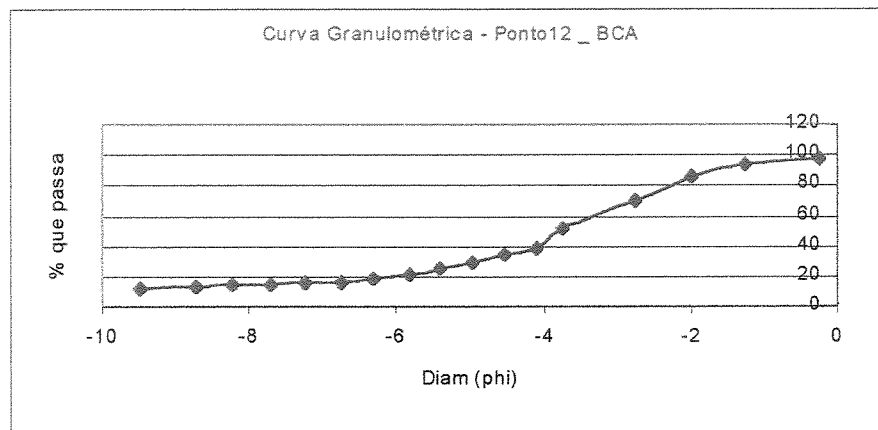


Fig. 5.12 – Curva granulométrica- Ponto 12 – BCA.

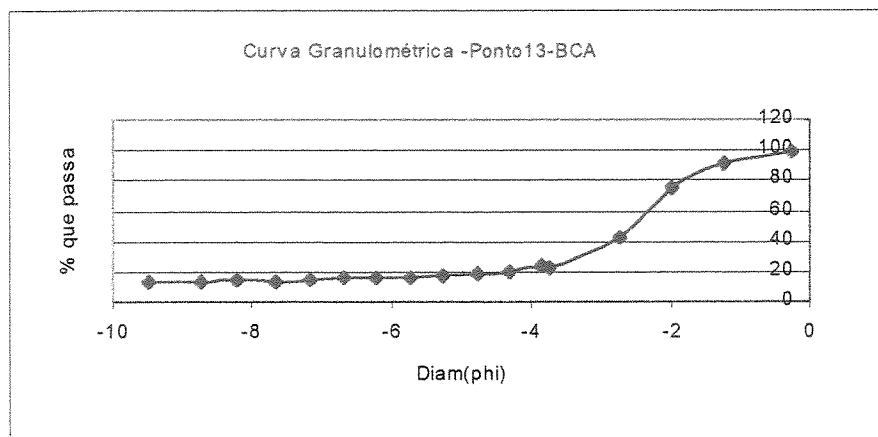


Fig. 5.13 – Curva granulométrica- Ponto 13 – BCA.

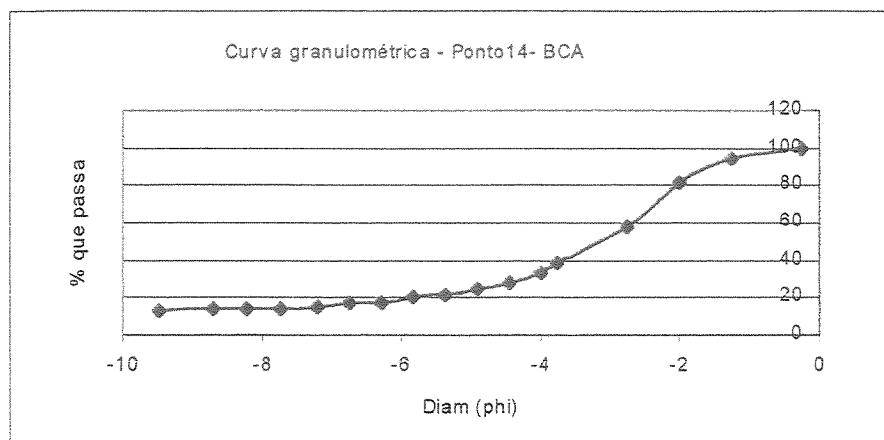


Fig. 5.14 – Curva granulométrica- Ponto 14 – BCA.

5.2.1.2 - Análise dos resultados

A maioria dos pontos amostrados mostra que os solos são de natureza distrófica, ou seja, o parâmetro V é menor que 50%, com uma média de 40,5%. Por conseguinte, os solos da bacia não são naturalmente férteis. Os pontos 2, 3 e 4 na cabeceira de um afluente; e o ponto 8, na cabeceira do riacho principal, têm maior fertilidade e podem ser considerados como exceções.

A diferença entre os valores de pH mostrou que o ponto 1 está PCZ (ponto de carga zero), sem saldo de qualquer tipo de carga. O ponto 3 mostrou uma predominância de carga positiva, indicando maior retenção de ânions. A maioria, porém, indicou uma predominância de carga negativa e, portanto, maior tendência de reter cátions.

Caracterizam-se, assim, os solos da bacia como pouco férteis e com maior capacidade de reter íons positivos. Os teores de matéria orgânica variaram de 0,9 a 2,4 %, com a média –

considerada baixa - de 1,5 %.

A análise granulométrica mostrou que a maioria dos solos tem em sua composição uma percentagem predominante de areia fina. As amostras números 7 e 8 mostraram o silte como maior componente. Considerando como finos os diâmetros correspondentes à argila e ao silte, verifica-se que apenas a amostra 7 tem composição predominante de finos.

As figuras de 5.15 a 5.20 mostram alguns pontos nos quais se procedeu a coleta de amostras desses solos, bem como visões gerais da bacia.



Fig. 5.15 – Aspecto do solo no ponto 3 - BCA.



Fig. 5.16 – Aspecto do solo no ponto 4 - BCA.



Fig. 5.17 – Aspecto do solo no ponto 6 - BCA.



Fig. 5.18 – Aspecto do solo no ponto 8 - BCA.



Fig. 5.19 – Aspecto do solo no ponto 9 - BCA.



Fig. 5.20 – Aspecto do solo no ponto 11 - BCA.

5.2.2 – Bacia com citricultura

5.2.2.1 – Resultados

5.2.2.1.1 – Análise de fertilidade e potencial zeta (ζ)

Os resultados da análise química dos solos estão mostradas no quadro 5.6.

5.2.2.1.2 – Análise granulométrica

As curvas granulométricas são mostradas nas figuras de 5.21 a 5.27. O quadro 5.7 mostra

Quadro 5.6 - Análise química dos solos de BLJ.

AM	H2O	pH		M.O g/kg	P mg/kg	K mmolc/ kg	Ca mmolc/ kg	Mg mmolc/ kg	Al mmolc/ kg	H+Al mmolc/ kg	SB mmolc/ kg	T mmolc/ kg	V %	m %	pot. zeta
		KCl	CaCl2												
1	5	4,5	4,3	11	8	2	16	6	2	29	24	53	45	8	-0,5
2	6,8	6,1	6	3	8	1	18	8	0	9	27	36	75	0	-0,7
3	4,7	3,9	4	14	11	1,9	15	8	6	40	24,9	64,9	38	19	-0,8
4	4,2	3,3	3,5	3	2	0,9	4	1	8	25	5,9	30,9	19	58	-0,9
5	4,6	3,8	3,9	32	3	1,3	9	5	7	48	15,3	63,3	24	31	-0,8
6	5,8	5,1	5,3	27	17	2,8	40	12	1	35	54,8	89,8	61	2	-0,7
7	6,1	5,4	4,8	24	7	1,2	46	6	0	25	53,2	78,2	68	0	-0,7
				16,29	8	1,58571	21,143	6,5714	3,4286	30,143	29,3	59,4	47,1	16,9	
Valores médios															

Legenda:

pH = potencial hidrogeniônico
M.O = matéria orgânica
P = teor de fósforo
K = teor de potássio

Ca = teor de cálcio
Mg = teor de magnésio
Al = teor de alumínio
H + Al = teor de hidrogênio mais alumínio

SB = saturação em bases
T = bases totais
V% = índice de saturação em bases
m = saturação em alumínio

Conclusão: solos com fertilidades variável e com maior capacidade de reter cátions.

as composições percentuais dos solos em função das frações requeridas para o cálculo da erodibilidade, K da EUPS.

Quadro 5.7 – Composição textural dos solos de BLJ.

%	Pontos						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Argila	13,77	11,63	13,28	11,78	19,7	26,21	27,94
Silte	15,85	5,76	11,2	10,57	15,26	18,57	13,65
Finos	29,62	17,39	24,48	22,35	34,96	44,78	41,59
Ar. M. fina	22,37	13,51	18,86	17,86	12,7	31,17	30,19
Ar. Fina	20,4	29,1	31,66	27,79	24,34	9,05	14,22
Ar. Média	26,07	37,17	23,57	31,18	28	14,06	13,33
Ar. Grossa	1,54	2,83	1,43	0,82	0	0,94	0,67
Areia	70,38	82,61	75,52	77,65	65,04	55,22	58,41

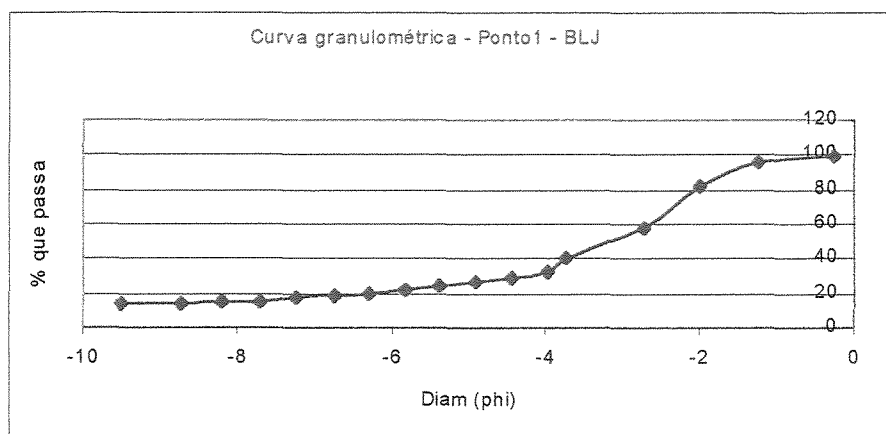


Fig. 5.21 – Curva granulométrica – Ponto 1 – BLJ.

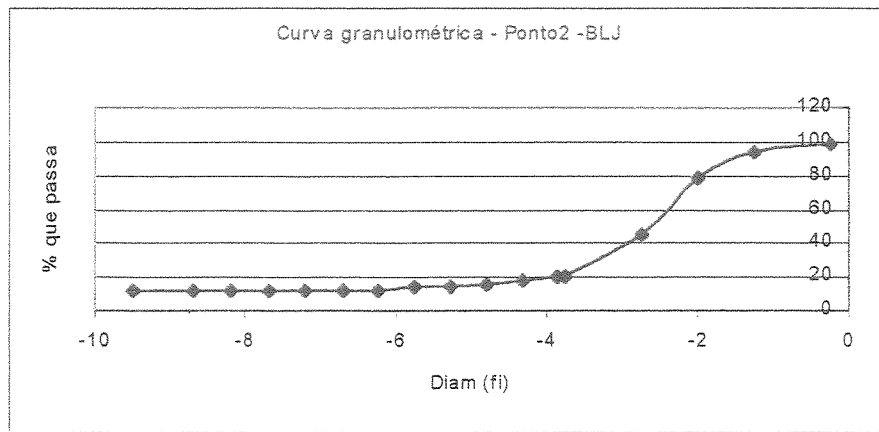


Fig. 5.22 – Curva granulométrica – Ponto 2 – BLJ.

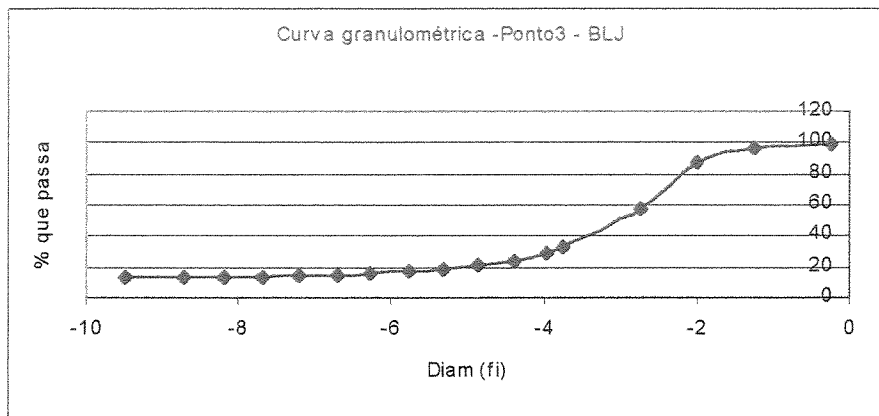


Fig. 5.23 – Curva granulométrica – Ponto 3 – BLJ.

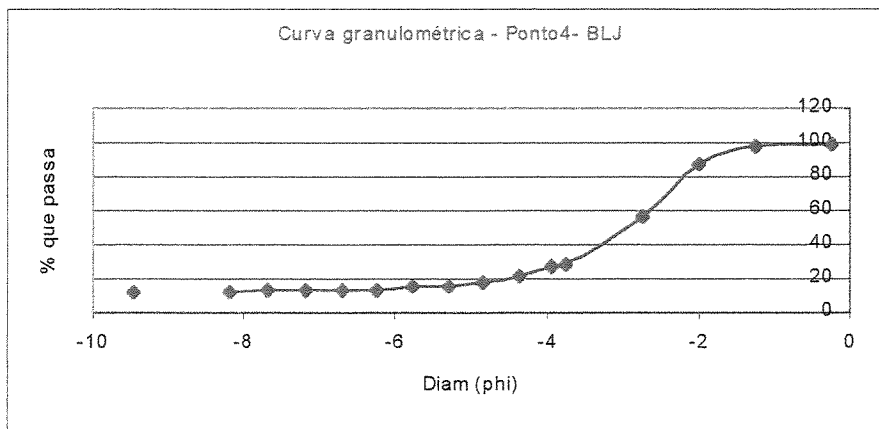


Fig. 5.24 – Curva granulométrica – Ponto 4 – BLJ.

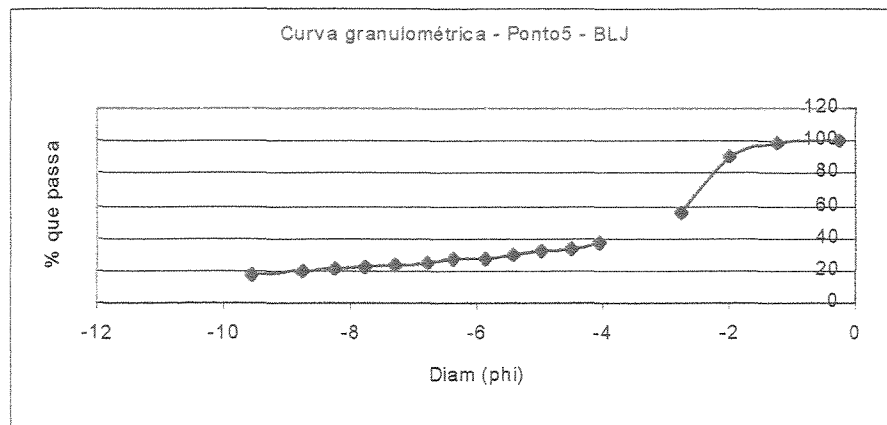


Fig. 5.25 – Curva granulométrica – Ponto 5 – BLJ.

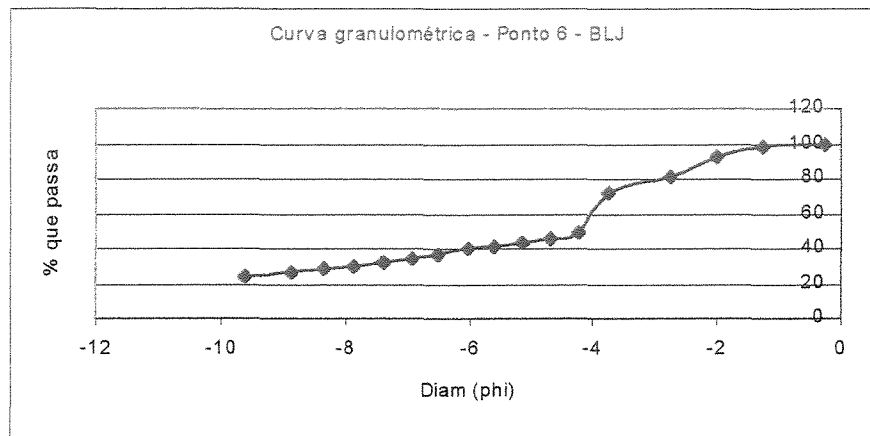


Fig. 5.26 – Curva granulométrica – Ponto 6 – BLJ.

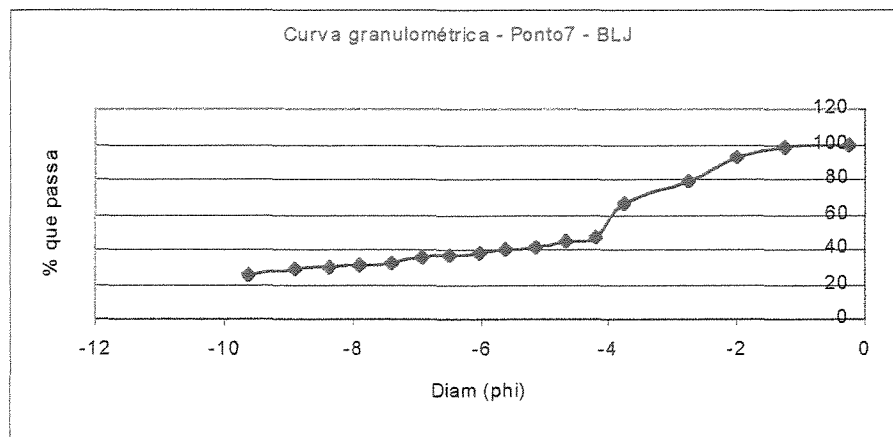


Fig. 5.27 – Curva granulométrica – Ponto 7 – BLJ.

5.2.2.2 – Análise dos resultados

A maioria dos solos mostrou uma fertilidade mediana ou baixa, mas 3 dos 7 pontos amostrados apresentaram boa fertilidade, com V% maior que 50, os quais sejam: os pontos 2, 6 e 7. Dessa forma, BLJ caracteriza-se por apresentar solos de fertilidade variável.

O potencial zeta (ζ) negativo, em todas as amostras, indicou que os solos de BLJ tem maior capacidade de reter cátions.

Caracteriza-se assim, de forma genérica, os solos têm fertilidade variável e maior capacidade de reter cátions.

A análise granulométrica mostrou predominância de areia média para 3 amostras, areia fina para 2 e areia muito fina para 2. Considerando os finos, as amostras 6 e 7 indicaram elevadas porcentagens, acima de 40 %, embora as areias tenham sido predominantes em todas as amostras.

Os teores de matéria orgânica variaram de 0,3 a 3,2 %, com a média de 1,628 %, que é considerada baixa.

As figuras de 5.28 a 5.31 mostram alguns pontos de coleta.



Fig. - 5.28 – Aspecto do solo no ponto 2 - BLJ

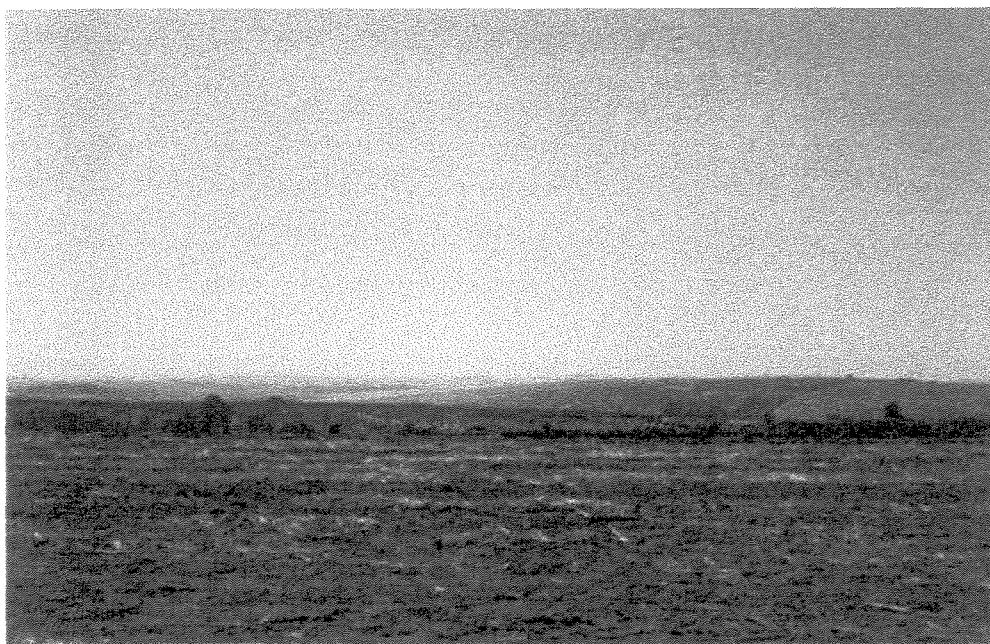


Fig - 5.29 – Aspecto do solo no ponto 4 - BLJ



Fig - 5.30 – Aspecto do solo no ponto 5 - BLJ



Fig - 5.31 – Aspecto do solo no ponto 7 - BLJ

5.3 – Levantamento hidráulico de superfície, da qualidade da água e dos sedimentos de leito na estiagem

5.3.1 – Bacia com cana-de-açúcar

5.3.1.1–Aspectos gerais observados

Foram observadas várias características relevantes tais como:

a)– Erosão das margens

Houve desbarrancamento da margem devido à falta de proteção do solo, especialmente na parte inferior da bacia com mata ciliar muito rala, como mostra a figura 5.32. Em vários trechos do rio, encontram-se margens rochosas que propiciam maior estabilidade ao canal, como o que se encontra no ponto P2560 e próximo à secção de controle, como mostra a figura 5.33.

Rochas menos resistentes na margem também são erodidas mostrando o processo na formação da alça de um meandro, como indicado na figura 5.34.

b)– Material orgânico

A presença da mata ciliar permite uma produção relativamente constante de sedimentos orgânicos. Nos canais assoreados, como foi observado, sugere-se uma mudança no ciclo da matéria orgânica da bacia. A época do levantamento coincidiu com o período de queda de folhas das espécies caducifólias, havendo, portanto, maior produção desse tipo de sedimento. Em canais

protegidos, com as secções mais retraídas, o material que cai se deposita no solo próximo às margens ou cai direto no fluxo. Nos canais assoreados, porém, ocorre uma acumulação de parte desse material sobre os depósitos de areia, e não no solo, enquanto outra parte segue pelo escoamento. Esse material fica depositado na areia até que haja fluxo suficiente para carregá-lo, fato que ocorre meses depois. Quando se dá esse carregamento, o material apresenta-se parcial ou totalmente degradado, como indica a figura 5.35. Dessa forma, há saída do sistema de maior quantidade de material que devido aos seus diferentes estados de decomposição, tem qualidade diferente daquela que ocorreria em canais protegidos.

c) – Tamanho de sedimentos

Foram observados sedimentos de vários diâmetros, desde areia fina nas secções molhadas até matacões nos depósitos de areia e grandes fragmentos de rocha em vários pontos do riacho. As figuras 5.36 e 5.37 são da parte inferior da bacia e a figura 5.38 mostra a entrada de material no ribeirão que é tributário do rio Jaguari.

Ao caminhar a montante pelo riacho, as condições se modificam. A densidade crescente da mata e a presença de rochas escorregadias, como se observa na figura 5.39, não permitiram o acesso além do ponto situado a 1000 m da nascente. Nesse trajeto foi verificada a presença de ciclos animais como girinos, como mostra a figura 5.40, possivelmente porque na parte superior, com menores vazões, são encontradas as condições propícias para tais ciclos, como maiores concentrações de sais e temperaturas menores e mais estáveis devido a mata ciliar mais fechada.

As figuras de 5.41 a 5.43 apresentam algumas características do assoreamento, da vegetação e das condições do riacho na parte inferior da bacia. Na figura 5.44 verifica-se a reação de rebrota da árvore tombada pela falta de sustentação na margem de solo arenoso.

A medição da distancia, contornando meandros foi possível com um barbante de comprimento conhecido como mostra a figura 5.45. A figura 5.46 mostra a medição de vazão no

ponto que dista 1960 m da nascente.



Fig. 5.32 – Desmoronamento da margem. Parte inferior da bacia - BCA



Fig. 5.33 – Margem rochosa . Parte inferior da bacia - BCA

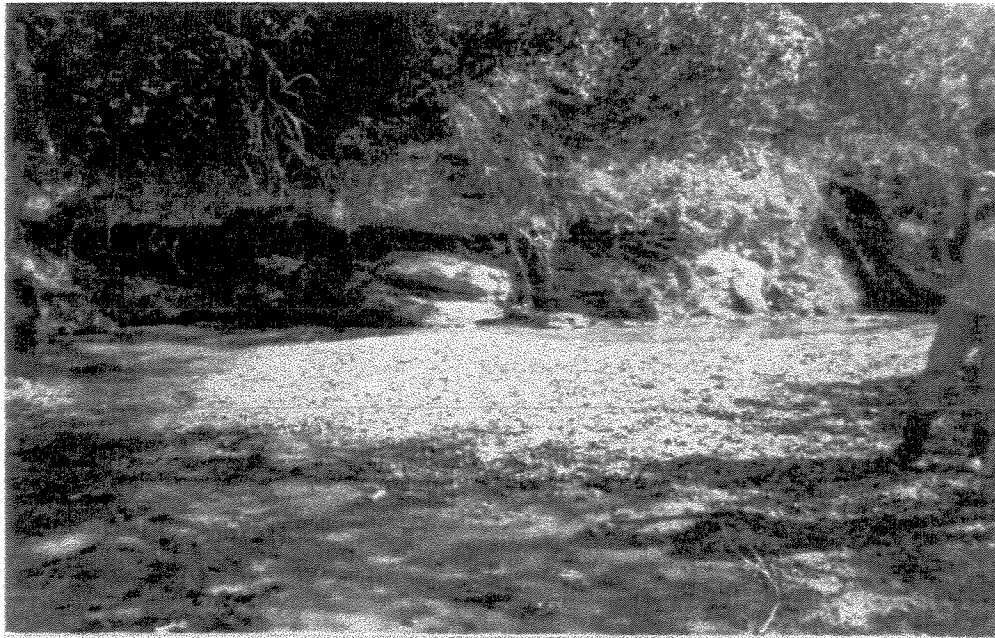


Fig. 5.34 – Erosão da rocha e formação de meandro . Parte inferior da bacia - BCA

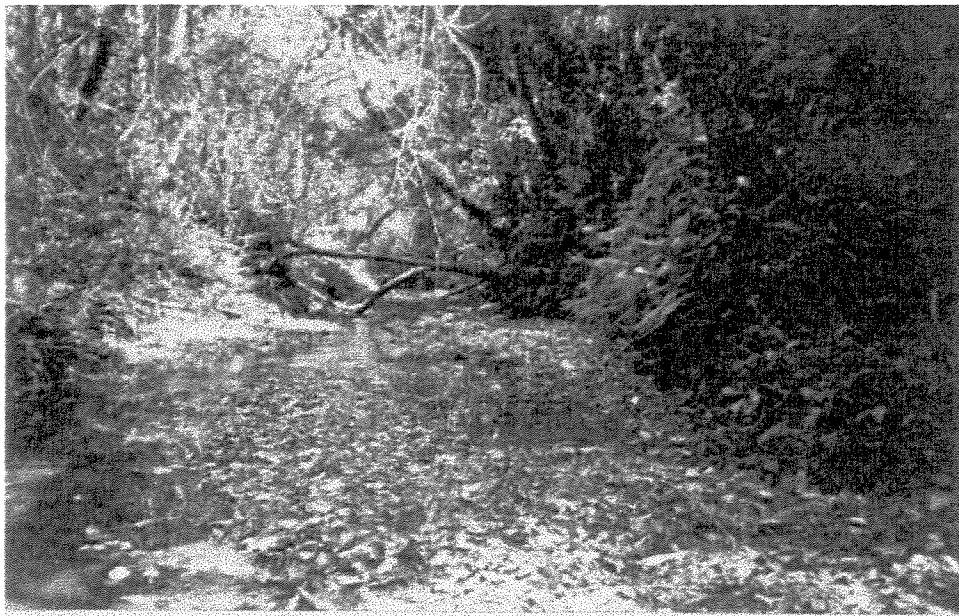


Fig. 5.35 – Leito maior como depósito temporário de material orgânico - BCA



Fig. 5.36 – Sedimentos de diferentes diâmetros. Parte inferior da bacia -BCA



Fig. 5.37 – Matações. Parte inferior / intermediária da bacia - BCA

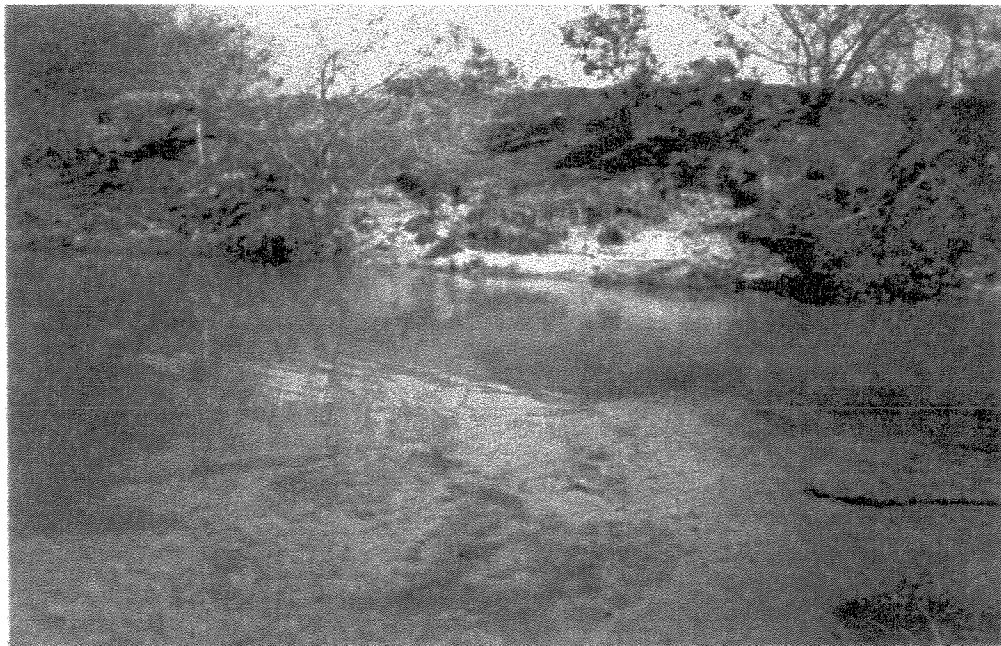


Fig. 5.38 – Aporte de sedimento da bacia na confluência com o ribeirão – BCA

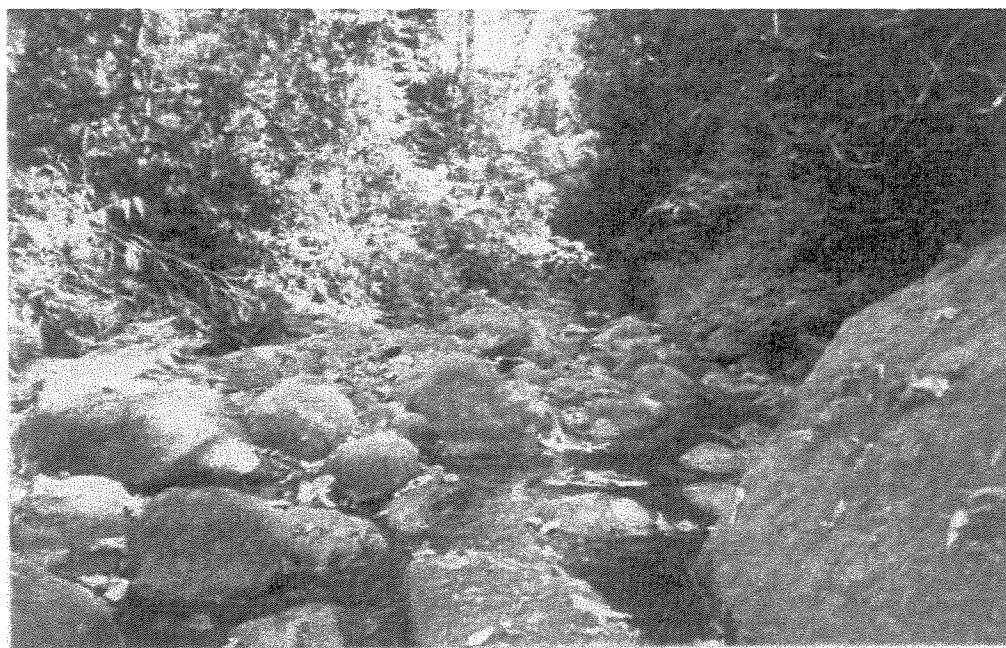


Fig. 5.39 – Fragmentos de rocha. Parte intermediária / superior da bacia - BCA

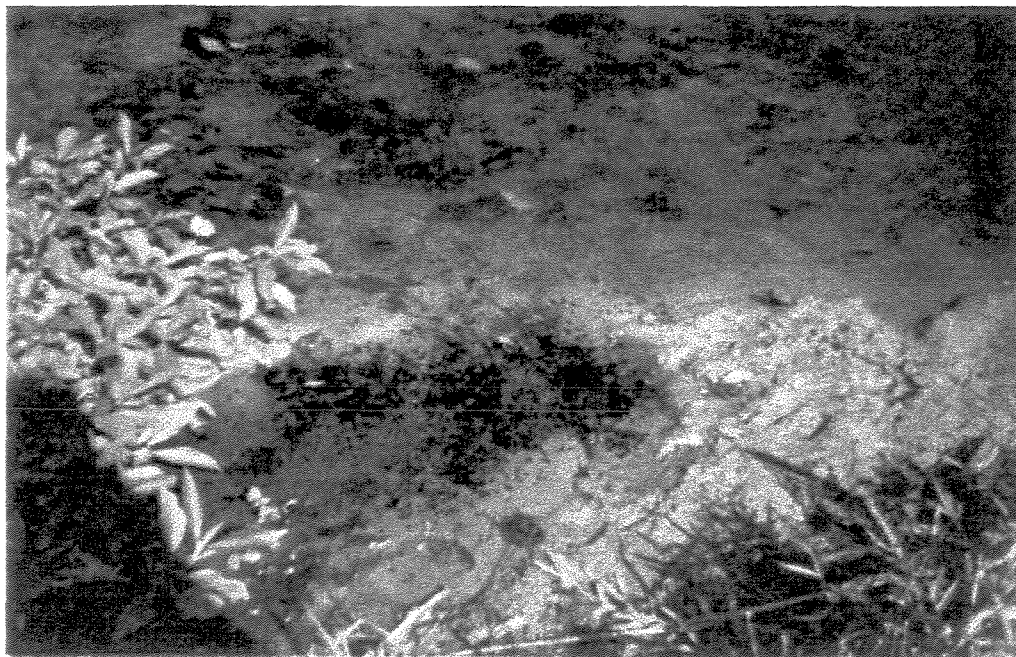


Fig. 5.40 – Ciclos animais no riacho. Parte intermediária / superior da bacia - BCA



Fig. 5.41 – Secção próxima à confluência com o ribeirão receptor - BCA



Fig. 5.42 – Aspecto geral do assoreamento e da vegetação. Parte intermediária/inferior - BCA



Fig. 5.43 – Aspecto geral do assoreamento e da vegetação. Parte intermediária da bacia - BCA



Fig. 5.44 – Reação de rebrota em árvore sem sustentação na margem - BCA



Fig. 5.45 – Medição da distância dentro do riacho - BCA



Fig. 5.46 – Medição da vazão no ponto P1960 - BCA

5.3.1.2– Dados coletados e obtidos

Os dados estão nos quadros 5.8 e 5.9, e nos gráficos das figuras, 5.47 - que mostra a vazão em relação à distância – e de 5.48 a 5.54, que indicam o comportamento dos parâmetros em relação à vazão. A partir dos valores das massas e do volume totais, foram obtidos os dados de concentração média desses parâmetros na calha em estudo. O quadro 5.10 mostra esses valores calculados pelas equações e a média dos valores medidos.

Quadro 5.8 – Dados hidráulicos obtidos no levantamento (agosto/98) - BCA

Distância	Q	As	V	Lm	Fr
(m)	(L/s)	(m ²)	(m/s)	(cm)	
1060	4,38	0,0176	0,248	0,0352	0,146
1360	5	0,0516	0,096	0,071	0,116
1960	7,78	0,048	0,162	0,06	0,211
2560	14,43	0,122	0,118	0,061	0,152
3160	16,72	0,084	0,199	0,0525	0,277

Quadro 5.9 – Dados de qualidade da água obtidos no levantamento (agosto/98) - BCA

Distância	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SoT	SoF	SoV
(m)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
1060	2,7	1,875	0,825	61,5	37,5	24	64,2	39,37	24,82
1360	5,8	4,46	1,33	69	47,5	21,5	74,8	51,96	22,83
1960	1,54	0,22	1,32	57	35	22	58,54	35,22	23,32
2560	1,941	0,485	1,45	34,5	22,5	12	36,44	22,98	12,45
3160	1,869	0,934	0,935	44	29,5	14,5	45,86	30,43	15,43

Quadro 5.9 – Dados de qualidade da água obtidos no levantamento (agosto/98) – BCA (cont)

Distância	CE	DR	SiO ₂
(m)	uS/cm	(mg/L)	(mg/L)
1060	59,91	59,6	12,52
1360	68,19	60	16,03
1960	57,36	54	12
2560	40,33	50	9,22
3160	43,52	48,4	9,63

Quadro 5.10 - Valores de massa , concentrações médias e taxas diárias - BCA

Sedimento/ nutriente	% classe	Massa Total (g)	% total	Conc. Calc. (mg/L)	Conc. medida (mg/L)	Taxa diária (kg/dia)
SoT	100	7755,48	100	52,52	55,96	75,84
SoF	64,07	4969,41	64,07	343,64	35,88	48,60
SoV	35,83	2779,11	35,83	18,81	19,96	27,17
SDT	100	7396,15	95,36	50,07	53,2	72,33
SDF	64,63	4780,62	61,64	32,36	34,4	46,75
SDV	35,19	2603,12	33,56	17,62	18,8	25,45
SST	100	359,33	4,6	2,43	2,76	3,51
SSF	53,14	188,79	2,43	1,27	1,48	1,84
SSV	49,32	170,99	2,2	1,15	1,16	1,67
DR	-	7853,94	-	53,17	54,4	76,81
SiO ₂	-	1696,3	21,87	11,48	11,88	16,58

Os valores de massa total foram obtidas com as equações que constam, adiante, no item 5.3.1.2.2.

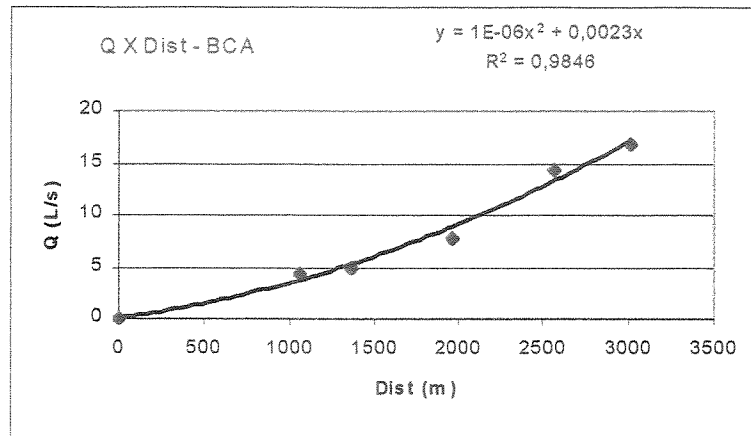


Fig .5.47 – Relação: Vazão x Distância – BCA.

A equação de regressão da relação acima é:

$$Q(L/s) = 10^{-6} \times dist^2 + 0,0023 \times dist \quad ; \quad dist(m) \quad r^2 = 0,946 \quad (5.3)$$

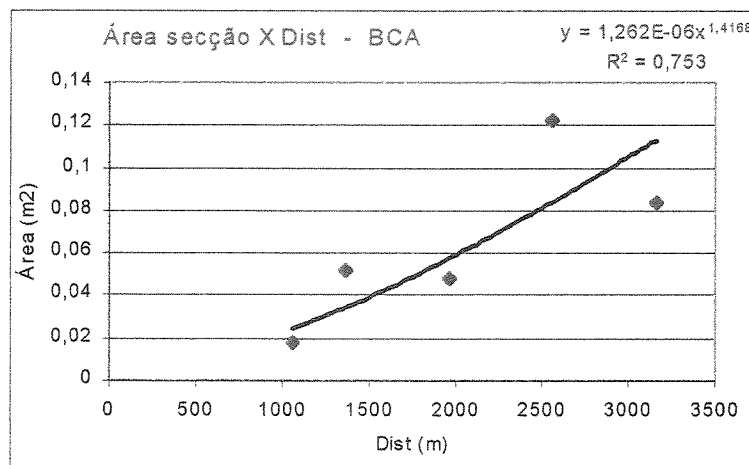


Fig.5.48 – Relação: Área da secção x Distância – BCA.

Com a equação:

$$As(m^2) = 1,2624 \times 10^{-6} \times dist^{1,4148} \quad ; \text{ dist (m)} \quad r^2 = 0,753 \quad (5.4)$$

Os sedimentos em suspensão apresentaram comportamentos semelhantes, totais e frações, em relação à vazão - mostrados na figura 5.49 -, sem uma correlação com a vazão. As turbulências pontuais interferiram no resultado, pois na porção mais alta o desnível e a presença de fragmentos de rocha aumentam a turbulência da água, o que propiciou o transporte dos sedimentos em suspensão.

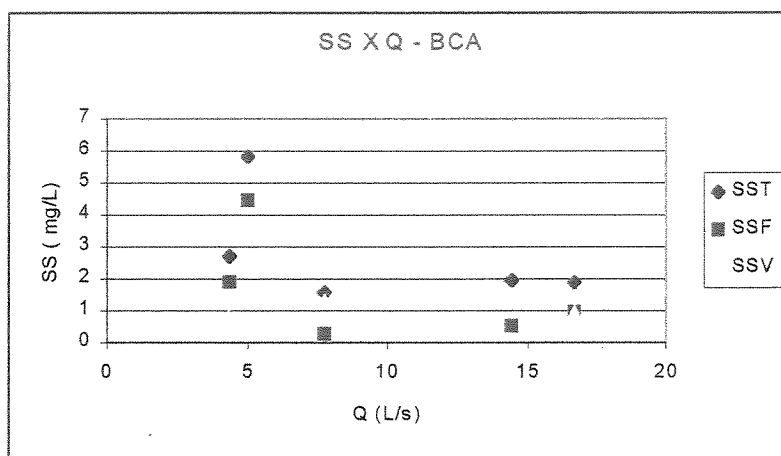


Fig.5.49 – Relação: Sólidos em suspensão x Vazão – BCA.

O comportamento da carga dissolvida em relação à vazão é mostrado a seguir pelos parâmetros CE, SDT, SDF, SDV, bem como os nutrientes, DR e SiO₂.

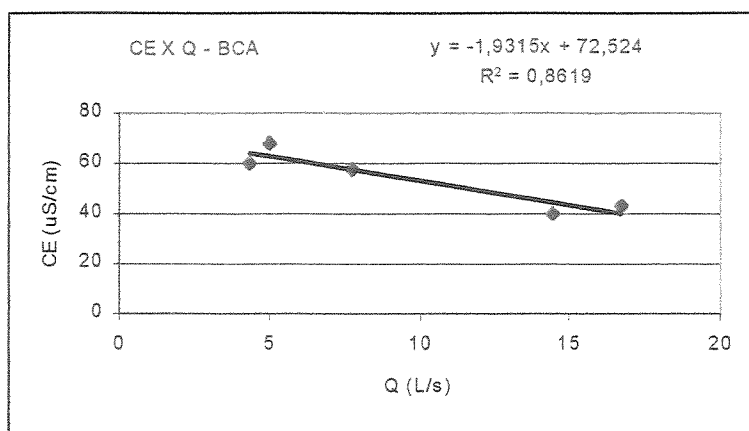


Fig. 5.50 – Relação: Condutividade elétrica x Vazão – BCA.

Com a correspondente equação:

$$CE(\mu S/cm) = -1,9315 \times Q + 72,52 \quad ; \quad Q \text{ (L/s)} \quad r^2 = 0,8619 \quad (5.5)$$

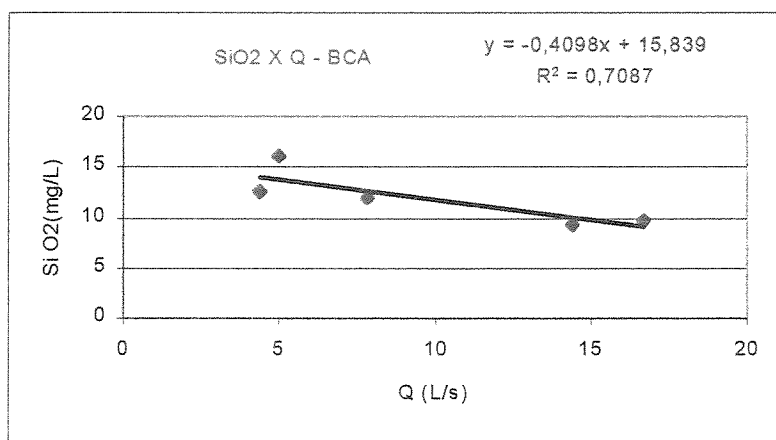


Fig. 5.51 – Relação: Sílica solúvel x Vazão – BCA.

Com a seguinte expressão:

$$SiO_2(mg/L) = -0,4098 \times Q + 15,83 \quad ; \quad Q \text{ (L/s)} \quad r^2 = 0,7087 \quad (5.6)$$

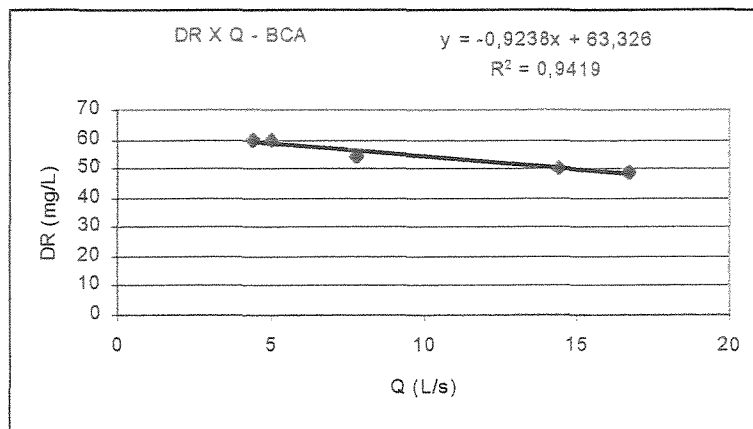


Fig. 5.52 – Relação: Dureza total x Vazão – BCA.

Com a seguinte equação:

$$DR(mg/L) = -0,9238 \times Q + 63,32 \quad ; \quad Q \text{ (L/s)} \quad r^2 = 0,9419 \quad (5.7)$$

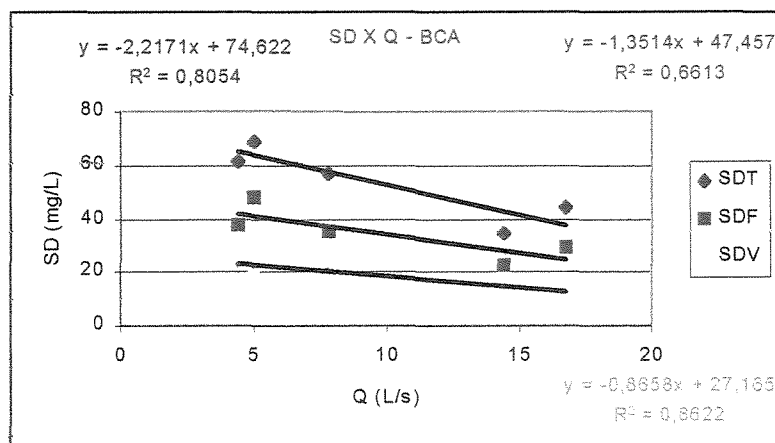


Fig.5.53 – Relação: Sedimentos dissolvidos x Vazão – BCA.

Com as equações correspondentes:

$$SDT(mg/L) = -2,2171 \times Q + 74,62 ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,8054 \quad (5.8)$$

$$SDF(mg/L) = 1,3514 \times Q + 47,457 ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,6613 \quad (5.9)$$

$$SDV(mg/L) = -0,8658 \times Q + 27,16 ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,8622 \quad (5.10)$$

Os sólidos totais no fluxo (SoT), ou seja, o somatório dos sólidos suspensos e dos sólidos dissolvidos, pode ser relacionado com a vazão, como demonstra a seguinte figura :

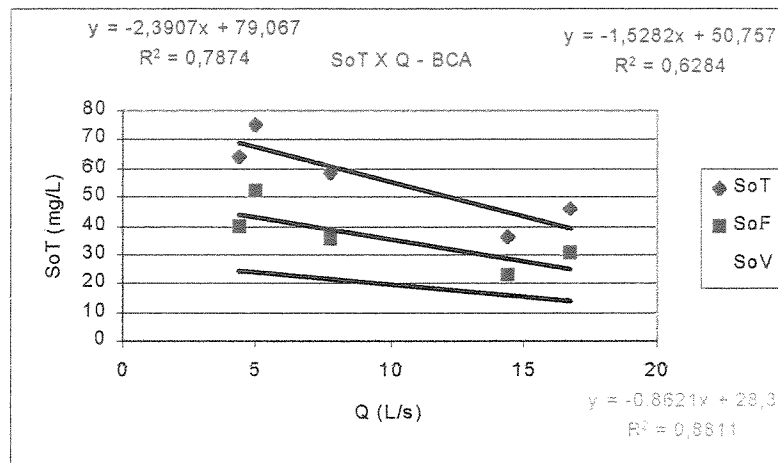


Fig. 5.54 – Relação: Sólidos Totais x Vazão- BCA.

A partir desse gráfico, depreenderam-se as seguintes relações:

$$SoT(mg/L) = -2,3907 \times Q + 79,06 ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,7874 \quad (5.11)$$

$$SoF(mg/L) = -1,5282 \times Q + 50,757 ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,6284 \quad (5.12)$$

$$SoV(mg/L) = -0,8621 \times Q + 28,3 ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,8811 \quad (5.13)$$

5.3.1.2.1- Volume da calha principal

Além da equação (5.4) – que possibilitou obter o volume total da calha mediante a integração no intervalo de $L=0$ a $L = L_{talv} = 3160$ m – outras equações de regressão, indicadas a seguir, permitiram obter os valores dos parâmetros que constam no quadro 5.10.

$$Volumecalha(m^3) = \int_0^{3160} 1,2624 \times 10^{-6} \times dist^{1,4148} ddist \quad (5.14)$$

O valor encontrado foi de $147,69 \text{ m}^3$.

As massas totais na calha foram obtidas por meio dos cálculos apresentados a seguir.

5.3.1.2.2 – Massa total de Sólidos Totais

$$MassaSoT = \int_0^{3160} ((ConcSoT \times As) X dist) ddist = \int_0^{3160} 0,003176 \times dist^{0,90522} ddist \quad (5.15)$$

A massa total obtida foi de $7755,48 \text{ g}$ e Cm de $52,52 \text{ mg/L}$.

5.3.1.2.2.1 – Massa total de Sólidos Totais Fixos

$$MassaSoF = \int_0^{1360} ((ConcSoT \times As) X dist) ddist = \int_0^{3160} 0,001858 \times dist^{0,9173} ddist \quad (5.16)$$

A massa calculada foi de $4969,41 \text{ g}$ e Cm de $33,64 \text{ mg/L}$.

5.3.1.2.2 – Massa total de Sólidos Totais Voláteis

$$MassaSoV = \int_0^{3160} ((ConcSoV \times As) Xdist) ddist = \int_0^{3160} 0,001257 \times dist^{0,89204} ddist \quad (5.17)$$

A massa total na calha foi de 2779,11g com a Cm igual a 18,81 mg/L.

5.3.1.2.3 – Massa total de Sedimentos Dissolvidos Totais

$$MassaSDT = \int_0^{3160} ((concSDT \times As) Xdist) ddist = \int_0^{3160} 0,002757 \times dist^{0,9177} ddist \quad (5.18)$$

A massa total foi de 7396,15 g com Cm igual a 50,07mg/L.

5.3.1.2.3.1 – Massa total de Sedimentos Dissolvidos Fixos

$$MassaSDF = \int_0^{3160} ((ConcSDF \times As) Xdist) ddist = \int_0^{3160} 0,00131 \times dist^{0,9585} ddist \quad (5.19)$$

A massa total foi de 4780,62 g, e Cm de 32,36 mg/L.

5.3.1.2.3.2 – Massa total de Sedimentos Dissolvidos Voláteis

$$MassaSDV = \int_0^{3160} ((ConcSDV \times As)Xdist)ddist = \int_0^{3160} 0,001608 \times dist^{0,8506} ddist \quad (5.20)$$

A massa total foi de 2603,12 g e a Cm de 17,62 mg/L.

5.3.1.2.4 - Nutrientes

5.3.1.2.4.1 – Massa total de Cálcio e Magnésio

$$Massadureza = \int_0^{3160} ((concDR \times As)Xdist)ddist = \int_0^{3160} 0,0003397 \times dist^{1,202151} ddist \quad (5.21)$$

A massa de CaCO_3 encontrada foi de 7853,94 g e a Cm foi de 53,17 mg/L

5.3.1.2.4.2 – Massa total de Sílica solúvel

$$Massasílica = \int_0^{3160} ((concSiO_2 \times As)Xdist)ddist = \int_0^{1360} 0,00028 \times dist^{1,02558} ddist \quad (5.22)$$

A massa de sílica solúvel obtida foi de 1696,3 g, e a Cm foi de 11,48 mg/L.

5.3.1.2.5 – Sedimento de leito no canal principal de BCA

Os quadros de 5.11 a 5.15 mostram a composição granulométrica nas amostras estudadas. As frações são as mesmas obtidas para a análise textural dos solos da bacia para melhores comparações. As coletas ocorreram conforme o esquema da figura 4.5, embora algumas secções não apresentassem todas as posições (E2, E1, A1, A2, A3, D1 e D2). Como exemplos, podem ser citados em P1960, aonde o escoamento tem leito maior somente do lado direito , e P1360, com leito maior mais estreito do lado esquerdo.

Quadro 5.11 – Granulometria na seção de P1060 - BCA

	E2	E1	A1	A2	A3	D1	D2
Silte	0	0	0	0	0	0	0
Finos	0	0	0	0	0	0	0
AMF	13,06	5,35	3,37	2,031	0,655	2,4	11,48
AF	45,22	19,34	5,48	1,339	4,265	4,27	37,32
AM	37,57	19,31	9,56	2,67	10,75	4,81	35,03
AG	2,97	5	6,01	2,72	13,67	3,17	3,24
AMG	0,66	3,29	4,9	3,31	18,42	3,86	3,24
Areia	99,48	52,29	29,32	12,07	47,76	18,51	90,31
P	0,52	47,71	70	87,93	52,24	81,49	9,69
B = 5,12m b = 1,47m Lm = 0,0353m Fr = 0,146							

Quadro 5.12 -- Granulometria na seção de P1360 – BCA

	E1	A1	A2	A3	D1	D2
Silte	0	0	0	0	0	0
Finos	0	0	0	0	0	0
AMF	0	4,3	1,78	0,72	0,43	2,29
AF	29,02	22,51	19,09	14,08	5,79	7,71
AM	60,86	41,96	45,83	50,45	30,01	41,1
AG	7,79	15,23	10,68	15,98	21,41	23,05
AMG	1,9	0,96	3,44	8,45	17,39	15,47
Areia	99,57	84,96	80,82	89,68	75,03	89,62
P	0,43	15,04	19,17	10,32	24,97	10,38
B = 5,13m b = 0,75m Lm = 0,071m Fr = 0,11						

Quadro 5.13 -- Granulometria na seção de P1960 – BCA

	A1	A2	A3	D1	D2
Silte	0	0	0	0	0
Finos	0	0	0	0	0
AMF	1,2	1,69	2,03	1,618	1,25
AF	1,18	5,05	8,27	2,82	5,31
AM	6,03	12,43	19,84	7,62	14,23
AG	4,01	8	11,47	6,27	5,31
AMG	5,72	16	8,39	7,75	9,13
Areia	18,14	43,17	50	26,078	35,23
P	81,86	64,9	50	75,54	70,08

B = 3,6m

b= 0,8m

Lm= 0,06m

Fr= 0,211

Quadro 5.14 – Granulometria na seção de P2560 – BCA

	E2	E1	A1	A2	A3	D1	D2
Silte	0	0	2,01	0	0	0	2,58
Finos	0	0	2,01	0	0	0	2,58
AMF	28,2	18,91	12,95	0,739	0,53	18,95	24,33
AF	42,96	48,56	12,97	3,681	9,07	51,25	32,35
AM	26,32	30,55	17,09	18,43	28,94	26,57	18,77
AG	0,61	1,43	12,95	10,6	12,39	2,71	5,99
AMG	1,91	0,07	12,95	5,43	5,06	0,26	6
Areia	100	99,52	68,91	38,88	55,99	99,74	87,44
P	0	0,48	29,08	61,12	44,01	0,36	9,97

B = 9,05m

b= 2,6m

Lm= 0,061m

Fr= 0,152

Quadro 5.15 – Granulometria na seção de P3160 – BCA.

	E2	E1	A1	A2	A3	D1	D2
Silte	0	0	0	0	0	0	0
Finos	0	0	0	0	0	0	0
AMF	15,06	1,81	2,93	2,42	4,79	4,2	13,54
AF	36,32	12,74	23,98	19,78	19,87	30,76	21,92
AM	39,1	52,74	41,8	47,09	36,88	45,57	16,87
AG	2,73	16,82	9,05	14,01	10,4	5,36	4,7
AMG	4,79	3,95	5,31	5,58	6,26	2,4	3,33
Areia	98	88,06	83,07	88,88	78,2	88,29	60,36
P	2	11,97	16,93	11,12	21,8	11,71	39,64

B = 6,5 m

b= 1,7m

Lm = 0,0525m

Fr= 0,277

5.3.2 - Bacia com citros

5.3.2.1 – Aspectos gerais observados

a) Assoreamento

O canal principal apresenta elevado grau de assoreamento como se verifica pelas figuras 5.55 - pelo alargamento da secção e baixo nível d'água - e 5.56, que mostra a entrada do riacho com sedimentos no reservatório da represa.

O tipo de sedimento encontrado no leito foi principalmente areia média, com presença inexpressiva de sedimentos com diâmetros maiores a partir do exutório. Logo acima, na parte intermediária/ superior, foram observados alguns fragmentos de rocha. Como a vazão encontrada nesse ponto foi muito baixa, não se estendeu o estudo até a nascente.

b) Vegetação.

Na metade inferior da bacia a vegetação é do tipo herbácea e arbustiva, muito rala, como mostra a figura 5.57. Na saída notam-se as gramíneas de menor porte, como indicado pela figura 5.56. Na sua parte superior existe uma mata ciliar muito rala, que não atende às especificações legais de 30 m de faixa, além da margem.

A vegetação arbustiva e as gramíneas mais características ao longo do canal proporcionam certa proteção às margens, pois não foram encontrados os “depósitos temporários” de material orgânico, como foi observado em BCA.

As figuras 5.58 e 5.59 mostram a medição da vazão nos pontos distantes 760 m e 560 m

da nascente, respectivamente.

5.3.2.2 –Dados coletados e obtidos

Os resultados estão apresentados nos quadros 5.16, 5.17 e 5.18., nas figuras de 5.61 a 5.69. As equações de 5.25 a 5.52 são relativas a esses resultados.



Figura 5.55 – Secção próxima ao exutório da bacia – BLJ



Fig. 5.56 – Aporte de sedimentos de BLJ no reservatório da represa - BLJ



Fig. 5.57 – Vegetação ciliar característica - BLJ



Fig. 5.58 – Medição de vazão no ponto P760 – BLJ



Fig. 5.59 – Medição de vazão no ponto P560 - BLJ



Fig. 5.60 – Uso e manejo da vertente próxima ao exutório – BLJ

Quadro 5.16 – Dados hidráulicos obtidos no levantamento - (ago/99) - BLJ.

Distância (m)	Q (L/s)	As (m²)	b (m)	V (m/s)	Lm (m)	Fr
560	2,38	0,0165	0,32	0,144	0,082	0,161
760	3,917	0,026	0,7	0,15	0,043	0,39
1060	5,45	0,07	-	0,077	-	-
1160	6,32	0,067	0,9	0,0943	0,12	0,191
1360	8,83	0,027	0,9	0,327	0,037	0,56

Quadro 5.17 – Dados de qualidade de água obtidos no levantamento - (ago/99) - BLJ.

Distância (m)	SST (mg/L)	SSF (mg/L)	SSV (mg/L)	SDT (mg/L)	SDF (mg/L)	SDV (mg/L)	CE (uS/cm)	DR (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
560	0,833	0,833	0	86	33,5	50,5	61,65	34	7,96
760	0,204	0,204	0	92,5	38,5	54	59,39	34	7,99
1060	2,941	1,96	0,98	76	36,5	39,5	56,72	33	8,89
1160	-	-	-	70,5	26,5	44	55,32	31	8,77
1360	6,2	4,8	1,4	-	31,5	-	56,02	35	8,86

Quadro – 5.18 – Valores de massa, concentração média e taxa diária - BLJ.

Parâmetros	Massa total (g)	% na classe	% do total	Média med. (mg/L)	Média calc. (mg/L)	taxa diária (kg/dia)
SST	85,14	100	3,031	2,54	1,99	1,93
SSF	65,02	76,36	2,31	1,94	1,15	1,474
SSV	19,94	23,42	0,70	0,595	0,467	0,452
SDT	2723,5	100	96,96	81,25	73,3	61,77
SDF	1129,62	41,47	40,21	33,7	47,1	25,62
SDV	1575,4	57,84	56,09	47	56,7	35,73
SoT	2808,64	-	100	-	-	63,70
DR	1119,56	-	39,86	33,4	39,8	25,48
SiO ₂	284,58	-	10,13	8,49	9,73	6,477

Os valores de massa total foram obtidos com a média medida. Os cálculos para a obtenção da massa total e média calculada estão a partir do item 5.3.2.2.1. A utilização da média medida foi escolhida devido ao fato de média medida e média calculada terem sido muito diferente entre si , o que não ocorreu em BCA. O fato pode estar associado ao número de pontos amostrados , que seria menor que o necessário, ao longo do canal.

A figura 5.61 mostra o comportamento da vazão ao longo do canal.

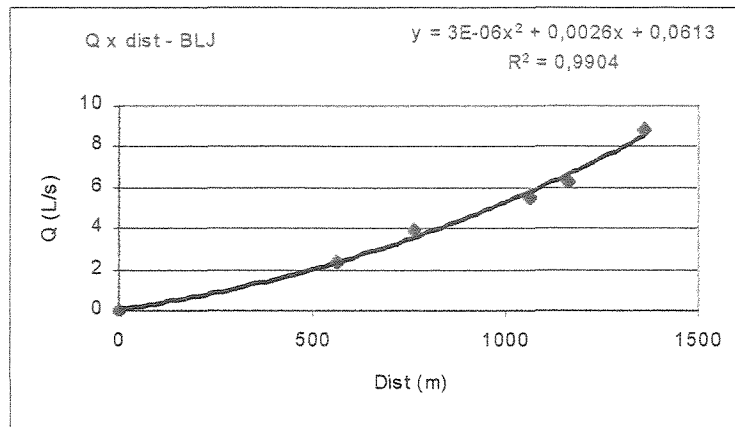


Fig.5.61 – Relação: Vazão x Distância - BLJ.

A equação correspondente é:

$$Q(L/s) = 3 \times 10^{-6} \times dist^2 + 0,0026 \times dist + 0,0613 ; dist(m) \quad r^2 = 0,9904 \quad (5.23)$$

A relação entre área da secção (A_s) e distância, ou comprimento do riacho -- necessária para o cálculo do volume molhado da calha -- mostrou uma baixa correlação entre seus termos, como indica a figura 5.62.

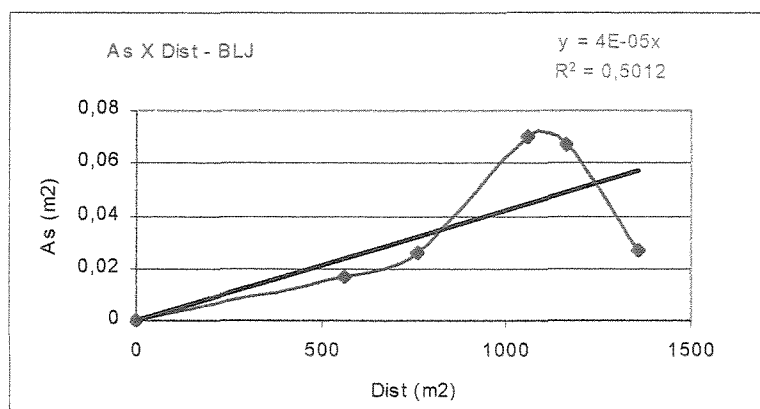


Fig.5.62 – Relação: Área da secção x Distância - BLJ.

A equação correspondente é :

$$As(m^2) = 4 \times 10^{-5} \times dist ; dist (m) \quad r^2 = 0,5012 \quad (5.24)$$

As próximas figuras mostram os comportamentos dos parâmetros de qualidade da água, sedimentos em suspensão, sedimentos dissolvidos, dureza, condutividade elétrica e sílica solúvel.

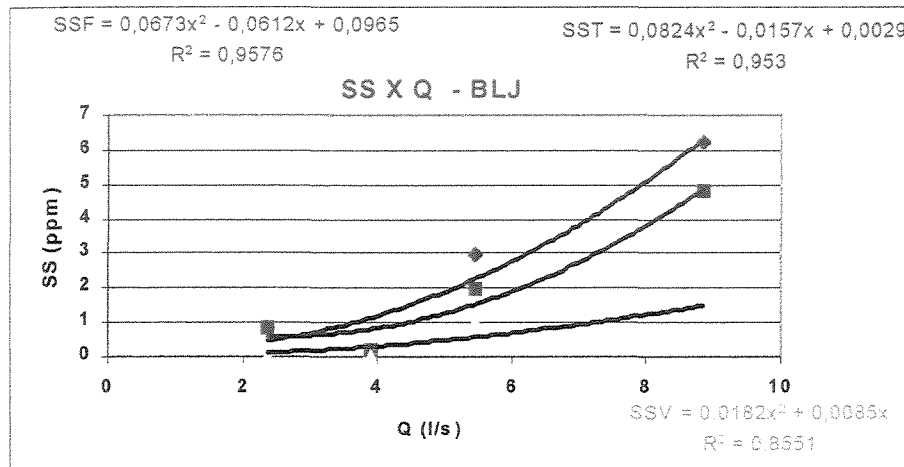


Fig.5.63- Relação: Sedimentos em suspensão x Vazão – BLJ.

Com as seguintes equações correspondentes:

$$SST(mg/L) = 0,0824 \times Q^2 - 0,0157 \times Q + 0,0029 ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,953 \quad (5.25)$$

$$SSF(mg/L) = 0,0673 \times Q^2 - 0,0612 \times Q + 0,0965 ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,957 \quad (5.26)$$

$$SSV(mg/L) = 0,0182 \times Q^2 + 0,0085 \times Q ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,85 \quad (5.27)$$

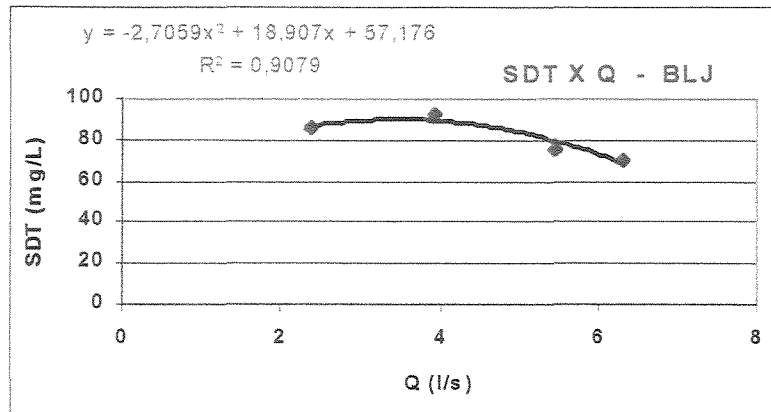


Fig. 5.64 – Relação: Sedimentos dissolvidos totais x Vazão BLJ

Equação de regressão correspondente:

$$SDT(mg/L) = -2,705 \times Q^2 + 18,9 \times Q + 57,16 ; Q(L/s) \quad r^2 = 0,907 \quad (5.28)$$

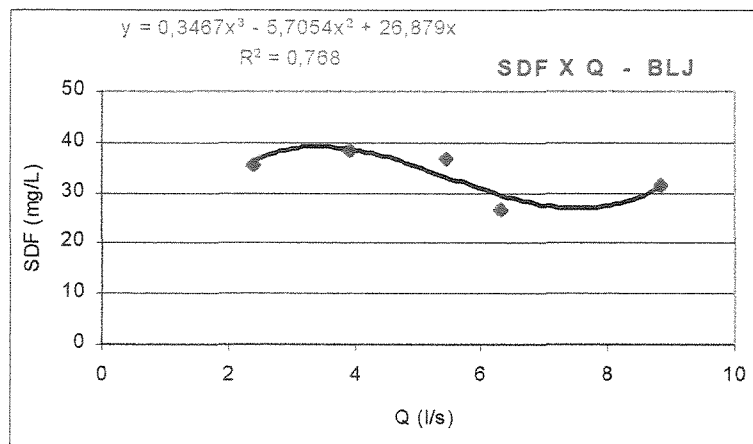


Fig.5.65 – Relação: Sedimentos dissolvidos fixos x Vazão - BLJ.

Equação correspondente:

$$SDF(mg/L) = 0,346 \times Q^3 - 5,7 \times Q^2 + 26,87 \times Q ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,768 \quad (5.29)$$

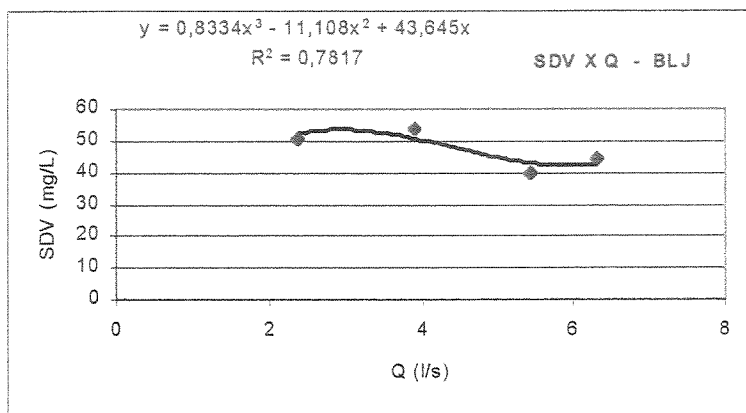


Fig.5.66 – Relação: Sedimentos dissolvidos voláteis x Vazão - BLJ.

A equação de regressão é:

$$SDV(mg/L) = 0,833 \times Q^3 - 11,1 \times Q^2 + 43,64 \times Q ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,781 \quad (5.30)$$

A condutividade elétrica da água teve um comportamento semelhante aos sedimentos dissolvidos como mostra a próxima figura.

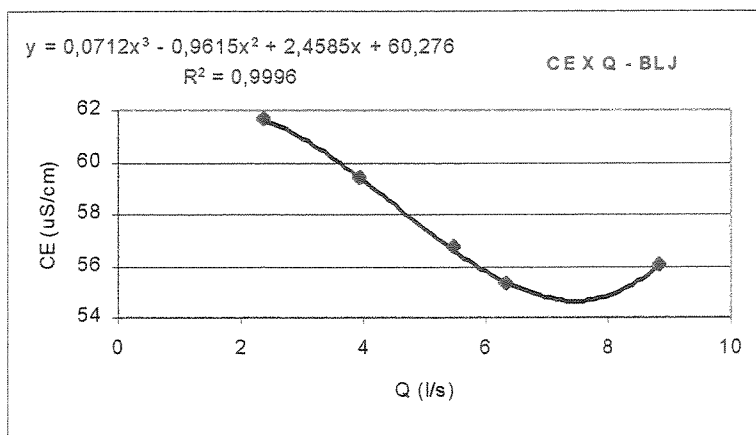


Fig.5.67 – Relação: Condutividade elétrica x Vazão - BLJ

Equação correspondente é:

$$CE(\mu S/cm) = 0,0712 \times Q^3 - 0,961 \times Q^2 + 2,458 \times Q + 60,27; Q (L/s) \quad r^2 = 0,99 \quad (5.31)$$

Os nutrientes cálcio e magnésio mostraram o seguinte comportamento

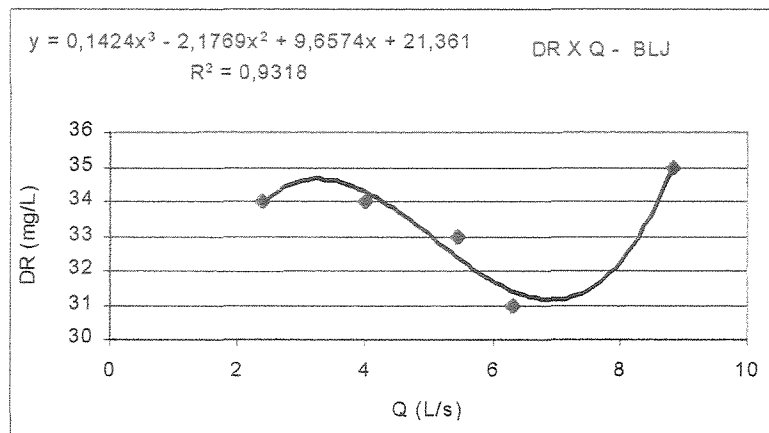


Fig.5.68 – Relação: Dureza total x Vazão - BLJ.

com a equação:

$$DR(mg/L) = 0,1424 \times Q^3 - 2,176 \times Q^2 + 9,65 \times Q + 21,36; Q (L/s) \quad r^2 = 0,9318 \quad (5.32)$$

A sílica solúvel apresentou o comportamento indicado pelo gráfico:

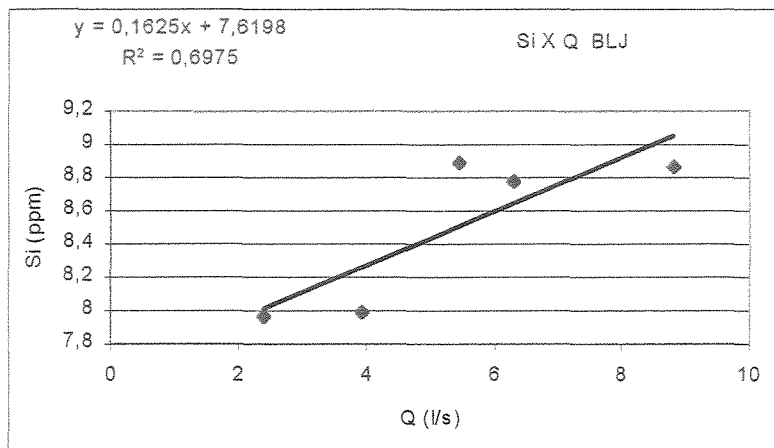


Fig.5.69 – Relação SiO₂ X Vazão - BLJ.

Com a equação correspondente:

$$SiO_2(mg/L) = 0,1625 \times Q + 7,619 ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,6975 \quad (5.33)$$

5.3.2.2.1- Volume da calha principal

Como o coeficiente de determinação encontrado foi considerado baixo, a equação 5.24 foi fracionada em três, sendo as seguintes relações foram usadas no cálculo do volume molhado da calha:

- para o intervalo de 0 a 760 m:

$$As(m^2) = 3 \times 10^{-5} \times dist ; dist(m) \quad r^2 = 1 \quad (5.34)$$

$$Volumecalha = \int_0^{760} (3 \times 10^{-5} dist) ddist \quad (5.35)$$

O volume encontrado foi 8,664 m³.

-- para o intervalo de 760 a 1160 m :

$$As(m^2) = 0,0001 \times dist - 0,0576 ; dist(m) \quad r^2 = 1 \quad (5.36)$$

$$Volumecalha = \int_{760}^{1160} (0,0001 \times dist - 0,0576) ddist \quad (5.37)$$

O volume encontrado foi 15,36 m³.

- para o intervalo de 1160 a 1360 m :

$$As(m^2) = -0,0002 \times dist + 0,299 ; dist(m) \quad r^2 = 1 \quad (5.38)$$

$$Volumecalha = \int_{1160}^{1360} (-0,0002 \times dist + 0,299) ddist \quad (5.39)$$

O volume encontrado foi 9,4 m³.

O volume total da calha corresponde ao somatório dos três, ou seja, 33,42 m³.

As massas totais foram obtidas com as relações apresentadas a seguir.

5.3.2.2.2 – Massa total de Sedimentos em Suspensão

$$MassSST = \int_0^{1360} ((Conc.SST \times As) X dist) ddist = \int_0^{1360} 3 \times 10^{-13} \times dist^{3,7956} ddist \quad (5.40)$$

$$r^2 = 0,6508.$$

O valor encontrado foi 66,6 g e a concentração média de 1,99 mg/L.

5.3.2.2.2.1 – Massa total de Sedimentos em Suspensão Fixos

$$MassaSSF = \int_0^{1360} ((Conc.SSF \times As)Xdist)ddist = \int_0^{1360} 3 \times 10^{-12} \times dist^{3,884} ddist \quad (5.41)$$

$$r^2 = 0,6448.$$

O valor encontrado foi de 38,44 g, com concentração média de 1,15 mg/L.

5.3.2.2.2.2 – Massa total de Sedimentos em Suspensão Voláteis

$$MassaSSV = \int_0^{1360} ((Conc.SSV \times As)Xdist)ddist = \int_0^{1360} 7 \times 10^{-5} dist - 0,0361 ddist \quad (5.42)$$

$$r^2 = 0,499.$$

Os valores calculados foram de 15,63 g de massa total e 0,467 mg/L de concentração média.

5.3.2.2.3 – Massa total de Sedimentos Dissolvidos

$$MassaSDT = \int_0^{1360} ((ConcSDT \times As)Xdist)ddist = \int_0^{1360} 10^{-5} dist^{1,821} ddist \quad (5.43)$$

$$r^2 = 0,9637.$$

Os valores encontrados foram de 2450 g de massa total e 73,3 mg/L de concentração média na calha.

5.3.2.2.3.1 – Massa total de Sedimentos Dissolvidos Fixos

$$MassaSDF = \int_0^{1360} ((Conc.SDF \times As)Xdist)ddist = \int_0^{1360} 6 \times 10^{-6} \times dist^{1,8311} ddist \quad (5.44)$$

$$r^2 = 0,8863.$$

Os seguintes valores encontrados foram 1574,9 g de massa total e concentração média de 47,1 mg/L

5.3.2.2.3.2 – Massa total de Sedimentos Dissolvidos Voláteis

$$MassaSDV = \int_0^{1360} ((ConcSDV \times As)Xdist)ddist = \int_0^{1360} 9 \times 10^{-6} \times dist^{1,799} ddist \quad (5.45)$$

$$r^2 = 0,9949.$$

Os valores encontrados foram 1896,7 g de massa total no canal e concentração média de 56,7 mg/L.

5.3.2.2.4 – Nutrientes

As massas totais de cálcio mais magnésio e de sílica solúvel foram obtidas fracionando a relação (Conc.nutriente x As), pois, como mostram as equações 5.46 e 5.50, os coeficientes de determinação foram baixos, ou menores que 0,5.

5.3.2.2.4.1 – Massa total de Cálcio e Magnésio

$$MassaDR = \int_0^{1360} ((Conc.DR \times As)Xdist)ddist = \int_0^{1360} 0,0006 \times dist^{1,1094} ddist \quad (5.46)$$

$$r^2 = 0,4296.$$

$$MassaDR = \int_0^{1160} ((Conc.DR \times As)Xdist)ddist = \int_0^{1160} 2 \times 10^{-6} dist^{2,007} ddist \quad (5.47)$$

$$r^2 = 0,958 \text{ e}$$

$$MassaDR = \int_{1160}^{1360} ((Conc.DR \times As)Xdist)ddist = \int_{1160}^{1360} (-0,0057 \times dist + 8,642) ddist \quad (5.48)$$

$$r^2 = 1.$$

$$MassaDR = \int_0^{1160} 2 \times 10^{-6} dist^{2,007} ddist + \int_{1160}^{1360} (-0,0057 \times dist + 8,642) ddist \quad (5.49)$$

Os valores obtidos foram de 1330,12 g de massa total e Cm de 39,8 mg/L.

5.3.2.2.4.2 – Massa total de Sílica solúvel

$$MassaSiO_2 = \int_0^{1360} ((ConcSiO_2 \times As)Xdist)ddist = \int_0^{1360} 5 \times 10^{-5} dist^{1,2911} ddist \quad (5.50)$$

$$r^2 = 0,4503.$$

$$MassaSiO_2 = \int_0^{1160} ((Conc.SiO_2 \times As)Xdist)ddist = \int_0^{1160} 7 \times 10^{-8} \times dist^{2,2759} ddist \quad (5.51)$$

$$r^2 = 0,96.$$

$$MassaSiO_2 = \int_{1160}^{1360} (-0,0017 \times dist + 2,608) ddist \quad (5.52)$$

$$r^2 = 1.$$

$$MassaSiO_2 = \int_0^{1160} 7 \times 10^{-8} \times dist^{2,2759} ddist + \int_{1160}^{1360} (-0,0017 \times dist + 2,608) ddist \quad (5.53)$$

Os valores encontrados foram 325,45 g para massa total e Cm de 9,73 mg/L.

5.3.2.2.5 – Sedimentos de leito no canal principal de BLJ

Os quadros de 5.19 a 5.22 mostram a composição granulométrica das amostras nas secções do riacho. Excetuando-se a secção no exutório todas as outras apresentaram leitos estreitos.

Quadro 5.19 – Granulometria na secção de P560 – BLJ.

	A2
Silte	0
Finos	0
AMF	5,33
AF	36,33
AM	54,74
AG	3,6
AMG	0
Areia	100
P	0

b=0,32m Lm = 0,082m

Fr= 0,161

Quadro 5.20 – Granulometria na secção de P760 – BLJ.

	E1	A1	A2	A3	D1
Silte	0	0	0	0	0
Finos	0	0	0	0	0
AMF	13,4	7,53	3,38	2,43	5,59
AF	23,88	12,73	11,81	9,95	38,71
AM	25,18	13,77	17,91	16,62	50,9
AG	4,6	3,29	5,01	6,62	2,9
AMG	3,4	3,33	5,49	1,48	1,9
Areia	70,46	40,65	43,6	37,1	100
P	29,54	59,35	56,4	62,9	0

b= 0,7m

Lm= 0,043m

Fr= 0,39

Quadro 5.21 – Granulometria na secção de P1160 – BLJ.

	A1	A2	A3	D1
Silte	0	0	0	0
Finos	0	0	0	0
AMF	17,27	6,7	3,13	10,51
AF	39,25	31,59	18,66	25,98
AM	24,04	40,22	40,67	30,03
AG	2,04	6,06	3,59	3,9
AMG	1,12	1,99	2,55	2,3
Areia	83,72	86,56	68,6	72,72
P	16,28	13,44	53,19	27,28

b= 0,9m

Lm = 0,12m

Fr=0,191

Quadro 5.22 – Granulometria na secção de P1360 – BLJ.

	E1	A1	A2	A3	D1
Silte	0	0	0	0	0
Finos	0	0	0	0	0
AMF	5,47	13,72	8,11	19,34	7,36
AF	27,87	37,92	34,43	40,66	38,98
AM	50,93	34,19	40,06	33,31	45,62
AG	5,01	4,19	6,99	2,59	4,86
AMG	4,46	1,42	3,59	1,28	1,49
Areia	93,74	91,44	93,18	97,18	98,31
P	6,3	8,56	6,82	2,82	1,69

b= 0,9m

Lm = 0,037m

Fr= 0,56

5.4 – Parâmetros da Equação Universal de Perda de Solos (EUPS)

Foram obtidos os valores considerando-se três condições de cobertura que possibilitassem o estudo comparativo das áreas. Essas condições se referem à cultura presente (cana-de-açúcar na BCA e citricultura na BLJ), à vegetação primitiva de ambas -- florestal -- e, para simular a viabilidade de máxima erosão, sem cobertura nenhuma e com o solo solto, na condição de solo arado.

5.4.1 – Fator erosividade da chuva (R)

O valor encontrado para o município de Limeira –SP, com latitude de 22° 33' 53'' e longitude de 47° 24' 06'' é de 6878 MJ mm / ha h .

5.4.2 – Fator erodibilidade do solo (K)

5.4.2.1 – Para BCA.

O quadro 5.23- mostra os valores de K obtidos para as 14 amostras de solo da bacia.

Foi considerado um valor médio para a bacia, excluindo-se no seu cálculo os valores extremos para evitar efeitos localizados, relativos aos pontos 4 e 7 . A média foi de 0,0445 t ha h/ MJ ha mm, desvio padrão de 0,004232 e coeficiente de variação de 9,05 %.

Quadro 5.23 – Fator erodibilidade dos solos - BCA.

Ponto amostrado	K (t ha h /ha.MJ mm)
1	0,0400
2	0,0439
3	0,0450
4	0,0522
5	0,0450
6	0,0478
7	0,0288
8	0,0455
9	0,0418
10	0,0519
11	0,0499
12	0,0452
13	0,0371
14	0,0404

5.4.2.2 – Para a BLJ

O quadro 5.24 mostra os valores de K obtidos para as sete amostras de solo da bacia de citros.

O valor médio de K encontrado para BLJ, foi de 0,0380 t ha h / ha MJ mm, excluindo-se os extremos nos pontos 2 e 3. O desvio padrão foi de 0,00269 e o coeficiente de variação de 7,07%.

Quadro 5.24 – Fator erodibilidade dos solos - BLJ

Ponto amostrado	K (t ha h / ha MJ mm)
1	0,0389
2	0,0261
3	0,0419
4	0,0334
5	0,0396
6	0,0405
7	0,0381

5.4.3 – Fator topográfico (LS)

Os valores calculados neste estudo correspondem às bacias como um todo. A declividade, S %, é a média de toda a área da bacia, e L corresponde a um comprimento médio de rampa que se estenderia da cota do divisor da bacia até a cota do álveo. O dado obtido é válido para comparações teóricas, e não é adequado para o devido manejo das culturas presentes envolvidas.

5.4.3.1 – Para a BCA

O valor obtido foi de 10,79 , sendo S igual a 10,25 % e L igual a 856,36 m.

5.4.3.2 – Para a BLJ

O valor obtido foi de 4,871, sendo S igual a 6,71 % e L igual a 535,48 m.

5.4.4 – Fator práticas de conservação (P)

5.4.4.1 – Para a BCA

O valor encontrado foi de 0,66.

5.4.4.2 – Para a BLJ

O valor obtido foi de 0,53.

Para as condições de cobertura florestal nativa e solo arado não são consideradas as práticas de conservação, sendo então P igual à unidade.

5.4.5 –Fator uso e manejo do solo (C)

As planilhas de cálculo estão em anexo.

5.4.5.1 – Para BCA

O valor escolhido foi 0,1074 relativo ao cultivo de cana de ano (ciclo de um ano) com 3 cortes.

5.4.5.2 – Para BLJ

O valor encontrado foi de 0,0871, referente a um pomar adulto.

Para as condições de cobertura florestal nativa o valor utilizado foi de 0,0004. Na condição de solo arado, não há que se considerar uso e manejo, sendo portanto igual à unidade.

Os quadros 5.25 e 5.26 mostram os valores encontrados para as áreas das bacias, BCA e BLJ.

Quadro 5.25 - Dados de perdas de solos para 3 coberturas – EUPS - BCA

cobertura	R (MJ mm/ha h)	K (thah/haMJmm)	LS	P	C	A ₁ (t/ha.ano)
cana-de-açúcar	6878	0,0445	10,79	0,66	0,1074	234,094
florestal	6878	0,0445	10,79	1	0,0004	1,321
solo arado	6878	0,0445	10,79	1	1	3302,5

Quadro 5.26 - Dados de perdas de solos para 3 coberturas – EUPS- BLJ

cobertura	R (MJ mm/ha h)	K (thah/haMJmm)	LS	P	C	A ₁ (t/ha.ano)
citros	6878	0,038	4,87	0,53	0,0871	58,758
florestal	6878	0,038	4,87	1	0,0004	0,5091
solo arado	6878	0,038	4,87	1	1	1272,84

5.5 – Parâmetros da Equação Universal de Perda de Solo modificada, MEUPS

Com a substituição do fator erosividade (R) por $[89,6 \times (V_{\text{olesc}} \times Q_{\text{máx}})^{0,56}]$, tem-se que o fator resultante é relativo ao volume escoado e a vazão máxima que o gerou.

5.5.1 – Vazão máxima ($Q_{\text{máx}}$)

Foi obtida pelo método do hidrograma unitário triangular, HUT- SCS, conforme o item 4.3.6. As figuras 5.70 e 5.73 mostram os valores encontrados para BCA e BLJ, respectivamente.

5.5.2 – Volume escoado (V_{olesc})

Os volumes escoados para as 18 vazões máximas calculadas foram obtidos em função do período de retorno e uso do solo, para cada bacia, como indicam as figuras 5.71 e 5.74, para BCA e BLJ respectivamente.

5.5.3 – Produção de sedimento em suspensão (A_2)

Com os dados de vazão máxima, volume escoado, K , P , LS , e C , foram calculadas, por meio da equação 3.36, as produções de sedimentos em suspensão para as duas bacias, com seis períodos de retorno e usos do solo.

Os quadros 5.27 e 5.28 mostram os valores de volume escoado, produção de sedimentos e a vazão máxima, cujos valores serão retomados aqui para melhor compreensão dos dados.

Para melhor visualização da simulação entre as condições atuais de uso e as situações de vegetação primitiva, florestal e máxima exposição à erosão hídrica, de solo arado, os dados estão também indicados nas figuras de 5.72 e 5.75.

A produção de água — ou volume escoado — e a produção de sedimentos em suspensão em cada sistema estão representadas nas figuras de 5.76 a 5.81 , obtidas por meio das equações geradas, em coordenadas log X log.

Quadro 5.27 – Produções de água e de sedimentos em suspensão – MEUPS - BCA

Cobertura	Tr	Volesc	Qmax	(*) ^{0,56}	A ₂
	(anos)	(m ³)	(m ³ /s)		(t/evento)
cana-de-açúcar					
	2	16984,15	7,27	710,0416	2165,317
	5	26330,73	11,11	1150,957	3509,91
	10	35484,91	14,81	1597,847	4872,73
	25	50878,52	20,93	2372,958	7236,48
	50	65429,33	26,62	3125,713	9532,06
	100	82878,54	33,38	4050,232	12351,44
floresta					
	2	0	0	0	0
	5	0	0	0	0
	10	0	0	0	0
	25	743,44	0,34	22,15776	0,3813
	50	2742,17	1,24	94,98368	1,6345
	100	6324,39	2,8	239,32	4,1183
solo arado					
	2	53345,52	21,21	2454,922	105615,4
	5	70271,31	27,27	3297,459	141862,9
	10	85596,86	33,4	4125,479	177485,9
	25	109677,6	42,55	5428,123	233528,1
	50	131155	50,66	6615,644	284617,5
	100	155790,7	59,91	8002,448	344280,4

Sendo (*) = (Volesc x Qmáx).

Quadro 5.28 – Produções de água e de sedimentos em suspensão – MEUPS - BLJ

	Tr	Volesc	Qmax	(*) ^{0,56}	A ₂
Cobertura	(anos)	(m ³)	(m ³ /s)		(t/evento)
citros					
	2	1725,04	1,52	82,1183	62,8571
	5	3269,01	2,85	167,0268	127,85
	10	4908,3	4,24	261,9668	200,521
	25	7842,23	6,68	439,2998	336,26
	50	10755,19	9,06	621,8676	476,001
	100	14375,32	11,97	855,0638	654,505
floresta					
	2	0	0	0	0
	5	0	0	0	0
	10	0	0	0	0
	25	0	0	0	0
	50	0	0	0	0
	100	22,58	0,02	0,640711	0,00425
solo arado					
	2	9560,17	7,86	537,6472	8914,93
	5	13256,69	10,74	768,9995	12751,07
	10	16696,17	13,39	990,0624	16416,6
	25	22233,43	17,59	1354,168	22453,97
	50	27278,35	21,4	1694,688	28100,26
	100	33161,5	25,9	2103,793	34883,78

Sendo (*) = (Volesc x Qmáx).

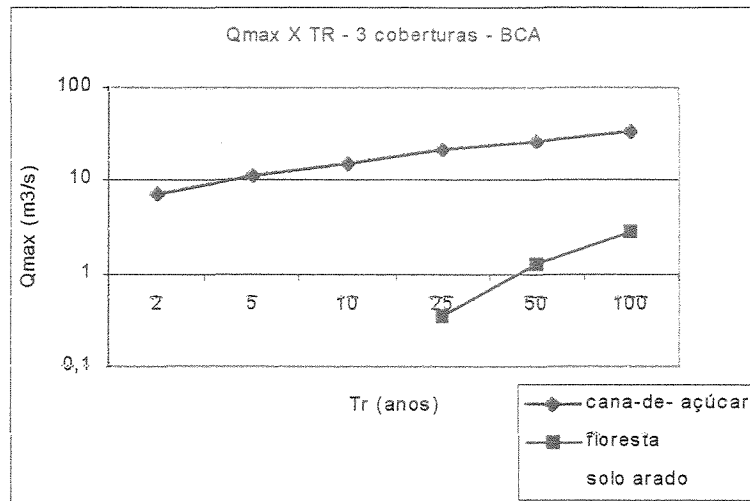


Fig. 5.70 - Relação: Vazão máxima x Período de retorno – BCA.

Com as seguintes equações:

para condição de solo arado:

$$Q_{m\acute{a}x}(m^3/s) = 17,9 \times Tr^{0,2695}; \quad Tr \text{ (ano)} \quad r^2 = 0,999 \quad (5.54)$$

para a cobertura de cana-de-açúcar:

$$Q_{m\acute{a}x}(m^3/s) = 5,8354 \times Tr^{0,3876}; \quad Tr \text{ (ano)} \quad r^2 = 0,9958 \quad (5.55)$$

para a cobertura florestal:

$$Q_{m\acute{a}x}(m^3/s) = 0,0213 \times Tr; \quad Tr \text{ (ano)} \quad r^2 = 0,9536 \quad (5.56)$$

válida para $Tr \geq 25$ anos.

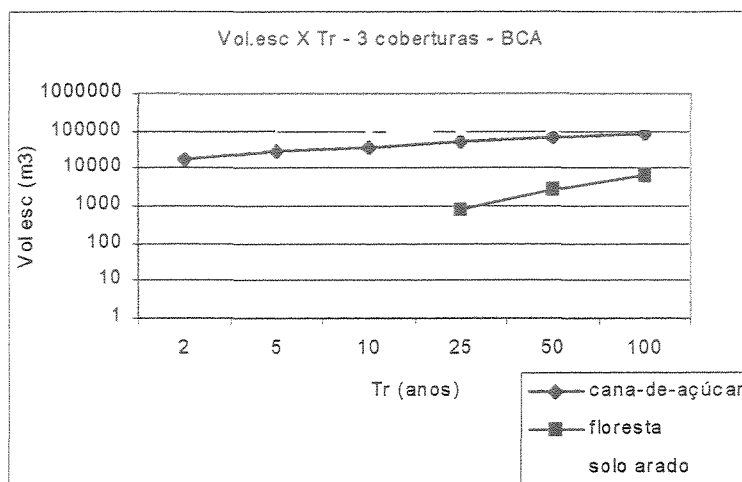


Fig. 5.71 – Relação: Produção de água x Período de retorno – BCA.

Com as equações correspondentes:

para a condição de solo arado:

$$Volesc(m^3) = 44945 \times Tr^{0,2735} ; Tr \text{ (ano)} \quad r^2 = 0,9988 \quad (5.57)$$

para a cobertura de cana-de-açúcar:

$$Volesc(m^3) = 13488 \times Tr^{0,4032} ; Tr \text{ (ano)} \quad r^2 = 0,9961 \quad (5.58)$$

para a cobertura florestal:

$$Volesc(m^3) = 60,048 \times Tr ; Tr \text{ (ano)} \quad r^2 = 0,9535 \quad (5.59)$$

válida para $Tr \geq 25$ anos.

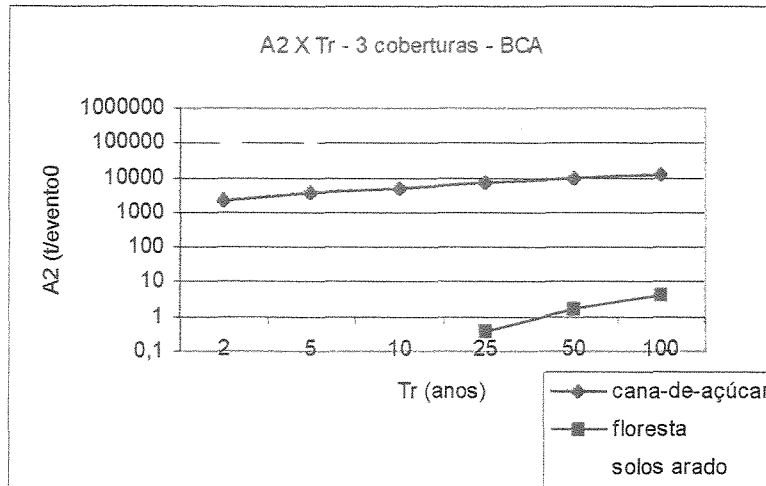


Fig. 5.72– Relação: Produção de sedimentos x Período de retorno – BCA.

Com as seguintes equações:

para a condição de solo arado:

$$A_2(t / evento) = 87037 \times Tr^{0,3024}; Tr (ano) \quad r^2 = 0,999 \quad (5.60)$$

para a cobertura de cana-de-açúcar:

$$A_2(t / evento) = 1682,4 \times Tr^{0,4429}, Tr (ano) \quad r^2 = 0,9959 \quad (5.61)$$

para a cobertura florestal:

$$A_2(t / evento) = 0,0017 \times Tr^{1,7165}; Tr (ano) \quad r^2 = 0,9836 \quad (5.62)$$

válida para $Tr \geq 25$ anos.

Para a bacia com citricultura as figuras e equações são apresentadas a seguir.

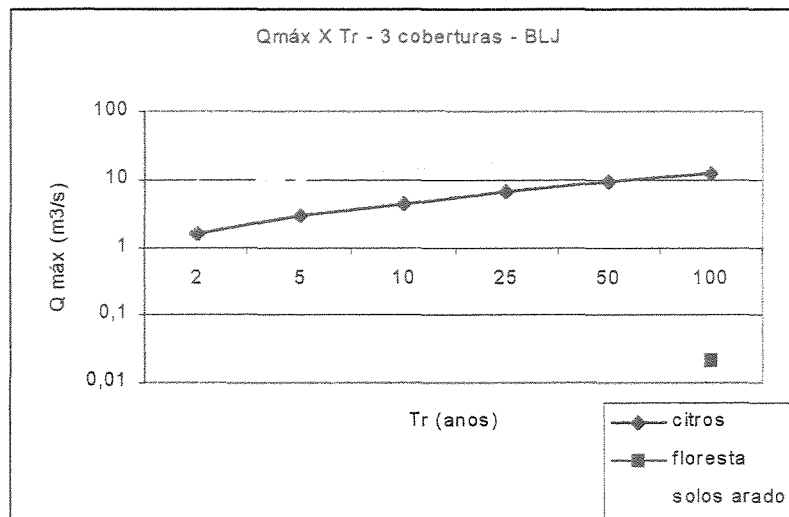


Fig. 5.73 Relação: Vazão máxima x Período de retorno – BLJ.

Com as equações:

para a condição de solo arado:

$$Q_{máx}(m^3 / s) = 6,5188 \times Tr^{0,3038}; Tr(ano) \quad r^2 = 0,9983 \quad (5.63)$$

para cobertura de citros:

$$Q_{máx}(m^3 / s) = 1,1736 \times Tr^{0,5221}; Tr(ano) \quad r^2 = 0,9899 \quad (5.64)$$

Não havendo escoamento superficial para eventos até Tr igual a 100 anos para a cobertura florestal, não foi obtida nenhuma equação para o conjunto de dados utilizados. Assim sendo ocorrerá o mesmo com a produção de água - ou volume escoado - e com a produção de sedimentos.

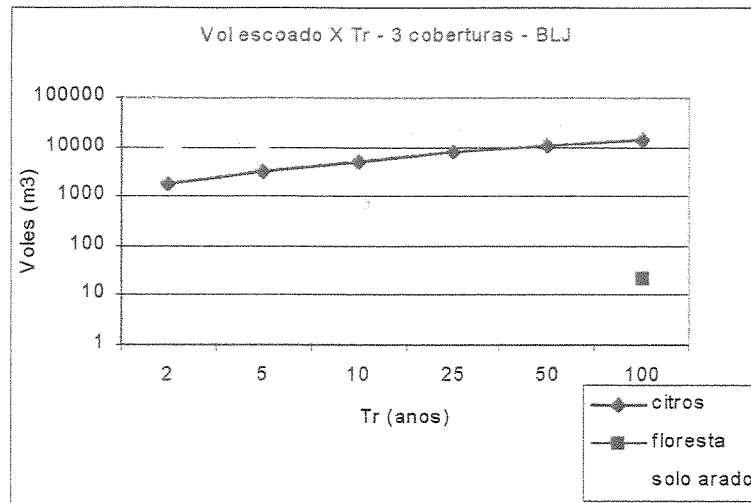


Fig. 5.74 – Relação: Produção de água x Período de retorno – BLJ.

Com as equações correspondentes:

para a condição de solo arado:

$$Volesc(m^3) = 7877,8 \times Tr^{0,3171}; Tr (ano) \quad r^2 = 0,9981 \quad (5.65)$$

para a cobertura com citricultura:

$$Volesc(m^3) = 1317,2 \times Tr^{0,5366}; Tr (ano) \quad r^2 = 0,9908 \quad (5.66)$$

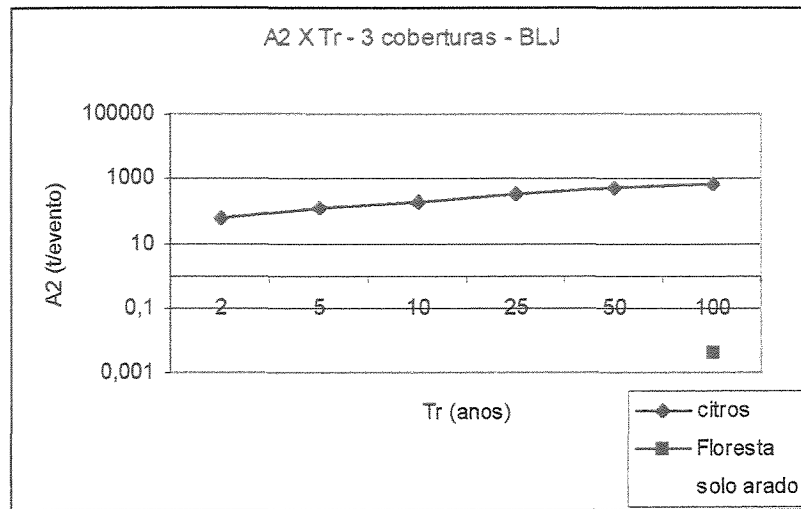


Fig. 5.75 – Relação: Produção de sedimentos x Período de retorno – BLJ

Com as seguintes equações:

para a condição de solo arado:

$$A_2(t / evento) = 7206,2 \times Tr^{0,3476} ; Tr (ano) \quad r^2 = 0,9982 \quad (5.67)$$

para cobertura com citros:

$$A_2(t / evento) = 46,76 \times Tr^{0,5928} ; Tr (ano) \quad r^2 = 0,9904 \quad (5.68)$$

As produções de água e de sedimentos das duas bacias podem ser mais facilmente comparadas por meio das seguintes figuras :

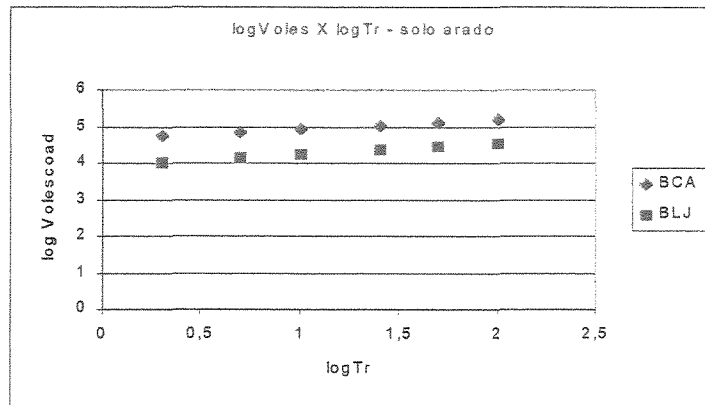


Fig. 5.76 - Produção de água nas duas bacias com o solo arado.

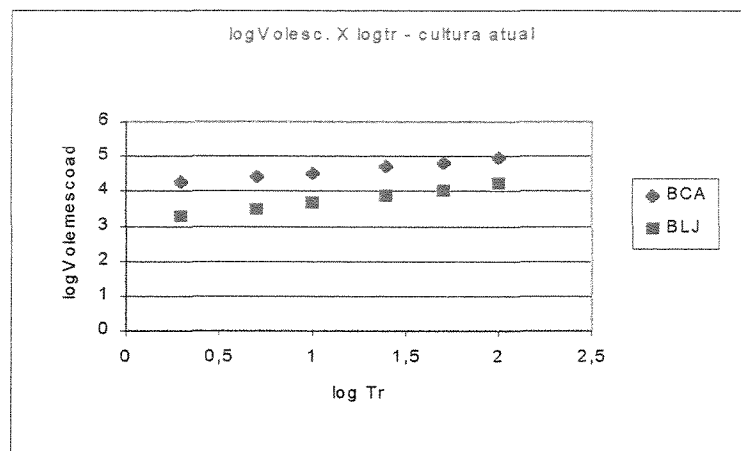


Fig. 5.77 - Produção de água nas duas bacias com as culturas presentes.

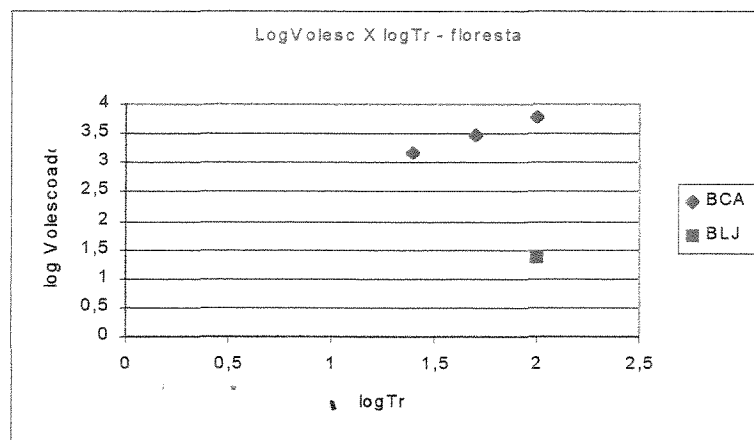


Fig. 5.78 - Produção de água nas duas bacias com cobertura florestal.

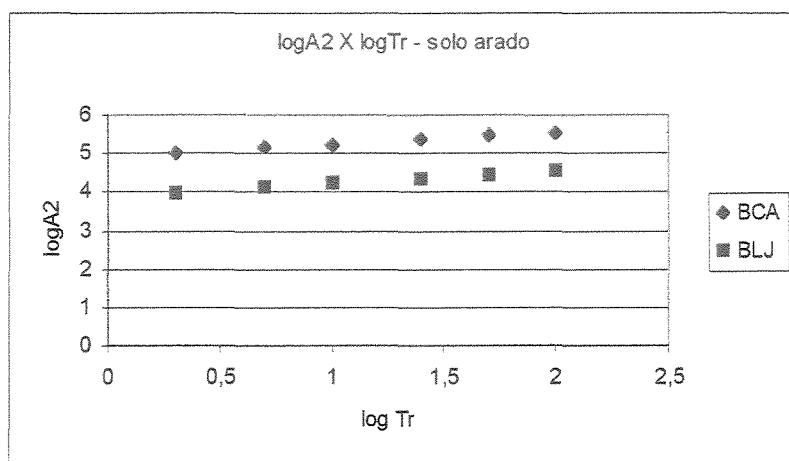


Fig. 5.79 - Produção de sedimentos nas duas bacias com o solo arado.

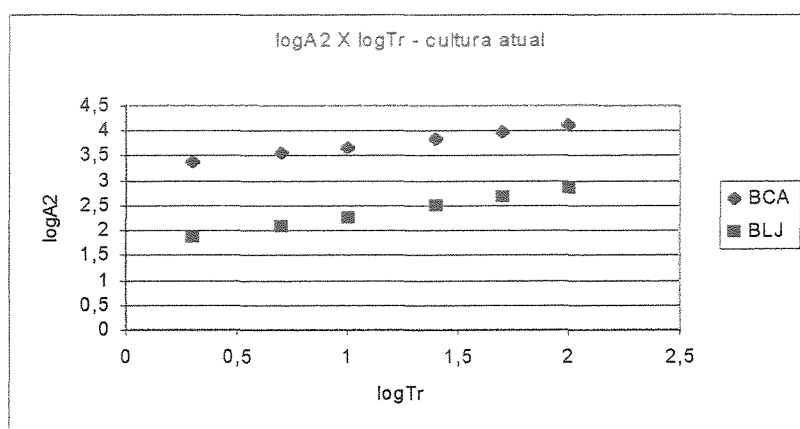


Fig. 5.80 - Produção de sedimentos nas duas bacias com as culturas presentes.

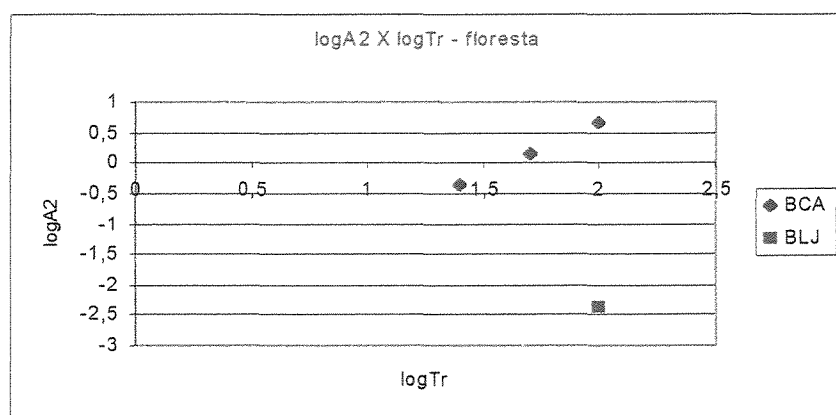


Fig. 5.81 - Produção de sedimentos nas duas bacias com cobertura florestal.

5.6 – Parâmetros de qualidade da água.

5.61 – Em BCA

O quadro 5.29, em anexo, mostra todos os dados obtidos para BCA.

5.6.1.1 – Sedimentos em suspensão (SS)

Os sedimentos em suspensão totais, fixos e voláteis, considerando as concentrações, tiveram determinados comportamentos em relação à vazão, como indicam as figuras de 5.82 a 5.84.

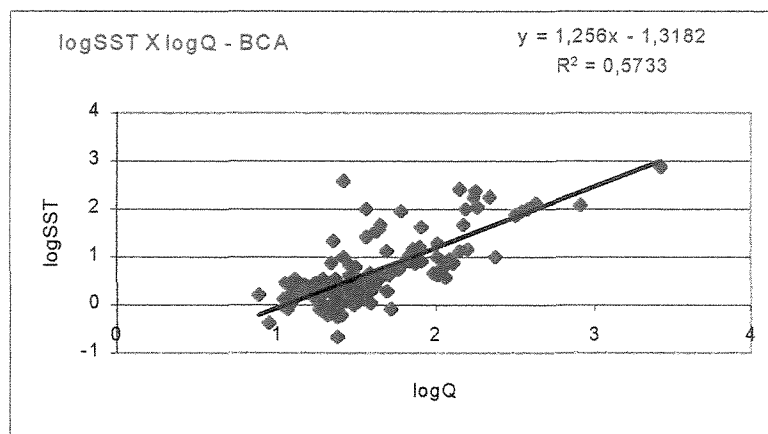


Fig.5.82 – Produção de SST (concentração) - BCA.

Com a equação correspondente:

$$SST (mg / L) = 0,04806 \times Q^{1,256} \quad ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,5733 \quad (5.69)$$

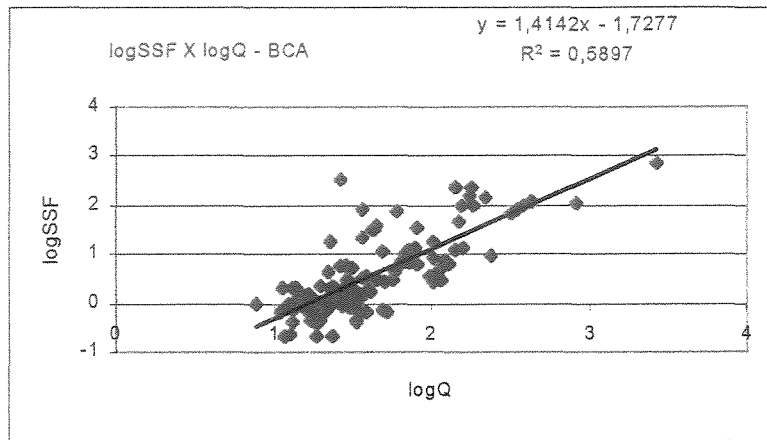


Fig.5.83 – Produção de SSF (concentração) - BCA.

Tendo como equação :

$$SSF (mg / L) = 0,0187 \times Q^{1,4142} ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,5897 \quad (5.70)$$

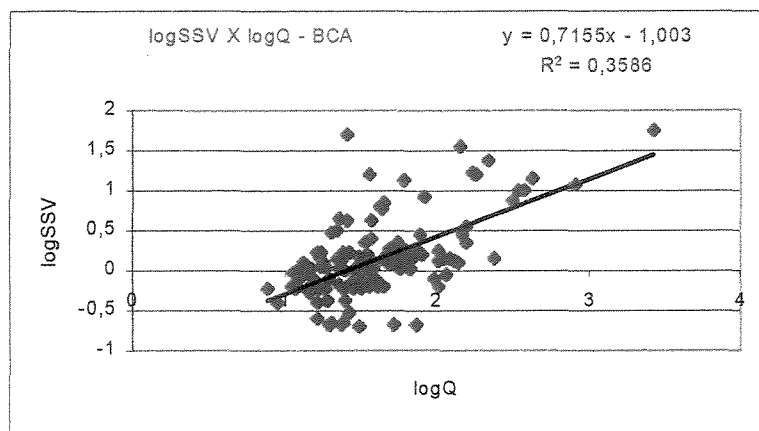


Fig.5.84 – Produção de SSV (concentração) - BCA.

Com a equação:

$$SSV (mg / L) = 0,0993 \times Q^{0,7155} \quad ; \quad Q (L/s) \quad r^2 = 0,3586 \quad (5.71)$$

Considerando-se as descargas dos parâmetros, têm-se as seguintes equações com melhores coeficientes de regressão, sendo que, para GSV houve boa correlação numa função polinomial de segundo grau.

$$GST (g / s) = 4,8 \times 10^{-5} \times Q^{2,256} \quad ; \quad Q (L/s) \quad r^2 = 0,8125 \quad (5.72)$$

$$GSF (g / s) = 1,871 \times 10^{-5} \times Q^{2,4142} \quad ; \quad Q (L/s) \quad r^2 = 0,8073 \quad (5.73)$$

$$GSV (g / s) = 2 \times 10^{-5} \times Q^2 + 0,0008 \times Q \quad ; \quad Q (L/s) \quad r^2 = 0,997 \quad (5.74)$$

A figura 5.85 e o quadro 5.30 mostram a participação relativa das frações que compõem os sedimentos em suspensão.

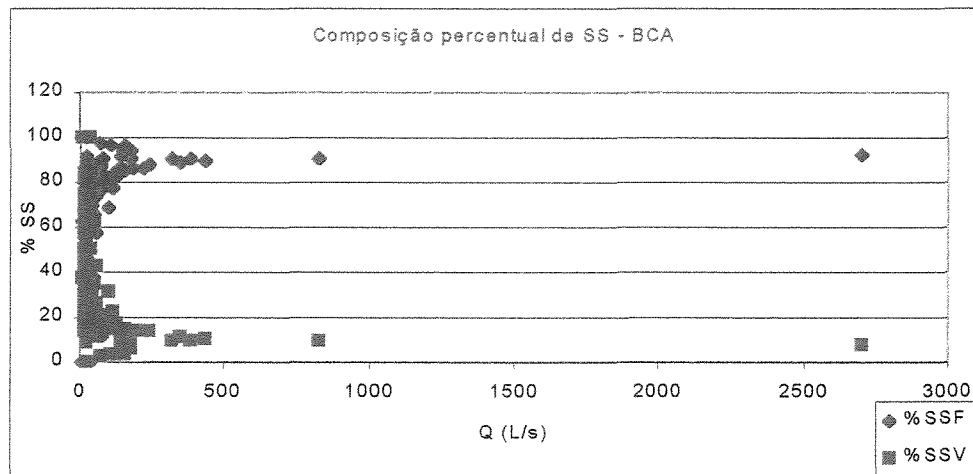


Fig. 5.85 – Composição percentual dos sedimentos em suspensão – BCA

Quadro 5.30 – Parâmetros estatísticos da composição percentual de SS – BCA.

Parâmetro	SSF	SSV
média (%)	64,74	35,26
desvio padrão	27,1	27,1
Coef. Variação	41,87	76
n	126	126

5.6.1.2 – Sedimentos dissolvidos (SD)

Os sedimentos dissolvidos não apresentaram nenhuma correlação com a vazão em termos de concentração, como indica a figura 5.86. Considerando-se, porém, a descarga, os coeficientes de regressão foram elevados, como mostra a figura 5.87.

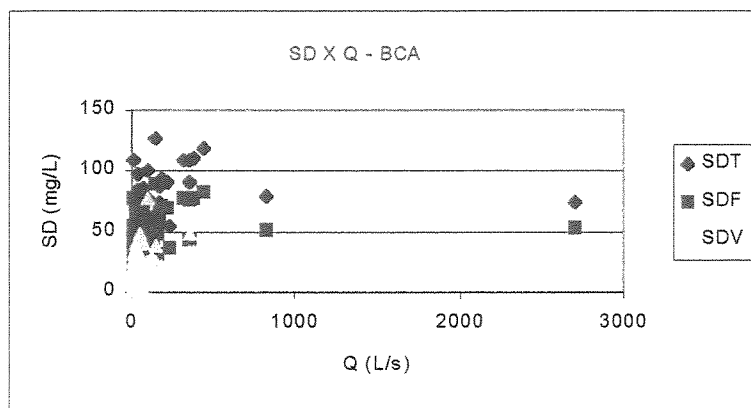


Fig.5.86 – Produção de SD (concentração) - BCA.

Outra forma de analisar os sedimentos dissolvidos foi possível por meio da utilização de parâmetros estatísticos, tais como a média e o coeficiente de variação, obtidos para as diferentes épocas - de estiagem e chuvosa - como mostram os quadros 5.31 a 5.33.

Quadro 5.31 – Parâmetros estatísticos de SDT nas duas épocas do ano– BCA.

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	50,27	64,13	51,1	57,26
Desvio padrão	10,65	18,61	19,56	14,05
Coef. Variação (%)	21,19	29,01	38,27	24,53
n	14	134	24	44

Quadro 5.32 – Parâmetros estatísticos de SDF nas duas épocas do ano– BCA.

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	39,81	40,24	33,1	40,4
Desvio padrão	14,48	15,99	14,56	12,6
Coef. Variação (%)	36,39	39,73	43,98	31,18
n	15	138	24	41

Quadro 5.33 – Parâmetros estatísticos de SDV nas duas épocas do ano– BCA.

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	11,56	24,15	18,02	17,63
Desvio padrão	7,059	9,83	7,05	6,94
Coef. Variação (%)	61,02	40,69	39,12	36,36
n	14	134	24	41

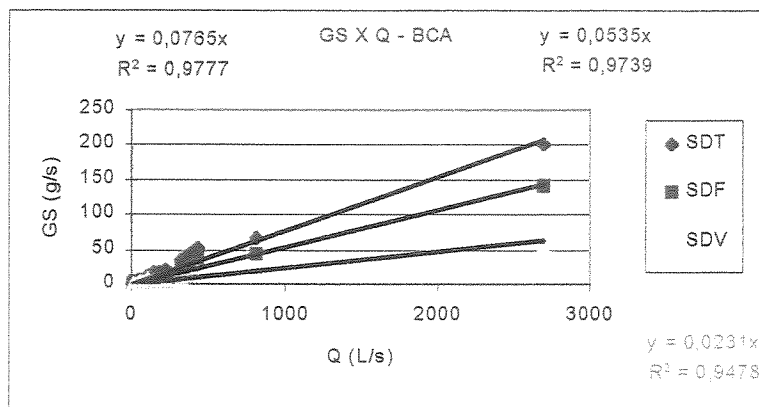


Fig.5.87 – Produção de SD (descarga) - BCA.

Com as seguintes equações de regressão:

$$GDT(g/s) = 0,0765 \times Q \quad ; \quad Q (L/s) \quad r^2 = 0,977 \quad (5.75)$$

$$GDF(g/s) = 0,0535 \times Q \quad ; \quad Q (L/s) \quad r^2 = 0,9739 \quad (5.76)$$

$$GDV(g/s) = 0,0231 \times Q \quad ; \quad Q (L/s) \quad r^2 = 0,9478 \quad (5.77)$$

A figura 5.88 e o quadro 5.34 mostram a participação relativa das frações que compõem os sedimentos dissolvidos.

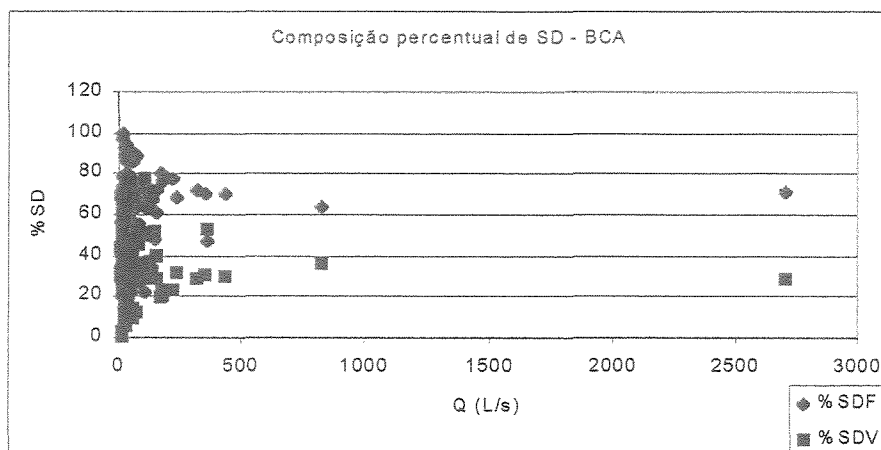


Fig. 5.88 – Composição percentual dos sedimentos dissolvidos – BCA

Quadro 5.34 – Parâmetros estatísticos da composição percentual de SD – BCA.

Parâmetro	SDF	SDV
média (%)	66,3	33,7
desvio padrão	13,17	13,17
Coef. Variação	19,81	40,32
n	116	116

A composição percentual dos sólidos totais em BCA está representada na figura 5.89 e seus parâmetros estatísticos estão indicados no quadro 5.35.

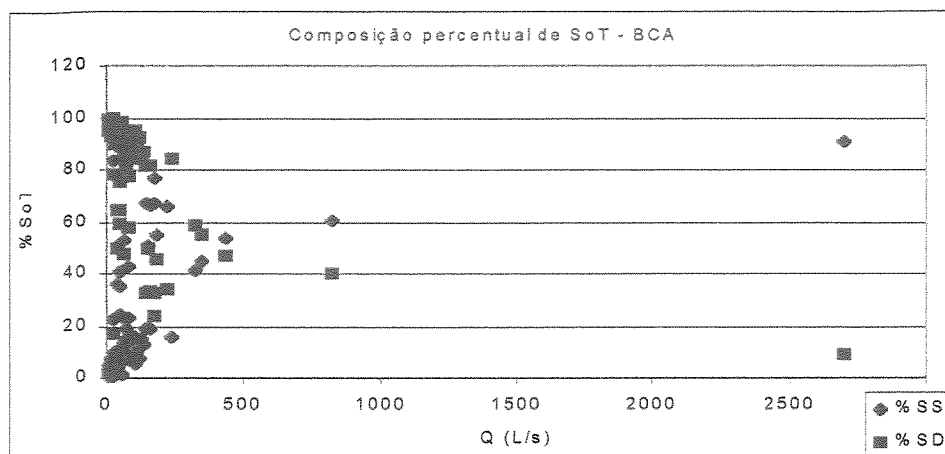


Fig. 5.89 – Composição percentual dos sólidos totais – BCA

Quadro 5.35 – Parâmetros estatísticos da composição percentual de SoT – BCA.

Parâmetro	SS	SD
média (%)	15,09	84,9
desvio padrão	20,25	20,25
Coef. Variação	134,14	23,85
n	115	115

5.6.1.3 – Condutividade elétrica, (CE)

A presença de íons nas águas também pode ser avaliada pelo parâmetro condutividade elétrica, que se mostrou independente da vazão, como mostra a figura 5.90.

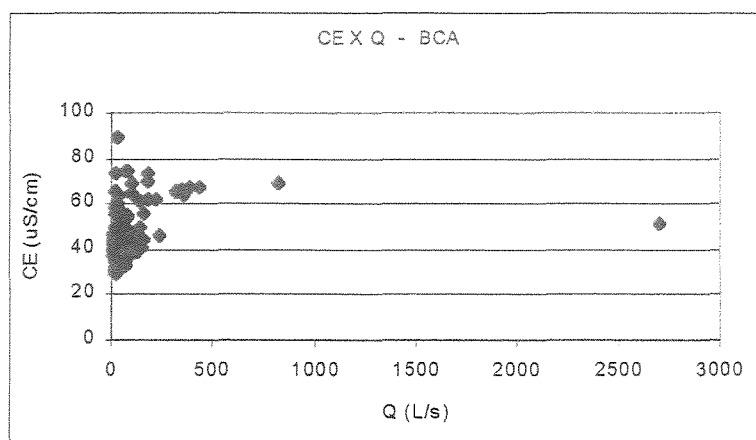


Fig.5.90 – Relação: Condutividade elétrica x Vazão - BCA.

Dessa forma, os dados também são apresentados em termos estatísticos no quadro 5.36:

Quadro 5.36 – Parâmetros estatísticos de CE nas duas épocas do ano– BCA.

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	40,7	48,95	35,63	49,84
Desvio padrão	5,76	9,51	9,24	12,28
Coef. Variação (%)	14,17	19,44	25,93	24,63
n	18	139	25	45

A obtenção do valor CE de uma amostra demanda uma análise mais rápida que a obtenção de valores relativos aos sólidos dissolvidos e, como existe uma correlação entre eles, que pode ser obtida para o riacho, fica facilitada a compreensão do comportamento dos sólidos dissolvidos. A relação obtida para a BCA é apresentada na figura 5.91, na qual foram incluídos dados de CE e SDT de uma situação em que se encontrou restilo nas águas.

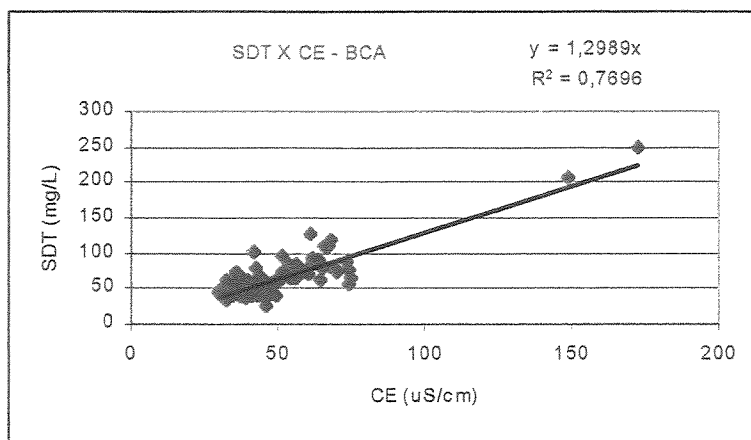


Fig. 5.91 – Relação: SDT x CE - BCA

Com a equação de regressão correspondente:

$$SDT(mg/L) = 1,2989 \times CE ; CE (\mu S/cm) \quad r^2 = 0,7696 \quad (5.78)$$

5.6.1.4 –Dureza total da água (DR)

O comportamento dos nutrientes vegetais, cálcio mais magnésio, mostrou –se semelhante ao comportamento dos SD, como indica a figura 5.92 - em termos de concentração - e 5.93, para a descarga do parâmetro:

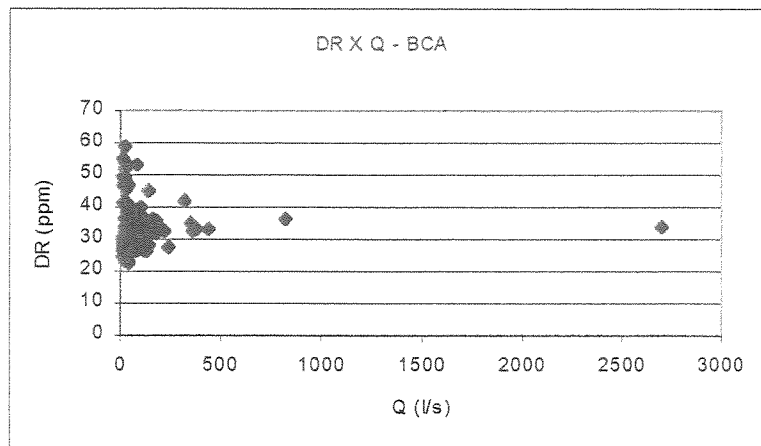


Fig.5.92 – Produção de cálcio e magnésio (concentração) – BCA.

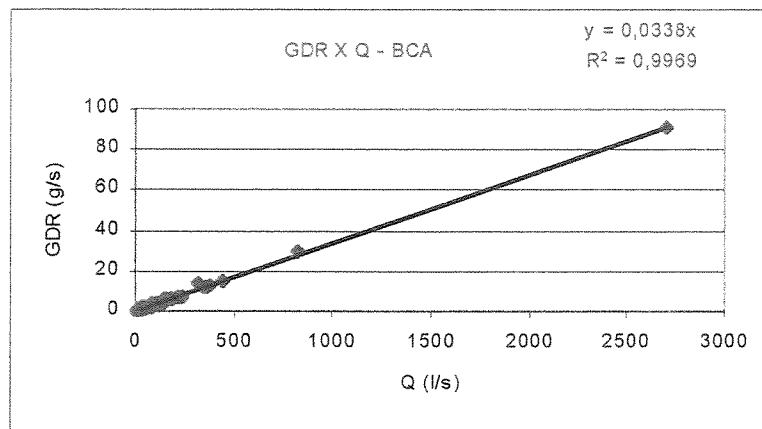


Fig. 5.93 – Produção de cálcio e magnésio (descarga) - BCA.

Com a seguinte equação de regressão:

$$GDR(g/s) = 0,0338 \times Q ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,9969 \quad (5.79)$$

Os dados de dureza total também podem ser analisados pelos parâmetros estatísticos. O quadro 5.37 mostram esses parâmetros:

Quadro 5.37 – Parâmetros estatísticos de DR nas 2 épocas do ano – BCA.

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	49,1	32,15	27,95	30,52
Desvio padrão	4,07	4,132	5,01	4,82
Coef. Variação (%)	8,3	12,85	17,93	15,79
n	17	139	25	44

5.6.1.5 – Sílica solúvel (SiO_2)

Os dados obtidos para sílica solúvel, em termos de concentração também se mostraram independentes da vazão do riacho de BCA, como mostra a figura 5.94. Para a descarga de sílica, a relação com a vazão indicou um coeficiente de regressão elevado, como indica figura 5.95.

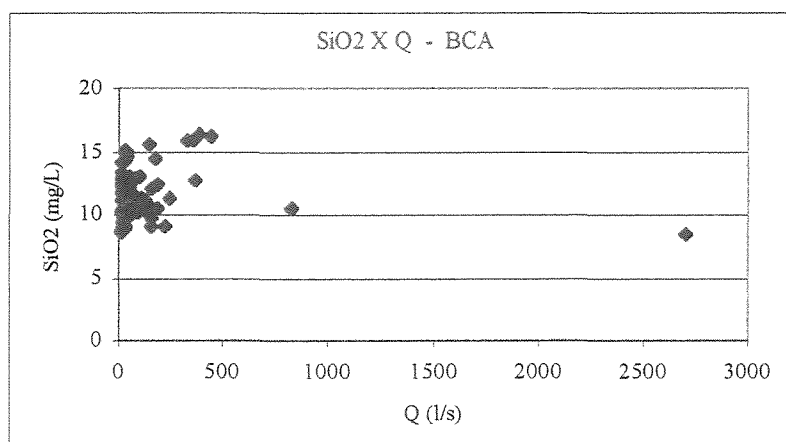


Fig.5.94 – Produção de Sílica solúvel (concentração) - BCA.

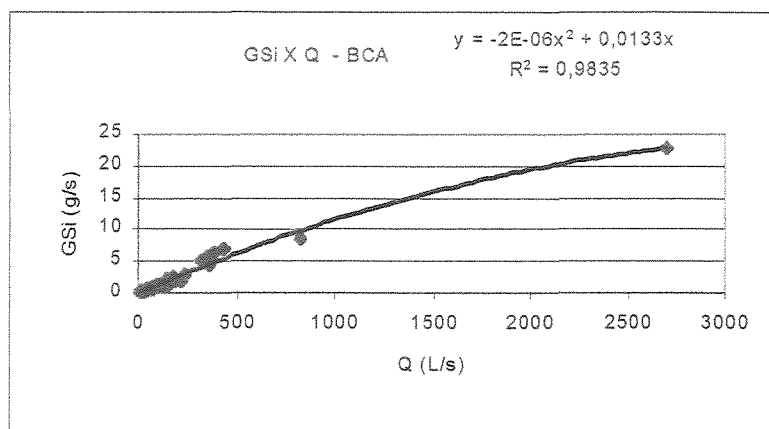


Fig. 5.95 – Produção de SiO₂ (descarga) - BCA.

Com a seguinte equação de regressão:

$$GSiO_2(g/s) = -2 \times 10^{-6} \times Q^2 + 0,0133 \times Q \quad ; \quad Q (L/s) \quad r^2 = 0,9835 \quad (5.80)$$

A função linear, com elevado ajuste, permite a obtenção do valor médio para o conjunto de dados. A equação seguinte corresponde a essa função.

$$GSiO_2(g/s) = 0,0093 \times Q \quad ; \quad Q (L/s) \quad r^2 = 0,9468 \quad (5.81)$$

O quadro 5. 38 mostra os parâmetros estatísticos para o nutriente.

Quadro 5. 38 – Parâmetros estatísticos de SiO₂ nas 2 épocas do ano – BCA.

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	10,31	11,13	10,33	11,5
Desvio padrão	1,05	1,61	1,73	1,6
Coef. Variação (%)	10,19	14,52	16,74	13,91
n	17	138	17	45

A figura 5.96 mostra as concentrações dos nutrientes, onde é possível verificar graficamente a menor variação da sílica, o elemento estudado não aportado.

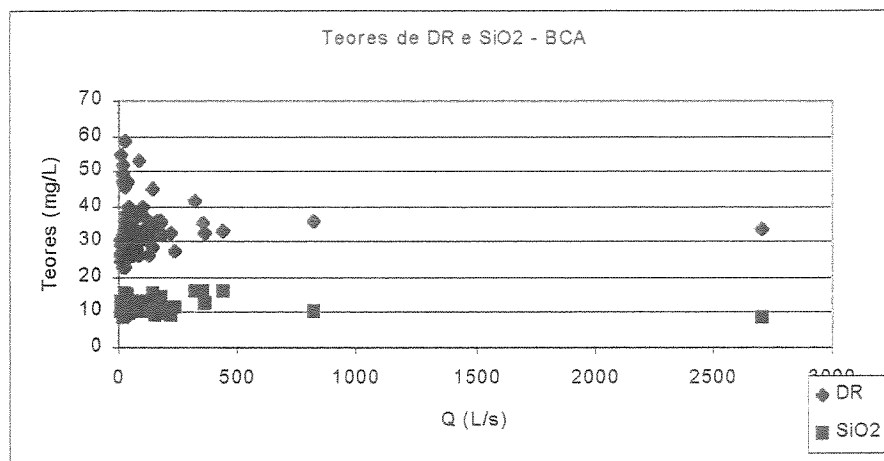


Fig.5.96 – Produção dos nutrientes (concentração) – BCA

O quadro 5.39 mostra os parâmetros estatísticos para todo o conjunto de dados obtidos de DR e SiO₂ solúvel:

Quadro 5.39 – Parâmetros estatísticos dos nutrientes– BCA

Parâmetro	DR	SiO ₂
média (mg/L)	33,09	11,08
desvio padrão	7,75	1,57
Coef. Variação	23,41	14,19
n	109	109

A participação relativa dos nutrientes nos sólidos dissolvidos totais está indicada na figura 5.97:

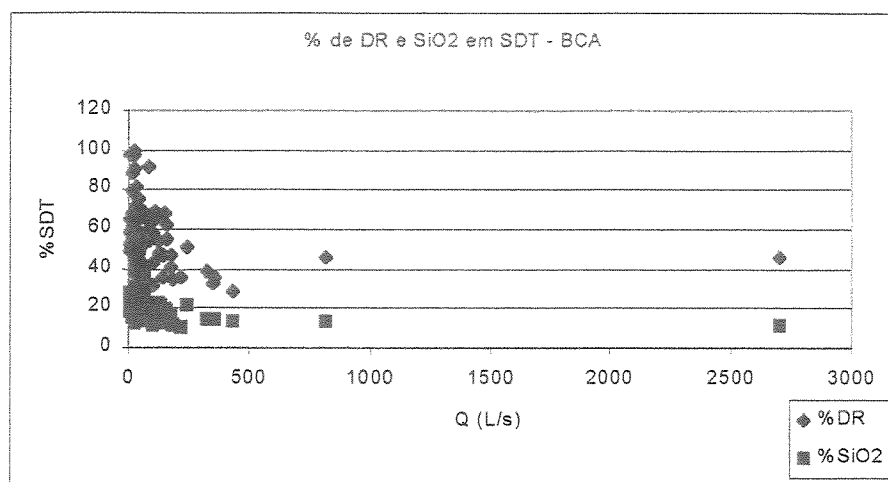


Fig. 5.97 – Participações percentuais dos nutrientes nos SDT – BCA

O quadro 5.40 apresenta os parâmetros estatísticos das participações percentuais dos nutrientes nos sólidos dissolvidos totais.

Quadro 5.40 – Parâmetros estatísticos das participações relativas dos nutrientes– BCA

Parâmetro	DR	SiO ₂
média (%)	56,88	20,17
desvio padrão	15,13	4,68
Coef. Variação	26,59	23,17
n	104	119

5.6.2 – Em BLJ

Os dados obtidos para BLJ estão no quadro 5.41, em anexo.

5.6.2.1 – Sedimentos suspensos (SS)

Os sedimentos suspensos totais, fixos e voláteis, tiveram os seguintes comportamentos em relação à vazão como mostram as figuras de 5.98 a 5.100, em termos de concentração, com melhor coeficiente de regressão:

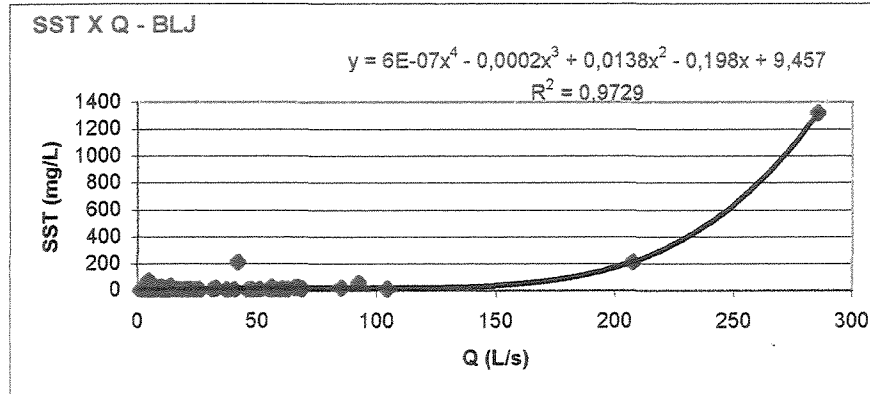


Fig.5.98 – Produção de SST (concentração) - BLJ.

Com a equação correspondente:

$$SST(mg / L) = 6 \times 10^{-7} \times Q^4 - 0,0002 \times Q^3 + 0,0138 \times Q^2 - 0,198 \times Q + 9,457 \quad r^2 = 0,9457$$

(5.82)

; Q (L/s)

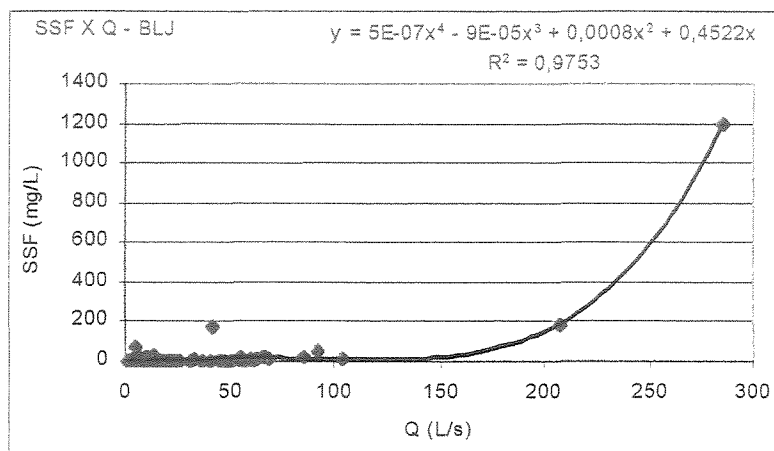


Fig.5.99 – Produção de SSF (concentração) - BLJ.

Com a equação :

$$SSF(mg / L) = 5 \times 10^{-7} \times Q^4 - 9 \times 10^{-5} \times Q^3 + 0,0008 \times Q^2 + 0,4522 \times Q; \quad Q (L/s) \quad r^2 = 0,9753 \quad (5.83)$$

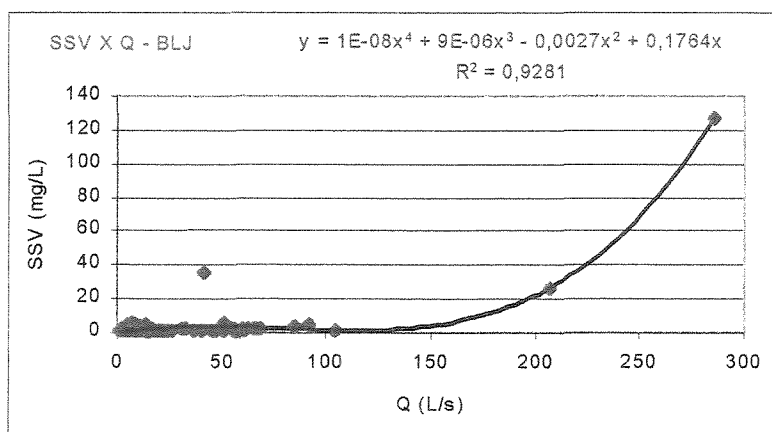
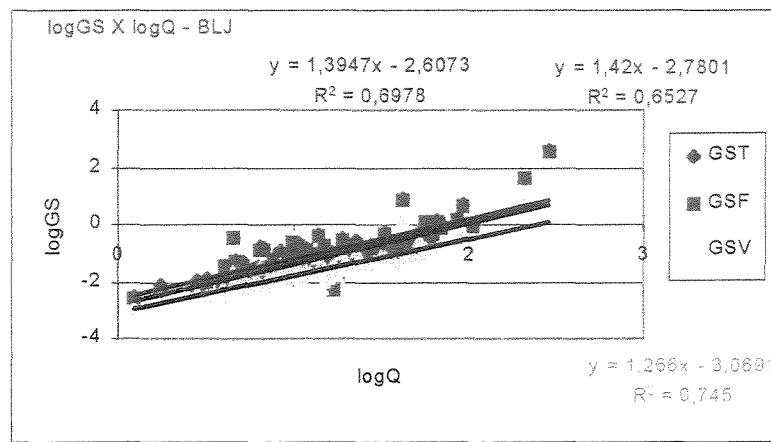


Fig.5.100 – Produção de SSV (concentração) - BLJ

Tendo como equação de regressão:

$$SSV(mg/L) = 10^{-8} \times Q^4 + 9 \times 10^{-6} \times Q^3 - 0,0027 \times Q^2 + 0,1764 \times Q; Q (L/s) \quad r^2 = 0,9281 \quad (5.84)$$

Considerando as descargas de sólidos suspensos, encontrou-se uma função potencial. A figura 5.101 mostra as funções obtidas.



5.101 –Produção de SS (descarga) - BLJ.

As respectivas equações são:

$$GST(g/s) = 2,47 \times 10^{-3} Q^{1,394} \quad ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,6978 \quad (5.85)$$

$$GSF(g/s) = 1,65 \times 10^{-3} \times Q^{1,42} \quad ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,6527 \quad (5.86)$$

$$GSV(g/s) = 8,53 \times 10^{-4} Q^{1,266} \quad ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,745 \quad (5.87)$$

A figura 5.102 mostra a composição percentual dos sedimentos suspensos totais e o quadro 5.42 indica os parâmetros estatísticos relativos a esses dados.

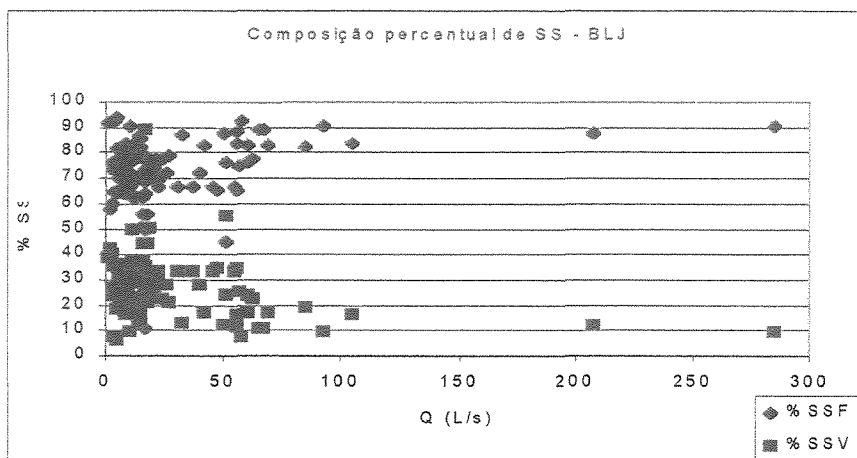


Fig. 5.102 – Composição percentual dos sedimentos em suspensão -BLJ

Quadro 5.42 – Parâmetros estatísticos da composição de SS - BLJ

Parâmetro	SSF	SSV
média (%)	73,63	26,67
desvio padrão	12,17	12,08
Coef. Variação	16,53	45,31
n	98	99

5.6.2.2 – Sedimentos dissolvidos (SD)

Os sedimentos dissolvidos totais apresentaram uma função quadrática em relação à vazão - como mostra a figura 5.103, enquanto que as suas frações, SDF e SDV foram independentes da vazão, como indica a figura 5.104.

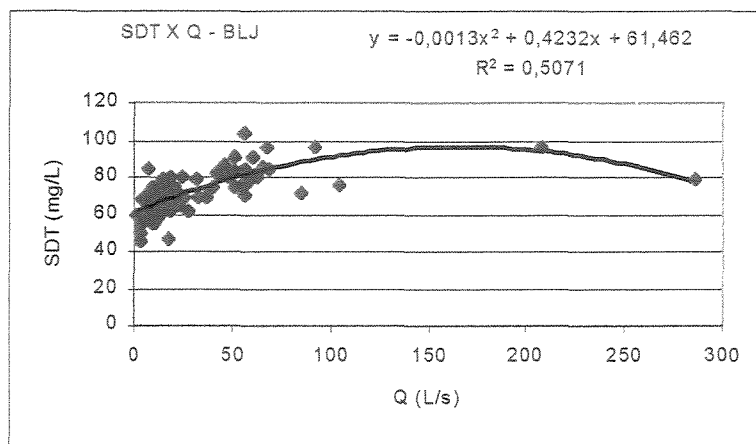


Fig.5.103 – Produção de SDT -BLJ

Com a seguinte equação de regressão:

$$SDT(mg / L) = -0,0013 \times^2 + 0,423 \times Q + 61,46 ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,507 \quad (5.88)$$

O quadro 5.43 também fornece a avaliação estatística dos dados, não obstante a relação quadrática anterior, pois as frações de SD não mostraram dependência da vazão. Assim sendo os dados puderam ser analisados de forma semelhante.

Quadro 5.43 – Parâmetros estatísticos de SDT nas 2 épocas do ano - BLJ

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	73,18	83,909	69,5	66,926
Desvio padrão	18,296	9,376	7,935	9,639
Coef. Variação (%)	24,99	11,17	11,41	14,39
n	12	22	24	37

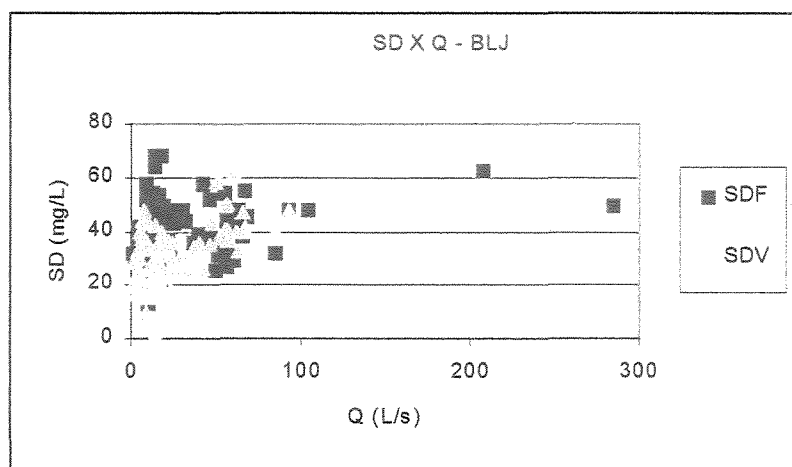


Fig.5.104 – Produção de SDF e SDV (concentração) - BLJ

Os quadros 5.44 e 5.45 mostram os parâmetros estatísticos para os sedimentos dissolvidos fixos e voláteis respectivamente.

Quadro 5.44 – Parâmetros estatísticos de SDF nas 2 épocas do ano– BLJ.

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	45,189	41,068	36,086	42,71
Desvio padrão	17,485	9,67	7,338	10,68
Coef. Variação (%)	38,68	23,55	20,31	25
n	13	22	23	33

Quadro 5. 45 – Parâmetros estatísticos de SDV nas 2 épocas do ano– BLJ.

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	27,11	42,84	33,02	23,63
Desvio padrão	14,38	9,93	7,51	9,09
Coef. Variação (%)	53,04	23,01	22,74	38,46
n	12	22	23	35

Considerando-se as descargas, têm-se as relações mostradas pela figura 5.105 e pelas respectivas equações.

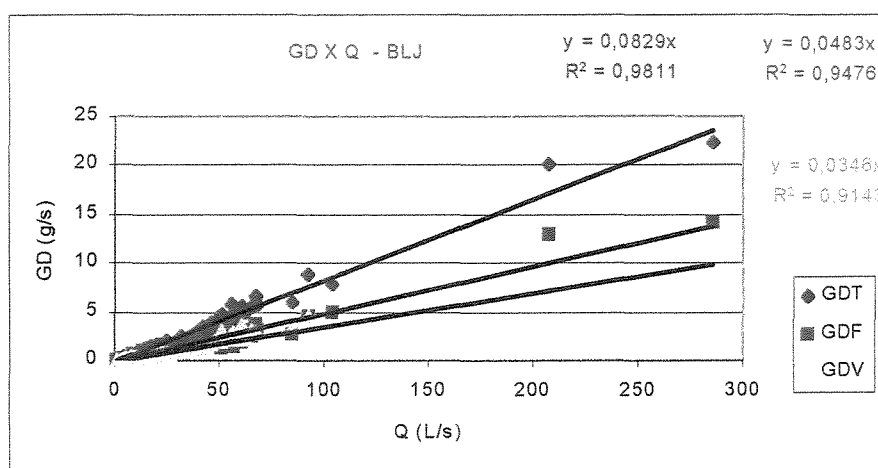


Figura 5.105 – Produção de SD (descarga) – BLJ

$$GDT(g/s) = 0,0835 \times Q ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,9815 \quad (5.89)$$

$$GDF(g/s) = 0,0483 \times Q ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,9475 \quad (5.90)$$

$$GDV(g/s) = 0,0346 \times Q ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,9143 \quad (5.91)$$

A figura 5.106 mostra a composição percentual de SD, com as participações relativas de suas frações e o quadro 5.46 indica os parâmetros estatísticos desses dados.

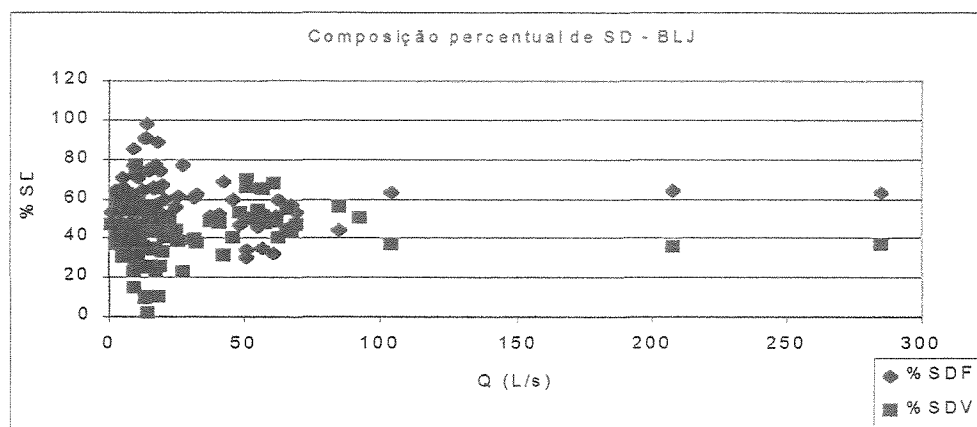


Fig. 5.106 – Composição percentual dos sedimentos dissolvidos - BLJ

Quadro 5.46 – Parâmetros estatísticos da composição de SD - BLJ

Parâmetro	SDF	SDV
média (%)	57,47	42,31
desvio padrão	14,17	14,08
Coef. Variação	24,65	33,27
n	88	88

A figura 5.107 mostra a composição percentual para os sólidos totais em BLJ e o quadro 5.47 indica os parâmetros estatísticos relativos a esses dados.

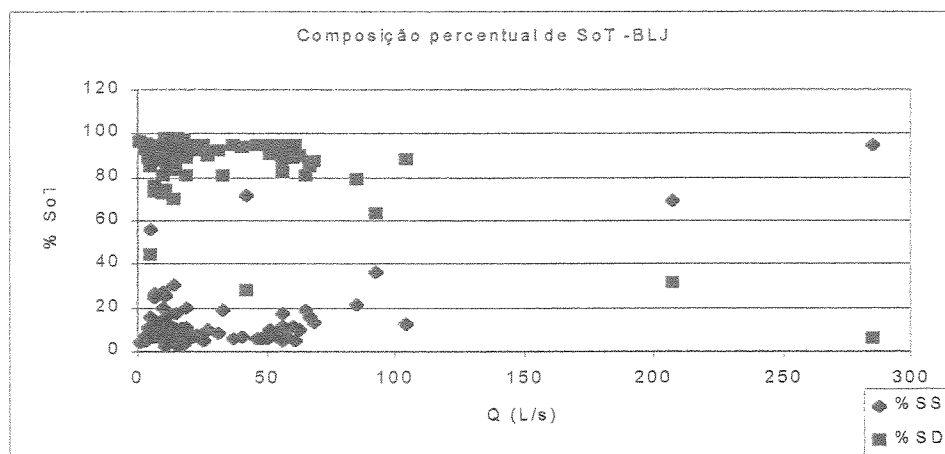


Fig. 5.107 – Composição percentual dos sólidos totais - BLJ

Quadro 5.47 – Parâmetros estatísticos da composição de SoT - BLJ

Parâmetro	SS	SD
média (%)	12,9	87,09
desvio padrão	15,20	15,2
Coef. Variação	117,82	17,45
n	85	85

5.6.2.3 – Condutividade elétrica (CE)

O parâmetro CE mostrou-se independente da vazão para os dados coletados como indica a figura 5.108:

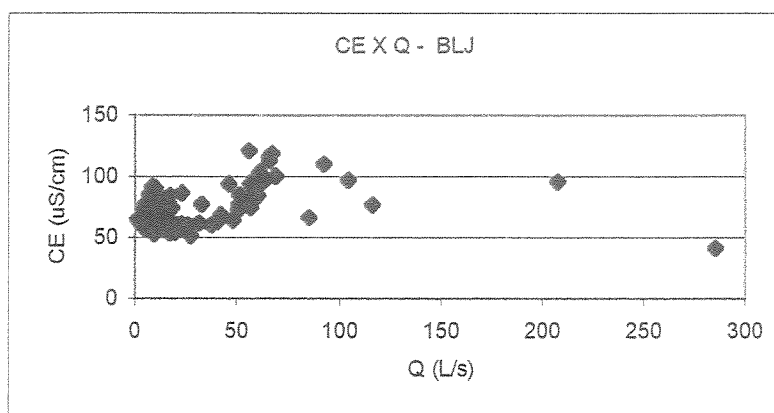


Fig.5.108 – Relação: CE x Vazão - BLJ.

O quadro 5.48 mostra os parâmetros estatísticos para a condutividade elétrica.

Quadro 5.48 – Parâmetros estatísticos de CE na 2 épocas do ano– BLJ.

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	60,017	90,43	61,319	74,687
Desvio padrão	6,87	19,33	4,167	8,416
Coef. Variação (%)	11,44	21,37	6,78	11,26
n	18	22	25	37

A relação entre SDT e CE mostrou um coeficiente de regressão muito baixo, o que pode ser explicado, possivelmente, pelo fato do conjunto dos dados não ter sido suficiente para esse tipo de análise. A figura 5.109 mostra a relação obtida.

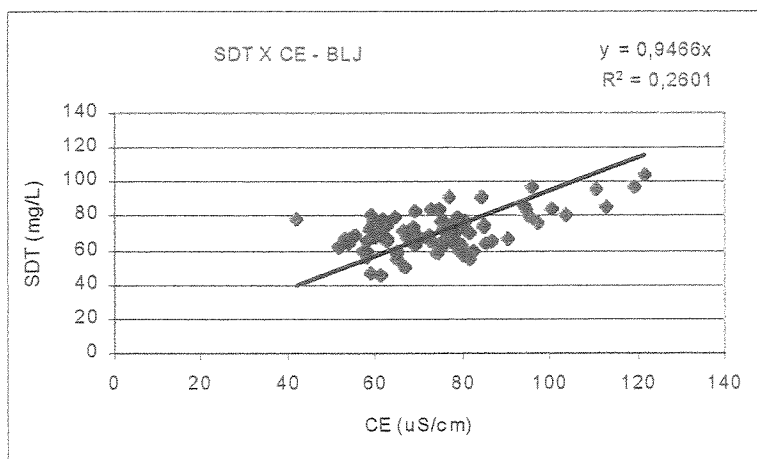


Fig.5.109 –Relação entre SDT e CE - BLJ.

Com a equação correspondente:

$$SDT(mg/L) = 0,946 \times CE \quad ; \quad CE (\mu S/cm) \quad r^2 = 0,2601 \quad (5.92)$$

5.6.2.4 – Dureza total da água (DR)

Os nutrientes cálcio e magnésio não mostraram nenhuma relação com a vazão do riacho e mostraram um comportamento semelhante aos sólidos dissolvidos, como mostra a figura 5.110. O quadro 5.49 mostra os parâmetros estatísticos para o conjunto de dados.

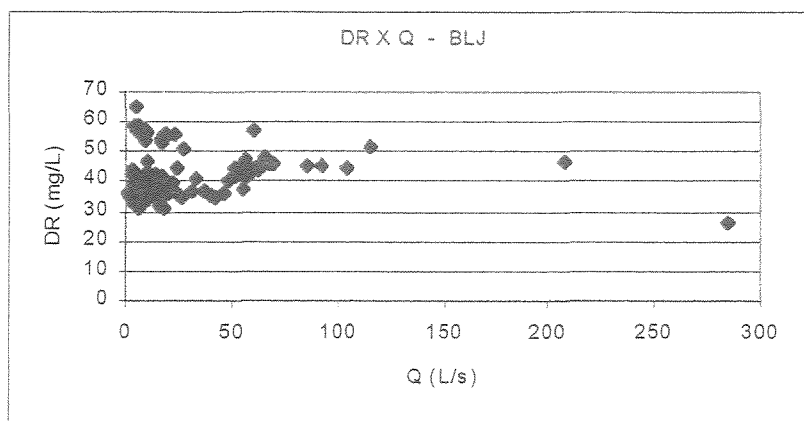


Fig.5.110 – Produção de cálcio e magnésio (concentração) - BLJ.

Quadro 5.49 – Parâmetros estatísticos de DR nas 2 épocas do ano – BLJ.

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	56,18	45,23	37,46	38,09
Desvio padrão	2,86	6,30	3,24	3,528
Coef. Variação (%)	5,09	13,9	8,6	9,24
n	18	22	25	37

Em termos de descarga a correlação foi muito boa como mostram a figura 5.111 e a equação (5.93):

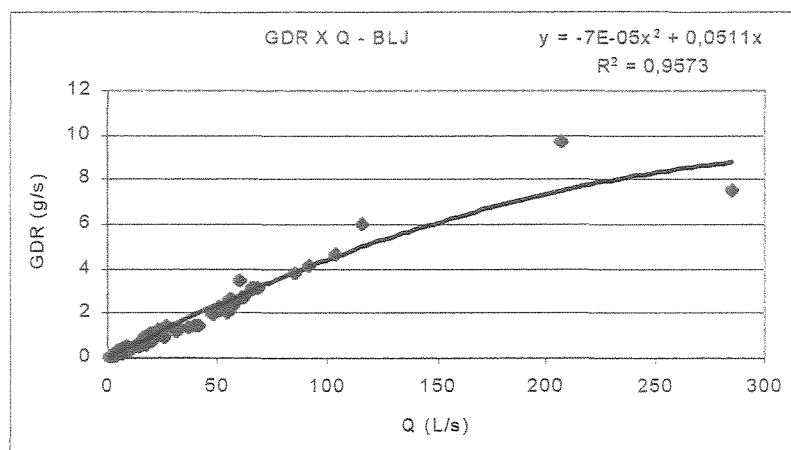


Fig.5.111– Produção de DR (descarga) - BLJ.

$$GDR(g/s) = -7 \times 10^{-5} \times Q^2 + 0,0511 \times Q \quad ; \quad Q \text{ (L/s)} \quad r^2 = 0,9573 \quad (5.93)$$

Para se estimar a média geral dos dados foi obtida a função linear, com boa correlação:

$$GDR(g/s) = 0,0396 \times Q \quad ; \quad Q \text{ (L/s)} \quad r^2 = 0,9091 \quad (5.94)$$

5.6.2.5 – Sílica solúvel (SiO₂)

O parâmetro demonstrou o mesmo tipo de comportamento que aquele relativo à dureza, ou seja, foi independente, em termos de concentração, da vazão, e obteve alta correlação com esta quando se considerou a descarga. As figuras 5.112 e 5.113 mostram esses comportamentos.

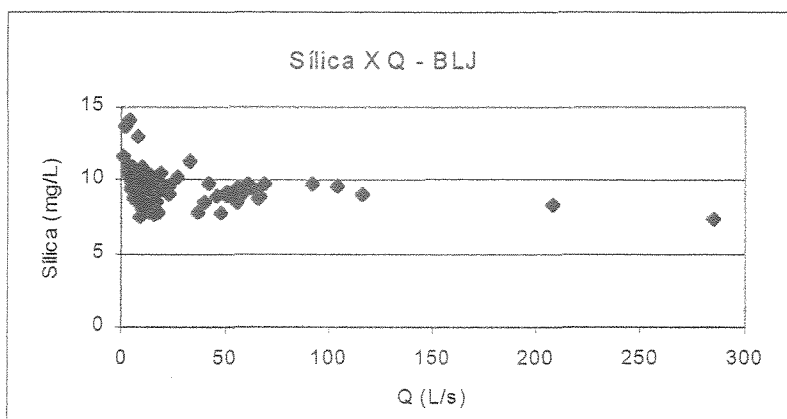


Fig.5.112 – Produção de Sílica solúvel (concentração) - BLJ.

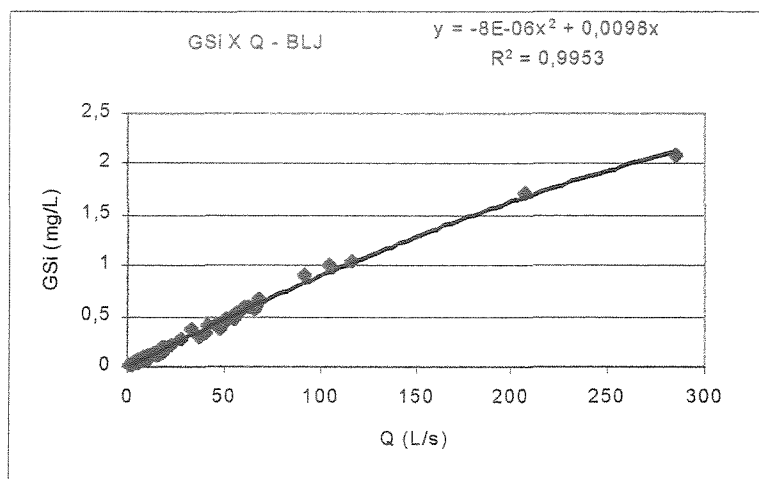


Fig.5.113 – Produção de SiO_2 (descarga) - BLJ.

Com a equação correspondente:

$$G\text{SiO}_2(g/s) = -8 \times 10^{-6} \times Q^2 + 0,0098 \times Q ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,9953 \quad (5.95)$$

A função linear obtida para se estimar a média geral dos dados tem a seguinte equação:

$$G\text{SiO}_2(g/s) = 0,0084 \times Q ; Q (L/s) \quad r^2 = 0,98 \quad (5.96)$$

O quadro 5.50 mostra os parâmetros estatísticos para os dados de sílica solúvel.

Quadro 5.50 – Parâmetros estatísticos de SiO₂ nas 2 épocas do ano– BLJ

Parâmetros Estatísticos	Estiagem 1998	Chuvosa 98/99	Estiagem 1999	Chuvosa 99/00
Média (mg/L)	10,12	9,145	9,212	9,77
Desvio padrão	0,422	0,66	0,787	1,66
Coef. Variação (%)	4,15	7,22	8,46	16,99
n	18	22	16	37

A figura 5.114 mostra as produções de cálcio e magnésio, e da sílica solúvel juntas, o que permite melhor visualização da variação entre os dados dos diferentes nutrientes estudados. O quadro 5.51 indica os parâmetros estatísticos para todo o conjunto de dados de cada nutriente.

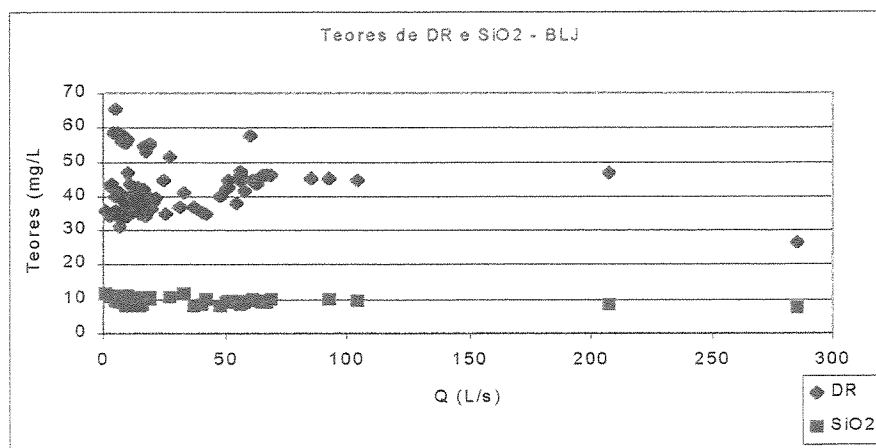


Fig. 5.114 – Produções de DR e SiO₂ (concentração) – BLJ

Quadro 5.51 – Parâmetros estatísticos dos nutrientes - BLJ

Parâmetro	DR	SiO ₂
média (mg/L)	42,46	9,51
desvio padrão	7,49	0,95
Coef. Variação	17,65	10,01
n	79	70

A figura 5.115 mostra a participação relativa de cada nutriente nos sólidos dissolvidos totais e o quadro 5.52 indica os parâmetros estatísticos para esses conjuntos de dados.

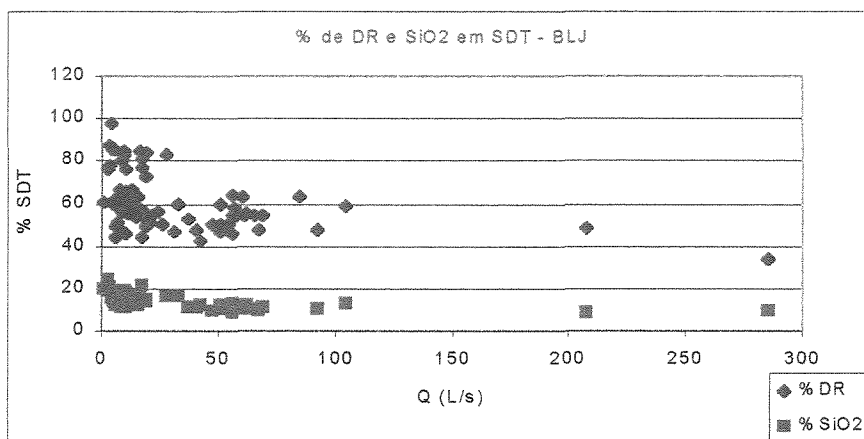


Fig.5.115 – Participação percentual dos nutrientes em SDT – BLJ

Quadro 5.52 – Parâmetros estatísticos das participações relativas dos nutrientes - BLJ

Parâmetro	DR	SiO ₂
média (%)	60,34	13,89
desvio padrão	12,85	3,16
Coef. Variação	21,29	22,75
n	78	70

5.7 – Condições específicas para BCA e BLJ

Para melhores comparações entre os dois sistemas hídricos estudados, que possuem diferenças quanto aos aspectos morfológicos, hidrológicos, pedológicos e, principalmente ao manejo das culturas, os parâmetros foram analisados em termos específicos, ou seja, perdas por unidade de área, ou por hectare. Além disso os intervalos dos conjuntos de dados de vazão obtidos para ambas as bacias foram diferentes entre si, sendo que para BCA o intervalo foi [11L/s ; 2702,3 L/s] e para BLJ, [0,9 L/s ; 285,19 L/s].

O quadro 5.53 mostra as condições específicas para os parâmetros estudados no levantamento feito na época de estiagem, quando são menores as ocorrências de precipitação e, portanto de escoamento superficial que é principal responsável pela erosão.

Quadro 5.53 – Perdas específicas diárias na época de estiagem.

Parâmetro	BCA	BLJ
SST (g/ha.dia)	6,3	11,63
SSF (g/ha.dia)	3,3	8,87
SSV (g/ha.dia)	2,99	2,72
SDT (g/ha.dia)	129,85	372,1
SDF (g/ha.dia)	83,93	154,33
SDV (g/ha.dia)	45,7	215,24
SoT (g/ha.dia)	136,15	383,73
DR (g/ha.dia)	137,89	153,01
SiO ₂ (g/ha.dia)	29,75	38,85

As produções de água e sedimentos para os três cenários – atual, floresta, e solo arado— estão expressos nos quadros de 5.54 a 5.56:

Quadro 5.54 – Produções específicas de água e sedimentos para cultura atual (MEUPS)

	BCA	BLJ	BCA	BLJ
Tr (anos)	Volesc (m ³ /ha)	Volesc (m ³ /ha)	A ₂ [(t/evento)/ha]	A ₂ [(t/evento)/ha]
2	36	10,39	4,597	0,3786
5	55,9	19,69	7,452	0,7699
10	75,33	29,56	10,34	1,2076
25	108,02	47,24	15,36	2,0209
50	138,91	64,79	20,23	2,862
100	175,96	85,99	26,22	3,9408

Quadro 5.55 – Produções específicas de água e sedimentos para cobertura florestal

	BCA	BLJ	BCA	BLJ
Tr (anos)	Volesc (m ³ /ha)	Volesc (m ³ /ha)	A ₂ [(t/evento)/ha]	A ₂ [(t/evento)/ha]
2	0	0	0	0
5	0	0	0	0
10	0	0	0	0
25	1,57	0	$8,09 \times 10^{-4}$	0
50	5,82	0	$0,347 \times 10^{-4}$	0
100	13,42	0,136	$0,874 \times 10^{-3}$	$2,55 \times 10^{-5}$

Quadro 5.56 – Produções específicas de água e sedimentos para solo arado

	BCA	BLJ	BCA	BLJ
Tr (anos)	Volesc (m ³ /ha)	Volesc (m ³ /ha)	A ₂ [(t/evento)/ha]	A ₂ [(t/evento)/ha]
2	113,26	57,59	224,2	53,68
5	149,19	79,85	301,19	76,75
10	181,73	100,97	376,82	98,87
25	232,86	133,93	495,81	138,76
50	278,46	164,32	604,28	169,2
100	330,76	199,76	730,95	210,12

Os parâmetros são geralmente correlacionados com a vazão em termos de função potencial do tipo como encontrado em Christofolletti, (1974):

$$\text{Parâmetro} = aQ^b \quad (5.97)$$

Considerando cada sistema -- BCA ou BLJ -- não foi necessariamente a melhor correlação encontrada, mas, para efeito de comparações entre as bacias, foi a forma selecionada em função de dois motivos: está em acordo com os trabalhos encontrados na literatura e facilita a análise, principalmente pela diferença de grandeza entre os intervalos de dados estudados. A melhor visualização gráfica foi dada pela forma log x log.

Foram consideradas as perdas na forma de descarga, pois as concentrações não mostraram correlações na forma potencial com coeficiente de determinação igual ou superior a 0,5, não foi possível para uma das bacias. Dessa forma, chegou-se a equações, apresentadas a seguir, na forma específica para os diferentes sedimentos e para os nutrientes

5.7.1-Sedimentos em suspensão

5.7.1.1 - Sedimentos em suspensão totais

Para BCA:

$$\log GSTesp = 2,256 \times \log Qesp - 0,957; GSTesp \text{ (g/s.ha) e } Qesp \text{ (L/s.ha); } r^2 = 0,8125 \quad (5.98)$$

Para BLJ:

$$\log GSTesp = 1,3947 \times \log Qesp - 1,731; GSTesp \text{ (g/s.ha) e } Qesp \text{ (L/s.ha); } r^2 = 0,6978 \quad (5.99)$$

A figura 5.116 ilustra as condições específicas para os sedimentos em suspensão totais.

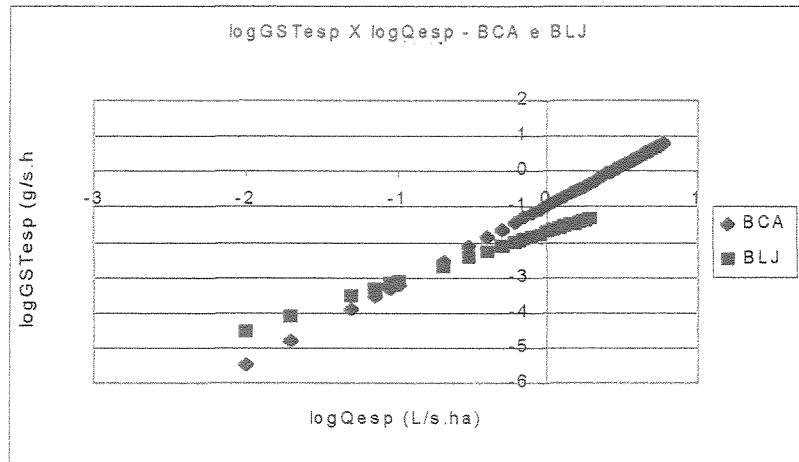


Fig. 5.116 – Produção específica de SST (descarga).

5.7.1.2- Sedimentos em suspensão fixos

Para BCA:

$$\log GS_{Fesp} = 2,4142 \times \log Q_{esp} - 0,943; GS_{Fesp} \text{ (g/s.ha) e } Q_{esp} \text{ (L/s.ha); } r^2 = 0,8073 \quad (5.100)$$

Para BLJ:

$$\log GS_{Fesp} = 1,42 \times \log Q_{esp} - 1,847; GS_{Fesp} \text{ (g/s.ha) e } Q_{esp} \text{ (L/s.ha); } r^2 = 0,6527 \quad (5.101)$$

A figura 5.117 mostra as perdas desse tipo de sedimento:

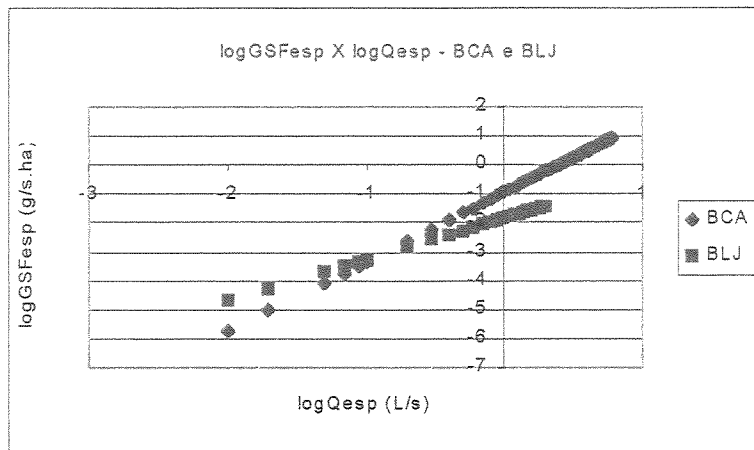


Fig. 5. 117 – Produção específica de SSF (descarga).

5.7.1.3 – Sedimentos em suspensão voláteis

Para BCA:

$$\log GSV_{esp} = 1,7192 \times \log Q_{esp} - 2,049; \text{GSV}_{esp} \text{ (g/s.ha) e } Q_{esp} \text{ (L/s.ha); } r^2 = 0,6963 \quad (5.102)$$

Para BLJ:

$$\log GSV_{esp} = 1,266 \times \log Q_{esp} - 2,478; \text{GSV}_{esp} \text{ (g/s.ha) e } Q_{esp} \text{ (L/s.ha); } r^2 = 0,745 \quad (5.103)$$

A figura 5.118 mostra a produção específica para o sedimento em suspensão volátil.

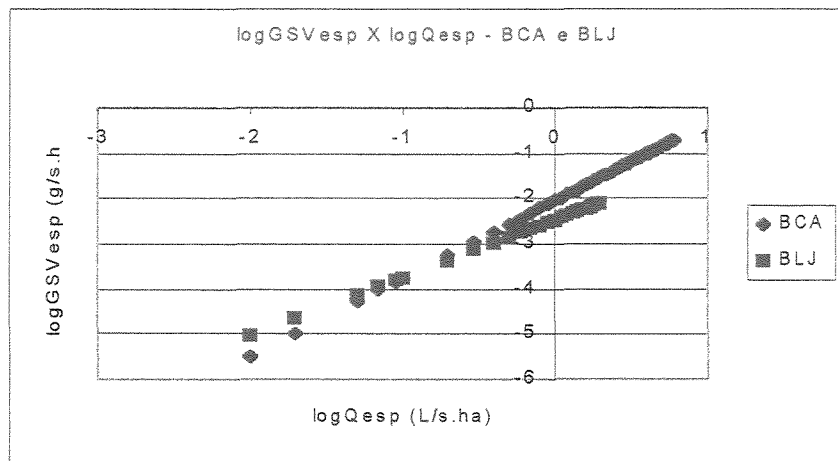


Fig. 5.118 – Produção específica de SSV (descarga).

5.7.2 – Sedimentos dissolvidos

5.7.2.1 – Sedimentos dissolvidos totais

Para BCA:

$$\log GDTesp = 1,1517 \times \log Qesp - 1,1025; \text{ GDTesp (g/s.ha) e Qesp (L/s.ha)} \quad r^2 = 0,9547 \quad (5.104)$$

Para BLJ:

$$\log GDTesp = 1,1061 \times \log Qesp - 1,0514; \text{ GDTesp (g/s.ha) e Qesp (L/s.ha)} \quad r^2 = 0,99 \quad (5.105)$$

A figura 5.119 mostra a perda específica para os sedimentos dissolvidos totais:

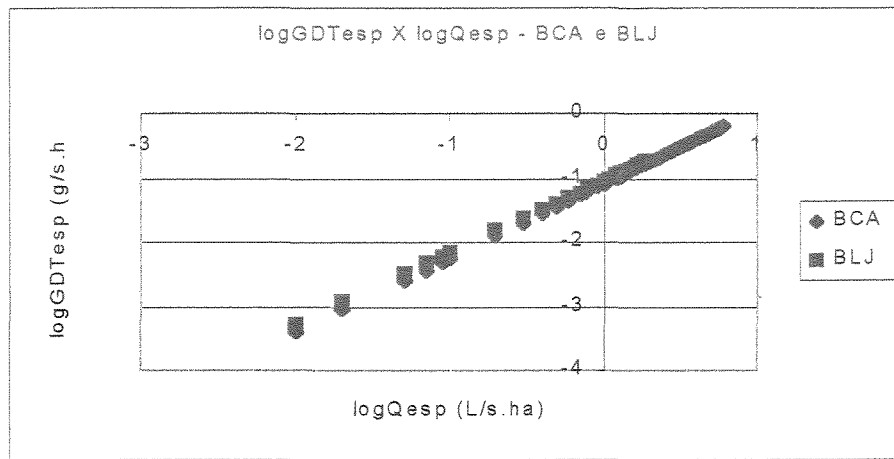


Fig. 5.119 – Produção específica de SDT (descarga).

5.7.2.2 – Sedimentos dissolvidos fixos

Para BCA:

$$\log GDFesp = 1,1379 \times \log Qesp - 1,2988; \text{ GDFesp (g/s.ha) e Qesp (L/s.ha)} \quad r^2 = 0,9155$$

(5.106)

Para BLJ:

$$\log GDFesp = 1,0742 \times \log Qesp - 1,3361; \text{ GDFesp (g/s.ha) e Qesp (L/s.ha)} \quad r^2 = 0,943$$

(5.107)

A figura 5.120 ilustra a perda desses sedimentos:

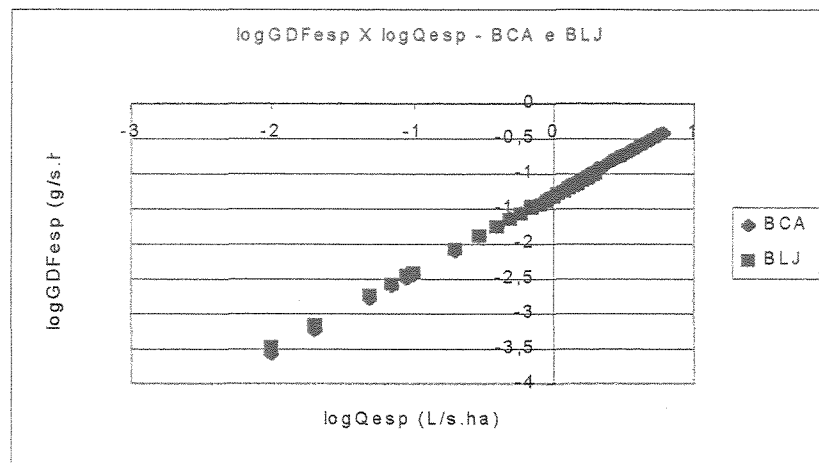


Fig. 5.120 – Produção específica de SDF (descarga).

5.7.2.3 – Sedimentos dissolvidos voláteis

Para BCA:

$$\log GDVesp = 1,1703 \times \log Qesp - 1,5916; \text{ GDVesp (g/s.ha) e Qesp (L/s.ha); } r^2 = 0,8224 \quad (5.108)$$

Para BLJ:

$$\log GDVesp = 1,1682 \times \log Qesp - 1,4034; \text{ GDVesp (g/s.ha) e Qesp (L/s.ha); } r^2 = 0,9279 \quad (5.109)$$

A figura 5.121 mostra a perda dos sedimentos dissolvidos voláteis:

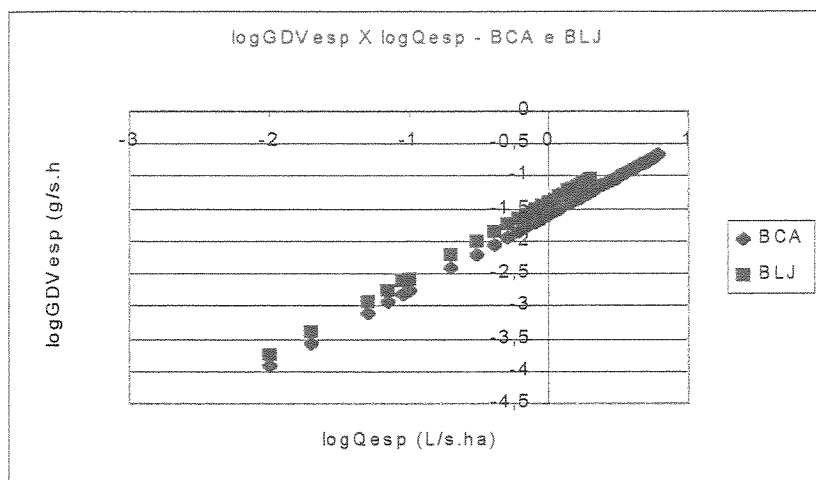


Fig. 5.121 – Produção específica de SDV (descarga).

5.7.3– Nutrientes

5.7.3.1 – Cálcio e magnésio

Para BCA:

$$\log GDResp = 1,0033 \times \log Qesp - 1,488; \text{ GDResp (g/s.ha) e Qesp (L/s.ha); } r^2 = 0,9524 \quad (5.110)$$

Para BLJ:

$$\log GDResp = 1,0295 \times \log Qesp - 1,3466; \text{ GDResp (g/s.ha) e Qesp (L/s.ha); } r^2 = 0,978 \quad (5.111)$$

A figura 5.122 mostra a perda desses nutrientes nas duas bacias:

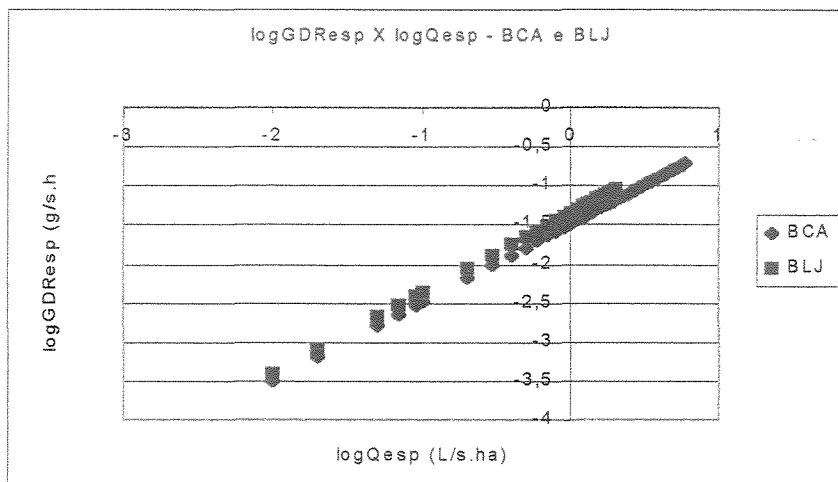


Fig. 5.122 – Produção específica de DR (descarga).

5.7.3.2 – Silício

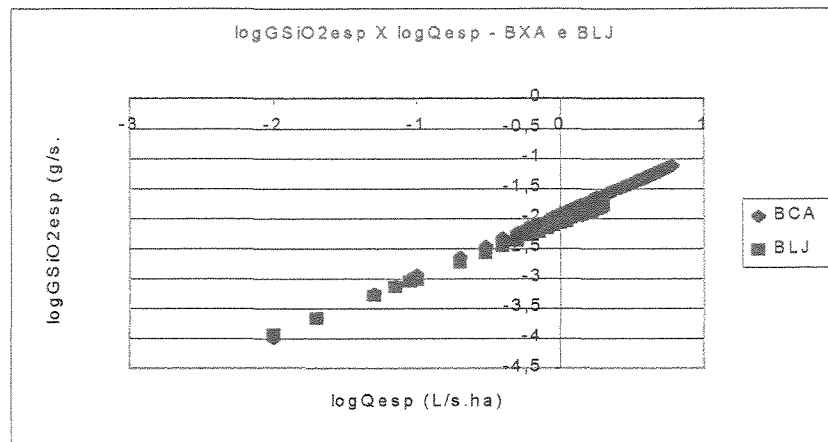
Para BCA:

$$\log GSiO_2 esp = 1,0306 \times \log Qesp - 1,9241; GSiO_2 esp (g/s.ha) e Qesp (L/s.ha); \quad r^2 = 0,9826 \quad (5.112)$$

Para BLJ:

$$\log GSiO_2 esp = 0,9296 \times \log Qesp - 2,0879; GSiO_2 esp (g/s.ha) e Qesp (L/s.ha); \quad r^2 = 0,9751 \quad (5.113)$$

A figura 5.123 mostra a perda de sílica solúvel nos dois sistemas estudados:



6 – Discussão

6.1 – Levantamento hidráulico de superfície, da qualidade da água na estiagem e da qualidade dos sedimentos de leito

6.1.1 – Bacia com cana-de-açúcar (BCA)

Como era esperado, in Christofolletti (1981), o efeito de diluição na concentração ocorreu para quase todos os parâmetros de qualidade da água, sendo que os menores valores foram encontrados na porção inferior do riacho. No parâmetro sólidos suspensos voláteis (SSV), observaram-se valores muito próximos, relativos aos pontos P2560 e 1360, fato que aponta para a importância da mata ciliar na produção constante desse tipo de sedimento.

Para os parâmetros sólidos totais (SoT), sólidos fixos (SoF) e sólidos voláteis (SoV), a diluição ocorreu porque o material dissolvido (SD) foi preponderante na constituição dos referidos sólidos: representou 95,36 % de SoT, 96,2 % de SoF e 93,6 % de SoV. Os sedimentos em suspensão (SS) contribuíram com 4,6 % de SoT, 3,8 % de SoF e 6,4 % de SoV.

suspensão fixos (SSF) contribuíram com 53,14 % e os sedimentos em suspensão voláteis (SSV), com 49,32 %. Entre os sedimentos dissolvidos (SD), os fixos (SDF) representaram 64,63 % e os voláteis (SDV), 35,19 %, como mostra o quadro 5.13.

Verifica-se a pequena participação do sedimento suspenso na calha, nesta fase do ano, porque a origem desse sedimento é o solo. Na época chuvosa, se o solo não estiver protegido contra a erosão, produzir-se-á uma quantidade apreciável de sedimentos. Os sedimentos dissolvidos são os maiores contribuintes na constituição desse material, uma vez que alcançam a calha, devido principalmente à lixiviação interna dos solos. Esse tipo transporte ocorre ao longo de todo o ano. Embora a fonte primária dos dois tipos de sedimentos -- suspensos e dissolvidos-- seja a mesma, o solo, as suas concentrações na água diferem consideravelmente, no tempo e no espaço, devido à maneira pela qual atingem a calha do riacho.

No quadro 5.10, nota-se que o valor obtido para o SDT é menor que aqueles para os teores de CaCO_3 , dureza total (DR) e de SiO_2 (sílica solúvel) juntos, o que seria incoerente. Como exemplo, dessa disparidade, tem-se para o ponto P3160, no quadro 5.9, que SDT é igual a 44 mg/L e DR é igual a 48 mg/L e sílica é igual a 9,6 mg/L. Tal fato é decorrente da utilização das diferentes metodologias utilizadas para determinar esses parâmetros. Deve-se portanto, analisá-los mais pelas suas tendências que pelos seus valores absolutos.

Os valores mostrados no quadro 5.10 indicam que os teores calculados pelas equações são relativamente muito próximos da média dos cinco pontos amostrados. Os sedimentos em suspensão (SS) foram obtidos por diferença entre SoT e SD. Embora a média aritmética entre os pontos seja fácil de ser obtida, a utilização das equações mostrou-se importante porque torna possível calcular as concentrações em qualquer secção do rio. Essa maior precisão contribui consideravelmente para as avaliações de monitoramento em bacias.

Considerando o volume da calha de $147,69 \text{ m}^3$ e a vazão de saída de 16,72 L/s, tem-se que o riacho renova suas águas a cada 2,45 horas ou 9,78 vezes ao dia nesta época do ano. O transporte total diário é de 75,84 kg de material total (SoT), sendo 48,6 kg de fixos (SoF) e 27,17 kg de voláteis ou orgânicos (SoV). Considerando a granulometria, são 72,33 kg de sedimentos

dissolvidos (SD), e 3,51 kg de sedimentos em suspensão (SS).

A qualidade de sedimentos de leito, indicada nos quadros 5.11 a 5.15, nas secções variou muito entre essas, e mesmo dentro das mesmas. A acomodação das diferentes frações do material ocorre em função da turbulência do escoamento que o carreou, seja próximo às margens, ou mesmo dentro das secções. O número de Froude (Fr) obtido foi uma média para a secção e não refletiu devidamente, portanto, as turbulências pontuais que causariam o transporte ou a deposição. Os valores médios encontrados foram baixos, variando de 0,11 a 0,277, e, segundo esses valores, pode-se classificar o escoamento do riacho como subcrítico.

A fração predominante, areia fina, dos solos da bacia foi a principal componente textural nas margens da seção P2560 e nos extremos da seção P1060. Nas outras secções as frações areia média e pedregulho, foram as predominantes nas margens do leito maior.

Foi observada a deposição de finos na secção molhada, na posição A1, e na margem direita da seção P2560, como indicado no quadro 5.14. A secção tem um valor de Fr igual a 0,152, muito baixo, e aliado à proximidade da margem do leito menor, aponta para as condições que propiciaram a deposição dos finos.

A fração predominante ocorreu nas três posições – A1, A2 e A3 –, independentemente do diâmetro do sedimento. Verifica-se, pelos quadros de 5.11 a 5.15, que nos pontos P1060, P1960 e P2560, a fração pedregulho é a principal constituinte. Nas outras, P1360 e P3160, a areia média é a fração mais importante.

Tal fato ocorre, provavelmente, devido a uma certa estabilidade no escoamento, verificável nas condições de estiagem, que permite uma seleção granulométrica e, conseqüentemente, a acomodação dos sedimentos. Na época chuvosa, surgem novas condições, tais como, alterações nas concentrações dos sedimentos, na velocidade e na turbulência, que promovem outras distribuições granulométricas nas secções.

6.1.2 – Bacia com a citricultura (BLJ)

Os sedimentos em suspensão (SS) mostraram um comportamento caracterizado por uma função polinomial, de segundo grau – como indicado na figura 5.63, para os três tipos: totais, fixos e voláteis, fato que se deve às diferentes turbulências nas secções. Embora todos os valores do número de Froude (Fr) indicassem o escoamento como subcrítico, observou-se que nos pontos P760 e P1360, os valores foram mais altos, chegando a 0,56 nesta última – no exutório da bacia.

Os sedimentos dissolvidos (SD) mostraram uma tendência de diluição até o trecho intermediário do riacho, como mostram as figuras de 5.64 a 5.65. Embora não haja dados no último ponto para SDT e SDV, a elevação das suas concentrações na porção inferior do riacho pode ser considerada uma tendência, segundo o parâmetro condutividade elétrica (CE), como mostra a figura 5.67. Quanto ao parâmetro dureza total (DR), pode-se fazer a mesma inferência. A melhor função de ajuste - válida para o intervalo de dados obtidos – foi uma função polinomial cúbica, indicada na figura 5.68.

Esses comportamentos podem ser explicados pelo tipo de utilização do solo nesse trecho da bacia. Na época do levantamento, em agosto de 1999, o solo estava sendo usado para agricultura, portanto um manejo diferente do restante da bacia. Note-se que a seção de controle para coleta dos dados, ao longo da pesquisa, estava situada à montante desse trecho. Por conseguinte, considera-se, para efeito do estudo comparativo, a cultura predominante dos pomares de laranja.

A figura 5.60 mostra a vertente à direita do riacho, na referida área. No ano de 2000, o uso foi novamente mudado para viveiro de produção de mudas, como indica a foto. Observa-se assim que esse trecho da bacia apresentará uma dinâmica diferente na produção de sedimentos do resto do sistema hídrico.

Para a sílica solúvel houve um aumento da concentração nos pontos de cota mais baixa,

como mostra a figura 5.69. Provavelmente, isso ocorreu devido à maior presença de gramíneas herbáceas ao longo da margem do rio e de pequenas plantações de cana-de-açúcar na vertente próxima. As gramíneas têm uma maior absorção pelo silício, que se acumula em seus tecidos. A decomposição desse material também fornecerá sílica ao ambiente.

Considerando-se a granulometria, verifica-se, pelo quadro 5.18, que os sedimentos em suspensão (SS) corresponderam a 3,03 % do material total na calha, excetuando-se os sedimentos de leito. Os sedimentos dissolvidos (SD) participaram com 96,96 % . Essas proporções são muito semelhantes àquelas encontradas na bacia com cana-de-açúcar.

Dentre os sedimentos suspensos (SS) , 76,36 % correspondem à fração fixa e 23,42 % à fração volátil. Essas proporções entre os sedimentos em suspensão diferem em relação à bacia com cana-de-açúcar, onde os fixos mostraram menor teor (53,14 %) que na BLJ, e os voláteis (49,32 %), maior. Essas diferenças na fração fixa, estão associadas a dois fatores: o maior teor de finos em BLJ, e também ao número de Froude (Fr) médio, que por ser relativamente maior em BLJ, confere maior turbulência em seu escoamento e, conseqüentemente, portanto maior transporte. Para a fração volátil, a mata ciliar presente - com as espécies caducifólias - tem maiores condições de produção desse tipo de sedimento, e nessa granulometria.

Para os sedimentos dissolvidos (SD), observa-se que 41,47 % pertencem à fração fixa e 57,84 % são sedimentos dissolvidos voláteis. Essas proporções também são diferentes do que aquelas encontradas na BCA, porém de forma inversa: em BCA, o teor de SDF é maior (64,6 %) e o teor de SDV (35 %) é menor que na BLJ. O fato pode estar correlacionado a uma maior lixiviação interna em BCA para os fixos. A maior proximidade da vegetação ciliar na BLJ permite que haja maior contato do material a ser transportado com o escoamento, fenômeno que não ocorre em BCA devido ao seu elevado grau de assoreamento.

O volume molhado da calha, em BLJ, encontrado foi de 33,52 m³ e, com a vazão de saída de 8,83 L/s, tem-se que o riacho se renova a cada 1,054 horas, ou 22,76 vezes ao dia. O canal carrega, nesse período, 1,93 kg de material suspenso; 61,77 kg de material dissolvido; 25,48 kg de cálcio e magnésio e 6,47 kg de sílica solúvel.

Os dados do quadro 5.18 foram obtidos utilizando-se as concentrações médias, e não as

calculadas como na BCA. As alterações nas áreas das secções, e o não efeito de diluição, apresentados para os pontos amostrados na parte inferior da bacia, produziram equações que resultaram dados muito diferentes daqueles obtidos pela média.

Verifica-se, dessa forma, que apesar de ser um riacho de pequenas proporções - 1360 m de comprimento, os cinco pontos estudados não foram suficientes para uma boa amostragem das diferenças encontradas no manejo dado à bacia, e nas condições de assoreamento de seu canal. Na BCA, os cinco pontos foram suficientes para caracterizar um canal de 3160 m, pois a bacia tem um manejo mais homogêneo que na BLJ. Assim sendo, faz-se necessário um levantamento prévio das condições do local quando o objetivo for um estudo desse tipo.

Os sedimentos de leito na BLJ, indicados nos quadros de 5.20 a 5.22, mostraram uma predominância de areia média nas margens das secções, margens estas que são muito estreitas devido à presença de vegetação ciliar. A areia média é a fração predominante em 57% das amostras de solo da BLJ, e se mostrou presente no centro (posição A2) das secções molhadas de P560, P1160 e P1360.

Apenas em P760 houve uma homogeneidade ao longo da seção molhada para a fração predominante, o pedregulho. Observa-se, nesta área, uma dinâmica diferente na seleção da granulometria diferente da que se verificou em BCA. Na BLJ, a turbulência, medida pelo número de Froude, variou mais que na bacia com cana-de-açúcar, o que pode influenciado a referida dinâmica.

As duas bacias foram avaliadas como sistemas hídricos isolados. Contudo as diferenças de cultura, morfologia, solo e manejo que apresentam são preponderantes e, de certa forma, limitam uma comparação mais adequada. Torna-se mais adequada a comparação usando a forma específica (por unidade área), como indicado no quadro 5.53.

Verifica-se que, em condições de estiagem -- com vazões menores e o canal alimentado pelo escoamento básico -- as perdas específicas são superiores na BLJ em quase todos os parâmetros estudados. Há exceção na perda de SSV, maior em BCA, conquanto a diferença seja

inexpressiva.

Apesar de BLJ ser uma bacia, aproximadamente três vezes, menor que a BCA, cada hectare da bacia contribui com quantidade consideravelmente maior de material que cada hectare da bacia da cana-de-açúcar, pelo menos nessa época do ano.

Nessa fase o solo é mais relevante enquanto reservatório químico, pois os sedimentos dissolvidos, incluindo os nutrientes, foram mais relevantes. Na fase chuvosa, contudo, o solo também passa a ser o fornecedor do material em suspensão, e com maior intensidade. As perdas, então, terão a influencia também da cobertura, do manejo e da morfologia das bacias.

Os dados obtidos por Azevedo et alli, 1995, mostrados no quadro 3.4, foram coletados numa época considerada de seca, e portanto, podem ser comparadas-- numa primeira aproximação—com os dados do quadro 5.53. A ressalva é necessária pois os autores obtiveram uma média de vários dados, enquanto que no presente levantamento, foi obtido um dado.

A bacia A, com cobertura principal de mata nativa e parte reflorestada com eucalipto, indicou uma perda diária de 5,53 g/ha de material em suspensão (SS) , de 126,27 g/ha de material dissolvido (SD). A bacia B, com pastagem, mostrou uma perda diária de 4,76 g/ha de SS e de 112,45g/ha de SD. Esses valores estão próximos daqueles encontrados para BCA, e bem abaixo daqueles encontrados para BLJ.

Para os nutrientes, cálcio e magnésio, os valores foram somados e obtidas as taxas diárias. Para a bacia A, o valor encontrado foi de 3,58 g/ha e, para a B, o valor foi de 1,58 g/ha. Esses dados estão bem abaixo dos fornecidos por BCA e BLJ, mesmo considerando que o parâmetro dureza total (DR) inclui outros íons polivalentes, além do cálcio e magnésio. A bacia A - com mata nativa principalmente - não tem aportes externos como a calagem, e assim os dados são coerentes. A bacia B também não deve receber calagem, podendo estar sendo explorada dentro de um sistema extensivo de produção pecuária. Esse sistema tem um investimento mínimo na produtividade e baixa densidade de animais por hectare.

Considerando-se as perdas de cálcio e magnésio por lixiviação apresentadas no quadro

3.3, e obtendo-se uma média dos valores apresentados pelas autores, de 349,31 g/ha.dia, observa-se que as perdas em BCA e BLJ - 137,78 e 153,01 g/ha.dia respectivamente - apresentadas nos levantamentos estão coerentes.

6. 2 – Quantificação das perdas de solo pela EUPS

As perdas calculadas pela equação universal de perdas de solos foram maiores para a bacia com cana-de-açúcar, como mostram os quadros 5.25 e 5.26. Todos os parâmetros – exceto o fator erosividade (R) – foram maiores para a BCA, considerando-se as culturas então presentes. O fator erodibilidade dos solos (K) foi 1,17 vezes maior e os fatores práticas de conservação (P) e manejo e uso do solo (C), foram , respectivamente 1,24 e 1,23 vezes maiores.

O fator topográfico (LS), embora fosse também maior na BCA, ele foi superestimado para as duas bacias, considerando as culturas ali presentes. Admitir esses valores no manejo dessas espécies seria inadequado, pois o comprimento da rampa (L) para o escoamento da enxurrada seria elevadíssimo. Se, por exemplo, for considerado um (L) igual a ($L/2$), o valor de A_1 é reduzido para 151,21 t/ha.ano na BCA e para 37,97 t/ha.ano na BLJ. Em outro exemplo com uma rampa mais curta, de 50 m, os valores passam a 31,11 t/ha.ano na BCA e 13,18 t/ha.ano na BLJ. Dessa forma, os valores de LS dos quadros 5.25 e 5.26 devem ser interpretados admitindo cada bacia como um todo, como para a cobertura florestal e para o solo descoberto e arado.

Em relação ao solo descoberto, a cultura de cana-de-açúcar permite uma perda 14,10 vezes menor que a perda do solo arado. A cultura de laranja proporciona maior proteção, com uma perda 21,66 vezes menor.

Considerando a cobertura primitiva, florestal, a perda maior continua com a BCA, devido à maior erodibilidade dos solos (K), e ao fator topográfico (LS). As perdas, sob a cobertura florestal, são 177,2 vezes menores que as perdas com a cobertura de cana-de-açúcar e,

2500 vezes menor em relação ao solo exposto e arado.

Na BLJ, a perda com a cobertura florestal seria 115,41 vezes menor que a perda com a citricultura e também 2500 vezes menor que a perda com a exposição máxima do solo.

A perda permissível para o solo podzólico pode ser considerada, em média, de 5 t/ha.ano. O critério é fundamentalmente de ordem econômica, pois se baseia na manutenção da produtividade. Em termos ambientais, contudo, verifica-se que as perdas são elevadíssimas e produzem, potencialmente, grandes quantidades de sedimentos. O equilíbrio da bacia também foi alcançado com a cobertura vegetal primitiva - a floresta - e as taxas de perdas obtidas com essa cobertura deveriam ser consideradas como a erosão geológica, e constituírem os indicativos dos patamares de perdas no planejamento na conservação dos solos.

As perdas permissíveis seriam, então, diferenciadas -- de 1,321 t/ha.ano para a BCA e de 0,5091 t/ha.ano para a BLJ -- conquanto estejam ambas sobre o mesmo tipo solo.

6.3 – Produção de água e de sedimentos em suspensão

6.3.1 – Bacia com de cana-de-açúcar

As produções de água e sedimentos previstas, segundo a equação universal de perdas de solo modificada (EUPSmod), mostraram-se consideravelmente diferenciadas para todos os períodos de recorrência escolhidos. As restrições iniciais, que refletem a ação da cobertura e o tipo de solo na produção de chuva efetiva, foram muito significativas. Os valores foram de 8,7 mm para o solo exposto, de 16,93 mm para as culturas atuais e de 46,89 mm para a cobertura florestal, como indica o quadro 5.2.

O valor da restrição associado à cultura de cana-de-açúcar é 2,04 vezes maior que aquele associado ao solo arado, mas é 2,76 vezes menor que o valor associado à cobertura florestal. Essas diferenças implicam nas magnitudes de produção de água e de sedimentos pela bacia.

A produção de água e de sedimentos é sempre superior para a situação de solo exposto e arado, para os mesmos eventos pluviosos. É superior para períodos de retorno baixo se comparada com a produção de água e sedimentos em outras condições de cobertura e com períodos de retorno maiores para cobertura florestal, e maiores até Tr igual a 25 anos para a cobertura de cana-de-açúcar. Como exemplo, pode-se citar a seguinte situação: uma chuva de período de recorrência baixo, de dois anos, com o solo arado, produz 53345,52 m³, que representa mais água que uma chuva de período de retorno de 25, com cultura de cana-de-açúcar, de 50878,52 m³.

O mesmo evento, de período de retorno de dois anos, produziria uma massa de 105615,4 t de sedimentos na bacia com o solo arado, muito maior que uma chuva de Tr igual a cem anos, em solo com cobertura com a cultura presente, que produziria 12351,4 t, como indica o quadro 5.27.

Considerando a cobertura florestal, com a restrição mais elevada, as produções de água e de sedimentos são bem reduzidas quando comparada às outras coberturas, e só acontecem com precipitações com período de retorno maiores ou iguais a 25 anos. As figuras 5.72 e 5.75 ilustram esses cenários.

6.3.2 – Bacia com citros

As diferentes condições de cobertura – solo arado, citros e floresta – mostraram os mesmos comportamentos da bacia da cana-de-açúcar, excetuando-se para a cobertura florestal. Esta produziu água e sedimentos com precipitações de período de retorno de 100 anos, como

mostra o quadro 5.28.

Os menores valores para BLJ se devem ao fato da precipitação total ser menor para essa bacia. Na obtenção desta precipitação total utiliza-se o tempo de concentração - que é menor para essa bacia – para a duração da chuva.

As figuras 5.74 e 5.75 mostram as produções de água e de sedimentos simuladas pela MEUPS.

Os dois sistemas hídricos são comparados nas figuras de 5.76 a 5.81 sem as condições específicas. A BLJ, de forma constante, apresentou os menores valores que a BCA, para as mesmas coberturas e chuvas de mesmo período de retorno, fato que indica a bacia com citros ter melhores condições de controle de enchentes e de perda de solos.

As mesmas considerações podem ser feitas para as condições específicas das produções de água e sedimentos indicadas nos quadros de 5.54 a 5.56.

O fato de as duas serem sub-bacias de uma bacia maior -- mas com capacidades diferenciadas nas produções de água e de sedimentos -- indica que devem ter manejos apropriados para cada uma. Devem, também, possuir sistemas de monitoramento que reflitam adequadamente essas diferenças, conforme uma escala própria.

6.4 – Parâmetros de qualidade da água em BCA

6.4.1 – Sedimentos em suspensão (SS)

Os sedimentos em suspensão, totais e fixos, mostraram um comportamento com uma certa dispersão, em termos de concentração, em relação à vazão. A fração volátil (SSV),

demonstrou elevada dispersão, com um coeficiente de determinação muito baixo, como mostra a figura 5.86. Assim sendo verifica-se que a fração fixa foi preponderante no comportamento dos SST, com coeficientes de determinação praticamente iguais, como indicam as figuras 5.82 e 5.83.

Os sedimentos em suspensão originam-se principalmente no solo. Corresponderam a 4,6% do material total encontrado na calha na época de estiagem, quando ocorrem poucas precipitações erosivas. Na época chuvosa, as maiores vazões transportaram maiores massas de sedimentos.

As variações que ocorreram estão associadas ao fenômeno da histerese nas hidrógrafas e também às diferentes intensidades e/ou durações das chuvas. O efeito da histerese implica em concentrações diferentes para vazões iguais, ou seja, dependa da localização pontual de coleta na respectiva hidrógrafa. Algumas amostras foram coletadas no início das precipitações -- ou fase ascendente da hidrógrafa - e muitas foram obtidas na fase de depleção da curva. A intensidade e a duração das chuvas também influenciaram os dados encontrados, pois, chuvas intensas sobre o solo já saturado geraram concentrações muito altas mesmo para pequenas vazões.

A dispersão ocorrida na concentração dos sedimentos em suspensão voláteis também pode ser explicada pelas condições geométricas do canal em BCA. Além desse fato há os mesmos aspectos ocorridos para os sedimentos fixos, considerando os voláteis que estão na superfície do solo.

Os sedimentos em suspensão voláteis depositados no leito maior do canal parecem ter maior influência na dispersão dos dados. O leito maior funciona como um depósito temporário desse material, que é produzido especialmente na época de estiagem, pelas espécies caducifólias. O material, que apresenta uma qualidade diferenciada conforme os seus vários estágios de decomposição, é carreado quando o escoamento alcança maiores larguras da seção devido às maiores vazões na época chuvosa.

O tamanho do sedimento é um parâmetro que deve ser levado em conta: para os fixos,

são os de granulometria reduzida - silte e argila - , enquanto os orgânicos, com tamanhos e formas diferentes, são transportados também por flutuação, além da turbulência. Como o material flutuante não é capturado na coleta da amostra, não é possível avaliar SSV devidamente, com a técnica proposta para coleta de sedimentos em suspensão.

As descargas sólidas referentes aos três tipos - totais, fixos e voláteis - mostraram boas correlações com a vazão, como mostram as equações de 5.72 a 5.74, permitindo melhor análise da quantificação e uma comparação com a BLJ.

6.4.2 – Sedimentos dissolvidos (SD)

Os sedimentos dissolvidos, considerando-se as respectivas concentrações, não mostraram nenhuma correlação com a vazão, como indica a figura 5.86. Dessa forma pôde-se avaliar o comportamento desses sedimentos pela concentração, verificando os teores médios nas diferentes épocas do ano, como indicam os quadros 5.31, 5.32 e 5.33.

As precipitações que ocorreram nessas fases – estiagem e chuvosa -- do ano e as respectivas relações com a precipitação média no período estão mostrados no quadro 4.3.

Os sedimentos dissolvidos totais (SDT) tiveram médias maiores nas épocas chuvosas, como indica o quadro 5.31, enquanto que os seus valores médios, na estiagem, se mostraram muito próximos. A chuva de 98/99, que foi 14,5 % maior que a média, provocou um aumento na concentração, maior que aquele decorrente da chuva de 99/00, que foi inferior à média.

Não houve o efeito de diluição esperado, pois as áreas agrícolas impõem dinâmicas próprias aos diferentes tipos de sedimentos. A diluição ocorreria pelo fato do escoamento superficial ter uma concentração menor que a verificada na calha. Contudo, na prática da agricultura, na qual se expõe mais o solo e os aportes de adubação e calagem alteram a concentração do escoamento superficial.

O comportamento de SDT também pode ser analisados pelas características de suas frações. Os sedimentos dissolvidos fixos, no quadro 5.32, mostraram uma média praticamente igual nas duas épocas chuvosas, independentemente da magnitude da precipitação. O mesmo é válido para a estiagem de 98. A principal fonte desse sedimento é o solo, e esse reservatório parece estar liberando o material a taxas diferente ao longo do ano.

Nessa fração, estão os nutrientes vegetais consumidos pela cultura, especialmente na época chuvosa. O metabolismo vegetal aumenta nessa época devido às melhores condições de temperatura e umidade. Na estiagem, além da colheita dos colmos, ocorre menor metabolismo – com menor absorção – e menor lavagem interna dos solos, que alimenta o escoamento básico. Na época chuvosa ocorre maior lixiviação, mas, em compensação, também há maior absorção vegetal, o que contribui para diminuir as perdas.

A fração orgânica, cujas características estão mostradas no quadro 5.33, teve o mesmo comportamento de SDT na estiagem de 98 e na época chuvosa de 98/99, ou seja, houve uma elevação da concentração devido à maior lavagem após a chuva de maior magnitude. O depósito temporário desse material no leito maior do riacho parece ter contribuído de forma mais preponderante para essa variação que o material vindo da superfície do solo.

Os sedimentos dissolvidos também podem ser avaliados, em termos de concentrações, pelo parâmetro condutividade elétrica (CE). A correlação encontrada entre SDT e CE, mostrada na figura 5.90, pode ser considerada muito boa, embora não tenha refletido integralmente o comportamento dos SDT. Houve aumento dos valores de CE na época chuvosa – praticamente iguais entre si - independentemente da magnitude da chuva como mostra o quadro 5.36. Para SDT houve a elevação, mas para patamares diferentes entre si.

As descargas desses sedimentos mostraram ótimas correlações lineares para os três tipos – totais, fixos e voláteis. As relações encontradas, por meio das equações 5.75, 5.76 e 5.77, indicam perdas de massa a taxas crescentes e constantes desse material. Os coeficientes angulares das referidas equações permitem a obtenção da concentração média desses sedimentos, para todo o conjunto de dados. Para SDT, esse valor é 76,5 mg/L, para SDF é 53,5 mg/L e para SDV, 23,1

mg/L.

Considerando-se a composição dos sólidos totais, observou-se pela figura 5.89 e pelo quadro 5.35, as diferentes participações dos sedimentos em suspensão e dos sedimentos dissolvidos. O teor médio de SS nos sólidos totais foi relativamente baixo, de 15,09 %, enquanto que para SD, foi de 84,9 %. Os dados apresentam coeficientes de variação que refletem de forma adequada o comportamento dos sedimentos, pois os sedimentos suspensos têm seus valores aumentados em muitas vezes na época chuvosa. Os sedimentos dissolvidos mostraram diluição somente para vazões mais elevadas, e assim manteve um elevado teor médio percentual nos sólidos totais.

As frações – fixa e volátil – que compõem os sedimentos em suspensão, têm seus teores médios mostrados na figura 5.85 e no quadro 5.30. A composição dos sedimentos em suspensão indicou maior participação dos sedimentos fixos, com média de 64,74 %, enquanto que a respectiva fração orgânica, com a média de 35,26 %. A maior variação entre os dados ocorreu para os voláteis, embora também tenha sido alta para a fração fixa.

A composição dos sedimentos dissolvidos indicada na figura 5.88 e quadro 5.34, mostra-se semelhante à composição dos sedimentos em suspensão. A variação entre os dados, contudo, foi bem menor para os sedimentos dissolvidos.

6.4.3 – Nutrientes

6.4.3.1 – Cálcio e Magnésio (Ca e Mg)

Os dados de dureza total da água, indicados na figura 5.92, mostraram-se independentes da vazão, como ocorreu para o parâmetro SDT. O fato é coerente, uma vez que os íons cálcio e magnésio também compõem a carga dissolvida.

No quadro 5.37 verifica-se que os valores médios nas épocas chuvosas são próximos entre si e diferentes dos teores relativos à época de estiagem. No ciclo estiagem-chuva, de 98 para 99, observa-se uma diluição considerável nos valores médios. O fato pode ter relação com a maior lavagem devida à maior precipitação e também com a maior absorção vegetal na época chuvosa.

O menor valor na estiagem de 99 está de acordo com o menor valor de SDT. O fato pode estar associado à diferentes aportes pela calagem, ao longo da área da bacia, e também à absorção vegetal.

Considerando a descarga de cálcio e magnésio, o comportamento também foi linear, como mostrado na figura 5.93, indicando uma taxa crescente e constante de perda de massa desses nutrientes. A concentração média obtida, para o conjunto total de dados, pelo coeficiente angular, foi de 33,8 mg/L.

Esses elementos, que são aportados ao sistema, mostraram concentrações médias diferentes nos períodos estudados. Embora a prática da calagem não tenha sido monitorada, para efeito desta pesquisa, as diferenças nas aplicações – no tempo, no espaço e na dosagem – na bacia como um todo, muito provavelmente interferiram nos resultados apresentados.

6.4.3.2 – Silício (Si)

Os dados de sílica solúvel, como os relativos à dureza total, mostraram-se independentes da vazão, como mostra a figura 5.94. No quadro 5.38, verifica-se que o comportamento da sílica solúvel foi mais constante. Os valores médios na estiagem são iguais ou menores que aqueles da época chuvosa. Houve elevação da concentração nos dois ciclos estudados, e os valores verificados foram praticamente iguais, independentemente da magnitude da precipitação. Não houve efeito de diluição na concentração de sílica solúvel, embora a fonte seja apenas o

reservatório natural do solo.

A fisiologia da cana-de-açúcar, que requer maiores quantidades de silício, e a forma de colheita, parecem ter contribuído para o comportamento dos dados. O maior acúmulo de sílica nos tecidos vegetais, e a deposição anual da palhada e das cinzas na superfície do solo, fazem com que haja uma dinâmica muito particular para o nutriente. Há um aumento de sílica passível de transporte tanto pela lixiviação como pelo escoamento superficial.

Considerando a descarga de sílica solúvel, observa-se pela figura 5.95, um comportamento não linear, como ocorreu para SD e DR. O melhor ajuste para a correlação foi uma função quadrática.

As perdas, em massa, de sílica solúvel têm, portanto uma taxa crescente mas não constante. O ponto de máximo da função, obtido com $[(dSiO^2 / dQ) = 0]$, tem como coordenadas (3325 L/s; 22,11 g/s).

Dessa forma, a BCA tem taxas máximas de perda de massa de sílica solúvel de 22,11 g/s. Possivelmente após esses valores, com o aumento da vazão, e relativamente pouca variação na concentração de sílica, a tendência seria um efeito de diluição, só alcançado para vazões mais altas.

O nutriente não aportado, que tem sua reserva natural no solo, mostrou comportamento diferente daquele aportado ao sistema. Suas concentrações médias nas diferentes épocas do ano apresentaram variação praticamente nula. A concentração média para o conjunto dos dados, obtida segundo a equação 5.81, foi de 9,3 mg/L. As variações existentes parecem estar mais associadas à fisiologia da cana-de-açúcar e ao seu manejo, aliados aos processos de transporte : lixiviação e escoamento superficial.

Considerando-se os conjuntos totais dos dados das concentrações de cálcio e magnésio, e da sílica solúvel, mostrados na figura 5.96 e quadro 5.39, observou-se que o coeficiente de variação para os dados de sílica solúvel foi menor que aquele obtido para os dados de dureza.

Dessa forma, verifica-se que o elemento não aportado, que depende dos teores naturais dos solo, mostrou menor amplitude, ou maior constância entre os dados, que os elementos aportados – cálcio e magnésio.

A figura 5.97 e o quadro 5.40 mostram as participações relativas dos nutrientes nos sedimentos dissolvidos totais. A percentagem média de DR, em relação a SDT, foi de 56,88 %, e da SiO₂, de 20,17% . A variação entre os respectivos conjuntos de dados foi muito próxima para os dois tipos nutrientes.

6.5 – Parâmetros de qualidade da água em BLJ

6.5.1 – Sedimentos em suspensão (SS)

Quanto aos sedimentos em suspensão, considerando-se as suas concentrações, seu melhor ajuste, válido para o intervalo estudado, foi uma função polinomial de quarto grau, como mostram as figuras de 5.98 a 5.100. Verifica-se que até aproximadamente 150 L/s de vazão, a concentração de sedimentos na água é bem pouco expressiva. A partir desse valor, a taxa de aumento na concentração é elevada, para cada aumento na vazão.

Esse comportamento pode estar associado ao parâmetro morflógico, à densidade de drenagem (Dd) e, conseqüentemente, ao comprimento médio do escoamento superficial (ℓ). A BLJ é considerada insuficientemente drenada, com Dd igual a 1,04 / km (ℓ) e igual a 238,5 m. Assim sendo, são necessárias maiores precipitações, para que se obtenham maiores escoamentos superficiais, que possam atingir o canal. A trajetória média (ℓ) em BLJ é superior ao valor de 96,43 m de BCA.

A fração fixa (SDF) mostrou-se predominante nos sedimentos suspensos totais, em

relação à fração volátil.

As descargas indicaram um comportamento ajustado a uma função potencial, com boas correlações, como mostra a figura 5.101. Esse tipo de função é o mais encontrado na literatura e permitiu as comparações com a BCA nas condições específicas

6.5.2 – Sedimentos dissolvidos (SD)

Considerando as concentrações de SD, os comportamentos foram diferentes, pois enquanto os dados de sedimentos dissolvidos totais se ajustaram a uma função quadrática, indicada na figura 5.103, as suas frações não mostraram correlações com a vazão, como indica a figura 5.104.

Os sedimentos dissolvidos totais mostraram uma tendência de crescimento até um nível máximo, e após esse ponto, notou-se um efeito de diluição. As coordenadas do ponto mais elevado são - fazendo-se $[(dSDT/dQ) = 0]$ - (162,76 L/s; 96 mg/L). O coeficiente de determinação, r^2 , contudo, é regular. Possivelmente um conjunto maior de dados definiria outro comportamento.

Os quadros 5.43, 5.44 e 5.45 indicam os valores médios dos sedimentos dissolvidos nos diferentes períodos do ano. Para os SDT, observa-se que houve um aumento na concentração na época da estiagem de 98 para a estação chuvosa 98/99. No ciclo seguinte, houve uma pequena diluição.

As frações – mineral e orgânica – esclarecem melhor o comportamento de SDT. A maior concentração de SDT na estação chuvosa ocorreu devido ao correspondente aumento na fração volátil, pois, na fração fixa, houve uma diluição no ciclo 98 – 98/99. No ciclo seguinte houve o inverso.

Os valores médios para sedimentos dissolvidos fixos (SDF), na estação chuvosa, são praticamente iguais aos valores verificados em BCA, e na mesma magnitude, como pode ser observado no quadro 5.32. Na estiagem, os valores médios são superiores em BLJ, indicando a influência que a melhor fertilidade dos solos nesta bacia exerce.

Os sedimentos dissolvidos voláteis mostraram uma elevação nos teores médios, após a época chuvosa de maior magnitude, a de 98/99. No ciclo seguinte houve uma diluição.

Os valores médios de SDV em BLJ são superiores aos de BCA, ao longo de todo o período de coleta. Muito provavelmente, esse fato deve-se à maior presença das gramíneas, e de outras herbáceas, no leito maior, que por sua vez, é estreito. Tais condições facilitam o contato do sedimento, proveniente da decomposição vegetal, com o escoamento, meio pelo qual o sedimento é carregado.

A condutividade elétrica indicou um aumento na concentração de sais, como indicado no quadro 5.48, e essa elevação foi maior para a chuva com maior precipitação, no período de 98/99. Note-se que o mesmo ocorreu para SDT, conforme mostra o quadro 5.43. Para o ciclo seguinte o comportamento foi inverso: a correlação encontrada entre SDT e CE em BLJ foi baixa, como mostra a figura 5.108. Provavelmente o conjunto de dados não foi suficiente para se obter esse tipo de correlação. Em BCA, o conjunto de dados foi maior e a correlação, não obstante mostrar-se boa, não refletiu totalmente o comportamento de SDT nesta bacia.

Considerando as descargas, verificam-se pela figura 5.105, e pelas respectivas equações, os comportamentos dos sedimentos dissolvidos, e os elevados coeficientes de determinação. Os dados se ajustaram a funções lineares como em BCA. Os coeficientes angulares das retas das equações 5.89, 5.90 e 5.91 indicam as médias dos respectivos sedimentos para todo o conjunto de dados. Para SDT a média foi de 83,5 mg/L, para SDF, 48,3 mg/L e para SDV, 34,6 mg/L. Os valores médios de SDT e SDV são maiores para a BLJ, enquanto o valor médio para SDF é menor.

A composição percentual dos sólidos totais em BLJ, mostrada na figura 5.107 e quadro 5.47, é semelhante à composição de BCA, com maior participação dos sedimentos dissolvidos. A

variação entre os sedimentos suspensos foi superior àquela observada entre os sedimentos dissolvidos. Em BLJ, os coeficientes de variação foram menores que em BCA.

Entre os sedimentos suspensos, a maior participação foi da fração fixa como em BCA. A participação média dos sedimentos suspensos voláteis foi bem menor na BLJ e também os coeficientes de variação, como mostram a figura 5.102 e o quadro 5.42.

A composição percentual entre os sedimentos dissolvidos em BLJ, indicada na figura 5.106 e quadro 5.46, mostrou a maior participação da fração fixa, porém não tão expressiva como em BCA.

Os coeficientes de variação para os dados de sedimentos dissolvidos foram menores que aqueles observados para os sedimentos suspensos, como verificado em BCA. A fração fixa variou mais em BLJ que em BCA, e a fração volátil, menos.

6.5.3 – Nutrientes

6.5.3.1 – Cálcio e Magnésio (Ca e Mg)

As concentrações dos íons cálcio e magnésio, conjuntamente, não mostraram correlação com a vazão, como indica a figura 5.110. Os valores médios, nas diferentes épocas do ano, como indicado no quadro 5.49, mostram um comportamento muito semelhante àquele que ocorreu na bacia de cana-de-açúcar.

No período chuvoso de 98/99, o valor da concentração desses íons foi menor que o verificado na estiagem anterior. O fato pode estar associado a um efeito de diluição, não obstante a absorção vegetal ser maior nessa época do ano. Considerando a descarga de DR, verifica-se uma expressiva correlação, como indicam a figura 5.111 e as equações 5.93 e 5.94. A função quadrática indica uma tendência de elevação até um ponto máximo, cujas coordenadas são

(365L/s; 9,32 g/s). Embora o valor da vazão encontrado esteja fora do conjunto de dados estudado, aproxima-se, relativamente, do último valor obtido, de 285,19 L/s, e pode, por conseguinte, ser considerado. Dessa forma, são esperadas uma taxa máxima de perda de 9,32 g e, posteriormente, a possibilidade de ocorrer um efeito de diluição.

A equação 5.94 permite a obtenção do valor médio para o conjunto de dados coletados, de 39,6 mg/L.

6.5.3.2 – Silício (Si)

Os teores de sílica solúvel não mostraram correlação com a vazão, como indica a figura 5.112. As concentrações médias, ao longo das diferentes épocas do ano, mostraram um comportamento diferente daquele verificado na bacia de cana-de-açúcar, como indica o quadro 5.50.

No ciclo, estiagem de 98 e chuva 98/99, houve uma diluição com a chuva de maior magnitude e, para o ciclo seguinte, houve uma elevação do teor médio.

Considerando-se as descargas de sílica solúvel, observa-se pela figura 5.113 e pelas equações 5.95 e 5.96, a estreita correlação com a vazão. O ponto máximo encontrado tem as coordenadas (612,5 L/s; 3 g/s). O valor da vazão é expressivamente maior que o maior dado coletado para vazão, de 285,19 L/s; contudo, como o silício não é aportado, e depende apenas do teor natural do solo, essa tendência pode se concretizar. A taxa máxima de perda esperada seria de 3 g/s.

Para o conjunto de dados obtido, verifica-se, pela equação 5.96, que o valor médio para o intervalo é de 8,4 mg/L, menor que o valor encontrado para BCA.

As figuras 5.114 e 5.115 e os quadros 5.51 e 5.52 mostram os teores dos nutrientes, juntos, e as suas participações relativas nos sedimentos dissolvidos totais (SDT). Observou-se

que em BLJ, o teor médio de cálcio e magnésio foi superior ao de BCA, e o teor de sílica foi menor. Embora outros gráficos e quadros já tenham fornecido esses resultados, o quadro 5.51 mostra que, como ocorreu em BCA, a variação entre os dados de DR, os elementos aportados, também foi superior à variação dos dados de SiO₂, que representa o elemento não aportado - silício.

Verificou-se também que as variações entre os dados de DR e SiO₂ em BLJ foram menores que em BCA, o que provavelmente está associado ao manejo das culturas.

A participação relativa dos íons cálcio e magnésio e da sílica solúvel nos sedimentos dissolvidos totais (SDT) são indicados no quadro 5.52. Verifica-se que a participação média da dureza é de 60,34 %, valor próximo do observado para BCA, de 56,99 %. Contudo, a participação relativa da sílica solúvel, em BLJ, foi de 13,89 %, inferior ao valor observado em BCA, de 20,25 %. O fato pode estar indicando a influência da fisiologia da gramínea, associada ao manejo dado à cultura, na dinâmica desse nutriente.

6.6 – Condições específicas

A discussão dos aspectos apresentados neste tópico visa a comparação entre os dois sistemas hídricos estudados segundo a forma específica dos parâmetros. Observe-se que as duas bacias são sub-bacias de uma maior, cujo canal deságua no rio Jaguari. Essa bacia recebe diferentes contribuições, o que influencia a qualidade e quantidade de suas águas.

6.6.1 – Sedimentos em suspensão (SS)

Os sedimentos em suspensão mostraram comportamentos semelhantes, tanto os totais como suas frações fixa e volátil. Os valores de SST foram mais influenciados pelos valores da fração fixa (SSF) que pelos voláteis (SSV).

As figuras 5.116, 5.117 e 5.118, e suas respectivas equações, mostram que as descargas de sedimentos totais e de sedimentos fixos têm coeficientes angulares e lineares muito próximos. Como exemplo, os coeficientes angulares: 2,256 e 2,4142 das equações 5.98 e 5.100, e os valores 1,39 e 1,42 das equações 5.99 e 5.101 relativos aos sedimentos fixos. Esses coeficientes demonstram que as taxas de perdas são semelhantes, confirmando o papel relevante da fração fixa em SST.

Para a fração volátil, ou orgânica, representada na figura 5.118, o comportamento mostrou-se diferente: as equações 5.102 e 5.103, para as duas bacias, mostram coeficientes angulares mais próximos entre si, o que indica taxas de perda mais próximas para os dois sistemas. O parâmetro descarga é composto pela concentração e pela vazão, podendo um ou outro ser mais relevante em determinadas situações, como foi verificado nos comportamentos analisados.

Considerando-se os sedimentos em suspensão totais (SST) observa-se, pela figura 5.118, que até o ponto de igualdade – obtido igualando-se as equações e com as coordenadas ($\log Q_{\text{esp}} = -0,8986$; $\log G_{\text{STesp}} = -2,9842$) , a bacia com citricultura tem perdas maiores que a bacia com cana-de-açúcar, ocorrendo o inverso após esse ponto.

Para vazões específicas menores que aquela do ponto de igualdade de 0,1263 L/s.ha, o componente preponderante na descarga foi a concentração maior na BLJ. Após esse ponto, tanto a concentração quanto a vazão se elevaram como indica o quadro 6.1.

A maior concentração de sólidos suspensos na BLJ pode ser atribuída à maior presença de material de granulometria fina encontrado em algumas das amostras de solo da bacia. Além disso, o levantamento realizado na época de estiagem – portanto, com menores vazões – mostrou que o escoamento do riacho em BLJ tem uma turbulência média maior que a verificada no riacho de BCA.

Quadro 6.1 – Comparações das condições específicas para SST.

Parâmetros específicos		BCA			BLJ		
GSTesp (mg/s.ha)	Qesp (L/s.ha)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)
	0,03162	14,89	21,47	1,47	5,24	24,95	4,76
1,037 (*)	0,1263	59,48	488,45	8,21	20,96	172,14	8,21
	1,698	799,87	171,77	214,74	281,9	6,45	22,8

(*) – ponto de igualdade entre as equações 5.98 e 5.99.

Na época chuvosa, ocorre um aumento expressivo da concentração de material em suspensão devido ao escoamento superficial. A comparação entre os dois sistemas mostra que esse aumento, especialmente o relativo ao sedimento volátil, é muito maior em BCA, onde, como mostrou o levantamento realizado, o canal está com elevado grau de assoreamento. O seu leito maior se transforma num depósito temporário de material orgânico que será carreado por vazões maiores, típicas da época chuvosa, que alcançam maiores extensões na largura do leito. Os sedimentos fixos também têm maior aporte devido ao escoamento superficial, incrementando os valores da descarga. Os quadros 6.2 e 6.3 mostram esse comportamento para as frações .

Quadro 6. 2 – Comparações das condições específicas para SSF.

Parâmetros específicos		BCA			BLJ		
GSFesp (mg/s.ha)	Qesp (L/s.ha)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)
	0,03162	14,89	12,84	0,86	5,24	17,5	3,34
0,727(*)	0,1232	58,02	342,78	5,9	20,45	120,78	5,9
	1,698	799,87	192894,9	241	281,9	5008,5	17,76

(*) – ponto de igualdade entre as equações 5.100 e 5.101.

Quadro 6.3 – Comparações das condições específicas para SSV.

Parâmetros específicos		BCA			BLJ		
GSVesp (mg/s.ha)	Qesp (L/s.ha)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)
	0,03162	14,89	11,097	0,745	5,24	6,967	1,32
0,2108(*)	0,113	53,26	99	1,85	18,77	34,99	1,85
	1,698	799,77	10459,7	13,07	281,9	1079,7	3,83

(*) – ponto de igualdade entre as equações 5.102 e 5.103.

Os dados indicam comportamentos entre bacias, cuja avaliação, pode ser útil no monitoramento de bacias numa mesma área. Verifica-se que chuvas de menor intensidade e/ou, menor duração, em microbacias com culturas e manejos diferentes, podem produzir quantidades muito semelhantes de sedimentos.

6.6.2 – Sedimentos dissolvidos (SD)

Os sedimentos dissolvidos mostraram um comportamento diferente do comportamento dos sedimentos suspensos. As funções de ajuste, dadas pelas figuras de 5.119 a 5.121 e obtidas para as duas bacias, são praticamente paralelas para SDT e SDV, indicando a maior influência dessa fração nos sedimentos totais que a fração fixa. Por conseguinte, ocorreu o inverso do comportamento dos sedimentos em suspensão, onde a fração preponderante foi a fixa.

As equações 5.104 e 5.105 encontradas para as duas bacias para o parâmetro SDT podem ser consideradas paralelas entre si, tanto pela semelhança entre os coeficientes angulares e lineares, como também pelo ponto de igualdade encontrado. Este ponto tem a coordenada para log Qesp igual a 1,120, correspondendo a uma vazão específica (Qesp) de 13,182 L/s.ha, o que significam vazões de 6208,98 L/s para a BCA e 2188,21 L/s para a BLJ. Esses valores estão além dos intervalos estudados não devendo ser considerados sem as devidas ressalvas.

Com a fração orgânica, SDV, ocorre o mesmo fenômeno: ao ponto de igualdade, para as equações 5.108 e 5.109, corresponde uma Qesp de $4,16 \times 10^{89}$ L/s.ha. Esse valor deve ser interpretado como uma tendência ao infinito, e não deve ser considerado. Além disso os coeficientes angulares e lineares são muito próximos.

Para SDT e sua fração (SDV), observa-se uma influência maior da concentração no parâmetro descarga. A BLJ mostrou esses maiores valores na concentração como indicam os quadros 6.4 e 6.5 para três pontos ao longo das curvas.

A maior concentração de sedimentos dissolvidos orgânicos em BLJ também parece estar associado às condições geométricas dos canais e à presença da vegetação ciliar. Em BLJ, o canal tem leito maior, mais estreito, e a vegetação ciliar é muito próxima à água. Esses aspectos permitem que o material decomposto e dissolvido tenha maior chance de adentrar o escoamento em vazões de qualquer magnitude. Em BCA, o material orgânico – suspenso ou dissolvido-- se acumula, principalmente, no leito maior, que por ser muito largo, necessita de maiores vazões para carrear esses sedimentos.

Quadro 6.4 – Comparações das condições específicas para SDT

Qesp (L/s.ha)	BCA			BLJ		
	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)
0,0316	14,89	696,66	46,77	5,25	323,2	61,58
0,3162	148,94	9886	66,37	52,5	4131,5	78,71
1,584	746,48	63220,9	84,7	263,09	24547,5	93,3

Quadro 6.5 – Comparações das condições específicas para SDV.

Qesp (L/s.ha)	BCA			BLJ		
	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)
0,0316	14,89	211,8	14,22	5,25	115,98	22
0,3162	148,9	3140,66	21,08	52,5	1710,04	32,57
1,698	799,87	22419,2	28,02	281,9	12184,51	43,22

As perdas de sedimentos dissolvidos fixos, ou minerais, indicadas na figura 5.120, mostraram um comportamento diferenciado embora as equações 5.106 e 5.107, que as definem, sejam muito semelhantes. Para o parâmetro SDF não foi a concentração o fator preponderante na descarga para todo o conjunto de dados, como ocorreu para SDT e SDV. O quadro 6.6 mostra esse comportamento.

Quadro 6. 6 – Comparações das condições específicas para SDF.

Parâmetros específicos		BCA			BLJ		
GSTesp (mg/s.ha)	Qesp (L/s.ha)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)
	0,01584	7,464	211,84	28,38	2,62	89,23	34,05
11,14(*)	0,2657	125,14	5248,3	41,93	44,1	1849,7	41,94
	1,26	592,9	30762,4	51,87	208,9	9819,9	46,98

(*) – ponto de igualdade entre as equações 5.106 e 5.107.

Verifica-se então que embora a BLJ tenha solos com fertilidade média maior e, portanto, constituir-se em um reservatório químico mais rico, essa maior reserva química terá influencia nas perdas somente até determinado limite, correspondente ao ponto de igualdade. Em BCA, embora tenha solos mais pobres, as perdas de SDF foram maiores devido principalmente às vazões maiores, embora tenha ocorrido também aumento da concentração.

6.6.3 – Nutrientes

6.6.3.1 – Cálcio e Magnésio (Ca e Mg)

As perdas específicas para os nutrientes cálcio e magnésio, conjuntamente, mostraram um comportamento muito semelhante ao comportamento dos sedimentos dissolvidos totais, ou

seja, maiores valores para a BLJ ao longo dos intervalos de dados estudados.

As funções da figura 5.122, cujas equações são 5.111 e 5.112 - mostram – se, na prática, que são paralelas. O ponto de igualdade entre ambas foi com Qesp igual a $4,073 \times 10^{-6}$ L/s.ha, que, multiplicando pelas respectivas áreas das bacias, gerou dados de $6,76 \times 10^{-3}$ L/s para a BLJ e $1,91 \times 10^{-3}$ L/s para a BCA. Esses valores são ínfimos, muito aquém dos menores dados de vazão obtidos nas medições de campo e portanto não devem ser considerados.

Para o parâmetro dureza (DR), a concentração foi preponderante em todo o conjunto de dados. A maior concentração em BLJ se deve, a maiores teores dos íons cálcio e magnésio no solo, em forma solúvel. Considerando a forma trocável, os solos das duas bacias têm teores praticamente iguais. Os quadros 5.4 e 5.6, que mostram a fertilidade desses solos, indicam que os teores médios de íons trocáveis são de 20,57 mmolc/kg de cálcio para BCA e 21,14 mmolc/kg para a BLJ. Para o íon magnésio os valores são 7,64 mmolc/kg e 6,57 mmolc/kg para BCA e BLJ, respectivamente. Aportes diferenciados de calcário, que permitem a manutenção dos teores de cálcio na forma solúvel, provavelmente explicam essas diferenças entre as bacias. Os dados também podem estar sugerindo um desperdício do calcário aplicado em BLJ.

O quadro 6.7 mostra alguns pontos obtidos nas curvas.

Quadro 6. 7 – Comparações das condições específicas para os teores de cálcio e magnésio.

	BCA			BLJ		
Qesp (L/s.ha)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)
0,03162	14,89	479,7	32,21	5,25	213,7	40,79
0,3162	148,9	4824,15	32,38	52,5	2287,7	43,57
1,698	799,8	26038,8	32,55	281,9	12909,4	45,79

6.6.3.2 – Silício (Si)

Para o parâmetro sílica solúvel, as perdas específicas observadas na figura 5.122, mostraram um comportamento diferenciado quando comparado com os outros nutrientes – cálcio e magnésio. Embora as funções obtidas sejam muito próximas -- com as respectivas equações 5.112 e 5.113 - não há paralelismo entre elas. Há um ponto de igualdade, entre essas funções, em que ocorre a inversão da magnitude de perdas entre as bacias e cuja coordenada para vazão específica gera um valor de 0,02389 L/s.ha.

Para valores menores de vazão específica, a concentração mostrou-se preponderante na descarga, com maior produção específica em BLJ. Após esse valor, BCA passou a produzir maiores descargas tanto pelo aumento das vazões como pelo aumento das concentrações de sílica solúvel.

O quadro 6.8 mostra o comportamento dessa substância nas águas das duas bacias.

Quadro 6.8 – Comparações das condições específicas para os teores de sílica solúvel.

Qesp (L/s.ha)	BCA			BLJ		
	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)	Q (L/s)	G (mg/s)	C (mg/L)
0,0158	7,46	78,3	10,49	2,62	28,77	10,98
0,02389(*)	11,25	119,67	10,63	3,96	42,17	10,63
0,3162	148,94	1712,4	11,49	52,5	464,8	8,85
1,698	799,75	9683,24	12,1	281,8	2218,74	7,87

(*) – Ponto de igualdade entre as funções 5.112 e 5.113.

Considera-se que os teores naturais de sílica solúvel nos solos de ambas as bacias sejam muito semelhantes, fato notado com a observação das concentrações verificadas na estiagem, quando os riachos são alimentados pelo escoamento básico, ou seja, a água percolada dos solos. Os quadros 5.38 e 5.50 mostram os teores de sílica solúvel nas diferentes épocas do ano. Nota-se

que para a BCA os valores são 10,31 mg/L para o ano de 1998 e 10,33 mg/L para o ano de 1999. Na bacia de citricultura, esses valores são 10,12 mg/L e 9,212 g/L para os anos de 1998 e 1999 respectivamente.

Para valores muito baixos de vazão, a concentração influenciou de forma preponderante o parâmetro descarga, contudo, as vazões maiores tenderam a diminuir a concentração de sílica solúvel em BLJ, enquanto que em BCA houve maiores aumentos nesta concentração.

Nesse aspecto, a fisiologia e o manejo da cana-de-açúcar parecem ser os fatores mais expressivos para explicar esse comportamento. A maior necessidade da gramínea pelo silício faz com que haja maior acúmulo do nutriente em seus tecidos. No momento da colheita, boa parte fica na superfície do solo e é liberada paulatinamente, alcançando o lençol e aumentando a concentração – mesmo na época de estiagem. Além disso são mais prontamente carregados pelo escoamento superficial na época das chuvas.

Note-se que o manejo da cana-de-açúcar também influencia a dinâmica dos íons cálcio e magnésio. Contudo, como estes íons têm fonte principal externa ao solo, e sua reposição depende desse solo e da cultura, são necessários estudos mais apropriados desse balanço químico para elucidar o efeito do manejo. Para o silício, como a fonte é o próprio solo, observa-se melhor o efeito da fisiologia associado ao manejo.

7 – Conclusões

7.1 – Levantamento hidráulico de superfície, da qualidade da água e do sedimento de leito, na estiagem

7.1.1 – A metodologia mostrou-se adequada para o diagnóstico das bacias sem ocorrência das chuvas erosivas.

7.1.2 – A produção de sedimentos dissolvidos é preponderante na época de estiagem devido à lixiviação, que é o principal meio de transporte dos sais e atua no solo até o lençol; este, por sua vez, alimentará o escoamento básico.

7.1.3 - Embora as proporções entre os sedimentos suspensos e os sedimentos dissolvidos sejam muito próximas para as duas bacias, as proporções entre as respectivas frações foram diferentes. Para os sedimentos suspensos, a fração fixa foi maior em BLJ e, a fração volátil, foi menor. Para os sedimentos dissolvidos ocorreu o inverso, ou seja, a fração fixa em BLJ, foi menor e a fração volátil, maior.

7.1.4 – A produção específica, em massa por tempo, na época de estiagem, foi superior em BLJ. Constituíram exceção os sedimentos suspensos voláteis, mas com uma diferença inexpressiva.

7.2 – Perdas obtidas pela equação universal de perda de solo

7.2.1 – A bacia com cana-de-açúcar apresentou maiores perdas de solo que a bacia com citros, nas três situações simuladas – cultura atual, cobertura primitiva (florestal) e exposição máxima à erosão hídrica (solo arado).

7.2.2 – Na sugestão de se utilizar como critério ambiental, para a definição da perda de solo permissível, a cobertura primitiva – florestal , verificou-se que BCA teria um valor maior que BLJ, apesar dos dois sistemas hídricos possuírem solos da mesma classificação - o podzólico vermelho-amarelo.

7.3 – Produção de água e de sedimentos em suspensão (MEUPS)

7.3.1 – Considerando-se tanto os sistemas hídricos isoladamente, como as condições específicas, conclui-se que o sistema da bacia com citricultura produziu menos água superficial e menor quantidade de sedimentos que a bacia com cana-de-açúcar, para as três coberturas e os seis períodos de recorrência estudados. A BLJ mostrou ser um sistema mais eficiente no controle de enchentes e da erosão hídrica que BCA.

7.4 – Parâmetros de qualidade da água e nutrientes

7.4.1 – A fração fixa foi preponderante no comportamento dos sedimentos em suspensão em ambas as bacias.

7.4.2 – A dispersão entre os dados de concentração para a fração volátil (SSV) muito provavelmente esteve associada às condições geométricas do canal assoreado, cujo leito maior exerce o papel de um depósito temporário desse tipo de sedimento em BCA.

7.4.3 – O parâmetro descarga permitiu maiores coeficientes de determinação para os três tipos de sedimentos – totais, fixos e voláteis- que o parâmetro concentração, tornando-se, portanto, mais adequado para estudos dessa ordem, por agregar o efeito do escoamento no transporte de massa.

7.4.4 – As concentrações dos sedimentos dissolvidos não mostraram correlação com a vazão em BCA. Em BLJ, os SDT apresentaram uma correlação regular, mas suas frações se mostraram independentes da vazão como em BCA.

7.4.5 – Não houve efeito de diluição para as épocas chuvosas para os sedimentos dissolvidos totais (SDT). As elevações nas concentrações ocorreram devido aos aumentos na fração volátil. A fração fixa, com médias iguais nas épocas chuvosas, independentemente da magnitude da precipitação, sugere o efeito da maior absorção nessa época tanto pela cana-de-açúcar como pela laranja. O efeito esperado da diluição pode, ou não, ocorrer nas áreas agrícolas.

7.4.6 – O parâmetro condutividade elétrica (CE) não refletiu integralmente o comportamento dos sedimentos dissolvidos totais em BCA, embora a correlação entre os parâmetros tenha sido considerada boa. Em BLJ não apresentou correlação e, portanto, não deve ser o único parâmetro associado aos sedimentos dissolvidos num sistema de monitoramento.

7.4.7 – Os comportamentos dos sedimentos em suspensão, em BLJ, considerando-se suas concentrações, muito provavelmente foram influenciados pelos parâmetros morfológicos – densidade de drenagem (Dd) e comprimento médio do escoamento superficial –, pois os aumentos nas concentrações somente ocorreram para as maiores vazões, alimentadas por maiores escoamentos superficiais.

7.4.8 – Os maiores teores de SDV em BLJ possivelmente estão associados à presença das gramíneas e outras herbáceas, na proximidade do escoamento, cujo canal tem um leito maior estreito na maior parte de sua extensão.

7.4.9 –As composições percentuais dos sólidos totais foram próximas em ambas as bacias, com maior participação relativa dos sedimentos dissolvidos. As suas frações, contudo, apresentaram-se diferentes nos dois sistemas hídricos. Em BLJ, a fração fixa dos sedimentos suspensos, e a fração volátil dos sedimentos dissolvidos foram maiores que em BCA.

7.4.10 – Os dados de dureza, ou teores de cálcio mais magnésio juntos e, os teores de sílica solúvel, não mostraram nenhuma correlação com a vazão, considerando-se as suas concentrações. O parâmetro descarga de cálcio mais magnésio (GDR), e de sílica (GSiO_2), mostrou-se, novamente, mais adequado para o estudo dos nutrientes.

7.4.11 – O elemento não aportado ao sistema – o silício - mostrou um comportamento diferenciado dos aportados – cálcio e magnésio -, ao longo da época do ano. Houve elevação dos teores na época chuvosa, independentemente da magnitude da precipitação. Os valores em cada época, foram praticamente iguais em BCA. Em BLJ, houve diluição para o ano de precipitação de maior magnitude.

7.4.12 – As participações relativas do cálcio mais magnésio nos sedimentos dissolvidos totais foram próximas nas duas bacias, enquanto que a participação relativa da sílica solúvel foi superior em BCA.

7.4.13 – Considerando o conjunto total dos dados, o nutriente não aportado – silício – apresentou menor variação, portanto, maior constância entre os valores, que os aportados, em ambas as bacias.

7.4.14 – Entre as duas bacias, as maiores variações entre os dados dos três nutrientes ocorreram em BCA.

Esses dados sugerem que a fisiologia da cana-de-açúcar, que requer maiores quantidades de silício, associada ao manejo dado à cultura, que permite retornos ao solo, e maior movimentação deste, influenciaram muito esse comportamento.

7.4.15 - Os sedimentos dissolvidos totais, em BLJ, ajustados a uma função quadrática, mostraram uma tendência de elevação até um ponto de máximo e posteriormente um efeito de diluição pouco expressivo.

7.5 – Condições específicas

7.5.1 – As funções das perdas específicas dos sedimentos em suspensão, considerando as suas descargas, indicaram o surgimento dos pontos de igualdade entre as funções das duas bacias, que permitiram uma nova forma de análise. Para vazões específicas menores, até esse ponto de igualdade, foi observado que as concentrações foram preponderantes no parâmetro descarga, como visto para BLJ. Após esse ponto, as vazões são mais relevantes na descarga, embora as concentrações também se elevem, como ocorreu para BCA.

7.5.2 – As perdas específicas dos sedimentos dissolvidos foram maiores em BLJ que em BCA, considerando-se os totais e os voláteis.

7.5.3 – As perdas específicas dos sedimentos dissolvidos fixos indicaram um ponto de igualdade para as duas bacias. As maiores perdas em BLJ ocorreram para vazões específicas baixas e, após esse ponto, as maiores perdas ocorreram em BCA. Os mesmos efeitos predominantes - concentração e vazão -- atuaram nos dados.

7.5.4 – Os pontos de igualdade indicaram que para chuvas menores em sub-bacias, com manejos diferentes, podem ser produzidas quantidades semelhantes de sedimentos. Detectar esses pontos de igualdade entre microbacias, de uma bacia maior, pode auxiliar muito no sistema de monitoramento.

7.5.5 – A perda específica de cálcio e magnésio, foi superior para a bacia com laranja, devido à maior concentração, preponderante na descarga. Considerando que os teores trocáveis desses cátions nos solos das duas bacias são praticamente iguais, a maior perda na BLJ, na forma solúvel, pode sugerir a ocorrência de desperdício do calcário aplicado.

7.5.6 – A perda específica de sílica solúvel mostrou um comportamento diferente do comportamento dos íons aportados. O ponto de igualdade encontrado indicou a predominância da concentração para as vazões específicas menores, em BLJ. Após esse ponto, BCA mostrou as maiores perdas tanto pelo aumento da vazão como pelo aumento da concentração. A dinâmica particular do silício, na cultura da cana-de-açúcar, provavelmente tenha influenciado em grande parte também as perdas específicas.

8 – Recomendações

O trabalho realizado procurou obter uma visão geral sobre a produção de sedimentos e as perdas de nutrientes em bacias hidrográficas. Dessa foram sugere-se aqui uma continuidade, nessa linha de pesquisa, com os seguintes estudos:

- 1- em relação aos sedimentos em suspensão: procurar obter dados em função de uma hidrógrafa.
- 2- em relação aos sedimentos dissolvidos: procurar obter melhores relações entre sedimentos dissolvidos totais e condutividade elétrica.
Considerar também o parâmetro descarga nos estudos com sedimentos dissolvidos.
- 3- em relação à perda tolerável de solos: aprofundar a pesquisa considerando a cobertura primitiva do local.
- 4- em relação aos nutrientes: os elementos aportados apresentaram um comportamento semelhante nas duas bacias, mas o silício mostrou comportamento diferenciado. Sugere-se então pesquisas mais detalhadas sobre perda de nutrientes, considerando-se os diferentes manejos e necessidades fisiológicas das culturas envolvidas.

Recomenda-se o estudo sobre as perdas de outros nutrientes, adicionados ou não ao solo pelo homem.

- 5 – em relação ao levantamento hidráulico de superfície recomenda-se estudos prévios mais aprofundados para a determinação do número de pontos a serem amostrados nas bacias que possuam manejos diferenciados.

Anexos

Anexo 1

Planilha de cálculo de S3

Planilha de cálculo para obtenção de S3. BCA .

Cota (m)	Distância (m)	Distância (km)	Dist.acum. (km)	5/col(2) S	$S^{0.5}$	Col(3)/ Col(6).
515	200	0,2	0,2	0,025	0,1581	1,265
520	320	0,32	0,52	0,0156	0,125	2,56
525	270	0,27	0,79	0,0189	0,136	1,985
530	460	0,46	1,25	0,0108	0,104	4,423
535	230	0,23	1,48	0,02173	0,1474	1,56
540	220	0,22	1,7	0,0227	0,1507	1,459
545	220	0,22	1,92	0,0227	0,1507	1,459
550	120	0,12	2,04	0,0416	0,2041	0,587
555	260	0,26	2,3	0,0192	0,1386	1,875
560	50	0,05	2,35	0,1	0,316	0,1582
565	60	0,05	2,41	0,0833	0,2886	0,2079
570	50	0,05	2,46	0,1	0,316	0,15822
575	50	0,05	2,51	0,1	0,316	0,15822
580	70	0,07	2,58	0,0714	0,2672	0,2619
585	50	0,05	2,63	0,1	0,316	0,15822
590	90	0,05	2,72	0,0555	0,235	0,3829

total = 18,649

Planilha para cálculo de S3 - BLJ.

Cota (m)	Distância (m)	Distância (km)	Dist.acum. (km)	5/col(2) S	S ^{0,5}	Col(3)/ Col(6).
525	220	0,22	0,22	0,025	0,15811	1,3914
530	170	0,17	0,39	0,024	0,17146	0,9914
535	100	0,1	0,49	0,05	0,2236	0,4472
540	180	0,18	0,67	0,027	0,1664	1,0817
545	130	0,13	0,8	0,0384	0,1961	0,6629
550	70	0,07	0,87	0,07142	0,2672	0,2619
555	50	0,05	0,92	0,1	0,3162	0,1581
560	120	0,12	1,04	0,04166	0,2041	0,5879
565	50	0,05	1,09	0,1	0,3162	0,1581
570	70	0,07	1,16	0,0714	0,2672	0,2619
575	50	0,05	1,21	0,1	0,31622	0,1582
580	60	0,06	1,27	0,083	0,28861	0,2078
585	50	0,05	1,32	0,1	0,31622	0,15811
590	100	0,1	1,42	0,05	0,2236	0,4472
595	130	0,13	1,55	0,03846	0,19611	0,6628

total = 7,6366

Anexo 2

Quadros 5.29 e 5.41. Dados obtidos nas bacias.

Quadro 5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar. (continua)

horario	Data	Q (L/s)	h (cm)	SST (mg/L)	SSF (mg/L)	SSV (mg/L)
	15/05/98	49,03	10	1,8912	0,7092	1,182
	22/05/98	26,48	10,5	9,7872	5,5319	4,2553
	29/05/98	37,22	10,5	2,5	0	2,5
	05/06/98	33,87	9,5	2,6315	0,4386	2,1929
	19/06/98	82,34	13,5	42,6315	34,2105	8,421
	26/06/98	27,2	8,5	1,1695	0,8771	0,2923
	03/07/98	27,28	8	1,6908	0	1,6908
	17/07/98	25,05	8	0,993	0,9933	0
	24/07/98	22,44	8	2,6315	1,1961	1,4354
	31/07/98	20,2	9	3,5211	0,4694	3,0516
	07/08/98	16,94	8	1,5748	0,9842	0,5905
	14/08/98	19,97	8	1,8324	1,0471	0,7853
	21/08/98	14,45	7,5	1,8134	1,2953	0,5181
	28/08/98	13,29	7,5	1,699	0,7281	0,9708
	04/09/98	16,36	7,5	2,4509	0,7352	1,7156
	11/09/98	16,7	8	1,7241	1,4778	0,2463
	18/09/98	13,29	7,5	3,3472	2,092	1,255
	25/09/98	11,49	7,5	2,9816	2,0642	0,9174
	02/10/98	17,55	8	2,8925	1,2396	1,6528
12:00	06/10/98		10,5	121,0526	107,3684	13,6842
14:00	06/10/98		10,2	39,5061	18,0246	21,4814
16:00	06/10/98		10,5	18,4782	11,9565	6,5217
1	07/10/98	23,59	8	3,421	2,1052	1,3157
2	07/10/98		8	3,1325	1,2048	1,9277
3	07/10/98		8	1,1494	0,6896	0,4597
4	07/10/98		8	5	1,5217	3,4782
5	07/10/98		8	0,9638	0,7228	0,2409
16:00	07/10/98		8	1,9417	0,9708	
0,5m	09/10/98		17	93,2467	79,2207	14,0259
1,2m	09/10/98	11,5	17	74,2851	63,333	10,9523
2m	09/10/98		17	68,1818	12,2727	55,909
	09/10/98	219,75	19	173,7143	149,7143	24
	09/10/98	183,15	17	112,6087	96,9665	15,6521
	09/10/98		16	40,9523	34,7619	6,1904
	09/10/98		15,5	23,8709	20	3,8709
	09/10/98		11,5	4,444	3,33	1,11
	13/10/98		13,5	7,7922	7,1428	0,6493
	14/10/98		10,29	4,2553	0,6382	3,617
1	17/10/98	58,29	10,8	6,0869	5	1,0879
2	17/10/98	56,73	9,8	5,4166	3,125	2,2916
	19/10/98		9,2	3,7383	1,6822	2,056
	20/10/98		8,8	3,111	2	1,111
	21/10/98			4,3956	2,6373	1,7582
	23/10/98	35,2	8,5	2,6966	1,1235	1,573

Quadro 5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar.

(cont)

horario	Data	Q (L/s)	h (cm)	SST (mg/L)	SSF (mg/L)	SSV (mg/L)
	26/10/98		13,6	53,75	43,5	10,25
	27/10/98		9,8	3,22	2,5806	0,6451
	28/10/98		9	2,2471	1,3483	0,8988
	30/10/98	30,92	8,8	4,2553	2,7659	1,4893
	03/11/98		8,5	1,713	1,0706	0,6423
	04/11/98		8,5	1,6842	1,0526	0,6315
	05/11/98		8,5	5,0301	1,4084	3,6217
	06/11/98	23,38	8	1,1278	1,1278	0
	09/11/98		8,8	1,9531	1,1718	0,7812
	10/11/98		8	2,0618	1,2371	0,8247
	11/11/98		8,8	3,2608	1,9565	1,3043
	12/11/98		8,5	1,4141	0,606	0,808
	13/11/98	18,86	8,2	1,5238	0,3809	1,1428
	16/11/98		8,2	2,4489	1,6326	0,8163
	17/11/98		8,2	1,9417	1,5533	0,3883
	18/11/98		8,2	1,7582	1,3186	0,4395
	18/11/98		10,2	7,2916	4,7916	2,5
	19/11/98		8,2	1,7475	1,65	0,5825
	20/11/98	17,1	8,2	2,3404	0,851	1,4893
	23/11/98		8	1,6597	0,8298	0,8298
	24/11/98		7,8	1,7821	0,594	1,1881
	25/11/98		7,8	1,9723	1,1834	0,7889
	26/11/98		8,2	2,6565	1,7077	0,9487
1	27/11/98	36,56	9	99,5556	83,5555	16
2	27/11/98			78,1746	66,2698	11,9047
	30/11/98		9,4	6,9662	4,9438	2,0224
	01/12/98		8,5	5,8823	4,4705	1,4117
restilo	02/12/98		9	29,1304	6,0869	23,0434
restilo	03/12/98		8,6	21,111	5	16,11
restilo	04/12/98	22,34	8,5	7,5675	4,3243	3,2432
jus2ponte	04/12/98			9,7727	3,6363	6,1363
mont baix	04/12/98			7,8048	3,4146	4,3902
	07/12/98		13,5	7,1264	5,5172	1,6091
	09/12/98		10,5	8,2474	6,3917	1,8556
09:30	10/12/98			267,2727	238,6364	28,6363
11:25	10/12/98	437,11		135,0943	120,7547	14,3396
13:00	10/12/98	382,8		103,8298	93,617	10,2127
14:00	10/12/98	350,79		88,7804	79,0243	9,756
15:00	10/12/98	322,65		77,3333	69,7777	7,5555
E	11/12/98			240	209,7436	30,2564
M	11/12/98			257,8378	225,4054	32,4324
D	11/12/98			265,7778	234,2222	31,5555
réguanova	18/12/98	70,07	14	9,4252	7,816	1,6091
	21/12/98		12,5	6,1176	4,4705	1,647
	22/12/98		12,4	11,3402	4,7422	6,5979

Quadro 5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar.

(cont)

horario	Data	Q (L/s)	h (cm)	SST (mg/L)	SSF (mg/L)	SSV (mg/L)
	23/12/98	43,65	11,8	38,4782	32,6087	5,8695
	24/12/98		12,5	10,7526	8,6021	2,1505
	25/12/98		12,6	206,3158	198,7368	7,5789
	26/12/98		12,4	5,3608	4,3298	1,03
	27/12/98		12,4	8	4,8421	3,1578
	28/12/98		12,2	5,7731	4,7422	1,0309
	29/12/98		12,6	59,7701	49,885	9,885
	30/12/98	50,18	10,5	12,8571	11,0204	1,8367
11:00	04/01/99		29	2011,515	1837,57	173,9694
14:00	04/01/99		15,5	226,2857	197,1429	29,1486
	05/01/99		12,6	17,528	15,7303	1,7977
10:00	06/01/99		60	1365,29	1270	95,2941
14:20	06/01/99		66	1220	1120,69	99,3103
	06/01/99	2702,32	58	746,6667	688,88	57,77
	07/01/99		23,5	35,4902	32,2529	3,1372
	11/01/99		32,5	28,1464	25,8581	2,2883
	12/01/99		28	18,6956	16,7391	1,9565
	13/01/99	140,5	26	13,8775	12,653	1,2244
	14/01/99		20,8	8,9908	7,7064	1,2844
remanso	15/01/99	822,3171	90	120,833	109,1667	11,666
	18/01/99		202	13,0612	10,4081	2,653
	19/01/99		29	189,7959	182,6531	7,1428
	20/01/99	156,9	28,6	103,2653	99,7959	3,4693
	21/01/99		26,6	61	57,6	3,4
manual	22/01/99	150,35	27	48	45,2	2,8
amostr	22/01/99		27	111,61	108	3,619
	25/01/99		23,8	52,333	28	24,33
	26/01/99		24	36,66	33,809	2,857
	27/01/99		28	31,134	27,4226	3,7113
	29/01/99	130,45	22	7,6086	6,3043	1,304
	01/02/99		32	49,5555	44,222	5,333
	02/02/99		24	9,2473	7,3118	1,9354
	03/02/99		32	39,375	35,833	3,5416
	04/02/99		28,2	19,7994	18,5263	1,2631
	05/02/99		25,5	10,101	8,6868	1,4141
	08/02/99		28,2	21,458	18,5416	2,9166
	09/02/99		25,2	7,45	6,0784	1,3725
	10/02/99	111,36	24	6,1386	4,7524	1,3861
	11/02/99		32	24,5833	22,2916	2,2916
	12/02/99	157,98	26,5	15,1515	12,9292	2,2222
	18/02/99		25,5	4,2553	2,7659	1,4893
	19/02/99	116,23	25	3,913	3,0434	0,8695
s/regua	26/02/99	126,92		12,1153	10	2,1153
s/regua	03/03/99	124,48		9,3069	7,9207	1,3861
	05/03/99	103,54	25	9,8989	8,0808	1,8181

Quadro 5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar.

(cont)

horario	Data	Q (L/s)	h (cm)	SST (mg/L)	SSF (mg/L)	SSV (mg/L)
	08/03/99		25	15,6701	14,226	1,4432
	09/03/99		24,2	7,6923	6,7307	0,9615
	10/03/99	81,81	24,2	8,2031	6,6406	1,5625
	11/03/99		50	1215,89	1086,09	129,8
	12/03/99	360,77	60/30	133,75	122,75	11
	15/03/99		39,6	17,2916	14,5833	2,7083
	16/03/99		39	14,9019	12,9411	1,9607
	17/03/99	103,37	38,5/30	18,7234	18,0851	0,6382
	19/03/99	63,94	37,5/30	8,5436	6,7961	1,7475
	22/03/99		36	17,4468	14,8936	2,5531
	23/03/99		37	40,4494	35,2809	5,1685
	24/03/99	72,2	36/30	14,5652	12,826	1,7391
	25/03/99		35	6,25	5,2083	1,0416
	26/03/99	67,91	35,5/29	8,125	7,0833	1,0416
	31/03/99	51,64	34/28	4,1493	2,697	1,4522
	09/04/99	58,77	33/27	5,6842	4,2105	1,4736
s/régua	16/04/99	142,28		261,66	226,11	35,55
	23/04/99	69,61		8,5714	7,1428	1,4285
	30/04/99	60,16		6,7469	5,3012	1,445
	07/05/99	61,32		90	76,4705	13,529
	14/05/99	45,91		4,3298	2,8865	1,4432
	21/05/99	36,01		2,1505	1,5053	0,6451
	28/05/99	36,75		4	3,33	0,666
	02/06/99	40,85		2,5263	1,8947	0,6315
	11/06/99	37,72		2,3655	1,5053	0,8602
	18/06/99	36,29		2,4242	1,4141	1,0101
	25/06/99	38,85		4,7311	3,6559	1,0752
	01/07/99	28,52		2,6262	2,0202	0,606
	08/07/99	29,76		2	1,2	0,8
	16/07/99	24,05		0,8247	0,2061	0,6185
	23/07/99	24,69		2,7368	1,0526	1,6842
	30/07/99	21,12		0,6451	0,6451	0
	06/08/99	20,3		0,8791	0,6593	0,2197
	13/08/99	24,52		0,2207	0	0,2207
	20/08/99	24,48		0,5825	0	0,5825
	27/08/99	18,65		0,8163	0,204	0,6122
	03/09/99	17,37		1,5384	0,4395	1,0989
	10/09/99	23,38		22,5263	18,1056	4,421
	17/09/99	23,45		3,3684	2,3157	1,0526
	24/09/99	18,4		2,2916	1,0416	1,25
	01/10/99	15,27		2,5	1,4583	1,0416
	08/10/99	37,15		25,1428	20,9523	4,1904
	15/10/99	14,29				
	22/10/99	13,06		1,4	0,4	1
	29/10/99	12,64		1,7821	0,99	0,79

Quadro 5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar.

(cont)

horario	Data	Q (L/s)	h (cm)	SST (mg/L)	SSF (mg/L)	SSV (mg/L)
	05/11/99	15,58		2,2448	1,4215	0,8163
	12/11/99	12,88		1,3636	0,2272	1,136
	12/11/99	42,14		36,3636	30,495	6,1386
	17/11/99	11		1,2903	0,6451	0,6451
	19/11/99	11,81		0,813	0,2032	0,6097
	23/11/99	9,1		0,4081	0	0,4081
	26/11/99	12,44		1,0752	0	1,0752
	26/11/99	26,4		383,15	332,63	50,52
	01/12/99	7,76		1,5841	0,99	0,594
	10/12/99	29,16		7,096	6,0215	1,075
	14/12/99	177,4		241,5	226	15,5
	14/12/99	175,2		178,97	162,56	16,41
	17/12/99	29,32		4,123	3,0927	1,0309
	22/12/99	14,06		2,2626	2,0202	0,606
	30/12/99	16,56		2	1,6	0,4
	04/01/00	79,42		16,938	14,08	2,857
	07/01/00	67,48		11,32	10	1,32
	12/01/00	41,19		2,5	1,7307	0,7692
	14/01/00	31,45		6,3829	5,319	1,063
	18/01/00	77,47		12,842	11,578	1,684
	21/01/00	35,48		1,33	0,666	0,666
	25/01/00	25,81		0,6315	0	0,6315
	28/01/00	30,95		1,9045	1,1428	0,7619
	01/02/00	31,97		2,8865	2,0618	0,824
	04/02/00	28,54		2,1153	1,3461	0,7692
	08/02/00	28,53		2,3157	1,684	0,6315
	11/02/00	45,7		46,1052	39,947	7,157
	15/02/00	97,76		4,444	3,6363	0,808
	18/02/00	52,17		0,851	0,6382	0,2127
	22/02/00	37,79				
	24/02/00	39,03		1,1173	0	1,1173
	29/02/00	33,81		1,6842	0,421	1,2631
	03/03/00	31,04		1	0,8	0,2
	09/03/00	32,42		2	1,4	6
	13/03/00	20,15		2,5	2,291	0,2083
	15/03/00	23,66		1,914	1,7021	0,2127
	20/03/00	19,01		1,058	0,6349	0,4232
	23/03/00	45,37		3,7894	3,1578	0,6315
	27/03/00	74,62		7,1957	6,9841	0,2116
	30/03/00	102,52		4,1304	2,826	1,304
	06/04/00	25,59		1,6427	1,232	0,4106
	13/04/00	23,08		1,555	0,888	0,666
	18/04/00	38,73		0,9354	0,6451	1,2903

Quadro 5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar.

(cont)

Data	SDT (mg/L)	SDF (mg/L)	SDV (mg/L)	CE (uS/cm)	DR (mg/L)	SiO2 (mg/L)
15/05/98				38,54		10,96
22/05/98				35,5	47,2	11,11
29/05/98	57,89	51,97	5,92	36,28	46,8	10,96
05/06/98	42,35	36,24	6,1	38,45	47,2	11,26
19/06/98	57,87	42,59	15,27	48,85	53,2	10,21
26/06/98	47,31	43,54	3,76	37,663	47,2	11,17
03/07/98	46,88	43,54	3,34	34,93	45,6	11,11
17/07/98	52,52	41,59	10,92	34,98	47,6	11,02
24/07/98	64,64	57,02	7,43	36,83	58,8	10,93
31/07/98	72,89	70,69	2,19	35,85	49,6	11,17
07/08/98	46,5	25,5	21	44,7	49,6	11,17
14/08/98	46	27,5	18,5	46,01	49,2	
21/08/98	36,5	24	12,5	39	46,8	8,71
28/08/98	40,5	23,5	17	39,83	49,2	8,74
04/09/98	36	22,5	13,5	39,07	47,2	8,71
11/09/98				55,97	53,6	9,37
18/09/98		55		43,79	41,2	8,56
25/09/98	56	31,5	24,5	46,82	54,8	10,18
02/10/98	58,5	32,5	26	49,91	52	10,51
06/10/98	81,5	40	41,5	62,76	33,6	10,51
06/10/98	85	47,5	37,5	63,92	32,8	11,05
06/10/98	89	49,5	39,5	63,56	34	11,5
07/10/98	77	40,5	36,5	58,19	33,6	11,26
07/10/98	65,5	37,5	28	58,19	33,2	11,08
07/10/98	65	24,5	40,5	57,74	40	11,02
07/10/98	63	38	25	58,01	37,2	10,66
07/10/98	62,5	32,5	30	57,92	31,6	10,78
07/10/98	65,5	57,5	8	58,64	34	10,78
09/10/98	89,5	69,5	20	62,04	30	10,3
09/10/98	109	77,5	31,5	62,04	34	12,1
09/10/98		52,5		62,31	30,8	11,98
09/10/98	90	69,5	20,5	61,77	32,4	9,07
09/10/98	93,5	71,5	22	61,77	32	10,42
09/10/98	96,5	78,5	18	64,99	34,4	11,68
09/10/98	92,5	81	11,5	65,53	33,2	11,95
09/10/98		51		60,25	34	11,47
13/10/98	70	58,5	11,5	61	32	11,38
14/10/98	86	52,5	33,5	55,35	35,2	11,71
17/10/98	57	49	8	45,63	32,4	11,38
17/10/98	60,5	55	5,5	46,11	34	11,53
19/10/98	61	51,5	9,5	52,08	35,2	11,89
20/10/98		65		46,61	32,8	11,68
21/10/98				43,32	35,6	11,59
23/10/98	49	27	22	41,53	35,2	11,41

Quadro 5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar.

(cont)

Data	SDT (mg/L)	SDF (mg/L)	SDV (mg/L)	CE (uS/cm)	DR (mg/L)	SiO2 (mg/L)
26/10/98	95	45	50	62,14	37,2	11,83
27/10/98	63	36,5	26,5	55,07	40	12,22
28/10/98	53	35	18	54,73	36,8	12,25
30/10/98	46	31	15	48,11	32	11,89
03/11/98	71	44	27	42,73	34,4	11,41
04/11/98	51	31,5	19,5	42,83	31,6	11,41
05/11/98	55	30	25	46,25	29,6	11,11
06/11/98	45	30,5	14,5	42,32	29,8	11,35
09/11/98	45,5	28	17,5	41,15	31,2	11,56
10/11/98	45,5	27,5	18	40,31	28,4	11,53
11/11/98	50,5	30	20,5	45,48	31,6	11,62
12/11/98	44,5	25	19,5	42,95	32,4	11,5
13/11/98	44	34,5	9,5	41,57	29,2	11,44
16/11/98	51	31	20	46,91	41,6	11,83
17/11/98	46	27	19	44,22	36	11,62
18/11/98	52,5	31,5	21	43,22	32,8	10,99
18/11/98	57	38	19	50,09	35,6	
19/11/98	51,5	28	23,5	44,12	30,8	11,53
20/11/98	57	38,5	18,5	43,22	31,6	11,44
23/11/98	46,5	28	18,5	39,88	38,8	11,77
24/11/98	46	28	18	38,51	27,6	11,59
25/11/98	43,5	27,5	16	38,22	41,6	11,8
26/11/98	56,5	34	22,5	44,48	22	11,53
27/11/98	96,5	66,5	30	51,13	36,4	14,56
27/11/98	120	84	36	50,64	34,8	15,42
30/11/98	53	32	21	46,99	39,6	12,16
01/12/98	60	40,5	19,5	44,3	32,8	12,16
02/12/98	248	145,5	103	172,6	71,2	13,12
03/12/98	206,5	97	109,5	148,5	63,2	14,2
04/12/98	76	36,5	39,5	73,8	42	12,46
04/12/98	114	114	0	103,78	51,6	15,21
04/12/98	89	54,5	34,5	78,18	45,6	12,85
07/12/98	59	39,5	19,5	62,76	37,2	12,22
09/12/98	52	38,5	13,5	53,28	33	11,71
10/12/98	110	75	35	67,36	36,6	14,68
10/12/98	118	83	35	67,48	33,2	16,17
10/12/98	110,5	78	32,5	67,1	33,2	16,41
10/12/98	109	76	33	66,43	35,2	15,87
10/12/98	109	78	31	65,66	41,6	15,93
11/12/98	87	54	33	60,63	30,4	12,46
11/12/98	84,5	61	23,5	60,59	41,6	12,79
11/12/98	76,5	49,5	27	60,5	31,6	12,49
18/12/98	40,5	21	19,5	43,17	27,2	11,38
21/12/98	43	23	20	39,22	27,6	10,81
22/12/98	35,5	21	14,5	36,77	30,8	10,69

Quadro 5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar.

(cont)

Data	SDT (mg/L)	SDF (mg/L)	SDV (mg/L)	CE (uS/cm)	DR (mg/L)	SiO2 (mg/L)
23/12/98	56	37,5	18,5	38,09	27,2	12,16
24/12/98	81	50,5	30,5	61	34,8	11,14
25/12/98	39	21,5	17,5	40,17	27,6	11,11
26/12/98	46,5	26,5	20	42,15	27,6	11,38
27/12/98	45	22,5	22,5	43,09	28,4	11,2
28/12/98	37	18	19	39,79	26,4	11,14
29/12/98	50,5	31,5	19	46,2	27,2	10,75
30/12/98	39,5	22,5	17	37,24	27,6	10,9
04/01/99	63	29	34	39,32	27,6	6,8
04/01/99	81,5	46	35,5	48,36	27,2	11,05
05/01/99	55	34,5	20,5	42,3	25,6	11,74
06/01/99	73	41,5	31,5	36,48	26	6,86
06/01/99	64,2	38,63	25,56	40,66	25,6	6,98
06/01/99	74	52,5	21,5	51,21	33,6	8,44
07/01/99	76	48,5	27,5	67,59	34	11,41
11/01/99	74,5	51	23,5	52,74	32,4	10,48
12/01/99	67	47,5	19,5	52,91	30,8	10,81
13/01/99	60,5	41	19,5	49,36	28,4	10,03
14/01/99	56,5	41	15,5	44,08	26,8	9,49
15/01/99	79,5	51	28,5	69,2	36	10,45
18/01/99	56	34	22	51,74	34	10,06
19/01/99	49	31	18	50,67	28,4	10,18
20/01/99	52	31,5	20,5	43,95	32,4	9,76
21/01/99	52	34	18	43,42	30,8	9,91
22/01/99	46,5	22,5	24	40,28	31,6	9,1
22/01/99	46,5	25,5	21	42,16	32	9,19
25/01/99	58,5	41,5	17	45,73	33,2	10,15
26/01/99	47	31	16	36,02	26,4	10,18
27/01/99	74	52,5	21,5	55,44	40,4	12,28
29/01/99	51	36,5	14,5	42,81	34	10,81
01/02/99	68,5	50	18,5	63,65	34,8	12,58
02/02/99	62	52,5	9,5	52,9	30	11,86
03/02/99	62,5	47,5	15	57,07	36,4	12,4
04/02/99	63,5	44	19,5	51,51	37,6	11,89
05/02/99	54	37	17	46,32	27,6	11,29
08/02/99	57	45,5	11,5	50,68	34	11,62
09/02/99	50	34	16	45,67	37,2	10,96
10/02/99	53	35,5	17,5	46,78	36,8	10,78
11/02/99	74,5	46,5	28	60,13	40,4	12,49
12/02/99	65,5	47	18,5	55,44	36	12,04
18/02/99	52	25,5	26,5	40,28	31,2	10,51
19/02/99	46,5	23,5	23	39,03	30,8	10,45
26/02/99	48,5	30,5	18	38,66	26	10,75
03/03/99	54,5	27	27,5	41,38	26	11,05
05/03/99	53	34	19	38,43	30,8	10,81

Quadro 5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar.

(cont)

Data	SDT (mg/L)	SDF (mg/L)	SDV (mg/L)	CE (uS/cm)	DR (mg/L)	SiO2 (mg/L)
08/03/99	51,5	30	21,5	41,07	28,8	10,96
09/03/99	54,5	28,5	26	37,58	28,8	10,63
10/03/99	49	27	22	36,93	26,4	10,54
11/03/99	81,25	47,91	33,33	49,7	29	10,18
12/03/99	90,5	42,5	48	63,63	32,4	12,67
15/03/99	66,5	23	43,5	41,02	27,6	11,41
16/03/99	57,5	18	39,5	40,91	25,6	11,32
17/03/99	101,08	22,8	78,26	41,8	31,6	11,2
19/03/99	57	18	39	35,26	2,8	10,9
22/03/99	55	21,5	33,5	31,63	28	11,53
23/03/99	64	20	44	39,43	29,6	10,57
24/03/99	59,4	19,4	40	36,79	28,8	10,63
25/03/99	57,5	22	35,5	34,84	29,6	10,63
26/03/99	3739,5	28,5	3711	34,39	30,8	10,66
31/03/99	62	15	47	32,09	34	10,63
09/04/99	45,5	28	17,5	33,63	26	10,93
16/04/99	127,5	89	38,5	61,2	44,8	15,51
23/04/99	50	32,5	17,5	33,14	28,8	11,47
30/04/99	42,5	28,5	14	33,33	29,2	10,45
07/05/99	80,5	53	27,5	42,57	28,8	
14/05/99	47	36	11	39,78	35,2	
21/05/99	38,5	21,5	17	31,24	22,8	
28/05/99	47	28,5	18,5	31,89	26	
02/06/99	33,5	26	7,5	32,02	24,8	
11/06/99	46	33	13	30,89	29,6	
18/06/99	42	34	8	30,99	23,2	
25/06/99	47	28	19	32,7	25,6	
01/07/99	37,5	21	16,5	32,87	25	11,38
08/07/99	51,5	19,5	32	31,83	29	11,35
16/07/99	9545	247,5	9297,5	30,7	25	11,47
23/07/99	43,5	25	18,5	30,52	23	11,41
30/07/99	49	32,5	16,5	30,38	27	9,01
06/08/99	44	28,5	15,5	29,71	27	8,92
13/08/99	45	27	18	29,31	25	8,89
20/08/99	44,5	25	19,5	29,71	23	9,1
27/08/99	43	30	13	30,11	24	8,8
03/09/99	46	26	20	31,83	30	9,49
10/09/99	7,95	55	24,5	65,37	36	9,4
17/09/99	54	35,5	18,5	45,21	33	9,52
24/09/99	42	31	11	37,02	27	9,52
01/10/99	47,5	29	18,5	34,47	29	9,73
08/10/99	84			63,73	36	15
15/10/99	55			37,55	26,4	14,11
22/10/99	47,5	35	12,5	38,08	26,8	13,93
29/10/99	41	27	14	37,71	26,8	11,11

Quadro 5.29 - Dados da bacia de cana-de-açúcar.

(cont)

Data	SDT (mg/L)	SDF (mg/L)	SDV (mg/L)	CE (uS/cm)	DR (mg/L)	SiO2 (mg/L)
05/11/99	39	39	0	40,89	30,8	10,48
12/11/99	54	33,5	20,5	42,66	28	12,37
12/11/99	65	38	27	54,4	32,4	12,4
17/11/99	50,5	34	16,5	42,19	29,2	12,88
19/11/99	54,5	38,5	16	40,87	28,8	12,49
23/11/99	50	34,5	15,5	42	24,4	12,16
26/11/99	50,5	31,5	19	43,86	26	11,71
26/11/99	77,5	48	29,5	59,33	29,2	10,27
01/12/99	47			42,59	30,8	12,79
10/12/99	70	64	6	60,25	29,2	15,15
14/12/99	75	59,5	15,5	69,9	35,2	12,34
14/12/99	87	70	17	73,37	35,6	14,38
17/12/99	77,5	58	19,5	86,06	31,6	14,56
22/12/99	38			45,72	46,8	10,27
30/12/99	26	20,5	5,5	46,23		10,42
04/01/00	57,5	42	15,5	74	36,8	11,26
07/01/00	65	42	23	74,7	37,2	11,62
14/01/00	55,33	35,33	20	47,78	30	10,87
18/01/00	80,66	71,33	9,33	54,65	32,8	12,79
21/01/00	56,66	53,33	3,33	48,15	27,6	11,17
25/01/00	48	27,33	20,66	40,38	24,4	10,51
28/01/00	59	35,5	23,5	41,8	30	9,82
01/02/00	60	41	19	45,02	29	9,97
04/02/00	56	38,5	17,5	41,82	27,4	10,06
08/02/00	61	40,5	20,5	39,41	28	10,03
11/02/00	83,5	55	28,5	56,28	40	13
15/02/00	62,5	42,5	20	64,59	40	13,03
18/02/00	61,5	42,5	19	49,22	31	12,07
22/02/00	45,5	32	13,5	40,19	31	11,59
24/02/00	44,5	35,5	9	44,42	29	9,82
29/02/00	46,5	40,5	6	42,07	38,01	9,73
03/03/00	50,5	30	20,5	41,64	25	9,73
09/03/00	47,5	27	20,5	42,18	27	9,64
13/03/00	60,67	33,33	27,33	45,39	29	10,03
15/03/00	56,66	33,33	23,3	40,89	27	9,79
20/03/00	42	20,5	21,5	38,08	23,02	9,58
23/03/00	65	40,5	24,5	56,32	29	10,36
27/03/00	85,5	60	25,5	53,71	28	11,47
30/03/00	77	52,5	24,5	69,33	33	11,05
06/04/00	64	41,5	22,5	44,57	27	11,56
13/04/00	64,5	33	31,5	37,51	27	11,23
18/04/00	38,66	21,33	17,33	36,85	22	11,68

Quadro 5.41 - Dados obtidos na BLJ

(continua)

Data	Q (L/s)	h (cm)	SST (mg/L)	SSF (mg/L)	SSV (mg/L)
15/05/98	22,87	10,5	12,1358	8,4905	4,2452
22/05/98	18,55	10	2,7272	1,3636	1,3636
29/05/98	17,04	10,2	2,7108	0,3012	2,409
05/06/98	19,36	9,5	8,0952	5,9523	2,1428
19/06/98	18,65	9,5	18,75	13,802	4,9479
26/06/98	16,69	9			
03/07/98	27,24	9	7,0351	5,5276	1,5075
17/07/98	9,11	9,5			
24/07/98	8,49	9			
31/07/98	8,57	9,5	8,928	6,25	2,6785
07/08/98	8,6	9,5	12	9,333	2,666
14/08/98	7,63	9,5	8,5492	6,7357	1,8134
21/08/98	8,42	10	10,5911	8,8669	1,7241
28/08/98	9,73	10	5,2132	3,7914	1,4218
04/09/98	5,56	9,5	4,5662	3,1963	1,3698
11/09/98	6,92	9,5	4,7945	3,8812	0,9132
18/09/98	5,21	8	9,1517	6,6964	2,4553
25/09/98	4,62	11,5	12,0535	9,8214	2,2321
02/10/98	4,06	10	8,2987	7,6763	0,6224
06/01/99	285,19	50	1320,6	1193,33	127,272
07/01/99	92,18	42,5	54,8	49,6	5,2
13/01/99	67,19	40,5	18	16	2
15/01/99	207,51	71	213,21	186,7841	26,4317
20/01/99	55,81	42	22,1782	19,6039	2,5742
22/01/99	65,7	41,5	20	17,87	2,1276
22/01/99			17,9439	16,2616	1,6822
29/01/99	56,37	36	11,2244	9,3877	1,8367
05/02/99	104,25	24,5	10,3157	8,6315	1,6842
10/02/99	62,63	24	8,8888	6,8686	2,020202
12/02/99	68,74	25	12,5531	10,4255	2,1276
19/02/99	61,18	23	4,5161	3,4408	1,0752
26/02/99	51,34	23,5	5,102	3,8775	1,224
03/03/99	57,65	23	5,4736	5,0526	0,421
05/03/99	56,45	23	3,9215	2,549	1,3725
10/03/99	54,89	22,8	6,1224	4,0816	2,04
17/03/99	60,32	24,5	11,8367	9,7959	2,0408
19/03/99	51	22,5	9,8	4,4	5,4
24/03/99			2,2132	0,8048	1,4084
26/03/99	56,68	19,4	5,333	4	1,333
31/03/99	50,82	19,5	5,1063	4,468	0,6382
09/04/99	47,9	18,5	4,7916	3,125	1,66
16/04/99	85,08	19,5	19,207	15,841	3,366
23/04/99	37,22	18,5	3,956	2,637	1,3186
30/04/99	40,34	18,5	5	3,6	1,4
07/05/99	31,28	18	6,9767	4,6511	2,3255

manual
amostr

Quadro 5.41 - Dados obtidos na BLJ

(cont)

Data	Q (L/s)	h (cm)	SST (mg/L)	SSF (mg/L)	SSV (mg/L)
14/05/99	25,77	17,5	3,7894	2,7368	1,0526
21/05/99	24,58	17,5	4,7997	3,7088	1,0908
28/05/99	21,68	17	5,1162	3,9534	1,1627
02/06/99	20,07	17,5	4,1237	2,8865	1,2371
11/06/99	18,71	17	5,1546	3,9175	1,2371
18/06/99	17,24	16,5	4,8484	3,4343	1,4141
25/06/99	20,62	13	5,849	4,3396	1,5094
01/07/99	17,39	13	5,7731	4,536	1,2371
08/07/99	11,05	13	5,8823	4,5098	1,3725
16/07/99	10,79	13	5,0467	3,9252	1,1214
23/07/99	8,46	12,5	5,8064	4,086	1,7204
30/07/99	7,171	13	4,6511	3,594	1,057
06/08/99	6,32	12	25,4065	19,9187	5,4878
13/08/99	6,25	12	5,3388	3,696	1,6427
20/08/99	8,8	12	4,536	3,2989	1,2371
27/08/99	6,43	12	5,43	4,2253	1,2072
03/09/99	7,07	12	4,3564	2,7722	1,5841
10/09/99	5,25	12	2,9166	1,875	1,0416
17/09/99	5,01	12	5,2083	3,9583	1,25
24/09/99	4,88	12	7,2	4,6	2,6
01/10/99	5,87	12	4,3478	2,826	1,5217
08/10/99	8,3	16,5	14,3529	9,4117	4,9411
15/10/99	3,93	14	3,8202	2,4719	1,3483
22/10/99	1,75	14	4,4705	2,5882	1,8823
29/10/99	2,84	15	3,8834	2,33	1,5533
05/11/99	1,22		2,376	2,178	0,198
17/12/99	4,518		73,535	69,09	4,44
22/12/99	3,17		3,85	2,935	0,917
30/12/00	3,06		2,8571	2,0952	0,7619
04/01/00	6,75		21,0309	16,0907	4,1237
04/01/00	10,44		20,869	17,173	3,6956
04/01/00	9,67		13,5483	10,322	3,2258
07/01/00	9,82		25,411	23,058	2,352
12/01/00	10,41		8,4313	6,66	1,7647
14/01/00	32,71		16,344	14,193	2,1505
18/01/00	13,9		32,9896	28,453	4,536
21/01/00	13,83		7,7894	6,1052	1,684
25/01/00	11,57		12,371	10,309	2,0618
28/01/00	14,74		14,432	12,37	2,0618
01/02/00	10,97		3,2989	2,0618	1,2371
01/02/00	41,99		210	174,28	35,71
04/02/00	10,15		4,75	3,168	1,584
08/02/00	8,82		3,838	2,626	1,212
11/02/00	12,32		5,523	3,809	1,714
15/02/00	16,89		3,725	2,745	0,9803
18/02/00	15,04		4,2424	3,03	1,2121

Quadro 5.41 - Dados obtidos na BLJ

(cont)

Data	Q (L/s)	h (cm)	SST (mg/L)	SSF (mg/L)	SSV (mg/L)
22/02/00	16,41		2,1505	1,075	1,075
24/02/00	13,39		3,404	2,127	1,276
29/02/00	10,83		1,6494	0,8247	0,8247
03/03/00	15,78		1,747	0,9708	0,7766
09/03/00	14,47		2,8	2,4	0,4
13/03/00	14,77		3,3203	2,734	0,585
15/03/00	16,92		2,978	1,914	1,063
20/03/00	18,03		1,8556	1,0309	0,8247
23/03/00	16,29		3,5164	2,1978	1,3186
27/03/00	16,57		5,894	3,789	2,105
30/03/00	45,96		5,1612	3,4408	1,7204
06/04/00	22,74		5,3608	3,7113	1,6494
18/04/00	16,47		4,1304	2,826	1,3043

Quadro 5.41 - Dados obtidos na BLJ

(cont)

Data	SDT (mg/L)	SDF (mg/L)	SDV (mg/L)	CE (uS/cm)	DR (mg/L)	SiO2 (mg/L)
15/05/98				60,9	56	9,07
22/05/98				58,3	55,6	9,38
29/05/98	68,67	53,01	15,66	55,1	52,8	9,91
05/06/98	66,28	49,04	17,24	54,41	55,6	9,78
19/06/98	76,04	67,7	8,33	60,4	55,2	10,47
26/06/98	64,42	42,3	22,11	53,9	54,4	10,06
03/07/98	61,96	47,86	14,1	51,4	51,2	10,22
17/07/98	67,07	57,31	9,75	52,8	55,6	10,16
24/07/98	611,81	34,64	577,16	59,3	56,4	10,23
31/07/98	126,8	81,6	45,2	59,1	57	10,31
07/08/98				57	54	10,72
14/08/98	84	36	48	74,7	56	10,42
21/08/98	72	38,5	33,5	75,6	57,6	9,76
28/08/98	55,5	13	42,5	57,9	56,4	10,06
04/09/98	68,5	29	39,5	60,1	58,8	10,69
11/09/98				63,5	56	10,24
18/09/98				56,7	57,6	10,24
25/09/98	67	37,5	29,5	69,2	65,2	10,45
02/10/98	68	36	32	68,5	58,4	10,72
06/01/99	78,5	49,5	29	41,7	26,4	7,33
07/01/99	96	48	48	110,4	45,2	9,79
13/01/99	96,5	55	41,5	119,1	46	8,98
15/01/99	96,5	62	34,5	95,7	46,8	8,29
20/01/99	103,5	54	49,5	121,5	47,2	8,53
22/01/99	85	38	47	113	46,4	8,83
22/01/99	92	44,5	47,5	116,1	48	8,8
29/01/99	84,5	44	40,5	94,2	46	9,52
05/02/99	75,5	48	27,5	97,2	44,4	9,58
10/02/99	79,5	47,5	32	95,5	43,6	9,49
12/02/99	84,5	45	39,5	100,2	46	9,82
19/02/99	81	41,5	39,5	103,5	44,4	9,73
26/02/99	74,5	37,5	37	84,71	44,4	9,16
03/03/99	76,5	40	36,5	80,68	41,6	9,07
05/03/99	70,5	34,5	36	81,69	44,8	9,1
10/03/99	75	34,5	40,5	80,23	37,6	8,98
17/03/99	91	29	62	84,14	57,6	9,58
19/03/99	90,5	31	59,5	77,09	42,4	9,07
24/03/99	86,5	32	54,5	76,86	51,6	9,01
26/03/99	77	27	50	74,84	44,4	8,92
31/03/99	83,5	25	58,5	72,82	42	8,89
09/04/99	79,5	37	42,5	64,34	40	7,81
16/04/99	71	31,5	39,5	66,39	45	4,97
23/04/99	69,5	35,5	34	60,16	36,8	7,78
30/04/99	74,5	39	35,5	62,83	35,2	8,47
07/05/99	78,5	47,5	31	61,78	36,8	

Quadro 5.41 - Dados obtidos na BLJ

(cont)

Data	SDT (mg/L)	SDF (mg/L)	SDV (mg/L)	CE (uS/cm)	DR (mg/L)	SiO2 (mg/L)
14/05/99	69,5	42,5	27	60,79	34,8	
21/05/99	80	44,5	35,5	59,08	44,8	
28/05/99	72,5	36	36,5	58,33	39,6	
02/06/99	70	47	23	59,72	36,4	
11/06/99	80	42,5	37,5	59,06	39,4	
18/06/99	77,5	44	33,5	59,62	34,4	
25/06/99	75	44,5	30,5	60,38	38,4	
01/07/99	47	30,5	16,5	58,78	38	10,15
08/07/99	59,5	26,5	33	58,12	37	10,06
16/07/99	59	23,5	35,5	57,17	37	10,18
23/07/99	65	29	36	57,83	39	10,09
30/07/99				61,74	36	8,68
06/08/99	70,5	26,5	44	60,77	31	8,77
13/08/99	68,5	31	37,5	59,54	34	8,74
20/08/99	74,5	31	43,5	59,32	35	9,16
27/08/99	67,5	28,5	39	59,75	40	9,25
03/09/99	65	30	35	62,6	33	9,49
10/09/99	68,5			78,02	39	9,94
17/09/99	58,5	41	17,5	64,87	36	9,55
24/09/99	67	41	26	62,81	40	9,28
01/10/99	72			61,67	33	9,88
08/10/99	95			91,72	39,6	13,03
15/10/99	65			60,45	32,8	14,14
22/10/99				62,84	34,4	13,75
29/10/99	45,5	29	16,5	61,25	34,4	11,02
05/11/99	59,5	31,5	28	65,03	36	11,56
17/12/99	58	37,5	20,5	73,94	39,6	10,87
22/12/99	50	30,5	19,5	67	43,6	10,57
30/12/00	54,5	31,5	23	64,83	42,4	10,48
04/01/00	64,5	41,5	23	85,34	40,8	10,6
04/01/00	60	42,5	17,5	82,29	39,6	10,21
04/01/00	55	40	15	81,66	46,6	10,66
07/01/00	67	48,5	18,5	90,37	39,4	10,96
12/01/00	57	31	26	80,32	43,4	10,21
14/01/00	69,33	43,33	26	77,63	41,2	11,32
18/01/00	75,33	68	7,33	78,22	42,4	10,36
21/01/00	65,3	64	1,33	72,59	36,8	9,73
25/01/00	63,33	37,33	26	69,21	37,6	9,52
28/01/00	69	52	17	69,37	38	8,14
01/02/00	68,5	42	26,5	69,75	38	8,44
01/02/00	82,5	57	25,5	69	35	9,79
04/02/00	74	54,5	19,5	68,58	34	8,05
08/02/00	67,5	52	15,5	67,33	38	7,54
11/02/00	66	42,5	23,5	69,89	40	10,36
15/02/00	73,5	48	25,5	84,51	42	10
18/02/00	70,5	52,5	18	77,69	38	9,73

Quadro 5.41 - Dados obtidos na BLJ

(cont)

Data	SDT (mg/L)	SDF (mg/L)	SDV (mg/L)	CE (uS/cm)	DR (mg/L)	SiO2 (mg/L)
22/02/00	68,5	38	30,5	72,38	39	9,7
24/02/00	60	54,6	5,5	79,28	40	8,11
29/02/00	62,5	45	17,5	79,59	39	8,35
03/03/00	65,5	33	32,5	77,95	41	8,08
09/03/00	63,5	34	29,5	75,45	35	7,81
13/03/00	79,33	37,33	42	78,68	36	8,14
15/03/00	76,66	42,66	34	75,54	37	7,93
20/03/00	61,5	21,5	40	74,5	31	7,78
23/03/00	65,5	29	36,5	75,55	32	7,63
27/03/00	71,5	46,5	25	78,23	37	8,47
30/03/00	86	51,5	34,5	93,86	36	8,89
06/04/00	65,33	33,33	32	86,65	37	9,67
18/04/00	64	35,33	28,66	77,95	37	9,01

Anexo 3

Planilha de cálculo do fator C . (EUPS)

CANA 18 MESES + CROTALARIA

Operações	Data	El acum.	El período	R. Perdas	Local	LIMEIRA
					Região	6
					C	C total
preparo	15/Out	10,10				
			0,1571	0,35	0,0550	
plt crot	01/Dez	25,81				
			0,5513	0,26	0,1433	
plt cana	01/Mar	80,94				
			0,1407	0,23	0,0324	
2 meses	01/Mai	95,01				
			0,0731	0,22	0,0161	
4 meses	01/Set	102,32				
			0,2349	0,18	0,0423	
9 meses	01/Dez	125,81				
			0,7542	0,10	0,0754	
1 corte	01/Ago	201,23				
			1,0000	0,05	0,0500	
2 corte	01/Ago	301,23				
			1,0000	0,01	0,0100	
3 corte	01/Ago	401,23				
			1,0000	0,01	0,0100	
4 corte	01/Ago	501,23				
			1,0000	0,01	0,0100	
5 corte	01/Ago	601,23				
			0,9900	0,01	0,0099	
6 corte	01/Jul	700,23				
			0,0987	0,01	0,0010	
preparo	15/Out	710,10				
					0,4554	
		700,00	7,0000			0,0651

CANA DE ANO

preparo	01/Ago	1,23				
			0,0887	0,35	0,0310	
plantio	15/Out	10,10				
			0,2425	0,23	0,0558	
2 meses	15/Dez	34,35				
			0,3915	0,37	0,1449	
4 meses	15/Fev	73,50				
			0,3249	0,10	0,0325	
1 corte	01/Out	105,99				
			0,9633	0,05	0,0482	
2 corte	01/Set	202,32				
			0,9772	0,01	0,0098	
3 corte	01/Jul	300,04				
			0,0119	0,01	0,0001	
preparo	01/Ago	301,23			0,3222	
		300,00	3,0000			0,1074

Local Região	LIMEIRA		CITROS			
	6					
Operações	Data	El acum.	El período	R. Perdas	C	C total
preparo	01/Out	5,99				
			0,1982	0,75	0,1487	
plantio	01/Dez	25,81				
			0,5513	0,72	0,3969	
3 meses	01/Mar	80,94				
			0,1732	0,50	0,0866	
6 meses	01/Jun	98,26				
			0,2755	0,35	0,0964	
1 ano	01/Dez	125,81				0,7286
			1,0000	0,30	0,3000	
2 anos	01/Dez	225,81				0,4679
			1,0000	0,24	0,2400	
3 anos	01/Dez	325,81				
			1,0000	0,16	0,1600	
4 anos	01/Dez	425,81				
			1,0000	0,11	0,1100	
5 anos	01/Dez	525,81				
			1,0000	0,08	0,0800	
6 anos	01/Dez	625,81				
			1,0000	0,08	0,0800	
7 anos	01/Dez	725,81				
			1,0000	0,06	0,0600	
8 anos	01/Dez	825,81				
			1,0000	0,06	0,0600	
9 anos	01/Dez	925,81				
			1,0000	0,05	0,0500	
10 anos	01/Dez	1025,81				
			1,0000	0,05	0,0500	
11 anos	01/Dez	1125,81				
			1,0000	0,04	0,0400	
12 anos	01/Dez	1225,81				
			1,0000	0,04	0,0400	
13 anos	01/Dez	1325,81				
			1,0000	0,03	0,0300	
14 anos	01/Dez	1425,81				
			1,0000	0,03	0,0300	
15 anos	01/Dez	1525,81				
			1,0000	0,02	0,0200	
16 anos	01/Dez	1625,81				
			1,0000	0,02	0,0200	
17 anos	01/Dez	1725,81				
			1,0000	0,01	0,0100	
18 anos	01/Dez	1825,81				
			1,0000	0,01	0,0100	
19 anos	01/Dez	1925,81				
			1,0000	0,01	0,0100	

20 anos	01/Dez	2025,81			
			1,0000	0,01	0,0100
21 anos	01/Dez	2125,81			
			-19,0000	0,01	-0,1900
22 anos	01/Dez	225,81			
			21,0000	0,01	0,2100
23 anos	01/Dez	2325,81			
			1,0000	0,01	0,0100
24 anos	01/Dez	2425,81			
			0,8018	0,01	0,0080
25 anos	01/Out	2505,99			
		2500,00	25,0000	2,1766	0,0871

Anexo 4

Programa em PASCAL para o cálculo da vazão máxima e volume escoado

(HUT – SCS)

```

PROGRAM HUSCS;
USES CRT;
  VAR L,S,A,CN,TR,TC,D,TP,TB,QUP,E,F,G,H,J2,I2,PT,P,RE,K2,B,B3,vm,VOL,
      PET :REAL;

      W1,W2,X,PAC,PE,K,O,O1,PE2,PE3,QMI,A1,A2,B1,B2,Y1,Y2,Y3,Y4,Y5,Y6,Y7,G
      1,G2,G3,G4,G5,G6,G7,ST,K3,Y8,Y9,Y10,G8,G9,G10 :ARRAY [1..50] OF
      REAL;
      I,J :INTEGER;
      VEG :STRING [50];
      EX :TEXT;

BEGIN
  CLRSCR;
  ASSIGN (EX,'C:\BIN\BIN\RESHUSCS.PAS');
  REWRITE (EX);
  {-----}
  {          PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DA BACIA          }
  {-----}
  GOTOXY (10,03); WRITE ('VALOR DE L (km)...= ');
  READLN (L);
  GOTOXY (10,05); WRITE ('VALOR DE S (m/km).= ');
  READLN (S);
  GOTOXY (10,07); WRITE ('VALOR DE A (km2)..= ');
  READLN (A);
  GOTOXY (10,09); WRITE ('VALOR DE CN (adim)= ');
  READLN (CN);
  GOTOXY (10,11); WRITE ('VALOR DE TR (anos)= ');
  READLN (TR);
  GOTOXY (10,13); WRITE ('VEGETAÇÃO....= ');
  READLN (VEG);

  CLRSCR;
  {-----}
  {          TEMPO DE CONCENTRAÇÃO - EQUAÇÃO DE KIRPISCH          }
  {-----}
  TC:=(L*L)/S;
  B:=(EXP(LN(TC)*0.385));
  B3:=(B*57);
  D:=(B3/420);

  {-----}
  {          TEMPO DE PICO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR          }
  {-----}
  TP:=((D/2)+0.01*B3);

  {-----}
  {          TEMPO BASE DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR          }
  {-----}
  TB:=(2.67*TP);

  {-----}
  {          VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA          }
  {-----}
  QUP:=((2.08*A*1)/TP);

  {-----}
  { K2 = TEMPO "TOTAL" BASE DO HUT PARA OBTENÇÃO DAS ABCISSAS X[J] }
  {-----}

```

```

      K2:=( (D*6)+TB);
{-----}
{  W1 E W2 PARA OBTENÇÃO DOS COEFICIENTES LINEARES DAS RETAS  }
{-----}
W1[1]:=0;           W2[1]:=TB;           X[1]:=0.0;
W1[2]:=D;           W2[2]:=D+TB;         X[2]:=K2*0.05;
W1[3]:=2*D;         W2[3]:=2*D+TB;       X[3]:=K2*0.1;
W1[4]:=3*D;         W2[4]:=3*D+TB;       X[4]:=K2*0.15;
W1[5]:=4*D;         W2[5]:=4*D+TB;       X[5]:=K2*0.2;
W1[6]:=5*D;         W2[6]:=5*D+TB;       X[6]:=K2*0.25;
W1[7]:=6*D;         W2[7]:=6*D+TB;       X[7]:=K2*0.3;

      X[8]:=K2*0.35;      X[15]:=K2*0.7;
      X[9]:=K2*0.4;      X[16]:=K2*0.75;
      X[10]:=K2*0.45;    X[17]:=K2*0.8;
      X[11]:=K2*0.5;     X[18]:=K2*0.85;
      X[12]:=K2*0.55;    X[19]:=K2*0.9;
      X[13]:=K2*0.6;     X[20]:=K2*0.95;
      X[14]:=K2*0.65;    X[21]:=K2;

      K3[1]:=1; K3[2]:=2; K3[3]:=3; K3[4]:=4; K3[5]:=5;
      K3[6]:=6; K3[7]:=7;
{-----}
{  EQUAÇÃO DA INTENSIDADE I PARA LIMEIRA (I=IM, K=100%)  }
{-----}
      E:=(EXP(LN(TR)*0.173));
      F:=(EXP(LN(TR)*0.005));
      G:=(F*1.087);
      H:=(B3+25);
      J2:=(EXP(LN(H)*G));
      I2:=( (4653.8*E)/J2);
{-----}
{  PRECIPITAÇÃO TOTAL  }
{-----}
      PT:=(I2*B3/60);
      P:=(PT/7);
{-----}
{  RESTRIÇÃO PARA ESCOAMENTO SUPERFICIAL  }
{-----}
      RE:=( (5080/CN)-50.8);
{-----}
{  PRECIPITAÇÃO ACUMULADA  }
{-----}
      FOR I:=1 TO 7 DO
      BEGIN
        PAC[I]:=K3[I]*P;
      END;
      FOR I:=1 TO 7 DO
      BEGIN
{-----}
{  PRECIPITAÇÃO EFETIVA  }
{-----}
        IF (PAC[I] > RE) THEN
        BEGIN
          K[I]:=(PAC[I]-RE);
          O[I]:=(EXP(LN(K[I])*2));
          O1[I]:=(PAC[I]+((20320/CN)-203.2));

```

```

        PE[I]:=(O[I]/O1[I]);
    END;
    IF (PAC[I]<=RE) THEN
        PE[I]:=0;
        PE2[I]:=(PE[I]-PE[I-1]);
        PE3[I]:=(PE2[I]/10);
    {-----}
    {          VAZÇO MUXIMA NO INTERVALO          }
    {-----}

        QMI[I]:=(PE3[I]*QUP);
    END;
    FOR I:=1 TO 7 DO
        BEGIN
    {-----}
    {          COEFICIENTES ANGULARES E LINEARES DAS RETAS          }
    {-----}

            A1[I]:=(QMI[I]/TP);
            A2[I]:=(-QMI[I]/(TB-TP));
            B1[I]:=(-A1[I]*W1[I]);
            B2[I]:=(-A2[I]*W2[I]);
        END;
    FOR I:=1 TO 7 DO
        BEGIN
            FOR J:=1 TO 21 DO
                BEGIN
    {-----}
    {          INTERVALOS DE VALIDADE DAS EQUAÇÕES CRESCENTES          }
    {-----}

                    IF (X[J]>=0) AND (X[J]<TP) THEN
                        Y1[J]:=A1[1]*X[J]+B1[1] ELSE
                        Y1[J]:=0;
                    IF (X[J]>D) AND (X[J]<(D+TP)) THEN
                        Y2[J]:=A1[2]*X[J]+B1[2] ELSE
                        Y2[J]:=0;
                    IF (X[J]>=2*D) AND (X[J]<((2*D)+TP)) THEN
                        Y3[J]:=A1[3]*X[J]+B1[3] ELSE
                        Y3[J]:=0;
                    IF (X[J]>=3*D) AND (X[J]<((3*D)+TP)) THEN
                        Y4[J]:=A1[4]*X[J]+B1[4] ELSE
                        Y4[J]:=0;
                    IF (X[J]>=4*D) AND (X[J]<((4*D)+TP)) THEN
                        Y5[J]:=A1[5]*X[J]+B1[5] ELSE
                        Y5[J]:=0;
                    IF (X[J]>=5*D) AND (X[J]<((5*D)+TP)) THEN
                        Y6[J]:=A1[6]*X[J]+B1[6] ELSE
                        Y6[J]:=0;
                    IF (X[J]>=6*D) AND (X[J]<((6*D)+TP)) THEN
                        Y7[J]:=A1[7]*X[J]+B1[7] ELSE
                        Y7[J]:=0;
                END;
            END;
        FOR I:=1 TO 7 DO
            BEGIN
                FOR J:=1 TO 21 DO
                    BEGIN
    {-----}
    {          INTERVALOS DE VALIDADE PARA AS EQUAÇÕES DECRESCENTES          }
    {-----}

```

```

{-----}
      IF (X[J]>=TP) AND (X[J]<TB) THEN
        G1[J]:=A2[1]*X[J]+B2[1] ELSE
        G1[J]:=0;
      IF (X[J]>=(D+TP)) AND (X[J]<(D+TB)) THEN
        G2[J]:=A2[2]*X[J]+B2[2] ELSE
        G2[J]:=0;
      IF (X[J]>=(2*D+TP)) AND (X[J]<(2*D+TB)) THEN
        G3[J]:=A2[3]*X[J]+B2[3] ELSE
        G3[J]:=0;
      IF (X[J]>=(3*D+TP)) AND (X[J]<(3*D+TB)) THEN
        G4[J]:=A2[4]*X[J]+B2[4] ELSE
        G4[J]:=0;
      IF (X[J]>=(4*D+TP)) AND (X[J]<(4*D+TB)) THEN
        G5[J]:=A2[5]*X[J]+B2[5] ELSE
        G5[J]:=0;
      IF (X[J]>=(5*D+TP)) AND (X[J]<(5*D+TB)) THEN
        G6[J]:=A2[6]*X[J]+B2[6] ELSE
        G6[J]:=0;
      IF (X[J]>=(6*D+TP)) AND (X[J]<(6*D+TB)) THEN
        G7[J]:=A2[7]*X[J]+B2[7] ELSE
        G7[J]:=0;
      END;
    END;
  FOR J:=1 TO 21 DO
    BEGIN
      {-----}
      {          SOMA GRÁFICA OU SOMA DAS COORDENADAS          }
      {-----}
      ST[J]:=(Y1[J]+Y2[J]+Y3[J]+Y4[J]+Y5[J]+Y6[J]+Y7[J]+
        G1[J]+G2[J]+G3[J]+G4[J]+G5[J]+G6[J]+G7[J]);
      END;
      VM:=ST[1];
      FOR J:=2 TO 21 DO
        {-----}
        {          OBTENÇÃO DO MAIOR VALOR DAS SOMAS, QMAX          }
        {-----}
        IF ST[J]>VM THEN
          VM:=ST[J];

          PET:=(PE2[1]+PE2[2]+PE2[3]+PE2[4]+PE2[5]+PE2[6]+PE2[7]);
          VOL:=(PET*A*1000);
          WRITELN(EX, ' VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS  ');
          WRITELN(EX, '=====');
          WRITELN(EX, 'ÁREA (km2).....= ',A:4:2);
          WRITELN(EX, 'L TOTAL (km).....= ',L:4:2);
          WRITELN(EX, 'LINHA S3 (m/km).....= ',S:4:2);
          WRITELN(EX, 'TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= ',B3:4:2);
          WRITELN(EX, 'INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= ',I2:4:2);
          WRITELN(EX, 'PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= ',PT:4:2);
          WRITELN(EX, 'DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= ',D:4:2);
          WRITELN(EX, 'TEMPO DE PICO (h).....= ',TP:4:2);
          WRITELN(EX, 'TEMPO DE BASE (h).....= ',TB:4:2);
          WRITELN(EX, 'VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= ',QUP:6:2);
          WRITELN(EX, 'VALOR DE CN (adim).....= ',CN:3:1);
          WRITELN(EX, 'COBERTURA DO SOLO.....= ',VEG);
          WRITELN(EX, 'RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= ',RE:6:2);

```

```

WRITELN(EX, 'TEMPO DE RETORNO (anos).....= ',TR:4:1);
WRITELN(EX, 'VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= ',VM:5:2);
WRITELN(EX, 'PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= ',PET:4:2);
WRITELN(EX, 'VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= ',VOL:8:2);
WRITELN(EX, '-----');
WRITELN(EX, 'INTERVALO          PE[I] (mm)          QMAX[I] ');
FOR I:=1 TO 7 DO
WRITELN(EX, '          ',I:2,'          ',PE2[I]:5:2,'          ',QMI[I]:5:2);
WRITELN(EX, '-----');
WRITELN(EX, '          SOMA DAS COORDENADAS          ');
WRITELN(EX, '-----');
WRITELN(EX, ' X  Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1 G2  G3  G4  G5 G6 G7 ST');
WRITELN(EX, '-----');
FOR J:=1 TO 21 DO
WRITELN(EX, ' ',X[J]:4:2,' ',Y1[J]:4:1,' ',Y2[J]:4:1,' ',Y3[J]:4:1,
          ' ',Y4[J]:4:1,' ',Y5[J]:4:1,' ',Y6[J]:4:1,' ',Y7[J]:4:1,
          ' ',G1[J]:4:1,' ',G2[J]:4:1,' ',G3[J]:4:1,' ',G4[J]:4:1,
          ' ',G5[J]:4:1,' ',G6[J]:4:1,' ',G7[J]:4:1,' ',ST[J]:5:1);
WRITELN(EX, '-----');
WRITELN(EX, 'VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = ',VM:6:3);
CLRSCR;
CLOSE(EX);
REPEAT UNTIL KEYPRESSED;
END.

```


Anexo 5

Resultados obtidos com o programa : HUT-SCS

```

.....VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS
=====
.....ÁREA (km2).....= 4.71
.....L TOTAL (km).....= 2.75
.....LINHA S3 (m/km).....= 21.27
.....TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
.....INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 56.90
.....PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 36.30
.....DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
.....TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
.....TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
.....VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
.....VALOR DE CN (adim).....= 75.0
.... .COBERTURA DO SOLO.....= cana
... ..RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 16.93
... ..TEMPO DE RETORNO (anos).....= 2.0
... ..VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 7.27
... ..PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 3.61
... ..VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 16984.15
-----

```

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.16	0.38
5	0.70	1.60
6	1.17	2.68
7	1.57	3.59

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.34	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
0.42	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
0.51	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
0.59	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
0.68	0.0	0.0	0.0	0.4	1.2	1.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.9	1.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	5.5
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.5	0.0	0.0	0.0	0.3	1.5	0.0	0.0	6.7
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	2.5	0.0	7.3
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	2.2	3.4	6.9
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	1.9	3.0	5.9
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	1.6	2.5	5.0
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	1.2	2.1	4.0
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	1.7	3.0
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	1.3	2.0
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	1.1
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 7.269

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 56.90
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 36.30
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 2.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 0.00
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 0.00
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 0.00
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE [I] (mm)      QMAX [I]
1              0.00        0.00
2              0.00        0.00
3              0.00        0.00
4              0.00        0.00
5              0.00        0.00
6              0.00        0.00
7              0.00        0.00
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X   Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.08 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.17 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.25 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.34 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.42 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.51 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.59 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.68 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.76 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.85 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.93 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
1.01 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
1.10 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
1.18 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
1.27 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
1.35 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
1.44 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
1.52 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
1.61 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
1.69 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 0.000

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 56.90
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 36.30
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 2.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 21.21
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 11.33
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 53345.52
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.10	0.23
3	0.99	2.27
4	1.80	4.11
5	2.39	5.48
6	2.85	6.51
7	3.20	7.31

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
0.34	0.0	0.1	0.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
0.42	0.0	0.2	1.3	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
0.51	0.0	0.2	1.7	2.2	1.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8
0.59	0.0	0.0	2.2	3.1	2.9	2.1	0.8	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2
0.68	0.0	0.0	0.0	3.9	4.0	3.4	2.2	0.0	0.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	4.6	3.6	0.0	0.2	1.8	3.8	0.0	0.0	0.0	19.1
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	5.1	0.0	0.1	1.5	3.3	5.1	0.0	0.0	21.0
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.1	1.3	2.8	4.4	6.1	0.0	21.2
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	2.3	3.8	5.3	6.9	19.4
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.8	3.1	4.6	6.0	16.3
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.3	2.5	3.8	5.2	13.3
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	1.8	3.0	4.3	10.2
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.2	2.2	3.5	7.3
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.5	2.6	4.6
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.7	2.4
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 21.209

VAZAO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÓDIA (mm/h).....= 65.30
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 41.66
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 75.0
COBERTURA DO SOLO.....= cana
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 5.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 11.11
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 5.59
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 26330.73
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE [I] (mm)      QMAX [I]
      1          0.00          0.00
      2          0.00          0.00
      3          0.01          0.02
      4          0.51          1.16
      5          1.17          2.68
      6          1.72          3.94
      7          2.18          4.99
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
      X      Y1      Y2      Y3      Y4      Y5      Y6      Y7      G1      G2      G3      G4      G5      G6      G7      ST
-----
0.00 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.08 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.17 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.25 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.34 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2
0.42 0.0 0.0 0.0 0.0 0.4 0.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.8
0.51 0.0 0.0 0.0 0.0 0.6 0.9 0.5 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 2.0
0.59 0.0 0.0 0.0 0.0 0.9 1.4 1.2 0.5 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 4.1
0.68 0.0 0.0 0.0 0.0 1.1 1.9 2.0 1.5 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 6.6
0.76 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 2.5 2.8 2.5 0.0 0.0 0.0 1.1 0.0 0.0 8.9
0.85 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 3.6 3.5 0.0 0.0 0.0 0.9 2.5 0.0 10.5
0.93 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 4.5 0.0 0.0 0.0 0.8 2.2 3.7 11.1
1.01 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.7 1.8 3.2 10.4
1.10 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.5 1.5 2.8 8.9
1.18 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.4 1.2 2.3 7.4
1.27 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 0.9 1.8 5.9
1.35 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.1 0.6 1.4 4.4
1.44 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.3 0.9 2.9
1.52 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.4 1.6
1.61 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.6 0.6
1.69 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 11.113

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 65.30
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 41.66
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 5.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 0.00
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 0.00
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 0.00
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.00	0.00
7	0.00	0.00

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 0.000

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 65.30
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 41.66
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 5.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 27.57
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 14.92
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 70271.31
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE [I] (mm)      QMAX [I]
      1          0.00          0.00
      2          0.29          0.67
      3          1.51          3.45
      4          2.44          5.58
      5          3.11          7.10
      6          3.60          8.23
      7          3.97          9.09
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X    Y1    Y2    Y3    Y4    Y5    Y6    Y7    G1    G2    G3    G4    G5    G6    G7    ST
-----
0.00 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.08 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.17 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.1
0.25 0.0 0.3 0.6 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.8
0.34 0.0 0.4 1.3 0.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 2.5
0.42 0.0 0.5 1.9 1.9 1.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 5.4
0.51 0.0 0.7 2.6 3.0 2.4 1.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 9.7
0.59 0.0 0.0 3.3 4.1 3.8 2.6 1.0 0.0 0.6 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 15.4
0.68 0.0 0.0 0.0 5.2 5.2 4.2 2.7 0.0 0.5 3.1 0.0 0.0 0.0 0.0 21.1
0.76 0.0 0.0 0.0 0.0 6.6 5.9 4.5 0.0 0.4 2.7 5.1 0.0 0.0 0.0 25.3
0.85 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 7.5 6.3 0.0 0.4 2.3 4.5 6.6 0.0 0.0 27.5
0.93 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 8.1 0.0 0.3 1.9 3.8 5.7 7.7 0.0 27.6
1.01 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 1.5 3.1 4.9 6.7 8.6 25.1
1.10 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.1 1.1 2.5 4.1 5.8 7.5 21.0
1.18 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.7 1.8 3.2 4.8 6.4 17.0
1.27 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.3 1.2 2.4 3.8 5.4 13.0
1.35 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.5 1.5 2.8 4.3 9.2
1.44 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.7 1.9 3.2 5.8
1.52 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.9 2.1 3.0
1.61 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 1.1 1.1
1.69 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 27.568

VAZÃO MÁXIMA MTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 72.47
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 46.24
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 75.0
COBERTURA DO SOLO.....= cana
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 10.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 14.81
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 7.53
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 35484.91
=====

```

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.09	0.22
4	0.86	1.97
5	1.61	3.69
6	2.23	5.10
7	2.74	6.26

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.34	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
0.42	0.0	0.0	0.1	0.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
0.51	0.0	0.0	0.2	1.1	1.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
0.59	0.0	0.0	0.2	1.5	2.0	1.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9
0.68	0.0	0.0	0.0	1.9	2.7	2.6	1.9	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	3.6	3.1	0.0	0.0	0.2	1.8	0.0	0.0	0.0	12.1
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	4.4	0.0	0.0	0.1	1.6	3.4	0.0	0.0	14.1
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.1	1.3	3.0	4.8	0.0	14.8
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	2.5	4.2	5.9	13.8
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	2.1	3.6	5.2	11.8
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.7	3.0	4.4	9.8
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.2	2.4	3.7	7.7
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	1.8	3.0	5.7
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.2	2.2	3.7
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.5	2.0
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 14.810

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 72.47
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 46.24
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 10.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 0.00
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 0.00
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 0.00
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE[I] (mm)      QMAX[I]
1              0.00        0.00
2              0.00        0.00
3              0.00        0.00
4              0.00        0.00
5              0.00        0.00
6              0.00        0.00
7              0.00        0.00
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X      Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.08  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.17  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.25  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.34  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.42  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.51  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.59  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.68  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.76  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.85  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.93  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
1.01  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
1.10  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
1.18  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
1.27  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
1.35  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
1.44  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
1.52  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
1.61  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
1.69  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
-----

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 0.000

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 72.47
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 46.24
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 10.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 33.40
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 18.17
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 85596.86
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.53	1.21
3	1.99	4.56
4	3.02	6.90
5	3.73	8.54
6	4.26	9.73
7	4.65	10.63

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
0.25	0.0	0.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
0.34	0.0	0.7	1.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
0.42	0.0	0.9	2.6	2.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
0.51	0.0	1.2	3.5	3.8	2.8	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4
0.59	0.0	0.0	4.4	5.1	4.5	3.1	1.1	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.3
0.68	0.0	0.0	0.0	6.5	6.2	5.0	3.2	0.0	0.9	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	6.9	5.3	0.0	0.8	3.6	6.3	0.0	0.0	0.0	30.9
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	7.4	0.0	0.7	3.1	5.5	7.9	0.0	0.0	33.4
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	0.0	0.5	2.5	4.7	6.9	9.1	0.0	33.3
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.0	3.9	5.9	8.0	10.0	30.1
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	3.1	4.9	6.8	8.8	25.2
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	2.3	3.9	5.7	7.5	20.3
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	2.9	4.5	6.3	15.5
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.9	3.4	5.0	10.9
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.2	3.8	6.8
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.5	3.6
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 33.405

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 83.16
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 53.06
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 75.0
COBERTURA DO SOLO.....= cana
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 25.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 20.93
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 10.80
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 50878.52
=====

```

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.37	0.85
4	1.45	3.33
5	2.33	5.34
6	3.04	6.94
7	3.61	8.25

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
0.34	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
0.42	0.0	0.0	0.5	1.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
0.51	0.0	0.0	0.6	1.8	1.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
0.59	0.0	0.0	0.8	2.5	2.8	2.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2
0.68	0.0	0.0	0.0	3.1	3.9	3.6	2.5	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	4.9	4.1	0.0	0.0	0.7	3.1	0.0	0.0	0.0	17.7
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	5.7	0.0	0.0	0.6	2.7	4.9	0.0	0.0	20.2
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	0.5	2.3	4.3	6.5	0.0	20.9
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.9	3.7	5.7	7.8	19.4
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.5	3.1	4.9	6.8	16.5
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	2.4	4.0	5.8	13.6
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	1.8	3.2	4.9	10.6
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.2	2.4	3.9	7.8
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.6	2.9	5.0
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.9	2.7
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 20.925

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 83.16
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 53.06
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 25.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 0.34
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 0.16
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 743.44
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.00	0.00
7	0.16	0.36

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 0.341

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 83.16
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 53.06
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 25.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 42.55
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 23.29
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 109677.55
=====

```

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.98	2.25
3	2.77	6.33
4	3.92	8.96
5	4.70	10.75
6	5.26	12.02
7	5.66	12.95

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
0.25	0.0	0.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
0.34	0.0	1.3	2.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
0.42	0.0	1.7	3.6	3.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9
0.51	0.0	2.2	4.8	4.9	3.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9
0.59	0.0	0.0	6.0	6.7	5.7	3.8	1.4	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.6
0.68	0.0	0.0	0.0	8.4	7.8	6.2	3.9	0.0	1.8	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	8.6	6.5	0.0	1.5	5.0	8.2	0.0	0.0	0.0	39.7
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	9.0	0.0	1.2	4.3	7.2	10.0	0.0	0.0	42.6
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	0.0	1.0	3.5	6.1	8.7	11.2	0.0	42.1
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	5.0	7.4	9.8	12.2	38.0
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.0	4.0	6.2	8.4	31.7
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	2.9	4.9	7.0	25.4
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.9	3.6	5.6	19.2
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.3	4.1	13.4
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.7	8.4
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	4.4
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 42.555

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

ÁREA (km2).....=	4.71
L TOTAL (km).....=	2.75
LINHA S3 (m/km).....=	21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....=	38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....=	92.27
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....=	58.87
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....=	0.09
TEMPO DE PICO (h).....=	0.43
TEMPO DE BASE (h).....=	1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....=	22.87
VALOR DE CN (adim).....=	75.0
COBERTURA DO SOLO.....=	cana
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....=	16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....=	50.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....=	26.62
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....=	13.89
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....=	65429.33

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.74	1.69
4	2.01	4.60
5	2.99	6.85
6	3.76	8.61
7	4.38	10.02

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
0.34	0.0	0.0	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
0.42	0.0	0.0	1.0	1.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
0.51	0.0	0.0	1.3	2.5	2.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
0.59	0.0	0.0	1.6	3.4	3.6	2.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5
0.68	0.0	0.0	0.0	4.3	5.0	4.4	3.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	6.1	5.0	0.0	0.0	1.3	4.2	0.0	0.0	0.0	23.0
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	7.0	0.0	0.0	1.1	3.7	6.3	0.0	0.0	26.0
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.9	3.1	5.5	8.1	0.0	26.6
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.6	4.7	7.0	9.5	24.6
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.0	3.9	6.0	8.3	20.8
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.5	3.1	5.0	7.1	17.1
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	2.3	4.0	5.9	13.3
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5	3.0	4.7	9.6
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.0	3.6	6.2
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.4	3.3
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 26.625

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MEDIA (mm/h).....= 92.27
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 58.87
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 50.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 1.24
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 0.58
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 2742.17
=====

```

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.05	0.12
7	0.53	1.21

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
0.68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.2
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	1.2
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	1.1
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	0.9
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	0.8
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.5
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 1.243

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MEDIA (mm/h).....= 92.27
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 58.87
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 50.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 50.66
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 27.85
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 131155.04
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	1.46	3.35
3	3.47	7.93
4	4.71	10.78
5	5.54	12.67
6	6.12	13.99
7	6.54	14.95

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
0.25	0.0	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
0.34	0.0	1.9	2.9	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4
0.42	0.0	2.6	4.5	3.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5
0.51	0.0	3.3	6.0	5.9	4.2	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1
0.59	0.0	0.0	7.6	8.0	6.7	4.4	1.6	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.3
0.68	0.0	0.0	0.0	10.1	9.2	7.2	4.5	0.0	2.6	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	40.9
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	10.0	7.5	0.0	2.2	6.3	9.9	0.0	0.0	0.0	47.5
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	10.4	0.0	1.8	5.3	8.6	11.7	0.0	0.0	50.7
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	0.0	1.4	4.4	7.3	10.2	13.1	0.0	49.9
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.5	6.1	8.8	11.4	14.1	44.9
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.5	4.8	7.3	9.8	12.4	37.4
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.6	3.5	5.8	8.1	10.6	29.8
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.2	4.3	6.5	8.8	22.5
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.8	4.8	7.1	15.6
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	3.2	5.3	9.7
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.5	5.1
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 50.664

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MEDIA (mm/h).....= 102.38
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 65.32
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 75.0
COBERTURA DO SOLO.....= cana
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 100.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 33.38
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 17.60
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 82878.54
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE[I] (mm)      QMAX[I]
1              0.00          0.00
2              0.03          0.08
3              1.24          2.84
4              2.68          6.13
5              3.77          8.61
6              4.60         10.53
7              5.27         12.05
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X  Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.08 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.17 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.25 0.0 0.0 0.5 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.5
0.34 0.0 0.0 1.0 0.9 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 2.0
0.42 0.0 0.1 1.6 2.1 1.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 5.0
0.51 0.0 0.1 2.2 3.3 2.9 1.3 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 9.7
0.59 0.0 0.0 2.7 4.6 4.6 3.3 1.3 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 16.5
0.68 0.0 0.0 0.0 5.8 6.3 5.4 3.6 0.0 0.1 2.6 0.0 0.0 0.0 0.0 23.7
0.76 0.0 0.0 0.0 0.0 8.0 7.5 6.0 0.0 0.1 2.2 5.6 0.0 0.0 0.0 29.4
0.85 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 9.6 8.4 0.0 0.0 1.9 4.9 8.0 0.0 0.0 32.8
0.93 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 1.6 4.2 7.0 9.9 0.0 33.4
1.01 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 1.2 3.5 5.9 8.6 11.4 30.7
1.10 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.9 2.7 4.9 7.4 10.0 25.9
1.18 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.6 2.0 3.9 6.1 8.5 21.2
1.27 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 1.3 2.9 4.9 7.1 16.4
1.35 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.6 1.9 3.6 5.7 11.8
1.44 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.9 2.4 4.3 7.5
1.52 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 1.1 2.8 4.0
1.61 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 1.4 1.4
1.69 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 33.377

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 102.38
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 65.32
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 100.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 2.80
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 1.34
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 6324.39
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.34	0.78
7	1.00	2.29

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
0.68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.8
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.4
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.1
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.7
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 2.804

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 4.71
L TOTAL (km).....= 2.75
LINHA S3 (m/km).....= 21.27
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 38.28
INTENSIDADE MEDIA (mm/h).....= 102.38
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 65.32
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.09
TEMPO DE PICO (h).....= 0.43
TEMPO DE BASE (h).....= 1.14
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 22.87
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 100.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 59.91
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 33.08
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 155790.68
-----

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.03	0.06
2	2.06	4.71
3	4.28	9.79
4	5.62	12.86
5	6.49	14.84
6	7.08	16.20
7	7.51	17.18

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
0.25	0.0	1.8	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
0.34	0.0	2.7	3.6	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3
0.42	0.1	3.6	5.5	4.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7
0.51	0.0	4.6	7.4	7.0	4.9	1.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0
0.59	0.0	0.0	9.4	9.6	7.9	5.1	1.8	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.0
0.68	0.0	0.0	0.0	12.1	10.8	8.3	5.2	0.0	3.7	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	49.0
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	11.5	8.6	0.0	3.1	7.7	11.8	0.0	0.0	0.0	56.5
0.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	12.0	0.0	2.6	6.6	10.3	13.8	0.0	0.0	59.9
0.93	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	0.0	2.0	5.4	8.8	12.0	15.2	0.0	58.7
1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	4.3	7.2	10.2	13.3	16.2	52.7
1.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	3.1	5.7	8.5	11.3	14.2	43.8
1.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.0	4.2	6.7	9.4	12.2	34.8
1.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.7	5.0	7.5	10.1	26.1
1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.2	5.6	8.1	18.1
1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.7	6.1	11.2
1.52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	4.1	5.8
1.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0
1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 59.909

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 84.39
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 26.85
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 75.0
COBERTURA DO SOLO.....= citros
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 2.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 1.52
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 1.04
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 1725.04
=====

```

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.06	0.09
6	0.35	0.56
7	0.63	1.02

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
0.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.3
0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	1.5
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	1.0	1.5
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.8	1.3
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	1.1
0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.9
0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.7
0.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.5
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3
0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
0.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 1.518

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 84.39
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 26.85
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 2.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 0.00
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 0.00
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 0.00
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.00	0.00
7	0.00	0.00

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 0.000

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 84.39
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 26.85
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 2.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 7.86
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 5.76
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 9560.17
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE[I] (mm)      QMAX[I]
      1          0.00          0.00
      2          0.00          0.00
      3          0.23          0.38
      4          0.80          1.29
      5          1.24          2.01
      6          1.60          2.58
      7          1.88          3.05
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X      Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.04  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.08  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.13  0.0  0.0  0.1  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.1
0.17  0.0  0.0  0.1  0.2  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.3
0.21  0.0  0.0  0.2  0.4  0.3  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.9
0.25  0.0  0.0  0.3  0.7  0.7  0.3  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  2.0
0.30  0.0  0.0  0.4  1.0  1.1  0.8  0.3  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  3.5
0.34  0.0  0.0  0.0  1.2  1.5  1.3  0.9  0.0  0.0  0.3  0.0  0.0  0.0  0.0  5.3
0.38  0.0  0.0  0.0  0.0  1.9  1.8  1.5  0.0  0.0  0.3  1.2  0.0  0.0  0.0  6.7
0.42  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  2.3  2.1  0.0  0.0  0.3  1.0  1.9  0.0  0.0  7.6
0.46  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  2.7  0.0  0.0  0.2  0.9  1.6  2.4  0.0  7.9
0.51  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.2  0.7  1.4  2.1  2.9  7.3
0.55  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.1  0.6  1.2  1.8  2.5  6.2
0.59  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.1  0.4  0.9  1.5  2.2  5.1
0.63  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.3  0.7  1.2  1.8  4.0
0.67  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.1  0.4  0.9  1.4  2.9
0.72  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.2  0.6  1.1  1.9
0.76  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.3  0.7  1.0
0.80  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.4  0.4
0.84  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
-----

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 7.857

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 97.03
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 30.87
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 75.0
COBERTURA DO SOLO.....= citros
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 5.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 2.85
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 1.97
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 3269.01
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.01	0.01
5	0.29	0.46
6	0.67	1.09
7	1.01	1.63

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
0.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	2.6
0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	0.0	2.9
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	1.5	2.7
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	1.3	2.4
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	1.2	2.0
0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	1.0	1.6
0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.8	1.2
0.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.9
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.5
0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
0.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 2.850

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 97.03
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 30.87
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 5.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 0.00
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 0.00
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 0.00
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE[I] (mm)      QMAX[I]
      1          0.00          0.00
      2          0.00          0.00
      3          0.00          0.00
      4          0.00          0.00
      5          0.00          0.00
      6          0.00          0.00
      7          0.00          0.00
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X   Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.04 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.08 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.13 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.17 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.21 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.25 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.30 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.34 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.38 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.42 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.46 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.51 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.55 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.59 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.63 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.67 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.72 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.76 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.80 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.84 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 0.000

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 97.03
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 30.87
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 5.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 10.74
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 7.99
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 13256.69
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.01	0.01
3	0.52	0.85
4	1.20	1.94
5	1.71	2.77
6	2.11	3.42
7	2.43	3.93

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.13	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
0.17	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
0.21	0.0	0.0	0.5	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
0.25	0.0	0.0	0.6	1.1	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
0.30	0.0	0.0	0.8	1.4	1.5	1.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
0.34	0.0	0.0	0.0	1.8	2.0	1.8	1.2	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6
0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	2.4	2.0	0.0	0.0	0.7	1.8	0.0	0.0	0.0	9.4
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	2.7	0.0	0.0	0.6	1.6	2.6	0.0	0.0	10.5
0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.5	1.3	2.2	3.2	0.0	10.7
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.1	1.9	2.8	3.7	9.9
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	1.6	2.4	3.2	8.4
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	1.3	2.0	2.8	6.8
0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.9	1.6	2.3	5.3
0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	1.2	1.9	3.8
0.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	1.4	2.4
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	1.3
0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
0.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 10.742

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

=====	
ÁREA (km2).....	= 1.66
L TOTAL (km).....	= 1.55
LINHA S3 (m/km).....	= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....	= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....	= 107.83
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....	= 34.30
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....	= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....	= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....	= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....	= 16.17
VALOR DE CN (adim).....	= 75.0
COBERTURA DO SOLO.....	= citros
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....	= 16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....	= 10.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....	= 4.24
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....	= 2.96
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....	= 4908.30

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.08	0.13
5	0.54	0.87
6	0.98	1.58
7	1.36	2.19

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
0.25	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
0.30	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
0.34	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3.2
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	0.0	0.0	3.9
0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	1.5	0.0	4.2
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	1.3	2.1	4.0
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	1.1	1.8	3.5
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	1.6	2.9
0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	1.3	2.3
0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	1.0	1.8
0.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.8	1.2
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.7
0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
0.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 4.237

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

ÁREA (km2).....	=	1.66
L TOTAL (km).....	=	1.55
LINHA S3 (m/km).....	=	41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....	=	19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....	=	107.83
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....	=	34.30
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....	=	0.05
TEMPO DE PICO (h).....	=	0.21
TEMPO DE BASE (h).....	=	0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....	=	16.17
VALOR DE CN (adim).....	=	52.0
COBERTURA DO SOLO.....	=	floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....	=	46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....	=	10.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....	=	0.00
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....	=	0.00
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....	=	0.00

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.00	0.00
7	0.00	0.00

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 0.000

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 107.83
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 34.30
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 10.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 13.39
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 10.06
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 16696.17
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE[I] (mm)      QMAX[I]
      1          0.00          0.00
      2          0.05          0.09
      3          0.81          1.31
      4          1.57          2.54
      5          2.14          3.46
      6          2.57          4.16
      7          2.91          4.70
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X   Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.04 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.08 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.13 0.0 0.0 0.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.3
0.17 0.0 0.1 0.5 0.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.9
0.21 0.0 0.1 0.7 0.9 0.5 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 2.2
0.25 0.0 0.1 1.0 1.4 1.2 0.5 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 4.1
0.30 0.0 0.0 1.3 1.9 1.8 1.3 0.5 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 6.9
0.34 0.0 0.0 0.0 2.4 2.5 2.1 1.4 0.0 0.1 1.2 0.0 0.0 0.0 0.0 9.7
0.38 0.0 0.0 0.0 0.0 3.2 3.0 2.3 0.0 0.1 1.0 2.3 0.0 0.0 0.0 11.9
0.42 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 3.8 3.3 0.0 0.0 0.9 2.0 3.2 0.0 0.0 13.2
0.46 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 4.2 0.0 0.0 0.7 1.7 2.8 3.9 0.0 13.4
0.51 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.6 1.4 2.4 3.4 4.4 12.3
0.55 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.4 1.1 2.0 2.9 3.9 10.3
0.59 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.3 0.8 1.6 2.4 3.3 8.4
0.63 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.1 0.5 1.2 1.9 2.8 6.5
0.67 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 0.8 1.4 2.2 4.6
0.72 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.3 0.9 1.7 3.0
0.76 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.5 1.1 1.6
0.80 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.6 0.6
0.84 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----

```

```

-----
VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 13.388
-----

```

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 123.96
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 39.43
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 75.0
COBERTURA DO SOLO.....= citros
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 25.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 6.68
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 4.72
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 7842.23
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE [I] (mm)      QMAX [I]
      1          0.00          0.00
      2          0.00          0.00
      3          0.00          0.00
      4          0.35          0.56
      5          0.97          1.57
      6          1.49          2.40
      7          1.92          3.11
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X      Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.04 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.08 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.13 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.17 0.0 0.0 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.1
0.21 0.0 0.0 0.0 0.2 0.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.4
0.25 0.0 0.0 0.0 0.3 0.5 0.3 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 1.1
0.30 0.0 0.0 0.0 0.4 0.8 0.8 0.3 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 2.3
0.34 0.0 0.0 0.0 0.5 1.1 1.2 0.9 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 3.8
0.38 0.0 0.0 0.0 0.0 1.4 1.7 1.6 0.0 0.0 0.0 0.5 0.0 0.0 0.0 5.2
0.42 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 2.2 2.2 0.0 0.0 0.0 0.4 1.5 0.0 0.0 6.2
0.46 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 2.8 0.0 0.0 0.0 0.4 1.3 2.2 0.0 6.7
0.51 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.3 1.1 2.0 2.9 6.3
0.55 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 0.9 1.7 2.6 5.4
0.59 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 0.7 1.4 2.2 4.5
0.63 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.1 0.5 1.1 1.8 3.6
0.67 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.1 0.3 0.8 1.5 2.7
0.72 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 0.5 1.1 1.8
0.76 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.3 0.7 1.0
0.80 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.4 0.4
0.84 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 6.675

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 123.96
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 39.43
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 25.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 0.00
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 0.00
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 0.00
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.00	0.00
7	0.00	0.00

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 0.000

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 123.96
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 39.43
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 25.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 17.59
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 13.39
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 22233.43
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.20	0.33
3	1.29	2.08
4	2.17	3.50
5	2.81	4.54
6	3.28	5.31
7	3.65	5.90

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
0.13	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
0.17	0.0	0.2	0.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
0.21	0.0	0.3	1.2	1.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3
0.25	0.0	0.3	1.6	1.9	1.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
0.30	0.0	0.0	2.0	2.6	2.4	1.7	0.6	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6
0.34	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	2.7	1.8	0.0	0.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3
0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	3.8	2.9	0.0	0.2	1.6	3.2	0.0	0.0	0.0	16.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	4.1	0.0	0.2	1.4	2.8	4.2	0.0	0.0	17.5
0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	0.1	1.2	2.4	3.7	5.0	0.0	17.6
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	2.0	3.1	4.3	5.6	16.0
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	1.6	2.6	3.7	4.9	13.5
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.1	2.1	3.1	4.2	10.9
0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	1.5	2.5	3.5	8.4
0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	1.8	2.8	5.9
0.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.2	2.1	3.7
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.4	2.0
0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7
0.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 17.586

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 137.74
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 43.82
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 75.0
COBERTURA DO SOLO.....= citros
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 50.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 9.06
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 6.48
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 10755.19
=====

```

INTERVALO	PE[I] (mm)	QMAX[I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.04	0.06
4	0.67	1.08
5	1.38	2.22
6	1.96	3.16
7	2.44	3.94

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
0.21	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
0.25	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
0.30	0.0	0.0	0.1	0.8	1.2	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
0.34	0.0	0.0	0.0	1.0	1.6	1.6	1.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.3	2.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0	7.3
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	2.7	0.0	0.0	0.0	0.9	2.1	0.0	8.6
0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.7	1.8	3.0	9.1
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.5	2.6	8.5
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.3	2.2	7.2
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	1.8	2.8	6.0
0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	1.5	2.3	4.8
0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	1.1	1.9	3.5
0.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	1.4	2.3
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	1.3
0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
0.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 9.055

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 137.74
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 43.82
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 50.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 0.00
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 0.00
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 0.00
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE [I] (mm)      QMAX [I]
      1          0.00          0.00
      2          0.00          0.00
      3          0.00          0.00
      4          0.00          0.00
      5          0.00          0.00
      6          0.00          0.00
      7          0.00          0.00
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X   Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.04 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.08 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.13 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.17 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.21 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.25 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.30 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.34 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.38 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.42 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.46 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.51 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.55 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.59 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.63 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.67 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.72 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.76 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.80 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.84 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----

```

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 0.000

```

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 137.74
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 43.82
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 50.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 21.40
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 16.43
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 27278.35
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE[I] (mm)      QMAX[I]
1              0.00        0.00
2              0.40        0.64
3              1.73        2.80
4              2.71        4.38
5              3.40        5.49
6              3.91        6.31
7              4.29        6.93
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X   Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.04 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.08 0.0 0.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.1
0.13 0.0 0.2 0.5 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.7
0.17 0.0 0.4 1.0 0.7 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 2.0
0.21 0.0 0.5 1.6 1.5 0.7 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 4.3
0.25 0.0 0.6 2.1 2.4 1.8 0.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 7.7
0.30 0.0 0.0 2.7 3.3 2.9 2.0 0.7 0.0 0.6 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 12.2
0.34 0.0 0.0 0.0 4.1 4.0 3.3 2.1 0.0 0.5 2.5 0.0 0.0 0.0 0.0 16.5
0.38 0.0 0.0 0.0 0.0 5.1 4.5 3.5 0.0 0.4 2.2 4.0 0.0 0.0 0.0 19.7
0.42 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 5.7 4.8 0.0 0.3 1.9 3.5 5.1 0.0 0.0 21.4
0.46 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 6.2 0.0 0.3 1.6 3.0 4.4 5.9 0.0 21.4
0.51 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 1.2 2.5 3.8 5.2 6.6 19.4
0.55 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.1 0.9 1.9 3.1 4.4 5.7 16.3
0.59 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.6 1.4 2.5 3.7 4.9 13.1
0.63 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 0.9 1.8 2.9 4.1 10.0
0.67 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.4 1.2 2.2 3.3 7.1
0.72 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.5 1.4 2.5 4.4
0.76 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.7 1.6 2.3
0.80 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.8 0.8
0.84 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 21.398

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 153.04
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 48.68
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 75.0
COBERTURA DO SOLO.....= citros
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 16.93
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 100.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 11.97
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 8.66
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 14375.32
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE[I] (mm)      QMAX[I]
      1          0.00          0.00
      2          0.00          0.00
      3          0.17          0.28
      4          1.07          1.72
      5          1.86          3.01
      6          2.51          4.06
      7          3.04          4.92
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X      Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.04  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.08  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.13  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.17  0.0  0.0  0.1  0.3  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.4
0.21  0.0  0.0  0.2  0.6  0.4  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  1.2
0.25  0.0  0.0  0.2  0.9  1.0  0.5  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  2.6
0.30  0.0  0.0  0.3  1.3  1.6  1.3  0.5  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  5.0
0.34  0.0  0.0  0.0  1.6  2.2  2.1  1.5  0.0  0.0  0.3  0.0  0.0  0.0  0.0  7.6
0.38  0.0  0.0  0.0  0.0  2.8  2.9  2.5  0.0  0.0  0.2  1.6  0.0  0.0  0.0  9.9
0.42  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  3.7  3.4  0.0  0.0  0.2  1.4  2.8  0.0  0.0  11.5
0.46  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  4.4  0.0  0.0  0.2  1.2  2.4  3.8  0.0  12.0
0.51  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.1  1.0  2.1  3.3  4.6  11.1
0.55  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.1  0.8  1.7  2.8  4.1  9.5
0.59  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.1  0.6  1.4  2.4  3.5  7.8
0.63  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.4  1.0  1.9  2.9  6.2
0.67  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.2  0.7  1.4  2.3  4.5
0.72  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.3  0.9  1.7  3.0
0.76  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.4  1.2  1.6
0.80  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.6  0.6
0.84  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
-----

```

```

-----
VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 11.966
-----

```

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

ÁREA (km2).....	=	1.66
L TOTAL (km).....	=	1.55
LINHA S3 (m/km).....	=	41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....	=	19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....	=	153.04
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....	=	48.68
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....	=	0.05
TEMPO DE PICO (h).....	=	0.21
TEMPO DE BASE (h).....	=	0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....	=	16.17
VALOR DE CN (adim).....	=	52.0
COBERTURA DO SOLO.....	=	floresta
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....	=	46.89
TEMPO DE RETORNO (anos).....	=	100.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....	=	0.02
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....	=	0.01
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....	=	22.58

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.00	0.00
7	0.01	0.02

SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 0.021

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS

```

=====
ÁREA (km2).....= 1.66
L TOTAL (km).....= 1.55
LINHA S3 (m/km).....= 41.19
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min).....= 19.09
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 153.04
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 48.68
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.05
TEMPO DE PICO (h).....= 0.21
TEMPO DE BASE (h).....= 0.57
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 16.17
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= solo arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm).....= 8.27
TEMPO DE RETORNO (anos).....= 100.0
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 25.90
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 19.98
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 33161.50
=====

```

```

-----
INTERVALO      PE [I] (mm)      QMAX [I]
      1          0.00          0.00
      2          0.68          1.09
      3          2.26          3.66
      4          3.34          5.39
      5          4.08          6.59
      6          4.61          7.46
      7          5.01          8.10
-----

```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X   Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.04 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.08 0.0 0.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2
0.13 0.0 0.4 0.6 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 1.0
0.17 0.0 0.6 1.3 0.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 2.8
0.21 0.0 0.8 2.1 1.9 0.9 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 5.7
0.25 0.0 1.1 2.8 2.9 2.2 0.9 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 9.9
0.30 0.0 0.0 3.5 4.0 3.5 2.4 0.8 0.0 1.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 15.2
0.34 0.0 0.0 0.0 5.1 4.8 3.8 2.4 0.0 0.9 3.3 0.0 0.0 0.0 0.0 20.3
0.38 0.0 0.0 0.0 0.0 6.1 5.3 4.0 0.0 0.7 2.9 4.9 0.0 0.0 0.0 24.0
0.42 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 6.8 5.6 0.0 0.6 2.5 4.3 6.1 0.0 0.0 25.9
0.46 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 7.2 0.0 0.5 2.0 3.7 5.3 7.0 0.0 25.7
0.51 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.3 1.6 3.0 4.6 6.1 7.7 23.3
0.55 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 1.2 2.4 3.8 5.2 6.7 19.5
0.59 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.1 0.7 1.8 3.0 4.3 5.7 15.6
0.63 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.3 1.1 2.2 3.5 4.8 11.9
0.67 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.5 1.4 2.6 3.8 8.3
0.72 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.7 1.7 2.9 5.2
0.76 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.8 1.9 2.7
0.80 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 1.0 1.0
0.84 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----

```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 25.899

Bibliografia

Referências bibliográficas

- ARCOVA, F.C.S.& DE CICCIO,V . Pesquisas em microbacias hidrográficas no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha-SP. II- Qualidade da água e geoquímica. In I FÓRUM DE GEO-BIO-HIDROLOGIA: ESTUDOS EM VERTENTES E MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS. Curitiba – PR. 13-15 /10/98. Anais.
- AZEVEDO,E.C.;COSTA,L.M.,FONTES,L.E.F.;PETERNELLI,L.A.Características físicas e químicas do deflúvio de microbacias hidrográficas cobertas com mata nativa, pastagem, e *Eucalyptus grandis*- Revista Árvore, vol 9, n.4, pg 559-571, 1995.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F.- Conservação do Solo. Editora Livroceres. 1985.
- CHAVES, H. M.L. , Aplicação de modelos na previsão da erosão. In V Simpósio Nacional de Controle de Erosão Anais. 22 a 25 de outubro. Bauru-SP.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo EDUSP, 1974

_____ Análise de Sistema em Geografia. Editora da Universidade de São Paulo.
São Paulo. 1979. 106 pag.

_____ Geomorfologia Fluvial. Ed. Ed. Blucher, 1981. 312 pag.

COOKE, R. U. & DOORNKAMP, J. C. - Geomorfology in Environmental Management. Segunda
Edição Clarendon Press- Oxford. 1990.

COSTA, J. L. A. T. - Contribuição de sedimentos por áreas agrícolas, devida a eventos pluviosos.
1988. 167 pg. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Faculdade de Engenharia
Civil- Universidade Estadual de Campinas. Limeira.

DENARDIN, J. E. - Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos.
1990. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”. Universidade
de São Paulo. Piracicaba.

DUNNE, T. – Studying Patterns of Soil Erosion in Kenya. FAO Soils Bull. 33: 109-122 .1979.

FREIRE, O. Apontamentos de Edafologia. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”.
Universidade de São Paulo Piracicaba-SP. 1984.

GARDE, R. J. & RANGA RAJU, K. G. – Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial
Stream Problems.- 1985. Índia.

GENOVEZ, A. M. - Métodos de Estimação de Vazões de Enchentes para Pequenas Apostila P-Gr-
016-100-Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. 1993.

GOUVEIA, M. I. F. - Plano Integrado de Controle de Erosão no Estado de São Paulo PICESP. In: II
Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. 24 -27/09/96. Rio de Janeiro-RJ Anais.

GUERRA, A J T & CUNHA, S.B. – Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos.

3ª Edição. Bertrand-Brasil.1998. Rio de Janeiro

HAAG,P.H. & SARRUGE, J.R.- Nutrição Mineral das Plantas- Apostila- Departamento de Química Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba.1972.

HONDA, E.A. & OCHIAI,H. – Influência do Uso do Solo no Escoamento Superficial e no Transporte de Sedimentos. – III Encontro de Engenharia de Sedimentos. Setembro /1998. Belo Horizonte – MG. Anais.

KORNDÖRFER, G.H. & DATNOFF,L.E. – “A adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz” – Informações Agronômicas, Piracicaba. 70:1-5. jun.1995.

LAL,R. & STEWART,B.A. (ED)- Soil Process and Water Quality.Advances in Soil Science 1994.

LEITE, J.O. - Interflow, overland and leaching of natural nutrientes on an Alfisol slope of southern Bahia, Brasil. Journal of Hidrology 80 (1985) 77-92. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.

LEVY, M.do C. T. C. – Avaliação da suscetibilidade das terras de Piracicaba por comparação de cenários. Piracicaba,1995. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” – Universidade de São Paulo.Piracicaba.

LOWDERMILK, W.C. – Man-made Deserts. Van Nostrand Reinhold Soil Science Series. Library of Congress Catalog Card number: 85-11083. Reprinted by Pacific Affairs : 8(4) 1935.

MARTINS, M.E. – “ Estudo de Diferentes Qualidades de Água na Lixiviação de Sais em Solos Salinos” .233 pg. Dissertação. (Mestrado em Hidráulica) Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo . 1990.São Carlos

-
- Levantamento hidráulico de superfície para fins de monitoramento hidrológico no riacho Água da Cachoeira. In II ENES- II Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Set/96. Rio de Janeiro-RJ. Anais.
- NASCIMENTO, A. P., MIRANDA, E.C., MARTINS, M.E. – Estimativa de Carga de Lavagem Transportada pelo Rio Atibaia/SP/Brasil. In: XIX Congresso Latino-americano de Hidráulica Tomo I- Hidráulica Fluvial. Córdoba, Argentina. 22-27 /10/2000.
- NOUR, E. A – Laboratório de Saneamento ApostilaP-Gr-817-100. Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas . Campinas 1996.
- NEARING, M. A. - Principles and process of soil erosion. Advances in Hydro- Science and Engineering. Vol1. Sam S. Y. Wang (ed) ISBN 0-937099-02-3 (2-Part Ser) 1993.
- OLIVEIRA, M.W.; TRIVELIN, P.C. O ; GAVA, C.J.C.; PENATTI, C.P. - Degradação da Palhada de Cana-de açúcar. Scientia Agricola, vol 56. nº 4 . out/dez 1999.
- PRADO, H. – Manejo dos Solos – Descrições Pedológicas e suas Implicações. Ed. Nobel.1991.
- RÍPOLI, T.C.C, MOLINA Jr, W.F., RÍPOLI,M.L.C – Energy Potencial of Sugarcane Biomass in Brazil. Scientia Agricola. vol. 57. nº 4. out/dez 2000.
- SAVANT, N.K., KONRNDORFER, G.H., DATNOFF,L.E., SNYDER,G.H. – Silicon Nutrition and Sugarcane Production: A Review1.- J.Plant Nutrition. 22(12):1853-1903. 1979.
- STANDARD METHODS- FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. Edited by Arnold E. Greenberg, Leonore S. Clesceri e Andrew D. Eaton. 1995.
- TAN,K.H. –Environmental Soil Science. 1994. Nova York.
- TISDALE,S.L.;NELSON,W.; BEATON,J.D. - Soil Fertility and Fertilizers Quarta edição. 1985.

VAN RAIJ, B. – Fertilidade do Solo e Adubação. Ed. Ceres.Potafos,1991. Piracicaba.

VIEIRA, D.B.; RIZZI, J. A ; SANTOS, E. B. – Efluente Cítrico na Fertirrigação : Estudo de caso.
In Seminário Internacional de Conservação de recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas. 20-24/11/2000. Anais.

VILLELA, S. M. & MATTOS,A.- Hidrologia Aplicada. São Paulo, McGraw -Hill do Brasil 1975.

WISCHMEIER, W.H. & SMITH,D.D. - Predicting Rainfall Erosion Losses: A guide planning.
Washington D.C., USDA,1978 58 pg (Handbook 537)

ZACHAR,D. – Soil Erosion. Bratislava,1982.547 pag.

Bibliografia consultada

ANEEL –O Estado das Águas no Brasil – 1999. MME – MMA/SRH –Brasília-DF.1999.

AGUIRRE, J.A. M. & SANCHEZ, J. C. R. – Restauração Hidrológica Florestal de Bacias Hidrográficas Curso –2. Seminário Internacional : Conservação de recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas. Campinas-SP. 20 a 24/11/2000.

CARVALHO, N. C. - Hidrossedimentologia Prática – Associação Brasileira de Recursos Hídricos 1996.

GOMES, P.R.- Fruticultura Brasileira. 1986. Editora Nobel.

GUIA RURAL ABRIL – Editora Abril . 1986.

HEIN, M. Espacialização de duas microbacias hidrográficas do rio Piracicaba para modelagem hidrológica. 2000. 291 pag Dissertação. (Mestrado em engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola UNICAMP. Campinas.

MEYER,L.D.& MUTCHLER, C.K.- Soil Erosion- An overview of on site and offsite consequences. Advances in Hydro-Science and Engineering. Vol1 Sam S.Y. Wang(ed). ISBN 0-937099-02-3 (2-Part Set) 1993.

O Estado de São Paulo (jornal) <http://www.estado.com.br/editorias/2001/03/23/ger255.html>

VILA NOVA,N.A.&REICHARDT,K. – Engenharia Hidrológica, cap 2. Vol 2. Associação Brasileira de Recursos Hídricos ED. UFRJ.

Abstract

MARTINS, Maria Eugenia. Sediment production in catchments occupied with sugar cane (*Saccharum, spp*) and orange (*Citrus, spp*).cultures. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2001. 317 pág. Tese.

An experimental on soil erosion research was developed in two agricultural catchments, with different predominant cultures – sugar cane and orange - to study sediment production and nutrients losses. The parameters used were liquid and solid discharges, sediments and soluble silica concentrations, total hardness of water and electrical conductivity . The influences of catchment morphology, fisiology and handling of the cultures, geometry stream channel and soil fertility were observed. The percentage composition of total sediments and the relative participation of calcium and magnesium in dissolved sediments were almost the same to the both catchments. The average concentration of soluble silica was superior in the sugarcane catchment stream. The sediment and silica specific losses were superior in the orange catchment considering small specific discharge.

Key words: sediments, catchment, nutrients, sugar cane and orange.