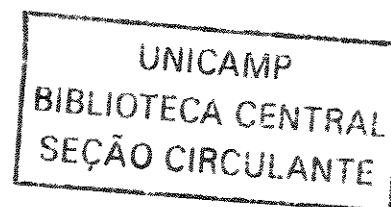


**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO POR
ASPERSÃO NA CULTURA DO MORANGO
(*FRAGARIA ANANASSA DUTCH*) NA
QUALIDADE DA ÁGUA DO MANANCIAL**

Renata Martins

**Campinas, SP
2000**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**


**INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO POR
ASPERSÃO DA CULTURA DO MORANGO
(*FRAGARIA ANANASSA DUTCH*) NA
QUALIDADE DA ÁGUA DO MANANCIAL**

Renata Martins

**Orientador:
Prof. Dr. Dirceu Brasil Vieira**

Dissertação de Mestrado 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 Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração Saneamento.

**Campinas, SP
2000**

Atesto que esta é a versão definitiva da dissertação.	
Prof. Dr.	
Matrícula	03843-1

21/01/03

UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	UNICAMP
	M366i
V	EX
TOMBO BC/	53259
PROC.	124103
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	23/04/03
Nº CPD	

CM00182145-6

313 ID 287892

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

M366i

Martins, Renata

Influência da irrigação por aspersão da cultura do morango (Fragaria Ananassa Dutch) na qualidade da água do manancial / Renata Martins.—Campinas, SP: [s.n.], 2000.

Orientador: Dirceu Brasil Vieira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.

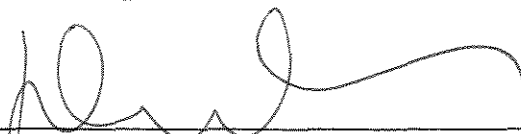
1. Água - Qualidade. 2. Escoamento. 3. Irrigação por aspersores. 4. Frutas - Cultivo. 5. Morango. I. Vieira, Dirceu Brasil. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

**INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO POR
ASPERSÃO DA CULTURA DO MORANGO
(*FRAGARIA ANANASSA*, DUTCH) NA
QUALIDADE DA ÁGUA DO MANANCIAL**

Renata Martins

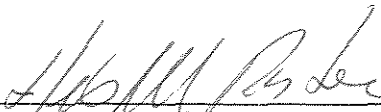
Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



Prof. Dr. Dirceu Brasil Vieira
Presidente e Orientador
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. José Roberto Guimarães
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Denis Miguel Roston
Universidade Estadual de Campinas

Campinas, 19 de Setembro de 2000.

2000/09/19

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Dirceu Brasil Vieira pela orientação, oportunidade, compreensão, estímulo e amizade durante a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Edson Aparecido Abdul Nour (Edinho), pela co-orientação e presença sempre agradável nas horas alegres e também nos momentos difíceis de meu trabalho.

Aos membros da Banca de Qualificação, Prof. Dr. Edson Aparecido Abdul Nour e Prof. Dr. José Roberto Guimarães pelas sugestões apresentadas.

Aos membros titulares da Banca de Defesa da Dissertação Prof. Dr. Denis Miguel Roston e Prof. Dr. José Roberto Guimarães e também aos suplentes, Prof^a Dr^a Eglé Novaes Teixeira e Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti.

Aos funcionários da Pós-Graduação, Paula, Carlos, Sandra por toda a atenção prestada.

À Faculdade de Engenharia Civil e ao Departamento de Saneamento e Ambiente, pelas instalações e recursos colocados à disposição, tornando possível a fase analítica deste estudo.

Aos proprietários das áreas estudadas – Sr. João Francisco Brollo, Sr. João Batista Nogueira, Sr. Carlos Enrico Kross e Sr. Emil Tenzer, por cederem suas áreas para a realização deste estudo.

Ao Agrônomo Sr. Péricles Capello Cruz, responsável pela Casa da Agricultura de Atibaia-SP, pela cordialidade, indicação das áreas e pelas informações muito úteis no decorrer do trabalho.

Aos amigos: Sandra Rozon, Luciano Zanella, Ana Paula Andreo, Naylson Maciel, Marta Siviero, Marco Roberto Pires, Edmar Santos, Maria Eugênia, Paulo Soldera, Obadias Pereira, Marcelo Balbino, Fábio Mateus, Marcelo Barros, Tiago Barros, Carlos Alcaide, Gustavo, Angela dos Santos, Patricia Mazzante, Adriana, Evandro, Luis Klusener, Prof. Bruno Coraucci Filho, Prof. Evaldo Miranda Coiado, sempre colaborando, de alguma forma, com o desenvolvimento deste trabalho, seja na descontração do ambiente, nas disciplinas, incentivando nos momentos difíceis ou mesmo dando “dicas” para um melhor aproveitamento. Com certeza, irão ficar sempre em minha memória.

— Aos meus amigos Milena Aparecida Rodrigues da Silva e Alexandre Pansani, por estarem sempre ao meu lado nos momentos felizes e também nos difíceis com uma palavra de carinho e incentivo, pelo apoio, companheirismo, enorme cooperação e também paciência no decorrer do meu trabalho.

Aos estagiários e técnicos do Laboratório de Saneamento, Rodrigo Thomazini, Telma Marsaliori, Hugo Sorbo Menilo, Carolina Farah e Marcelo Bartolomei, por sempre me ajudarem e me “socorrerem” quando mais precisava.

Ao Acácio Galvão Corrêa, por sempre me acompanhar nas coletas de amostras e por me “ensinar” sobre a vida agrícola e seus prazeres.

Ao motorista Aguinaldo de Souza Espíndola, por fazer de nossas viagens uma alegria e descontração total.

Aos meus pais, Francisco e Clarice, meu irmão Marcelo e minha irmã Ana Carolina, que sempre me incentivaram e deram todo o apoio necessário.

Agradecimentos

Aos amigos Élcio, Cecília e Lidiane que sempre estiveram presentes nos momentos de descontração apesar do dia a dia corrido.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro.

E a todos que torceram por mim, me incentivaram e colaboraram de alguma forma com o desenvolvimento do trabalho.

Sumário

	página
Sumário	viii
Lista de Tabelas	xi
Lista de Figuras	xxi
Lista de Abreviaturas e Símbolos	xxvii
Resumo	xxxii
1. Introdução	01
2. Objetivos	03
2.1 Objetivo Geral	03
2.2 Objetivos Específicos	03
3. Revisão Bibliográfica	04
3.1 A Importância da Água e de sua Qualidade	04
3.2 Os Problemas da Poluição	08
3.3 Importantes Parâmetros de Monitoração	11
3.4 A Ocorrência de Pesticidas nas Águas	13
3.5 Compostos de Nitrogênio Presentes na Água	15
3.6 Compostos de Fósforo Presentes na Água	18
3.7 Método de Irrigação	20
3.8 Cultura do Morango	20
4. Metodologia	22
4.1 Seleção das Propriedades	22
4.2 Coleta de Amostras	28
4.3 Medição da Vazão	29

4.4	Parâmetros Monitorados	33
4.5	Análise dos Dados Obtidos	33
5.	Resultados e Discussão	35
5.1	Potencial Hidrogeniônico (pH)	35
5.2	Oxigênio Dissolvido (OD)	43
5.3	Alcalinidade	51
5.4	Dureza	59
5.5	Condutividade Elétrica	66
5.6	Turbidez	73
5.7	Sólidos Totais (ST)	81
5.8	Sólidos Totais Fixos (STF)	89
5.9	Sólidos Suspensos Totais (SST)	96
5.10	Sólidos Suspensos Fixos (SSF)	103
5.11	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	110
5.12	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	118
5.13	Nitrogênio-Amônia	124
5.14	Nitrato	131
5.15	Nitrito	138
5.16	Fósforo Total	144
6.	Conclusões	152
7.	Referências Bibliográficas	155
8.	Referências Consultadas	160
Abstract	162
Anexos	163
Anexo A – Determinação do Fósforo Total e		
	da Série Nitrogênio	164
A.1	Determinação do Fósforo Total	165
A.1.1	Métodos para a Determinação de Fósforo Total	165
A.1.2	Reagentes	166
A.1.3	Soluções Estoque	166

A.1.4 Equipamentos e Acessórios	167
A.1.5 Procedimento Experimental	167
A.2 Determinação da Série Nitrogênio	168
A.2.1 Reagentes	168
A.2.2 Soluções Estoque	168
A.2.3 Equipamentos e Acessórios	169
A.2.4 Metodologia	170
A.2.5 Distribuição entre as Formas da Amônia	171
A.2.6 Amostragem	172
A.2.7 Procedimento Experimental	173
A.2.8 Cálculos	177
Anexo B – Dados Obtidos da Análise dos Diferentes Parâmetros de	
Monitoração Durante o Estudo	179

Lista de Tabelas

	página
3.1 Classificação das águas doces em função dos usos preponderantes (Resolução CONAMA nº 20, 18/06/86)	06
3.2 Principais agentes poluidores das águas	07
3.3 Valores de DBO ₅ em função das características do curso d'água	12
3.4 Teores mínimos permissíveis de oxigênio dissolvido (CONAMA nº 20, 18/06/86)	12
3.5 Contribuições unitárias típicas de fósforo	18
4.1 Dados de velocidades pontuais medidas e suas respectivas vazões no manancial da propriedade 1	31
4.2 Dados de velocidades pontuais medidas, e suas respectivas vazões, no manancial da propriedade 2	32
4.3 Dados de velocidades pontuais medidas, e suas respectivas vazões, no manancial da propriedade 3	32
4.4 Modelo utilizado para a realização da análise estatística	34
5.1 Dados da análise de pH do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	36
5.2 Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2	37
5.3 Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 3 e 4	37

5.4	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	38
5.5	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	39
5.6	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3	40
5.7	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4	41
5.8	Dados da análise de oxigênio dissolvido (mg O ₂ /L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	44
5.9	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2	45
5.10	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 3 e 4	45
5.11	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	46
5.12	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	47
5.13	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3	48
5.14	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 04	49
5.15	Dados da análise de alcalinidade (mg CaCO ₃ /L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	52
5.16	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2	51

5.17	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre a água do escoamento superficial e a jusante no manancial nas propriedades 3 e 4	52
5.18	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	53
5.19	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	54
5.20	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3	55
5.21	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4	57
5.22	Dados da análise de dureza ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	60
5.23	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de dureza entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 2 e 4	59
5.24	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de dureza entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	61
5.25	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de dureza entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	62
5.26	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de dureza entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3	63
5.27	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de dureza entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4	64
5.28	Dados da análise de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	67
5.29	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2	66

5.30	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial na propriedade 4.....	66
5.31	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	68
5.32	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	69
5.33	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3	70
5.34	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4	72
5.35	Dados de análise de turbidez (NTU) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	75
5.36	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2	74
5.37	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 3 e 4	75
5.38	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	76
5.39	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	77
5.40	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3	79
5.41	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4	80
5.42	Dados de análise de sólidos totais (mg/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	83
5.43	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial na propriedade 2	82

5.44	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	84
5.45	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	85
5.46	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3	86
5.47	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4	87
5.48	Dados da análise de sólidos totais fixos (mg/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	90
5.49	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais fixos entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 1	89
5.50	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais fixos entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 2	92
5.51	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais fixos entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 3.....	93
5.52	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais fixos entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 4	95
5.53	Dados da análise de sólidos suspensos totais (mg/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	97
5.54	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos totais entre o ponto a montante e a jusante e na propriedade 1	98
5.55	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos totais entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 2	99
5.56	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos totais entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 3	100
5.57	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos totais entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 4	101
5.58	Dados da análise de sólidos suspensos fixos (mg/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	104

5.59	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos fixos entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 1	105
5.60	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos fixos entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 2	106
5.61	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos fixos entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 3	107
5.62	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos fixos entre o ponto a montante e a jusante na propriedade 4	108
5.63	Dados da análise da demanda química de oxigênio (mg O ₂ /L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	111
5.64	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2	111
5.65	—Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial na propriedade 4	112
5.66	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	112
5.67	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	114
5.68	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.....	115
5.69	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4	116
5.70	Dados da análise da demanda bioquímica de oxigênio (mg O ₂ /L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	119
5.71	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda bioquímica de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	119
5.72	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda bioquímica de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	121

5.73	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda bioquímica de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3	122
5.74	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda bioquímica de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4	123
5.75	Dados da análise do nitrogênio-amoniaco (mg N/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	126
5.76	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrogênio-amoniaco entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	125
5.77	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrogênio-amoniaco entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	128
5.78	Dados da análise do nitrato (mg N/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP	132
5.79	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrato entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial na propriedade 2	133
5.80	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrato entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	133
5.81	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrato entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	135
5.82	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrato entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3	136
5.83	Dados da análise do nitrito (mg N/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.....	139
5.84	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrito entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	140
5.85	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrito entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	141
5.86	Dados da análise do fósforo (mg P/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.....	145
5.87	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de fósforo entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial na propriedade 2	146

5.88	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de fósforo entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1	146
5.89	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de fósforo entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2	148
5.90	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de fósforo entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3	149
5.91	Resultado da análise estatística dos dados obtidos de fósforo entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4	150
A.1	Procedimento para armazenagem das amostras a serem analisadas	172
A.2	Quantidades da solução padrão para a curva de calibração	173
A.3	Modelo de cálculo para as concentrações de nitrogênio	178
B.1	Dados da análise de pH da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	180
B.2	Dados da análise de pH da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	181
B.3	Dados da análise de oxigênio dissolvido (mg O ₂ /L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	182
B.4	Dados da análise de oxigênio dissolvido (mg O ₂ /L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	183
B.5	Dados da análise de alcalinidade (mg CaCO ₃ /L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	184
B.6	Dados da análise de alcalinidade (mg CaCO ₃ /L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	185
B.7	Dados da análise de dureza (mg CaCO ₃ /L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	186
B.8	Dados da análise de dureza (mg CaCO ₃ /L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	187
B.9	Dados da análise de condutividade elétrica (μS cm ⁻¹) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	188
B.10	Dados da análise de condutividade elétrica (μS cm ⁻¹) da água coletada	

	nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	189
B.11	Dados da análise de turbidez (NTU) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.....	190
B.12	Dados da análise de turbidez (NTU) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.....	191
B.13	Dados da análise de sólidos totais (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	192
B.14	Dados da análise de sólidos totais (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	193
B.15	Dados da análise de sólidos totais fixos (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	194
B.16	Dados da análise de sólidos totais fixos (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	195
B.17	Dados da análise de sólidos suspensos totais (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	196
B.18	Dados da análise de sólidos suspensos totais (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	197
B.19	Dados da análise de sólidos suspensos fixos (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	198
B.20	Dados da análise de sólidos suspensos fixos (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	199
B.21	Dados da análise de demanda química de oxigênio (mg O ₂ /L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	200
B.22	Dados da análise de demanda química de oxigênio (mg O ₂ /L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	201
B.23	Dados da análise de demanda bioquímica de oxigênio (mg O ₂ /L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	202
B.24	Dados da análise de demanda bioquímica de oxigênio (mg O ₂ /L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.....	203

B.25	Dados da análise de N-Amoniacal (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	204
B.26	Dados da análise de N-Amoniacal (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	205
B.27	Dados da análise de nitrato (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	206
B.28	Dados da análise de nitrato (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	207
B.29	Dados da análise de nitrito (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	208
B.30	Dados da análise de nitrito (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	209
B.31	Dados da análise de fósforo total (mg P/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP	210
B.32	Dados da análise de fósforo total (mg P/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP	211

Lista de Figuras

	página
3.1 Esquema de algumas contribuições da atividade agrícola na contaminação das águas	08
3.2 Evolução do processo de eutrofização de um lago ou represa	10
3.3 Ciclo do nitrogênio no solo	16
4.1 Localização das quatro propriedades estudadas (sem escala)	23
4.2 Esquema dos pontos de coleta no manancial da propriedade 1	24
4.3 Esquema dos pontos de coleta no manancial da propriedade 4	25
4.4 Esquema dos pontos de coleta no manancial da propriedade 3	26
4.5 Esquema dos pontos de coleta no manancial da propriedade 2	27
4.6 Corte de um rio e as verticais escolhidas para a medição das velocidades	30
5.1 Comportamento do pH no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	38
5.2 Comportamento do pH no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	39
5.3 Comportamento do pH no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	40
5.4 Comportamento do pH no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	41
5.5 Alteração do pH nos mananciais das propriedades estudadas em	

Jarinú – SP	42
5.6 Comportamento da OD no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	46
5.7 Comportamento da OD no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	47
5.8 Comportamento da OD no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	48
5.9 Comportamento da OD no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	50
5.10 Alteração da OD nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	50
5.11 Comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	53
5.12 Comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	54
5.13 Comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	56
5.14 Comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	58
5.15 Alteração da alcalinidade nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	58
5.16 Comportamento da dureza no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	61
5.17 Comportamento da dureza no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	62
5.18 Comportamento da dureza no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	63
5.19 Comportamento da dureza no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	64
5.20 Alteração da dureza nos mananciais das propriedades estudadas em	

Jarinú – SP	65
5.21 Comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	68
5.22 Comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	70
5.23 Comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	71
5.24 Comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	72
5.25 Alteração da condutividade elétrica nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	73
5.26 Comportamento da turbidez no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	77
5.27 Comportamento da turbidez no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	78
5.28 Comportamento da turbidez no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	79
5.29 Comportamento da turbidez no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	80
5.30 Alteração da turbidez nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	81
5.31 Comportamento dos sólidos totais nos mananciais da propriedade 1 ao longo do tempo	84
5.32 Comportamento dos sólidos totais no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	85
5.33 Comportamento dos sólidos totais no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	86
5.34 Comportamento dos sólidos totais no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	87
5.35 Alteração dos sólidos totais nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	88
5.36 Comportamento dos sólidos totais fixos no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	91
5.37 Comportamento dos sólidos totais fixos no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	

	longo do tempo	92
5.38	Comportamento dos sólidos totais fixos no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	93
5.39	Comportamento dos sólidos totais fixos nos mananciais da propriedade 4 ao longo do tempo	94
5.40	Alteração dos sólidos totais fixos nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	96
5.41	Comportamento dos sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	98
5.42	Comportamento dos sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	99
5.43	Comportamento dos sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	101
5.44	Comportamento dos sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	102
5.45	Alteração dos sólidos suspensos totais nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	103
5.46	Comportamento dos sólidos suspensos fixos no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	105
5.47	Comportamento dos sólidos suspensos fixos no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	106
5.48	Comportamento dos sólidos suspensos fixos no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	107
5.49	Comportamento dos sólidos suspensos fixos no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	108
5.50	Alteração dos sólidos suspensos fixos nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	109
5.51	Comportamento da demanda química de oxigênio no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	113
5.52	Comportamento da demanda química de oxigênio no manancial da propriedade 2	

	ao longo do tempo	114
5.53	Comportamento da demanda química de oxigênio no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	115
5.54	Comportamento da demanda química de oxigênio no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	116
5.55	Alteração da demanda química de oxigênio nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	117
5.56	Comportamento da demanda bioquímica de oxigênio no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	120
5.57	Comportamento da demanda bioquímica de oxigênio no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	121
5.58	Comportamento da demanda bioquímica de oxigênio no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	122
5.59	Comportamento da demanda bioquímica de oxigênio no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	123
5.60	Alteração da demanda bioquímica de oxigênio nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	124
5.61	Comportamento do N-Amoniacal no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	127
5.62	Comportamento do N-Amoniacal no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	128
5.63	Comportamento do N-Amoniacal no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	129
5.64	Comportamento do N-Amoniacal no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	130
5.65	Alteração do N-Amoniacal nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	131
5.66	Comportamento do nitrato no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	134
5.67	Comportamento do nitrato no manancial da propriedade 2 ao	

	longo do tempo	135
5.68	Comportamento do nitrato no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	136
5.69	Comportamento do nitrato no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	137
5.70	Alteração do nitrato nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	138
5.71	Comportamento do nitrito no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	140
5.72	Comportamento do nitrito no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	141
5.73	Comportamento do nitrito no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	142
5.74	Comportamento do nitrito no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	143
5.75	Alteração do nitrito nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	144
5.76	Comportamento do fósforo no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo	147
5.77	Comportamento do fósforo no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo	148
5.78	Comportamento do fósforo no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo	149
5.79	Comportamento do fósforo no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo	150
5.80	Alteração do fósforo nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP	151
A.1	Esquema do injetor de acrílico utilizado no sistema FIA	170
A.2	Esquema da cela de difusão utilizada no sistema FIA	171
A.3	Esquema do sistema FIA para as formas amoniacal e kjeldahl	174
A.4	Esquema do sistema FIA para as formas nitrato e nitrito	175

Lista de Abreviações e Símbolos

- Ag: prata
- AgSO_4 : sulfato de prata
- As: arsênio
- B: boro
- Ca: cálcio
- CaCO_3/L : carbonato de cálcio por litro
- CATI: Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada
- Cd: cádmio
- cm: centímetro
- CO_2 : dióxido de carbono
- CONAMA: Conselho Nacional de Meio Ambiente
- Cr: cromo
- Cu: cobre
- CuSO_4 : sulfato de cobre
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: sulfato de cobre penta hidratado
- DAEE: Departamento de Água e Energia Elétrica
- DBO: demanda bioquímica de oxigênio
- DBO_5 : demanda bioquímica de oxigênio (5 dias)
- DQO: demanda química de oxigênio
- E: amostra do escoamento superficial nas propriedades monitoradas
- EDTA: ácido etilenodinitrilotetracético sal dissódico
- EUA: Estados Unidos da América
- F: variável de Student

- F_c : variável de Student calculado
- F_t : variável de Student tabelado
- FIA: Flow Injection Analysis
- FV: fator de variância
- g: grama
- G 5: guarita 5 (Unicamp)
- GL: graus de liberdade
- H^+ : hidrogênio
- ha: hectares
- H_2O : água
- Hg: mercúrio
- $HgSO_4$: sulfato de mercúrio
- HgO : óxido de mercúrio
- $H_2PO_4^{2-}$: ortofosfato
- H_2SO_4 : ácido sulfúrico
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- J: amostra a jusante nas propriedades
- K: potássio
- km: quilômetro
- km^2 : quilômetro quadrado
- $kgP/km^2 \cdot ano$: quilograma de fósforo por quilômetro quadrado por ano
- $K_2Cr_2O_7$: dicromato de potássio
- KI: iodeto de potássio
- KNO_3 : nitrato de potássio
- K_2SO_4 : sulfato de potássio
- L: litro
- l_i : largura da faixa de influência
- Log: logaritmo
- M: molar
- m: metro

- m^3/s : metro cúbico por segundo
- mg: miligrama
- Mg: magnésio
- mg/L: miligrama por litro
- $\text{mg O}_2/\text{L}$: miligrama de oxigênio por litro
- $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$: miligrama de carbonato de cálcio por litro
- mL: mililitro
- mm: milímetro
- m.o.: matéria orgânica
- N: nitrogênio
- NaOH: hidróxido de sódio
- NH_3 : amônia
- NH_4^+ : íon amônio
- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: sulfato de amônio
- Ni: níquel
- NO_3^- : íon nitrato
- NO_2^- : íon nitrito
- N_2O : óxido de nitrato
- nm: nanômetro
- O_2 : oxigênio
- OD: oxigênio dissolvido
- OH⁻: hidróxido
- P: fósforo
- P 1: propriedade 1 – Sítio Jarinú
- P 2: propriedade 2 – Sítio São Pedro
- P 3: propriedade 3 – Sítio São Jorge
- P 4: propriedade 4 – Sítio Shambalah
- Pb: chumbo
- pH: potencial hidrogeniônico
- PO_4^{3-} : íon fosfato

- PTFE: polietetrafluoretileno
- Q: vazão
- QM: quadrados médios
- res.: resíduo
- reg.: regressão
- rps: rotações por segundo
- S: sul
- SFA: sulfato ferroso amoniacal
- SMEWW: Standard Methods of Examination of Water and Wastewater
- SP: São Paulo
- SQ: soma de quadrados
- Sr.: senhor
- SS: sólidos em suspensão
- SSF: sólidos suspensos fixos
- SST: sólidos suspensos totais
- SSV: sólidos suspensos voláteis
- ST: sólidos totais
- STD: sólidos totais dissolvidos
- STF: sólidos totais fixos
- STV: sólidos totais voláteis
- SVD: sólidos voláteis dissolvidos
- UNT: unidade nefelométrica de turbidez
- V_v : velocidade média na vertical
- Zn: zinco
- Y: variável y da equação linear
- Y_f : profundidade da faixa de influência
- X: variável x da equação linear
- W: oeste
- %: percentagem
- <: menor

- >: maior
- °C: graus centígrados
- °: grau
- ': minuto
- μS : microSiemens
- $\mu\text{S cm}^{-1}$: microSiemens por centímetro
- Σ : somatória

Resumo

MARTINS, Renata. **Influência da Irrigação por Aspersão na Cultura do Morango (*Fragaria ananassa* Dutch) na Qualidade da Água do Manancial.** Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2000. 211 f. Dissertação de Mestrado.

O escoamento superficial nas propriedades agrícolas é um sério problema na poluição dos mananciais. Geralmente, as propriedades adotam o sistema de irrigação por aspersão, sendo que neste, o retorno de água é ainda maior. O escoamento superficial leva para o rio, defensivos agrícolas e também sedimentos, podendo alterar as características do mesmo. O presente trabalho teve por objetivo, determinar o grau de contribuição do excedente da água de retorno da irrigação do morango na poluição dos mananciais de água em relação aos parâmetros de qualidade da água (pH, OD, Alcalinidade, Dureza, Condutividade Elétrica, Turbidez, Sólidos Totais, Sólidos Totais Fixos, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Suspensos Fixos, DQO, DBO, Nitrogênio Amoniacal, Nitrato, Nitrito e Fósforo Total). O estudo foi conduzido em mananciais diferentes de quatro propriedades localizadas na região de Atibaia, maior produtora de morangos do estado de São Paulo, sendo que o sistema de irrigação utilizado nas propriedades é o de aspersão convencional. Verificou-se ao final do estudo, que alguns parâmetros tiveram um aumento significativo durante o período de monitoração (condutividade elétrica, sólidos em suspensão, etc), mostrando o potencial poluidor do escoamento superficial e indicando que o estudo desse tipo de efluente deve ser monitorado para que não ocorram maiores problemas em relação à biota aquática.

Palavras chave: Irrigação, Morango, Escoamento Superficial, Qualidade da Água.

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a qualidade das águas superficiais e sua possível escassez fez com que grandes esforços fossem direcionados para que os requisitos básicos dos padrões de potabilidade e de qualidade ambiental fossem seguidos e utilizados.

Os esgotos (domésticos, industriais e agrícolas) geralmente são despejados nos rios sem o devido tratamento. Os rios são poluídos de tal forma que, em alguns casos, ter-se-á dificuldades para se retornar à qualidade da água.

Com a fiscalização cada vez mais austera e rígida por parte dos órgãos fiscalizadores e com o advento dos comitês das bacias hidrográficas, os usos da água e sua posterior descarga aos mananciais vêm sendo revistas.

Os despejos agrícolas, além de serem considerados de grande potencial poluidor, às vezes, são em grandes quantidades. Isto gera uma carga muito grande de poluentes químicos, físicos e biológicos.

Algumas culturas são reconhecidamente mais poluidoras que outras, como é o caso do tomate, batata e morango.

A cultura do morango (*Fragaria ananassa*, Dutch) normalmente é conduzida sob irrigação sistemática, sendo desenvolvida em canteiros cobertos com um filme de polietileno preto, onde as mudas são plantadas em furos previamente espaçados. Tal procedimento, tem como principais vantagens o controle de plantas daninhas, a manutenção da umidade do solo e a possibilidade de produção de frutos isentos do contato com a terra.

A região de Atibaia, no Estado de São Paulo, é uma das mais importantes produtoras de morangos no país, sendo praticamente toda a cultura irrigada por aspersão convencional. O conjunto representado pelas áreas com frutas, ocupa 641,3 ha da área irrigada, o que corresponde

a 64,6 % do total. Em relação aos sistemas de irrigação utilizados, há uma absoluta predominância da aspersão convencional, a qual representa 78,9 % do total.

Cerca de 45 % da água de irrigação aplicada por aspersão, na lavoura de morango, é perdida. Tal perda se dá por evaporação e, principalmente, por escoamento superficial. A erosão do solo e o escoamento superficial, associados ao arraste, estão entre os principais processos que afetam a qualidade da água.

A região de Atibaia localiza-se nos altos da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, uma das principais do Estado de São Paulo, com sérios problemas de água, tanto quantitativa e qualitativamente. Esta, tem uma área de 11.020 km² e forma alongada. A preocupação é cada vez maior em relação aos despejos agrícolas que nela chegam.

Mesmo com todo o problema dos despejos agrícolas, nota-se que a absoluta maioria das propriedades não faz controle do consumo de água, haja vista a grande discussão sobre a cobrança do uso da água dos agricultores. Estes, não dispõem de informações sobre a quantidade de água que deverão fornecer às culturas e, portanto, há uma tendência generalizada em se utilizar água em excesso.

E finalmente, deve-se acrescentar que a poluição dos mananciais pelos defensivos agrícolas e também pelos efluentes domésticos e industriais, torna a água muitas vezes imprópria para a prática da irrigação.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi determinar o grau de contribuição do excedente de água de irrigação da cultura do morango na poluição de mananciais de água.

2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram:

- verificar a alteração da qualidade da água nos mananciais em relação aos parâmetros pH, oxigênio dissolvido, alcalinidade, dureza, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais e sólidos em suspensão, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e fósforo e;
- verificar se a concentração de nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e fósforo foi maior que as estipuladas pela legislação e se interferiu na qualidade da água dos mananciais estudados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica apresentada neste estudo foi dividida em seis partes, conforme os temas abordados.

3.1. A Importância da Água e de sua Qualidade

A água é uma substância grandemente difundida na natureza, onde é encontrada principalmente na forma líquida. Isto constitui um fato excepcional, se considerarmos que as únicas substâncias minerais líquidas que se encontram naturalmente na superfície da Terra são, além desta, o mercúrio elementar, de ocorrência muito rara, e o gás carbônico (CO_2) líquido, presente, algumas vezes, no interior de cristais de quartzo, naturalmente mantido a pressão muito elevada. O próprio fato dessa substância se apresentar no estado líquido, à temperatura ordinária, constitui uma singularidade (BRANCO, 1986).

BRANCO (1986) comenta ainda, que os rios constituem um ambiente ecológico caracterizado, especialmente, pela presença de correnteza. Além disso, não chegam, em condições naturais, a possuir concentrações tão elevadas de substâncias nutritivas quanto os lagos, que têm possibilidade de concentrá-las. Por outro lado, são eles especialmente suscetíveis às influências do meio e, por essa razão, de características muito variáveis.

A qualidade da água pode ser considerada sob os pontos de vista biológico, físico e químico. Considerando a qualidade da água somente sob o ponto de vista biológico, este é de grande importância, quando se trata de irrigação de culturas consumidas “in natura”, como verduras e frutas (VIEIRA, 1989).

Para TELLES (1995), a degradação da qualidade da água pelos pesticidas pode ocorrer de forma direta, pela introdução destes diretamente na água de irrigação e de forma indireta, quando o pesticida atinge o solo e é carregado pelas águas de chuva ou pela drenagem agrícola para os rios.

Por causa dos consideráveis esforços que têm sido despendidos nos últimos anos nos programas de controle de salinidade na bacia do rio Colorado, nos Estados Unidos, a preocupação inicial relatando a fertilização focalizou-se nos sólidos totais dissolvidos (STD). Contudo, foi facilmente demonstrado que os fertilizantes deveriam aumentar os STD em uma pequena quantia não detectável (0,12 mg/L somada à água com um teor de STD de aproximadamente 580 mg/L). Por isso, a preocupação subsequente concentrou-se nos impactos diretos e indiretos do aumento dos níveis da biomassa (VAUX et al, 1995).

Entre os fatores que normalmente caracterizam a qualidade da água de um determinado ambiente aquático destacam-se os teores de sólidos em suspensão, pois além de causarem o assoreamento dos cursos d'água e de destruírem "habitats", afetam o comportamento de animais e transportam fertilizantes, pesticidas e metais pesados que ficam adsorvidos às partículas coloidais do solo. Em zonas agrícolas, a presença de sedimentos em suspensão ou sendo transportados por arraste de fundo, é um indicativo de que o sistema está perdendo solo (FERREIRA et alli, 1996).

Já Von SPERLING (1996), comenta que a Resolução CONAMA nº 20, de 18/06/86, dividiu as águas do território nacional em águas doces (salinidade $\leq 0,05$ %), salobras (salinidade entre 0,05 e 3 %) e salinas (salinidade ≥ 3 %). Em função dos usos previstos, foram criadas quatro classes. Na Tabela 3.1 é apresentado um resumo dos usos preponderantes das classes relativas à água doce, em que a Classe Especial pressupõe os usos mais nobres, e a Classe 4, os menos nobres.

Tabela 3.1: Classificação das águas doces em função dos usos preponderantes (Resolução CONAMA nº 20, 18/06/86).

Usos	Classes				
	Especial	1	2	3	4
Abastecimento doméstico	X	X (a)	X (b)	X (b)	
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	X				
Recreação de contato primário		X	X		
Proteção das comunidades aquáticas		X	X		
Irrigação		X (c)	X (d)	X (e)	
Criação de espécies (aquicultura)		X	X		
Dessedentação de animais				X	
Navegação					X
Harmonia paisagística					X
Usos menos exigentes					X

Notas: (a) após tratamento simples; (b) após tratamento convencional; (c) hortaliças e frutas rentes ao solo; (d) hortaliças e plantas frutíferas; (e) culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.

Fonte: Von SPERLING, 1996.

Já na Tabela 3.2, é mostrado os principais agentes poluidores encontrados nas águas.

Tabela 3.2: Principais agentes poluidores das águas.

Poluente	Princ. Parâmetros	Fonte					Possível Efeito Poluidor
		Esgotos			Drenagem Superficial		
		Dom.	Ind.	R.	Urb.	Agric.	
Sólidos em suspensão	SST	XXX	↔		XX	X	-Problemas estéticos -Depósitos de lodo -Proteção de patogênicos
M.O. biodegrá-vel	DQO	XXX	↔		XX	X	-Consumo de oxigênio -Mortandade de peixes -Condições sépticas
Nutrientes	Nitrogênio e Fósforo	XXX	↔		XX	X	-Crescimento excessivo de algas -Toxicidade aos peixes (amônia) -Doença em recém-nascidos (nitrato) -Poluição da água subterrânea
Patogênico	Coliformes	XXX			XX	X	-Doenças de veiculação hídrica
M.O. não biodegrá-vel	Pesticidas, alguns detergentes e outros		↔			XX	-Toxicidade (vários) -Espumas (detergentes) -Redução da transferência de oxigênio (detergentes) -Não biodegradabilidade -Maus odores (fenóis)
Metais pesados	Elementos específicos (As, Cd, Cr Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, etc)		↔				-Toxicidade -Inibição do tratamento biológico dos esgotos -Problemas na disposição do lodo na agricultura -Contaminação da água subterrânea
Sólidos inorgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais e Cond. elétrica			XX		X	-Salinidade excessiva-prejuízo às plantações (irrigação) -Toxicidade a plantas (alguns íons) -Problemas de permeabilidade do solo (sódio)

Nota: X: pouco XX: médio XXX: muito ↔: variável em branco: usualmente não importante. Dom.: Domésticos; Ind.: Industriais; R: Reutilizados; Urb.: Urbana; Agric.: Agrícola; M.O.: Matéria Orgânica.

Fonte: Von SPERLING, 1996.

3.2. Os Problemas da Poluição

Deve ser considerado a grande variedade de poluentes característicos produzidos pelas atividades agropecuárias e que acabam levando seus subprodutos para os mananciais. Na Figura 3.1, é mostrado um resumo de algumas destas fontes e seus efeitos (FELLENBERG, 1980).

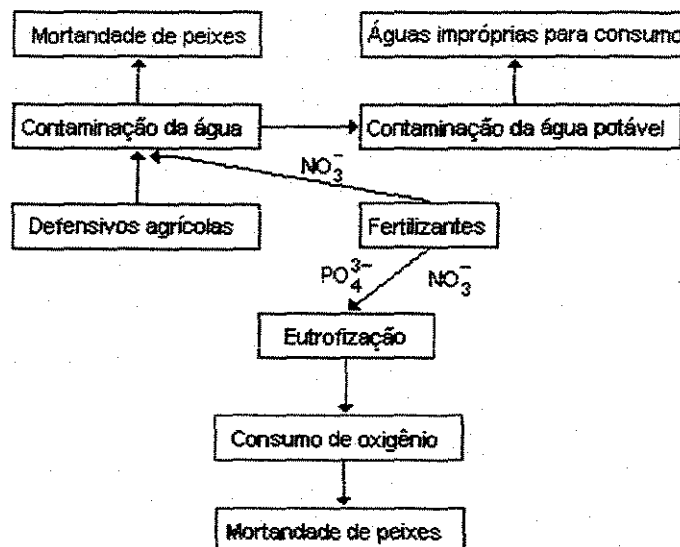


Figura 3.1 – Esquema de algumas contribuições da atividade agrícola na contaminação das águas.

Fonte: FELLENBERG, 1980.

A poluição exerce um efeito deletério sobre grande parte dos organismos que vivem em uma massa d'água, haja vista, a morte de grande número de peixes em rios que recebem forte contribuição de esgotos sanitários e industriais ou mesmo quantidades relativamente pequenas de substâncias empregadas na agricultura, tais como, defensivos agrícolas. A morte de peixes constitui o efeito biológico mais visível da poluição dos cursos d'água, entretanto, além da morte destes, ocorre também a destruição em massa de grande número de outros organismos e microrganismos, cuja ausência passa despercebida aos olhos humanos, mas não ao ecossistema existente (BRANCO, 1986).

Para KLEEREKOPER (1990), as condições fisiológicas causadas pelas substâncias lançadas à água são geralmente de difícil análise. Muitas vezes, não se trata de uma ação direta das substâncias sobre os organismos que habitam a água, mas sim de uma ação indireta, que através de modificações das condições físicas da água afetam a ação de outros fatores ecologicamente importantes.

MERTEN em 1994 mostrou que os solos removidos das áreas de lavouras e pastagens que chegam à rede de drenagem, contaminam as águas com os sedimentos em suspensão que, por sua vez, transportam nutrientes e agrotóxicos. Entre os nutrientes transportados, o nitrogênio (N) e o fósforo (P) são os que mais poluem porque provocam a eutrofização das águas com o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

A monitoração séria de reservas de águas nas áreas agrícolas é um dos mais importantes conceitos no desenvolvimento dos sistemas agrícolas sustentáveis. Tanto a quantidade quanto a qualidade da água devem ser consideradas, mas recentemente, somente a qualidade da água tem recebido atenção e preocupação. Muitos solos no meio-oeste dos Estados Unidos e em outras regiões têm problemas com excesso de água no solo na primavera e outono, o qual perde para o excessivo escoamento superficial e subsequente erosão do solo, o qual pode prejudicar a qualidade da água superficial. Dados mostram que a média anual das concentrações de nitrato (NO_3^-) no Rio Des Moines não mudou entre 1945 e 1990. Durante esse tempo, grandes aumentos ocorreram no uso de agroquímicos, prevalecendo as mesmas práticas de irrigação sobre o terreno e também a quantidade de drenagem instalada nas culturas e áreas de pastagem. Concluiu-se que reduzindo os níveis de N e NO_3^- no rio, terá que haver mudança do sistema de irrigação, não somente pela eliminação ou troca de um componente do sistema (FAUSEY et al, 1995).

Von SPERLING (1996), diz que a retirada da vegetação natural de uma bacia hidrográfica qualquer para ocupação por agricultura representa, usualmente, uma etapa intermediária no processo de deterioração de um corpo d'água. Os vegetais plantados na bacia são retirados para consumo humano, muito possivelmente fora da própria bacia hidrográfica. Com isto, há uma retirada, não compensada naturalmente, de nutrientes, causando uma quebra no ciclo interno dos mesmos. Para compensar esta retirada, e para tornar a agricultura mais intensiva, são adicionados, artificialmente fertilizantes, isto é, produtos com elevados teores dos nutrientes P e N. Os agricultores, visando garantir uma produção elevada, adicionam quantidades

elevadas de N e P, freqüentemente superiores à própria capacidade de assimilação dos vegetais. A substituição das matas por culturas pode causar também uma redução da capacidade de infiltração no solo. Assim, os nutrientes, já adicionados em excesso, tendem a escoar superficialmente pelo terreno, até atingirem, eventualmente, um lago, represa ou mesmo um rio. O aumento do teor de nutrientes no corpo d'água causa um certo aumento do número de algas e, em consequência, dos outros organismos, situados em degraus superiores da cadeia alimentar, culminando com os peixes. Esta elevação relativa da produtividade do corpo d'água pode ser até bem-vinda, dependendo dos usos previstos para o mesmo. O balanço entre os aspectos positivos e negativos dependerá, em grande parte, da capacidade de assimilação de nutrientes do corpo d'água. Todo esse processo está elucidado na Figura 3.2 (Von SPERLING, 1996).

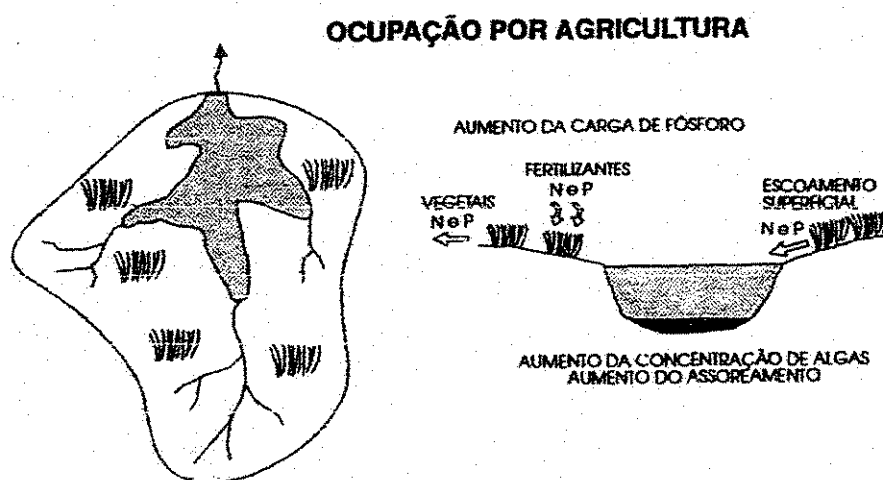


Figura 3.2- Evolução do processo de eutrofização de um lago ou represa.

Fonte: Von SPERLING, 1996.

Para KINNIBURGH, TINSLEY E BENNETT (1997), a eutrofização significa “o enriquecimento da água por nutrientes, especialmente compostos de N e/ou P, que causa um crescimento acelerado de algas e vegetais superiores produzindo um distúrbio indesejável ao equilíbrio dos organismos presentes na água e à qualidade da água em questão”.

A agricultura tornou-se a principal fonte de poluição da água e as estimativas sugerem as maiores fontes de poluentes, como sendo sedimentos, nutrientes e pesticidas. Entre outros problemas relatados de poluição da água relatados pela agricultura, a poluição por NO_3^- tem sido de crescente preocupação. Contaminação por NO_3^- nas atividades agrícolas têm sido relatadas em quase todo o território americano. Mesmo com a implementação do Clean Water Act em 1972, um documento elaborado nos Estados Unidos para a redução dos contribuintes nos cursos d'água, altas cargas de NO_3^- continuaram aumentando em muitos cursos d'água no país (LIU et al, 1997).

3.3. Importantes Parâmetros de Monitoração

Segundo SMITH, ALEXANDER e WOLMAN (1987), os sólidos em suspensão (SS) e nutrientes vindos de áreas agrícolas são citados como os mais prejudiciais nas fontes poluidoras. De particular interesse são os possíveis efeitos nas concentrações de SS e nutrientes que aumentaram com a atividade agrícola durante o ano de 1970.

A concentração de SS é a característica física mais importante na água. Os SS são importantes para a produção agrícola porque altos níveis na água de irrigação, pode obstruir os poros do solo e reduzir a permeabilidade deste e a capacidade de retenção de água (WILSON, GOLDAMMER e WADE, 1988).

WILSON, GOLDAMMER e WADE (1988), argumentaram que a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é o parâmetro mais largamente usado na descrição da poluição orgânica. Os compostos inorgânicos provêm dos nutrientes, tais como o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K). Entretanto, esses nutrientes, entre outros elementos, podem ser tóxicos às plantas em certas concentrações. Exemplos de elementos tóxicos para as plantas, incluem boro (B), chumbo (Pb), níquel (Ni) e zinco (Zn).

A DBO em qualquer rio, a montante do lançamento, é função dos despejos lançados ao longo do percurso até o ponto em questão. Na Tabela 3.3, são mostrados os valores de DBO em função das características dos rios (Von SPERLING, 1996).

Tabela 3.3: Valores de DBO₅ em função das características do curso d'água.

Condição do rio	DBO ₅ do rio (mg/L)
Bastante limpo	1
Limpo	2
Razoavelmente limpo	3
Duvidoso	5
Ruim	> 10

Fonte: KLEIN, 1962 citado por Von SPERLING, 1996.

De acordo com Von SPERLING (1996), o teor de oxigênio dissolvido (OD) em um curso d'água, a montante do lançamento dos despejos, é um produto das atividades na bacia hidrográfica, bem como do tipo do rio a montante. Os teores de OD a serem mantidos nos corpos d'água são estipulados pela legislação e também pela história do rio. Os valores variam em função da classe em que o corpo d'água está classificado. Com base nessas informações, na Tabela 3.4, são mostrados os teores mínimos permissíveis de OD.

Tabela 3.4: Teores mínimos permissíveis de oxigênio dissolvido (CONAMA nº 20, 18/06/86).

Classe	OD mínimo (mg/L)
Especial	Não são permitidos lançamentos, mesmo tratados.
1	6,0
2	5,0
3	4,0
4	2,0

Fonte: Von SPERLING, 1996.

NOUR, COIADO e SILVA (1996), argumentaram que a carga dos sólidos transportados em suspensão por um rio, do ponto de vista da hidráulica fluvial, é constituída basicamente por sólidos fixos de origem mineral (silte, argila e areia fina) provenientes de erosões, e os sólidos de origem orgânica e inorgânica. É necessário um estudo completo dos sólidos, já que determinadas

propriedades fundamentais dos rios estudados, para a quantificação dos sólidos fixos transportados em suspensão e se sofrem influência pela presença dos sólidos voláteis dissolvidos (SVD) ou não. O conhecimento da quantidade dos sólidos totais, além de informar sobre as características e o estado da bacia, informa ainda, através da parcela dos sólidos voláteis (carga orgânica), o estado da qualidade das águas. Os SS em determinadas concentrações podem diminuir a aptidão de um manancial para a proposta de uso em irrigação, por possíveis danos aos equipamentos de bombeamento e aspersão.

3.4. A Ocorrência de Pesticidas nas Águas

Uma grande preocupação é a contaminação das águas pelos pesticidas através do escoamento superficial nas áreas agrícolas. Há dados suficientes para indicar que certos pesticidas resistentes podem ser transportados pela água e em seguida afetar o ecossistema muito além da sua área de aplicação (WAUCHOPE, 1978).

Para FELLEBERG (1980), o crescimento demográfico de modo geral no Brasil levou, sobretudo, a uma agricultura de caráter intensivo. Até a década de 20, predominava a adubação com detritos orgânicos produzidos na própria propriedade rural, mas, devido à utilização cada vez mais intensiva do solo, o déficit em substâncias orgânicas nas lavouras é coberto atualmente pelo emprego de adubos inorgânicos ou fertilizantes.

A aplicação de fertilizantes aumentou 68 % entre 1970 e 1981, nos Estados Unidos, associada com o aumento rápido da produção agrícola. De fato, a história do uso de fertilizantes a longo prazo, tem sido um dos aumentos continuados em aplicações de nitrogênio (N) e fósforo (P) no ano de 1981 (SMITH, ALEXANDER e WOLMAN, 1987).

Já MERTEN (1994) acredita que o principal efeito do uso intenso de fertilizantes, é a redução da capacidade produtiva dos solos pela perda parcial do horizonte A (que fica entre 0 e 40 cm), que é rico em nutrientes e matéria orgânica. Com isso, ocorre uma queda do rendimento das culturas sendo necessário a reposição da fertilidade perdida com mais gastos com insumos. Além da perda da fertilidade, a erosão, como é um processo seletivo, acaba transportando a matéria orgânica, que é de extrema importância para a atividade microbiana do solo, a formação e

estabilidade da sua estrutura e componente importante na troca de cátions. A reposição da matéria orgânica perdida é difícil, exigindo uma quantidade muito grande de biomassa a ser adicionada ao solo.

O movimento dos pesticidas, além dos campos tratados, tanto pela contribuição do escoamento superficial e também no sedimento carregado ao longo do curso d'água, é uma das formas pelas quais as águas superficiais podem tornar-se degradadas. Chuvas fortes ocorridas rapidamente depois da aplicação de pesticidas contribuem com as maiores quantidades de pesticidas transportados nos campos ou terrenos experimentais. Os pesticidas também podem ser carregados para fora das áreas agrícolas sendo tanto adsorvidos pelo sedimento e/ou quanto incorporado no escoamento superficial (AGASSI et al, 1995).

Ainda segundo AGASSI et al (1995), foram investigados vários pesticidas em muitos campos de pesquisa, e achou-se que a concentração e a quantidade total de pesticidas no escoamento superficial eram dependentes das características dos pesticidas, seus métodos e meios de aplicação e outros fatores de manejo do solo.

Os pesticidas são os mais perigosos produtos químicos usados na agricultura, pois são fontes de poluição e de toxicidade para a vida aquática. Esses pesticidas empregados no combate às pragas são classificados segundo seu uso biológico: inseticidas, larvicidas, formicidas, herbicidas, etc (TELLES, 1995).

TELLES em 1995, argumentou que os pesticidas inorgânicos são tóxicos às plantas, ao homem e aos insetos. Os clorados não biodegradáveis são os mais persistentes no ambiente. Os organofosforados, embora mais tóxicos, são pouco persistentes, permanecendo no solo e na água no máximo por algumas semanas.

Os pesticidas são uma ferramenta largamente usada na agricultura moderna e o método de aplicação envolve sua deliberada introdução no ambiente. Uma particular preocupação é o movimento dos pesticidas para o ambiente aquático através do escoamento superficial e arraste (WILLIAMS et alli, 1995).

Para ELLIS, REVITT e LLEWELLYN (1997), é geralmente considerado que para herbicidas usados na agricultura, a camada do solo atue como um filtro e um tampão entre os terrenos de aplicação e as águas receptoras. Tanto a argila quanto a matéria orgânica contida

facilitam a adsorção e retenção do solo, e a população microbiana degrada o ingrediente ativo do herbicida.

3.5. Compostos de Nitrogênio Presentes na Água

Segundo WILSON, GOLDAMMER e WADE (1988), nutrientes encontrados em esgotos municipais tratados provém também de fertilizantes usados pelos irrigantes. Há casos, entretanto, onde esses nutrientes podem estar em excesso nas estações de tratamento causando demora e irregular maturidade, reduzida qualidade ou crescimento vegetativo excessivo se esse esgoto é usado na agricultura. O nitrogênio (N) dos esgotos tratados está na forma de amônia (NH_3), N orgânico e nitrato (NO_3^-), todos prontamente disponíveis. A principal fonte de N é a NH_3 que geralmente aparece na concentração entre 5 e 40 mg N/L. O N orgânico é convertido em NH_3 através da ação de microrganismos e representa menos da metade do total de N presente. Concentrações de NO_3^- ficam em torno de 0 e 30 mg N/L.

O NO_3^- representa o produto final da mineralização da matéria orgânica nitrogenada por via aeróbia. Praticamente toda a água na natureza contém pelo menos um pouco de NO_3^- , cujo teor pode aumentar com o incremento da poluição por matéria orgânica, ou então devido à aplicação excessiva de fertilizantes que são parcialmente carregados pelas águas que escoam pelo solo. Nas águas superficiais, a menos que haja poluição excessiva, raramente sua concentração vai acima de 5 mg N/L, localizando-se quase sempre abaixo de 1 mg N/L (BRAILE e CAVALCANTI, 1993).

Ainda segundo Di BERNARDO (1993), em regiões tropicais, com 0,5 mg N/L de N total e 0,05 mg P/L de fósforo (P) total, ocorre a eutrofização.

O N é considerado como o nutriente mineral mais importante, sendo que este elemento é componente tanto dos minerais fertilizantes como dos orgânicos. Na Figura 3.3 é apresentado, de maneira simplificada, o ciclo do N no solo. De maneira geral, a eficiência da adubação nitrogenada raramente ultrapassa 50 %, mesmo com um bom manejo. Isso indica que quantidades consideráveis desse nutriente deixam a zona explorada pelas raízes, por processos de lixiviação,

volatilização e escoamento superficial, os quais podem poluir o ambiente de diversas formas (BERTON, 1994).

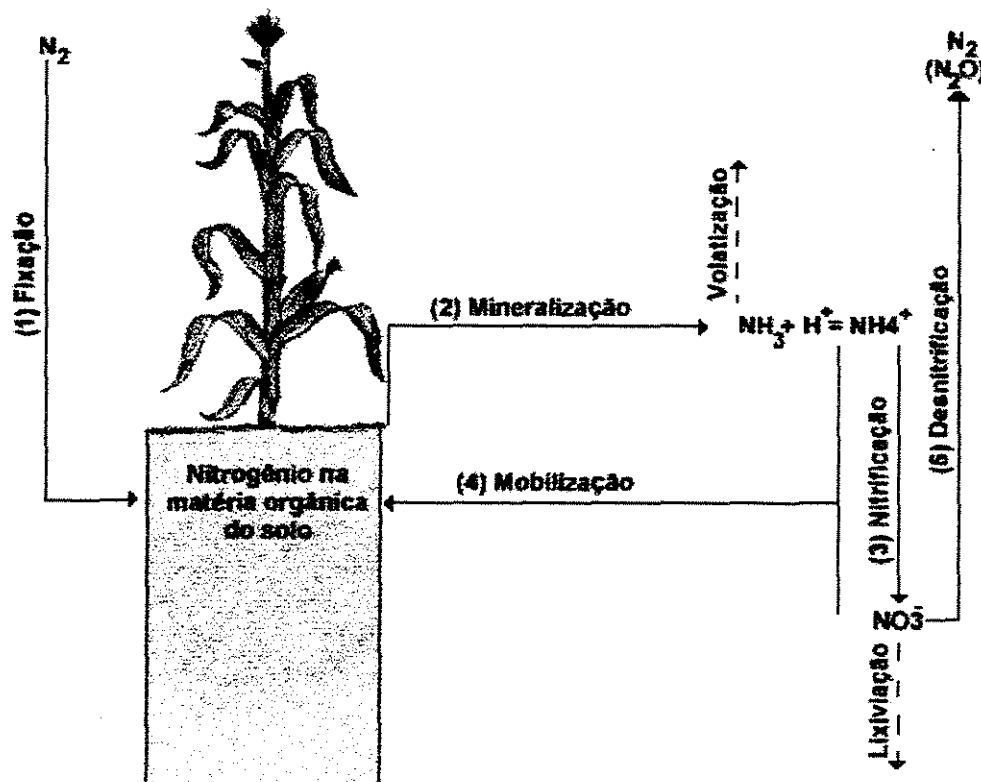


Figura 3.3: Ciclo do nitrogênio no solo.

Fonte: BERTON, 1994.

BERTON, em 1994, mostrou que com relação às perdas por escoamento superficial, se o solo está ocupado com pastagens ou florestas, as perdas são insignificantes. Nas demais culturas, o N é mais suscetível de ser perdido em culturas anuais do que em culturas perenes. O N perdido por erosão superficial está, em sua maioria, na forma orgânica, associado com o sedimento. Qualquer fator que estiver relacionado com a erosão do solo influenciará a quantidade de N perdida na superfície. Em geral, as perdas maiores de N ocorrem no primeiro escoamento superficial que se segue à adubação nitrogenada. Assim, as quantidades são pequenas mesmo em

campos adubados. O maior perigo desse tipo de perda consiste na eutrofização das águas superficiais (rios e lagos).

Os níveis de nutrientes em algumas águas superficiais na bacia do rio Danúbio são frequentemente altos sendo que a eutrofização é um sério e grande problema. Os dados obtidos nessa bacia indicam que o rio Danúbio introduz mais de 60.000 toneladas de P e 340.000 toneladas de N inorgânico no Mar Negro a cada ano (RODDA, 1994).

O comportamento do N no ambiente complica a monitoração. Por causa da complexidade do ciclo do N, é difícil verificar a eficiência do N para várias reservas porque existe em ambas as formas (orgânica e inorgânica) e deve potencialmente escapar para o sistema através da desnitrificação, lixiviação, imobilização e volatilização de NH_3 . Como um resultado da alta mobilidade do NO_3^- no solo e na água, é o poluente mais comum das águas superficiais e subterrâneas. Esta “perda” de N pela agricultura pode causar eutrofização na água superficial e contaminação da água subterrânea por NO_3^- (TRACHTENBERG e OGG, 1994).

ANDREADAKIS e KATSARA (1995), alertam que a introdução de grandes quantidades de nutrientes, principalmente N e P, em águas superficiais e costeiras pode causar sérias deteriorações de suas qualidades características. Nitrogênio na forma de íon amônio (NH_4^+) ou NH_3 pode esgotar o oxigênio dissolvido (OD) do corpo d’água; na forma de NH_3 livre, ela é tóxica aos peixes e a muitos outros organismos aquáticos. Na forma de NO_3^- é um perigo potencial à saúde humana se a água for consumida por crianças causando metehemoglobinemia; todas as formas de N podem ser avaliadas como um nutriente para plantas aquáticas e conseqüentemente contribui para a eutrofização. Este fenômeno que tanto pode ser promovido pelo N como também pelo P, pode levar a uma excessiva perda de reservas de O_2 , indesejáveis trocas nas populações e florações de algas tóxicas causando mortandade de peixes.

Em geral, a drenagem superficial, o qual tende a contribuir rapidamente para o escoamento superficial, contém maiores concentrações de sedimentos e constituintes ligados, tais como N orgânico e P. Drenagem sub-superficial tipicamente contém muito pouco sedimento, mas também contém altas concentrações de constituintes solúveis tais como NO_3^- (EVANS, SKAGGS e GILLIAM, 1995).

O impacto adverso de nutrientes nos sistemas de águas superficiais é melhor entendido do que no solo. Níveis de N e P em muitos rios, cursos d’água e estuários afetam fortemente o

delicado balanço que existe entre espécies indesejáveis tais como as algas azuis. Corpos d'água recebendo cargas excessivas de nutrientes são tipicamente mais suscetíveis a florações indesejáveis de algas azuis (EVANS, SKAGGS e GILLIAM, 1995).

Nitrogênio em rios tem diferentes origens, mas a fixação biológica de N atmosférico, o escoamento superficial em áreas agrícolas intensivas, o despejo industrial e doméstico e efluentes de estações de tratamento de esgotos são as maiores fontes deste aumento na contaminação dos rios (MONTUELLE et al, 1996).

3.6. Compostos de Fósforo Presentes na Água

O fósforo (P) presente principalmente nas descargas de esgoto e no escoamento superficial de terras cultivadas torna-se perigoso por ser o nutriente mais escasso para o crescimento dos microrganismos nas águas superficiais. Uma eutrofização acelerada promove um crescimento excessivo de algas e outras plantas causando a desoxigenação e a morte de peixes (BERTON, 1994).

Na Tabela 3.5 são mostradas as contribuições típicas de fósforo.

Tabela 3.5: Contribuições unitárias típicas de fósforo.

Fonte	Tipo	Valores típicos	Unidade
Drenagem	Áreas de matas e florestas	10	kgP/km ² .ano
	Áreas urbanas	50	kgP/km ² .ano
	Áreas agrícolas	100	kgP/km ² .ano
Esgotos	Domésticos	1,0	kgP/km ² .ano

Fonte: Von SPERLING, 1996.

De acordo com BERTON (1994), o P do adubo, concentra-se na camada arável do solo não se movendo mais do que 10 cm após a aplicação. A maioria do P perdido nos solos agrícolas, se dá pelo escoamento superficial, no qual o transporte seletivo de argila e matéria orgânica resulta num sedimento rico em fosfato (PO₄³⁻). Mesmo assim, apenas o P lábil desses sedimentos

está disponível às algas, variando de 5 a 50 % do P total. A adubação fosfatada aumenta a quantidade de P no sedimento e, por conseguinte, a porcentagem de P disponível às algas.

Ainda que o nitrogênio (N) e o carbono (C) sejam obrigatórios para o crescimento de algas, muitas das preocupações com a eutrofização têm se focalizado no teor de P. Isto é por causa das dificuldades em controlar a troca ar-água do N e C e a fixação do N atmosférico por algumas algas azuis, o que freqüentemente resulta no fósforo como sendo o nutriente que promove a eutrofização acelerada. A monitoração de fósforo é de importância agrônômica e ambiental. Fontes de P no escoamento agrícola incluem fertilizante comercial e esterco. Quantias perdidas dependem de fatores de manejo tais como tempo, taxa e método de aplicação. Os principais impactos da eutrofização relatados são: aumento do crescimento de plantas aquáticas, redução do oxigênio (O_2), variabilidade do pH e qualidades das espécies de plantas e seus efeitos na cadeia alimentar (SHARPLEY et alli, 1994).

Órgãos dos EUA estimaram que a contribuição nas reservas agrícolas é de 16 % da carga total anual de P para corpos d'água e em alguns países da Europa, deve estar acima dos 30 % (HAWKINS e SCHOLEFIELD, 1996).

HAWKINS e SCHOLEFIELD em 1996, comentaram que as perdas através dos sistemas de drenagem nos campos são usualmente considerados menores e são dependentes da afinidade com o qual o P é adsorvido pelas partículas de argila e óxidos de ferro e alumínio e hidróxidos. Entretanto, alguns movimentos apreciáveis de P têm sido detectados através do perfil de solos arenosos na lixiviação.

MEYBECK (1982) citado por MUSCUTT e WITHERS (1996), estimou que mais de 20 milhões de toneladas de P são transportados pelos rios do mundo a cada ano. O ciclo do P dentro dos rios é dinâmico e complexo, envolvendo a adsorção nos cursos d'água e reações de precipitação e intercâmbio com os sedimentos no leito do rio.

Ainda segundo MUSCUTT e WITHERS (1996), o controle de reservas de P pode não eliminar os problemas potenciais da eutrofização, se houver incrementos de sedimentos ou entrada de P em reservas remanescentes.

As duas maiores fontes de P em rios são as entradas do escoamento superficial agrícola e efluentes de esgoto, entretanto, a importância relativa dessas depende do uso da terra e da população na bacia hidrográfica estudada (KINNIBURGH, TINSLEY e BENNETT, 1997).

KINNIBURGH, TINSLEY e BENNETT (1997) disseram que a concentração de ortofosfato ($\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$) reflete a disponibilidade dos nutrientes para o crescimento das algas.

3.7. Método de Irrigação

A aplicação da água na agricultura é realizada por meio de métodos de irrigação, que promovem a distribuição da água às plantas cultivadas, em quantidade e frequência adequadas, a fim de garantir seu perfeito desenvolvimento e produção. Há vários métodos de irrigação, todavia nas propriedades estudadas, assim como na maior parte delas, emprega-se a aspersão convencional.

O método de irrigação por aspersão consiste na aplicação de água à lavoura sob a forma de uma chuva artificial. Tal chuva é provocada pela passagem da água por bocais de aspersores, proporcionando a formação de um jato hídrico que, ao chocar-se com as moléculas de ar, quebra-se em gotas que se precipitam sobre o terreno. Na aspersão convencional, a água é aplicada na lavoura por meio de aspersores instalados ao longo de uma tubulação. Em geral, a aspersão convencional é formada por um conjunto motor-bomba, linha principal e linha lateral com aspersores. A linha principal é disposta perpendicularmente às curvas de nível do terreno, enquanto a linha lateral fica paralela a tais curvas. Tal disposição permite menor variação de vazão entre aspersores e assim melhor distribuição.

3.8. Cultura do Morango

Na região de Atibaia, o preparo do solo para o plantio do morango tem início no mês de fevereiro, sendo que o seu término se caracteriza pela construção dos canteiros para o plantio. Somente após a referida construção, é que se executa a montagem do equipamento de irrigação por aspersão segundo leiaute previamente adotado em cada propriedade. É realizada uma rotação de culturas na entre-safra e assim, impedir a proliferação de doenças.

Ao final do mês de março já com todo o equipamento montado sobre a área a ser cultivada, inicia-se a fase de plantio, o que geralmente ocorre até meados de abril, e a partir daí, decorrido aproximadamente um período de 30 dias, acontece a primeira florada. Todavia, antes de surgirem as primeiras flores, os agricultores providenciam a cobertura dos canteiros com uma manta plástica, na qual são deixadas pequenas cavidades para as plantas se desenvolverem, a fim de evitar o contato dos frutos com a superfície do solo.

A colheita do morango se inicia no final do mês de maio, após a segunda florada. O período de maior produção nas propriedades estudadas ocorreu entre os meses de setembro e outubro. A produtividade atingida na região de Atibaia ficou em torno de 350 a 400 g/pé (Dados obtidos através da Regional da CATI, em Atibaia-SP/Sr. Péricles Capello Cruz).

4. METODOLOGIA

De modo a satisfazer o objetivo do estudo, a parte experimental foi dividida em cinco etapas listadas a seguir: 1) Seleção das propriedades; 2) Coleta de amostras; 3) Medição da vazão; 4) Parâmetros monitorados e 5) Análises dos dados obtidos.

4.1. Seleção das Propriedades

A pesquisa foi conduzida em quatro propriedades na cidade de Jarinú, perto de Atibaia representada na Figura 4.1, localizada nos altos da bacia hidrográfica do rio Piracicaba. A cidade está a 755 m de altitude, sua latitude é de 23°10'S e sua longitude é de 46°73'W.

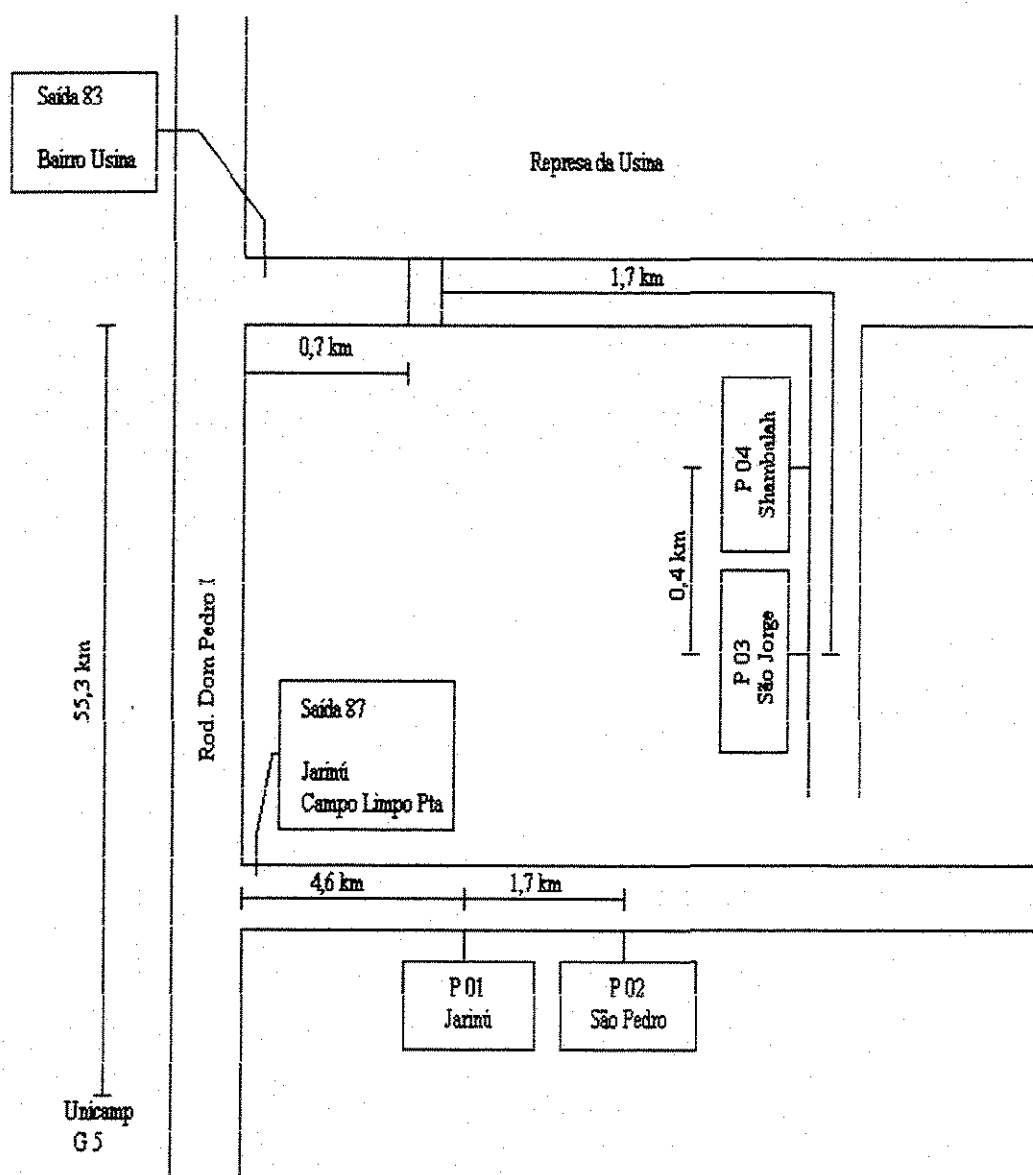


Figura 4.1: Localização das quatro propriedades estudadas – (sem escala).

Como ponto de partida para os trabalhos de campo, utilizaram-se informações cedidas pelo Engenheiro Agrônomo responsável pela Casa da Lavoura, Sr. Péricles Capelo Cruz, do município de Atibaia, que mediante seu acompanhamento nas visitas técnicas pelas propriedades e de acordo com seu conhecimento em relação à região, pôde indicar 4 propriedades (sendo que, para cada ano de monitoração, foram 3 as propriedades estudadas, pois normalmente se faz uma

rotatividade no terreno que será plantado o morango) que possuíam características de interesse para este estudo, ou seja:

- proprietários com bom nível técnico e com interesse na pesquisa;
- proprietários que utilizam como método de irrigação a aspersão convencional e,
- propriedades que cultivam o morango.

Sítio Jarinú (propriedade 1): Situado no bairro Vargem Grande, em Jarinú, de propriedade do Sr. João Brolo. A amostra de água é retirada do rio Jarinú a montante (M) da entrada do escoamento superficial, tendo uma distância de 91 m do ponto a jusante (J) do escoamento superficial, sendo que a amostra do escoamento superficial (E) é coletada a 1 m antes de entrar no rio, a 43 m do ponto a jusante, conforme é mostrado na Figura 4.2.

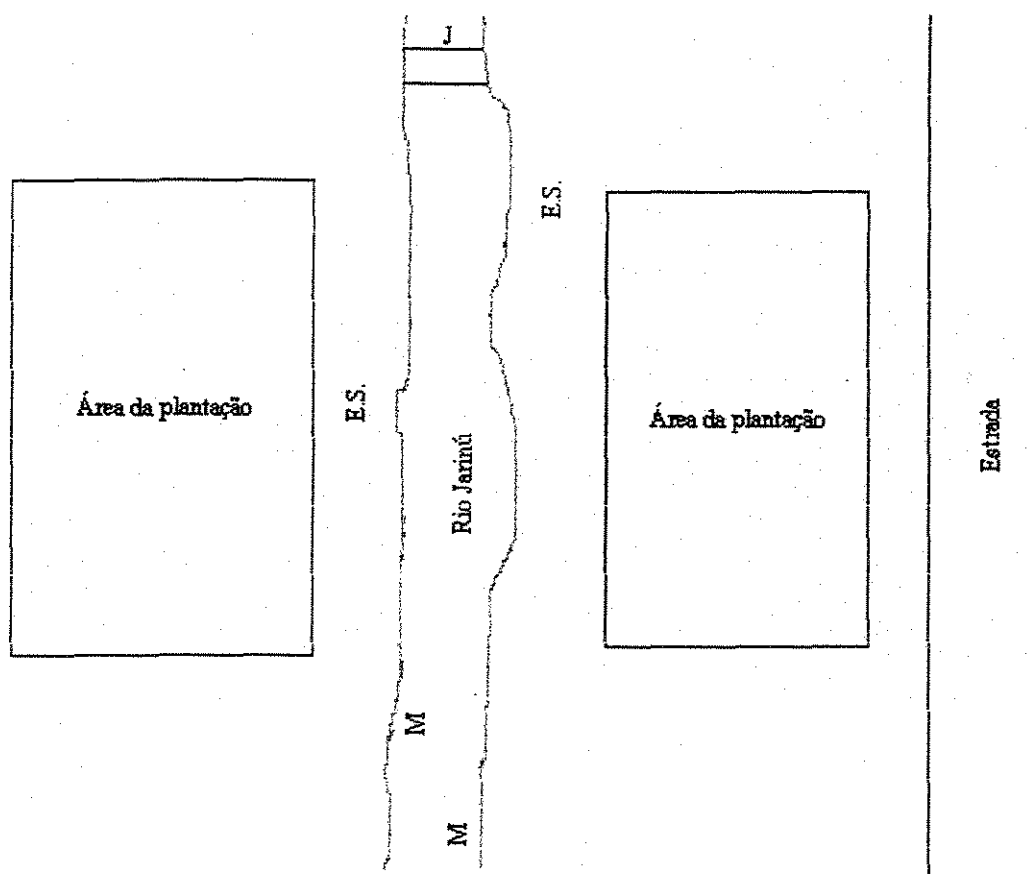


Figura 4.2: Esquema dos pontos de coleta no manancial da propriedade 1.

Notas: M: a montante do escoamento superficial; E.S.: do próprio escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial.

Sítio Shambalah (propriedade 4): Situado no bairro Usina em Jarinú, de propriedade do Sr. Emil Tenzer. A amostra a montante é retirada de uma represa dentro da propriedade (M) e lançada a 88 m em outra represa para depois ser lançada no rio Atibaia (J), sendo que a amostra do escoamento superficial (E) é coletada a 1 m antes de entrar na segunda represa, a 58 m do ponto a jusante, conforme é mostrado na Figura 4.3.

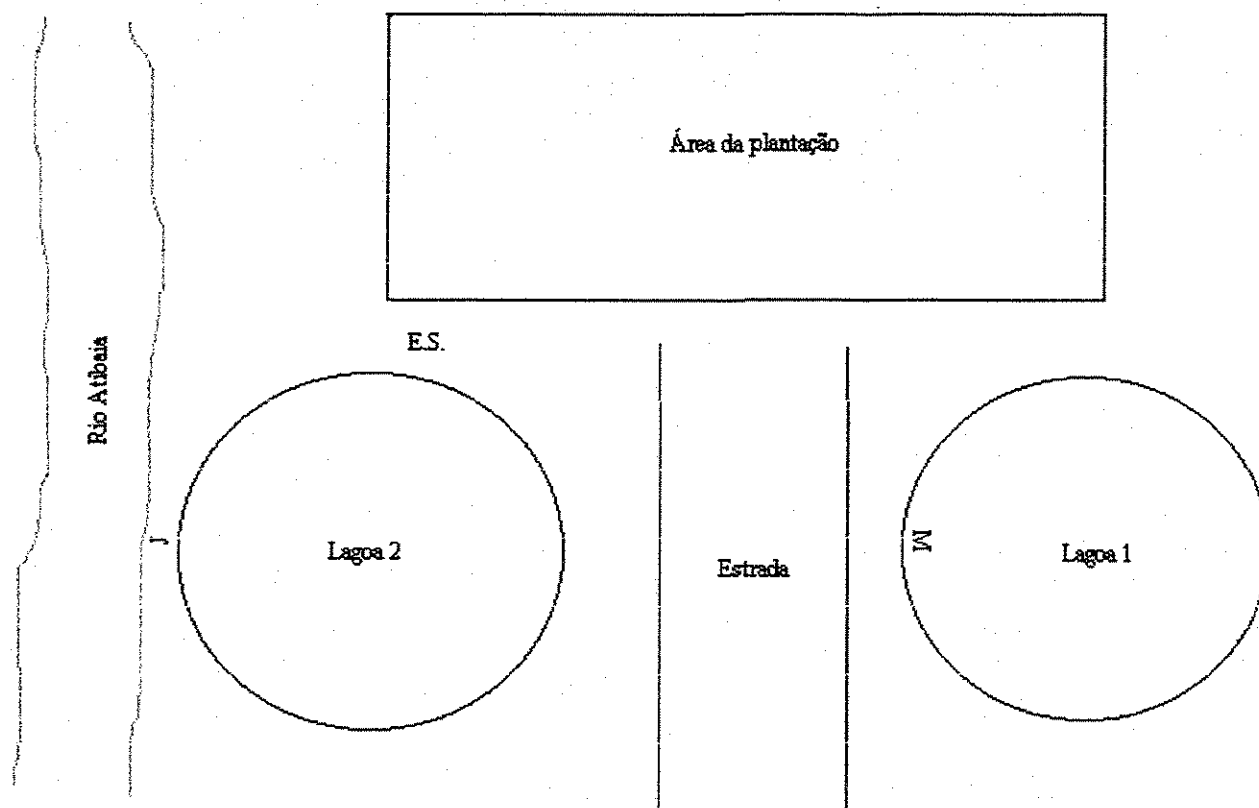


Figura 4.3: Esquema dos pontos de coleta no manancial da propriedade 4.

Notas: M: a montante do escoamento superficial; E.S.: do próprio escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial.

Sítio São Jorge (propriedade 3): Situado no bairro Usina em Jarinú, de propriedade do Sr. Carlos Enrico Kross. A amostra de água é retirada do rio São Jorge (M) sendo que a amostra a jusante (J) é coletada a 330 m do ponto a montante. A amostra do escoamento superficial (E) é

coletada a 1 m antes de entrar no rio, a 130 m do ponto a jusante, conforme é mostrado na Figura 4.4. Esse rio é um dos afluentes do rio Atibaia.

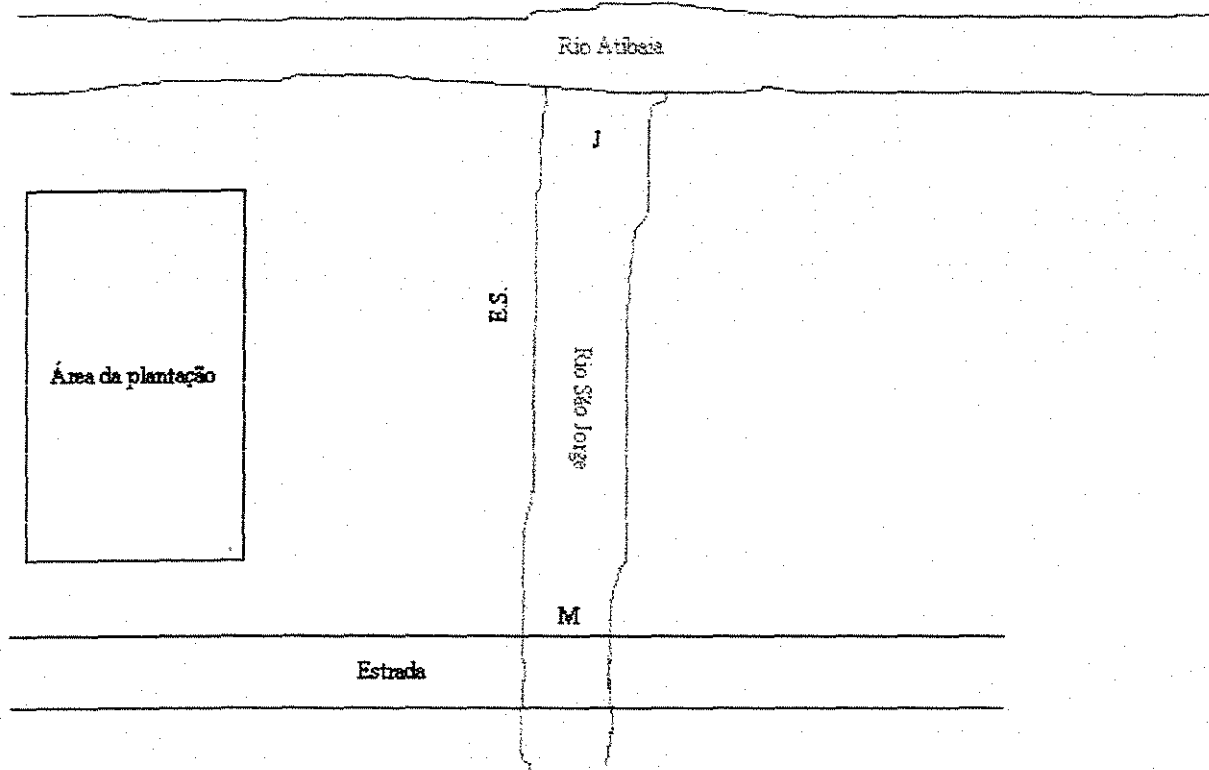


Figura 4.4: Esquema dos pontos de coleta no manancial da propriedade 3.

Notas: M: a montante do escoamento superficial; E.S.: do próprio escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial.

No segundo ano de monitoração, as seguintes propriedades foram monitoradas:

Sítio Jarinú (propriedade 1): Situado no bairro Vargem Grande, em Jarinú, de propriedade do Sr. João Brolo. A amostra de água é retirada do rio Jarinú (M) sendo que a amostra a jusante (J) é retirada também do mesmo rio a 340 m do ponto a montante. A amostra do escoamento superficial (E) é retirada a 1 m antes de entrar novamente no rio, a 18 m do ponto a jusante, conforme é mostrado na Figura 4.2.

Sítio São Pedro (propriedade 2): Situado no bairro Vargem Grande, em Jarinú, de propriedade do Sr. João Batista Nogueira. A amostra de água é retirada do rio Jarinú (M) sendo

que a amostra a jusante (J) é retirada do mesmo rio a 86 m do ponto a montante. A amostra do escoamento superficial (E) é coletada a 1 m antes de entrar novamente no rio, a 65 m do ponto a jusante, conforme é mostrado na Figura 4.5.

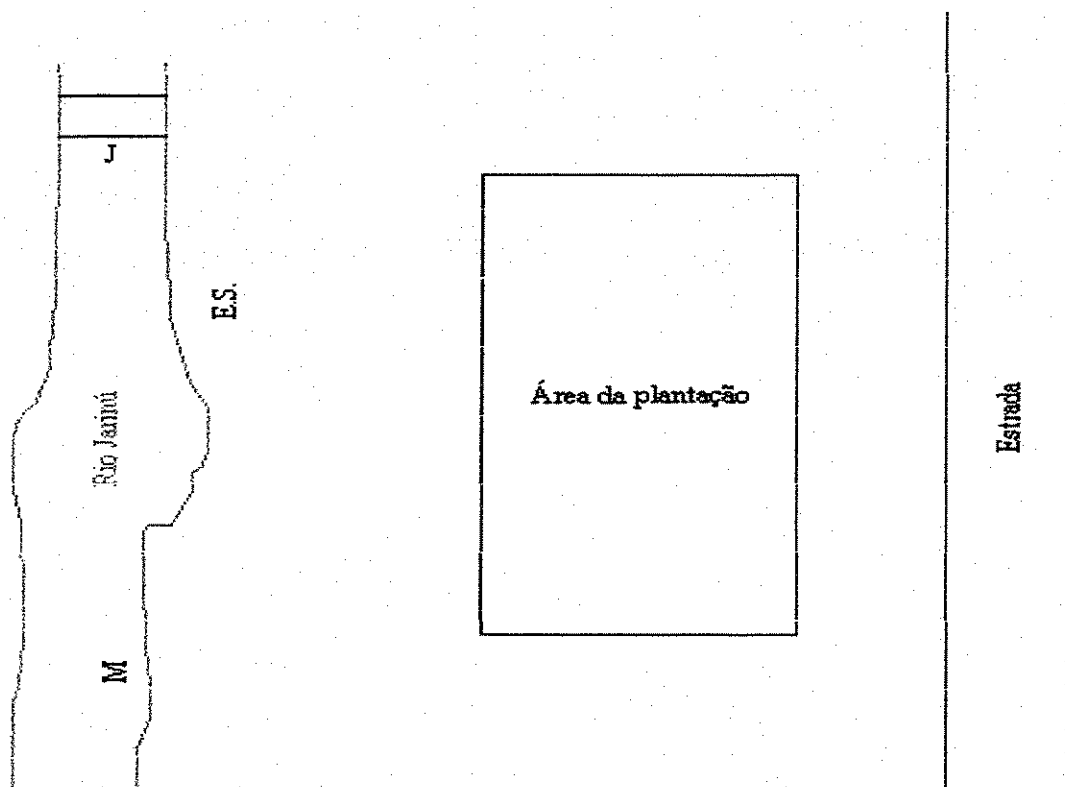


Figura 4.5: Esquema dos pontos de coleta no manancial da propriedade 2.

Notas: M: a montante do escoamento superficial; E.S.: do próprio escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial.

Sítio São Jorge (propriedade 3): Situado no bairro Usina em Atibaia, de propriedade do Sr. Carlos Enrico Kross. A amostra de água é retirada do rio São Jorge (M) sendo que a amostra a jusante (J) foi retirada do mesmo rio a 330 m do ponto a montante. A amostra do escoamento superficial (E) é coletada a 1 m antes de entrar no rio, a 130 m do ponto a jusante, conforme é mostrado na Figura 4.4. Esse rio é um dos afluentes do rio Atibaia.

Tanto no primeiro quanto no segundo período de monitoração foram realizadas quatorze campanhas de coletas de amostras.

4.2. Coleta de Amostras

As amostras de água para análise foram coletadas nos mananciais das quatro propriedades selecionadas.

Os pontos de coleta de água nas propriedades foram escolhidos após a montagem do equipamento de irrigação. Como o objetivo foi avaliar o efeito do excedente da água de irrigação, que retorna ao manancial, as coletas foram feitas a montante da entrada do escoamento superficial, a jusante da entrada do escoamento superficial e do próprio escoamento superficial. Essa água excedente escoar por pequenas valetas localizadas entre os canteiros e dispostas perpendicularmente. Tais valetas unem-se em uma maior, que conduz o escoamento de volta ao manancial, a jusante do ponto de captação de água.

Como nas propriedades estudadas o método de irrigação é o de aspersão convencional, o retorno do excedente dessa água é muito grande, o que o torna um contribuinte da poluição dos mananciais. Na maioria das propriedades, o sistema de irrigação está mal projetado, e por isso acaba tendo uma lâmina de água aplicada muito maior que a lâmina de água que a cultura necessita.

Os pontos de coleta de amostras no manancial em estudo, para cada uma das propriedades agrícolas escolhidas, foram:

Amostra M: a montante do ponto de entrada do escoamento superficial no manancial.

Amostra E: do próprio escoamento superficial proveniente da irrigação.

Amostra J: a jusante do ponto de descarga do escoamento superficial no manancial.

O esquema de coleta de amostras adotado em todas as propriedades estudadas está explicado no item 4.1.

O volume de cada amostra coletada foi de 4,0 litros, suficiente para a realização das análises propostas, e que constam no item 4.6. Todas as amostras coletadas foram analisadas no

Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil, da Universidade Estadual de Campinas.

As amostras foram coletadas durante cada safra utilizando o presente critério:

Frequência das coletas: quinzenais; pontos de amostragem por propriedade: três; número de amostras por coleta: nove; e, número de amostras por mês: dezoito.

As coletas foram realizadas também durante a entre-safra do morango, para se obter dados para a caracterização dos mananciais em questão, sem a influência do escoamento superficial da irrigação do morango.

Na maioria das vezes não se conseguiu a amostra do escoamento superficial, pois se chegava nas propriedades e já havia sido irrigada a plantação.

Alguns acessos eram difíceis e foi necessário fazer trilhas nas matas para se alcançar os pontos de coleta de água.

4.3. Medição da Vazão

Os molinetes são instrumentos usados para medir a velocidade da água. O tipo usado no estudo foi o A.OTT (alemão). Este, possui eixo horizontal e seu equipamento rotor é uma hélice.

A medição das velocidades é realizada em um certo número de verticais previamente escolhidas.

Da maneira como se efetua o levantamento das velocidades, decorre obviamente o critério para a decomposição da área S em áreas parciais ΔS , conforme Figura 4.6.

As medições de vazão, portanto, foram realizadas pelo método das áreas e da velocidade nas verticais.

O cálculo da vazão é dado pela Equação da Continuidade (Equação 4.1).

$$Q = SV \quad (4.1)$$

onde:

S – área em m ;

V – velocidade em m/s

Sendo a área calculada de acordo com a fórmula apresentada na equação 4.1.

$$S = L \times A \quad (4.2)$$

onde:

L – largura da área de influência em m;

A – altura da lâmina de água em m.

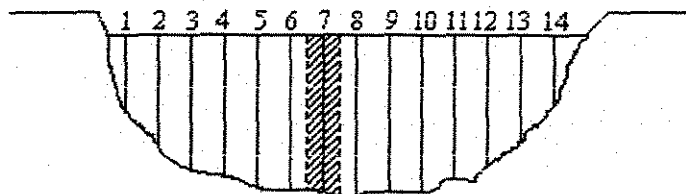


Figura 4.6: Corte de um rio e as verticais escolhidas para a medição das velocidades.

As medidas das velocidades pontuais foram realizadas com um micro molinete

A equação escolhida da velocidade para o molinete foi a equação. 4.2.

$$V = 0,0550 n + 0,046 \quad (4.3)$$

onde: V – velocidade da lâmina d'água em m/s;

n – número de rotações da hélice do molinete, rps.

Não foi possível realizar a medição da vazão no manancial da propriedade 4, pois o volume de excesso da água das represas monitoradas não estava sendo despejada no rio Atibaia, ponto onde era realizada a coleta de amostra a ser analisada. Procedeu-se essa medição na época de maior baixa do volume das represas em questão. Os dados obtidos nos mananciais das propriedades 1, 2 e 3 estão nas Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 respectivamente.

Tabela 4.1: Dados de velocidades pontuais medidas, e suas respectivas vazões, no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1 – Rio Jarinú (largura total: 3,20 m)			
Velocidade (rps)	Largura (m)	Altura (m)	Vazão (m³/s)
$V_1 = 0$	0,02	0,07	0
$V_2 = 0$	0,02	0,065	0
$V_3 = 0$	0,02	0,075	0
$V_4 = 0,2$	0,02	0,05	0,0002
$V_5 = 0,3$	0,02	0,01	0,00006
$V_6 = 0,37$	0,02	0,125	0,000925
$V_7 = 0,42$	0,02	0,13	0,001092
$V_8 = 0,29$	0,02	0,15	0,00087
$V_9 = 0,29$	0,02	0,19	0,001102
$V_{10} = 0,31$	0,02	0,23	0,001426
$V_{11} = 0,27$	0,02	0,27	0,001458
$V_{12} = 0,24$	0,02	0,27	0,001296
$V_{13} = 0,19$	0,02	0,275	0,001045
$V_{14} = 0,26$	0,02	0,325	0,00169
$V_{15} = 0$	0,02	0,225	0
$V_{16} = 0$	0,02	0	0
			$\Sigma Q = 0,0129$

Tabela 4.2: Dados de velocidades pontuais medidas, e suas respectivas vazões, no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2 – Rio Jarinú (largura total: 1,80 m)			
Velocidade (rps)	Largura (m)	Altura (m)	Vazão (m³/s)
$V_1 = 0,29$	0,02	0,49	0,002842
$V_2 = 0,42$	0,02	0,435	0,003654
$V_3 = 0,49$	0,02	0,39	0,003822
$V_4 = 0,51$	0,02	0,34	0,003468
$V_5 = 0,59$	0,02	0,265	0,003127
$V_6 = 0,64$	0,02	0,21	0,002688
$V_7 = 0,61$	0,02	0,205	0,002501
$V_8 = 0,54$	0,02	0,105	0,001134
$V_9 = 0$	0,02	0	0
			$\Sigma Q = 0,0232$

Tabela 4.3: Dados de velocidades pontuais medidas, e suas respectivas vazões, no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3 – Rio São Jorge (largura total: 0,70 m)			
Velocidade (rps)	Largura (m)	Altura (m)	Vazão (m³/s)
$V_1 = 0$	0,01	0,025	0
$V_2 = 0$	0,01	0,04	0
$V_3 = 0$	0,01	0,04	0
$V_4 = 0,24$	0,01	0,045	0,000108
$V_5 = 0,28$	0,01	0,08	0,000224
$V_6 = 0$	0,01	0,08	0
$V_7 = 0$	0,01	0	0
			$\Sigma Q = 0,0003$

4.4. Parâmetros Monitorados

As amostras de água foram analisadas determinando-se: pH (potencial hidrogeniônico); oxigênio dissolvido; alcalinidade; dureza; condutividade elétrica; turbidez; série de sólidos; DQO (demanda química de oxigênio); DBO (demanda bioquímica de oxigênio); série nitrogênio e fósforo total.

As análises realizadas são de fácil compreensão e procedimento bem difundidos. A exceção é feita para análise da série nitrogênio, pois o método que se usou durante o estudo é relativamente novo e é preciso tempo para se conseguir a estabilização do aparelho. Apesar disso, conseguiu-se realizar as análises a contento, mesmo tendo poucos dados. Todo o procedimento experimental para a série de nitrogênio é mostrado no Anexo A. Já o procedimento da análise do fósforo foi alterado em relação ao AWWA/APHS/WEF *Standard Methods of Examination of Water and Wastewater* (1995) e por isso também consta no Anexo A.

O problema mais sério foi em relação ao N-Kjeldahl que não teve concentrações satisfatórias e depois foi levantado que houve erros de interpretações da metodologia aplicada.

Os procedimentos de coleta e conservação das amostras utilizados são aqueles contidos no AWWA/APHS/WEF (1995).

4.5. Análise dos Dados Obtidos

Os dados obtidos da análise dos parâmetros escolhidos durante o estudo constam no Anexo B.

Os dados obtidos a montante e a jusante foram plotados e achou-se a diferença entre jusante e montante e sua respectiva alteração (A) de acordo com a fórmula apresentada na equação 4.4. Esses resultados são encontrados no Anexo B.

$$A (\%) = \quad (4.4)$$

Os dados obtidos para os parâmetros monitorados foram analisados sob vários aspectos. Primeiramente, foi avaliado o comportamento de cada parâmetro ao longo do período compreendido pelas coletas de amostras, comparando as concentrações obtidas entre os três pontos de coleta (jusante, montante e escoamento superficial) para cada propriedade. Em seguida, comparou-se o comportamento de cada parâmetro entre as propriedades, com o objetivo de verificar a existência de algum tipo de correlação.

Para estas avaliações foram utilizadas análises estatísticas, tais como a Análise de Regressão e Teste F para a análise de variância. Para tanto, foi utilizado o Programa Ajuste (Zullo Júnior, 1986) que forneceu os resultados e também suas correlações. Este programa fornece o modelo estatístico, com o valor de F correspondente. Com este valor, deve-se consultar a tabela de valores críticos de F em função dos números de graus de liberdade (GL) e do nível de significância desejada, ou seja, se o valor de F calculado for menor que o F tabelado, diz-se que o teste não foi significativo para o nível de probabilidade escolhido (no caso do estudo de 1 %) e se F calculado for maior que o F tabelado, diz-se que o teste foi significativo.

Na Tabela 4.4 é fornecido o modelo da análise estatística realizado com o Teste F.

Tabela 4.4: Modelo utilizado para a realização da análise estatística.

FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	SQ regressão	SQ regressão/1	QM reg. /QM res.
Resíduo	15	SQ resíduo	SQ resíduo/15	-
Total	16	SQ total	-	-

onde:

FV: Fator de Variância;

GL: Grau de Liberdade (número de coletas);

SQ: Soma dos Quadrados;

QM: Quadrados Médios.

Com base nos cálculos obtidos através do Programa Ajuste, pode-se verificar se houve ou não interferência de cada parâmetro estudado, durante todo o período em cada manancial monitorado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos durante todo o estudo nas propriedades escolhidas no decorrer do período.

5.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Segundo a Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/86 (CETESB, 1993), os valores de pH para classificação dos mananciais, devem estar na faixa de 6,0 a 9,0. O pH da água nos diferentes mananciais estudados variaram de 6,1 a 7,9, e portanto considerados como sendo da Classe 2. Os dados obtidos a jusante e a montante no período de coleta nas propriedades escolhidas estão nas Tabelas B.1 e B.2, Anexo B.

O pH influencia a composição das águas naturais, afetando a formação, alteração e a dissolução de minerais. A fotossíntese e a respiração dos organismos afetam o pH, bem como descargas industriais, escoamento agrícola e precipitação ácida.

A monitoração do escoamento superficial se mostrou de difícil acompanhamento, pois geralmente ao se chegar na propriedade a irrigação já havia sido realizada, o que impedia a coleta do mesmo. Apesar desses problemas, alguns dados são fornecidos na Tabela 5.1. Na referida tabela, foi colocada a classe em que o escoamento superficial poderia estar inserido para se ter uma idéia do comportamento do mesmo em relação ao parâmetro estudado. Observou-se que, mesmo no escoamento superficial, os valores de pH continuaram dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA (CETESB, 1993) e, também, não alteraram tão drasticamente os valores de pH a

jusante da descarga do escoamento superficial no manancial. A faixa normal do pH para a água de irrigação, segundo AYERS e WESTCOT (1985), fica em torno de 6,5 a 8,4, o que torna os mananciais estudados aptos a essa categoria.

Tabela 5.1: Dados da análise de pH do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

pH	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					7,4	2		
Coleta 2: 24/04/97					7,5	2	7,9	2
Coleta 3: 08/05/97	7,2	2					7,6	2
Coleta 6: 16/07/97	7,0	2					7,4	2
Coleta 10: 08/09/97							7,7	2
Coleta 15: 18/06/98			6,5	2				
Coleta 16: 10/08/98			7,1	2				
Coleta 17: 17/08/98	6,5	2						
Coleta 21: 11/05/99								
Coleta 23: 06/07/99					7,2	2		
Coleta 24: 03/08/99			7,3	2				
Coleta 25: 30/08/99			6,9	2				
Coleta 27: 27/09/99			6,9	2				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Nas Tabelas 5.2 e 5.3 são mostradas as análises estatísticas do pH entre o escoamento superficial e o ponto a jusante do lançamento do mesmo no manancial nas propriedades estudadas. Nota-se que, apesar dos poucos dados obtidos, verificou-se que nas propriedades 1, 2 e 3, o líquido escoado superficialmente apresentou diferença significativa de 1 % de probabilidade,

em relação à água do manancial a jusante do ponto de descarga, o que não ocorreu na propriedade 4.

Tabela 5.2: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2.

Propriedade 1 $Y = 3,3 + (0,5) X$					Propriedade 2 $Y = 2,9 + (0,6) X$			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,02	0,02	0,08	1	0,32	0,32	26,67
Resíduo	1	0,24	0,24	$F_c > F_t$	3	0,04	0,01	$F_c > F_t$
Total	2	0,26	significativo		4	0,35	significativo	

Tabela 5.3: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 3 e 4.

Propriedade 3 $Y = 3,7 + (0,5) X$					Propriedade 4 $Y = 4 \times \text{EXP} (8,6 \text{ E-}02 X)$			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,01	0,01	0,33	1	0,0015	0,0015	4,36
Resíduo	1	0,04	0,04	$F_c > F_t$	2	0,0007	0,0003	$F_c < F_t$
Total	2	0,05	significativo		3	0,0022	significativo	

Na Figura 5.1 é fornecido o comportamento do pH (montante e jusante) durante a pesquisa no manancial da propriedade 01. Pode-se notar que os valores tiveram um comportamento semelhante durante toda a pesquisa, com oscilações, mas sem grandes picos, sendo que na coleta 18, o pH do ponto de coleta a montante caiu bastante, devido a problemas analíticos na realização da análise. Observando a Tabela B.1 (Anexo B), verificou-se que nas coletas realizadas, os valores de pH no ponto a jusante foram, na metade destas, maiores que a montante. Já em relação à análise estatística, pode-se salientar que a diferença do valor do pH entre montante e jusante não foi estatisticamente diferente, embora a água escoada

superficialmente tivesse uma diferença estatística da coletada no manancial a jusante. Tal diferença não foi suficiente para alterar as características do manancial sob este ponto de vista, como pode ser visto na Tabela 5.4.

Tabela 5.4: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 6,1 + (0,1) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,21	0,21	1,33
Resíduo	17	2,69	0,16	$F_c < F_t$
Total	18	2,90	não significativo	

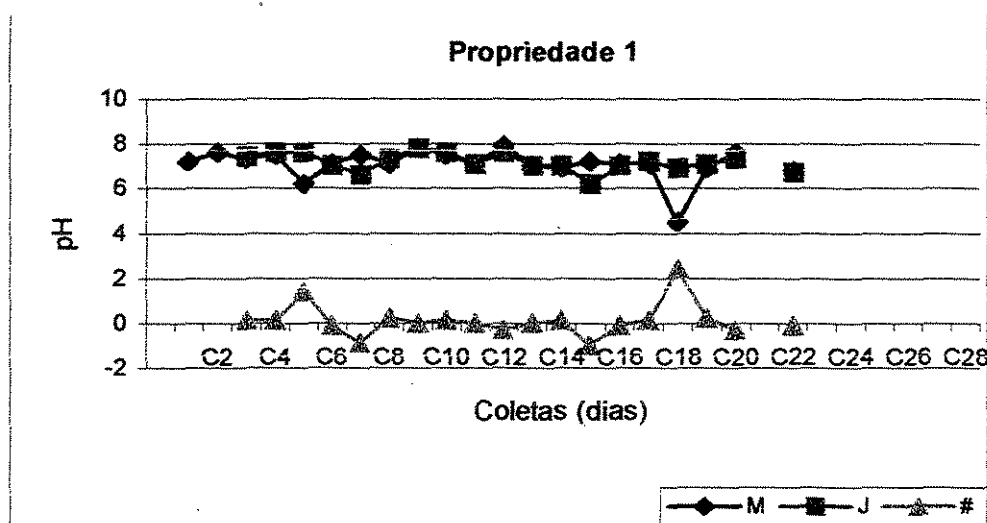


Figura 5.1: Comportamento do pH no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.2 é mostrado o comportamento do pH na propriedade 2. Verifica-se que os valores tiveram o mesmo comportamento sem grandes variações nem picos. De acordo com os dados apresentados na Tabela B.1 (Anexo B), nota-se que os valores de pH da água coletada a montante foram, na maioria das coletas, maiores que a jusante. Com base na análise estatística,

verifica-se que a diferença das concentrações do pH entre montante e jusante não foi estatisticamente diferente, embora a água escoada superficialmente tivesse uma diferença estatística no manancial a jusante, esta diferença acabou não alterando as características da água do manancial estudado, como é mostrado na Tabela 5.5.

Tabela 5.5: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 3,9 + (0,4) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,29	0,29	2,19
Resíduo	11	1,46	0,13	$F_c < F_t$
Total	12	1,76	não significativo	

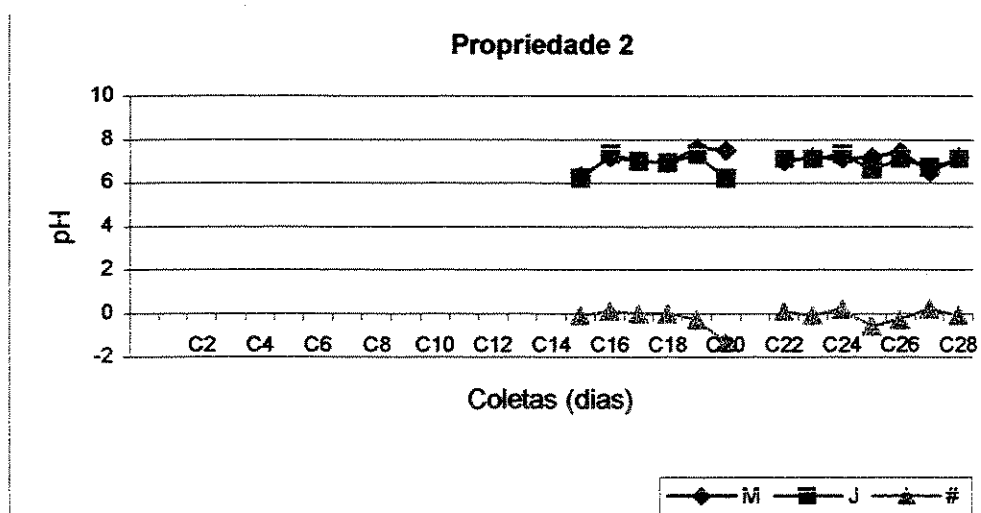


Figura 5.2: Comportamento do pH no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.3 é demonstrado como foi o comportamento das concentrações de pH da água coletada a montante e a jusante na propriedade 3. Observa-se que todos os valores obtidos ficaram entre 6 e 8, não havendo grande variação no valor de pH nas amostras analisadas.

Comparando-se os valores da Tabela B.2 (Anexo B), nota-se que praticamente todos os valores a jusante foram maiores que a montante, e em relação à análise estatística, observou-se que a diferença encontrada entre montante e jusante não foi estatisticamente diferente, mesmo tendo obtido uma diferença entre a água escoada superficialmente e a jusante no manancial, podendo ser conferido na Tabela 5.6. Portanto, sob este aspecto, a água excedente de irrigação ao retornar ao manancial não causou alteração consubstancial na qualidade da água.

Tabela 5.6: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 4,8 \times \text{EXP}(6,1 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,005	0,005	4,65
Resíduo	18	0,019	0,001	$F_c < F_t$
Total	19	0,025	não significativo	

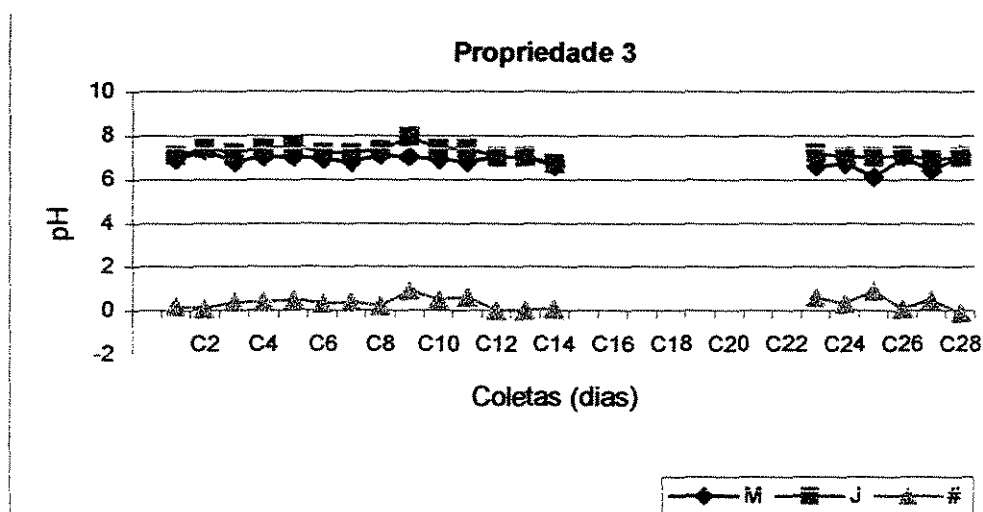


Figura 5.3: Comportamento do pH no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.4 é demonstrado o comportamento dos valores a jusante e a montante do pH durante a pesquisa na propriedade 4. Nota-se que os valores obtidos variaram de 6 a 8, sendo que o pH não teve grandes aumentos durante o período. Observando os dados constantes da Tabela B.2 (Anexo B), verificou-se que os valores de pH da água coletada a jusante foram maiores que a montante e fazendo-se a análise estatística, notou-se que os valores de pH entre jusante e montante não foram estatisticamente diferente, embora ocorrendo diferenças estatísticas entre o escoamento superficial e a jusante do manancial, não ocorreu mudanças na qualidade da água do mesmo, conforme observa-se nos dados apresentados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de pH entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 4,0 + (0,5) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,46	0,46	3,53
Resíduo	11	1,44	0,13	$F_c < F_t$
Total	12	1,90	não significativo	

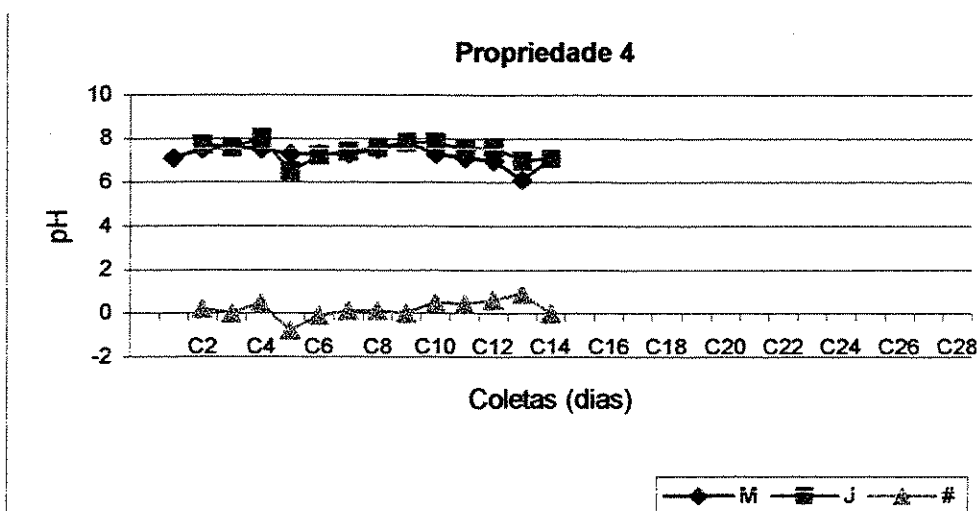


Figura 5.4: Comportamento do pH no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Os dados de alteração percentual para as quatro propriedades constam da Figura 5.5. De acordo com os valores apresentados nas Tabelas B.1 e B.2 (Anexo B), observou-se flutuação considerável nos valores de pH, sendo que o manancial da propriedade 1, em duas coletas distintas (5 e 18) o aumento foi considerado alto, da ordem de 73,7 % (devido provavelmente às chuvas ocorridas no dia anterior) e 126,3 % (devido a problemas analíticos durante a análise), respectivamente. Contudo, esse aumentos não prejudicaram o comportamento do manancial em si, em relação à toda monitoração, que mostrou um aumento dos valores obtidos de pH em torno de 5,3 %.

Já no manancial da propriedade 2, houve somente um pico considerável dos valores obtidos de pH (coleta 20) da ordem de 59,1 %, contudo o aumento do pH durante toda a monitoração, foi de 7,7 %.

Com relação ao manancial da propriedade 3, o comportamento do pH foi praticamente o mesmo, sem nenhum aumento considerável dos valores obtidos da água coletada, tendo um aumento médio de 5 %.

E, finalmente, no manancial da propriedade 4, houve também apenas um pico considerável (coleta 13) da ordem de 37,5 % (devido às chuvas durante toda a semana), sendo que o aumento durante todo o estudo foi de 7,7 %.

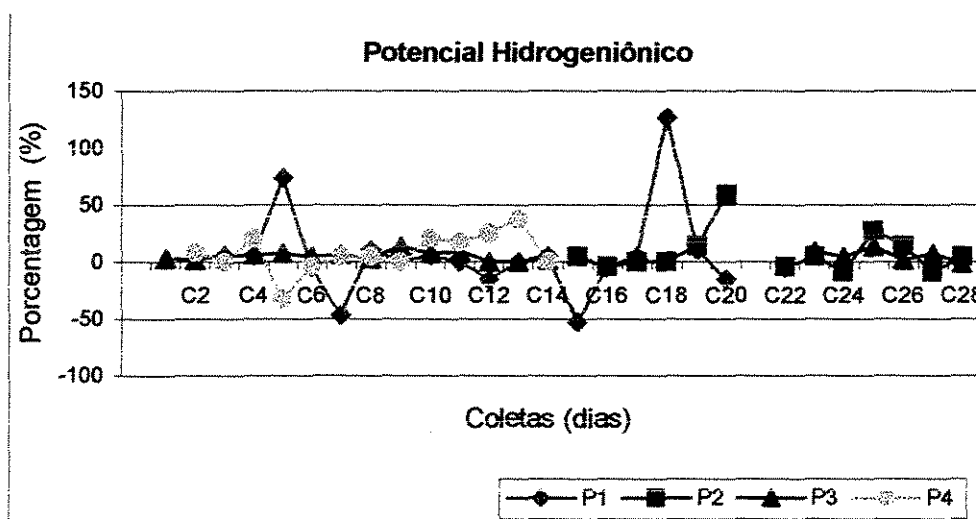


Figura 5.5: Alteração do pH nos mananciais das quatro propriedades estudadas em Jarinú – SP.

Notas: C: coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge; P4: Sítio Shambalah.

Por fim, notou-se que o retorno da água de irrigação ao manancial (escoamento superficial) não causou alterações significativas na qualidade da água sob o ponto de vista da variável pH.

5.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

A Resolução CONAMA nº 20 (CETESB, 1993), para classificação dos mesmos, menciona as concentrações de OD como um importante parâmetro ($> 5 \text{ mg/L}$ – Classe 1 e 2).

A quantidade de OD em águas naturais é um estado do equilíbrio dinâmico. As bactérias, algas e zooplâncton, alimentam-se da matéria orgânica num processo de oxidação que consome OD. Os mecanismos conhecidos para reabastecer o oxigênio consumido na água são a aeração (predominante nos rios turbulentos) e a fotossíntese (lagoas e lagos).

Em adição ao material natural, muitos sistemas de água contêm materiais antropogênicos que se degradam biologicamente. Quando um efluente contendo resíduos é descarregado nos rios, a biota usa a OD para degradar os resíduos em nitratos, carbonatos, fosfatos, sulfatos e CO_2 e acaba consumindo a OD presente na água.

Os valores obtidos da água coletada a montante e a jusante desse parâmetro durante toda a pesquisa, constam nas Tabelas B.3 e B.4 (Anexo B).

Já os dados do escoamento superficial são mostrados na Tabela 5.8. Pode-se notar que os valores obtidos de OD foram praticamente os mesmos, não ocorrendo grandes mudanças apesar de ocorrerem menores concentrações nas coletas 1, 3 e 10 com valores de $4,0 \text{ mg O}_2/\text{L}$ (devido provavelmente às chuvas ocorridas no dia anterior), $3,0 \text{ mg O}_2/\text{L}$ (devido provavelmente a erro analítico ou amostral) e $4,0 \text{ mg O}_2/\text{L}$ (devido provavelmente a erro amostral ou analítico), respectivamente. Apesar disso, as concentrações de OD nos escoamentos superficiais foram satisfatórias, isto é, dentro dos limites.

Tabela 5.8: Dados da análise de oxigênio dissolvido (mg O₂/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

OD (mg O ₂ /L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					4,0	3		
Coleta 2: 24/04/97					5,0	2	5,0	2
Coleta 3: 08/05/97	3,0	4					6,0	2
Coleta 6: 16/07/97	6,0	2					6,0	2
Coleta 10: 08/09/97							4,0	3
Coleta 15: 18/06/98			5,9	2				
Coleta 16: 10/08/98			6,7	2				
Coleta 17: 17/08/98	5,1	2						
Coleta 21: 11/05/99			7,0	2				
Coleta 23: 06/07/99					6,2	2		
Coleta 24: 03/08/99			7,0	2				
Coleta 25: 30/08/99			6,8	2				
Coleta 27: 27/09/99			5,6	2				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E. S.: Escoamento Superficial.

As Tabelas 5.9 e 5.10 mostram os resultados das análises estatísticas da variável OD nos mananciais das propriedades estudadas. Nota-se que as concentrações de OD entre a água escoada e no ponto de coleta a jusante no manancial tiveram uma diferença estatisticamente significativa de 1 % de probabilidade nas propriedades 1, 2 e 4, o mesmo não ocorrendo com o manancial da propriedade 03.

Tabela 5.9: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2.

Propriedade 1 $Y = 4 + (0,14) X$					Propriedade 2 $Y = 4,7 + (0,3) X$			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,03	0,03	0,009	1	0,35	0,35	0,96
Resíduo	1	3,67	3,67	$F_c > F_t$	4	1,45	0,36	$F_c > F_t$
Total	2	3,71	significativo		5	1,80	significativo	

Tabela 5.10: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 3 e 4.

Propriedade 3 $Y = -7,9 + (2,2) X$					Propriedade 4 $Y = 4,8 + (5,3 \text{ E-}02) S$			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	2,41	2,41	3,19	1	0,02	0,02	0,009
Resíduo	1	0,76	0,76	$F_c < F_t$	2	4,12	2,06	$F_c > F_t$
Total	2	3,17	não significativo		3	4,14	significativo	

Na Figura 5.6 é mostrado o comportamento da concentração de OD a montante e a jusante na propriedade 1. Pode-se observar que houve oscilação dos valores obtidos, demonstrando que a concentração de OD variou durante o estudo, tendo picos nas coletas 9 (devido a provavelmente à ocorrência de chuvas torrenciais no dia anterior à coleta) e 21 (devido provavelmente a erro de amostragem), sendo que as concentrações obtidas de OD variaram de 3 a 9 mg O₂/L. De acordo com os dados apresentados na Tabela B.3 (Anexo B), na maioria das coletas, os pontos montante e jusante tiveram concentrações praticamente iguais. Observando os dados mostrados na Tabela 5.11, nota-se que a diferença entre as concentrações de OD da água coletada a montante e a jusante foram estatisticamente significativas, ocorrendo o mesmo com as concentrações de OD da água escoada superficialmente e a jusante do manancial estudado,

alterando portanto, as características do manancial, sendo que com isso, pode ocorrer mudanças tanto na flora quanto na fauna aquáticas dos mananciais estudados.

Tabela 5.11: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 0,2 + (0,9) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	20,02	20,02	33,07
Resíduo	17	10,29	0,60	$F_c > F_t$
Total	18	30,3116	significativo	

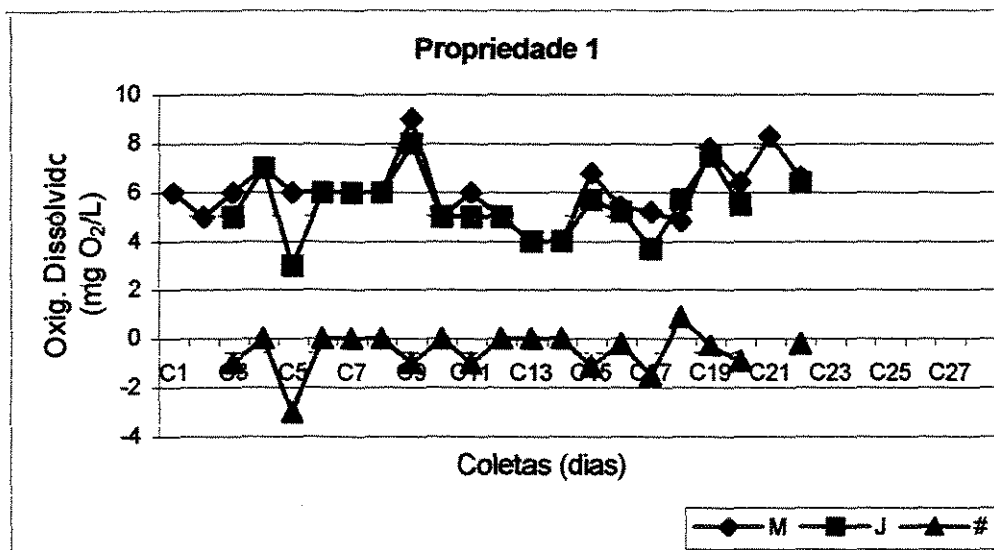


Figura 5.6: Comportamento da OD no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.7 é mostrado o comportamento da OD na propriedade 2. Nota-se que houve variações entre montante e jusante, sem grandes picos na concentração de OD, sendo que as concentrações variaram de 4,8 a 8,5 mg O₂/L. De acordo com os dados obtidos na Tabela B.3 (Anexo B), nota-se que a água coletada no ponto jusante acabou tendo concentração maior que a

montante, o que pode inferir que o escoamento superficial possa estar influenciando as características do manancial. A Tabela 5.12 apresenta a análise estatística feita durante o estudo. Nota-se que a concentração de OD entre o ponto a montante e a jusante foi estatisticamente diferente, sendo que o mesmo ocorreu na análise estatística realizada com os dados obtidos entre a água escoada e a jusante do manancial, podendo afirmar que houve alteração nas características da água do manancial estudado sob o ponto de vista da concentração de OD.

Tabela 5.12: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 0,4 + (0,9) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	10,36	10,36	42,64 $F_c > F_l$
Resíduo	12	2,91	0,24	
Total	13	13,27	significativo	

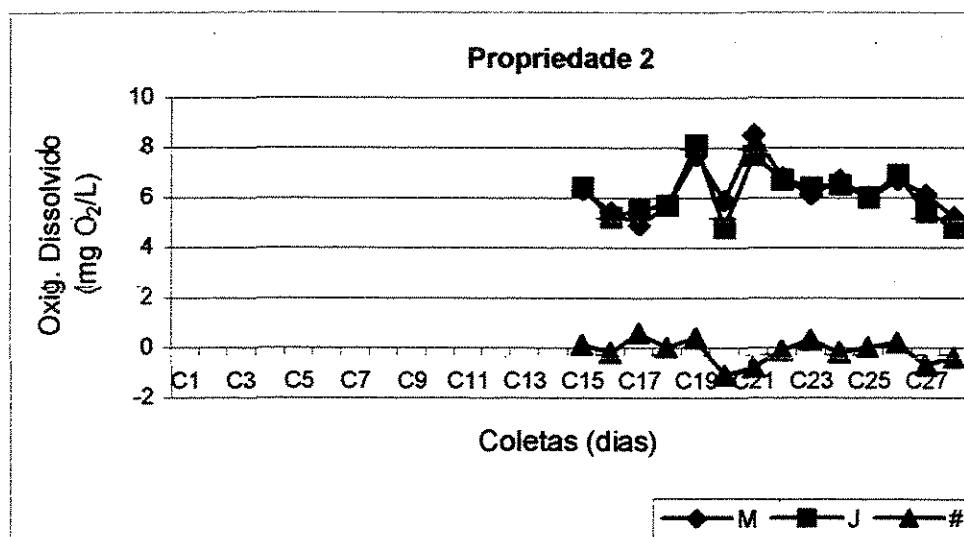


Figura 5.7: Comportamento da OD no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.8 é apresentado o comportamento da concentração da OD no manancial da propriedade 3. Observa-se grande variação de valores com picos nas coletas 9 (devido provavelmente à forte chuva ocorrida no dia anterior) e 13 (devido provavelmente à baixa vazão e quantidade muito elevada de *Perifiton*). De acordo com os dados mostrados na Tabela B.4 (Anexo B), pode-se notar que os valores obtidos de OD na água coletada a jusante foram maiores que a montante. A exceção ficou para a coleta 13 em que o ponto montante foi maior que a jusante. Já na Tabela 5.13 é fornecida a análise estatística e percebe-se que a concentração de OD não foi estatisticamente diferente entre os pontos montante e jusante.

Tabela 5.13: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 6,4 + (4,9 \text{ E-}02) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,09	0,09	0,05
Resíduo	18	34,17	1,90	$F_c < F_t$
Total	19	34,26	não significativo	

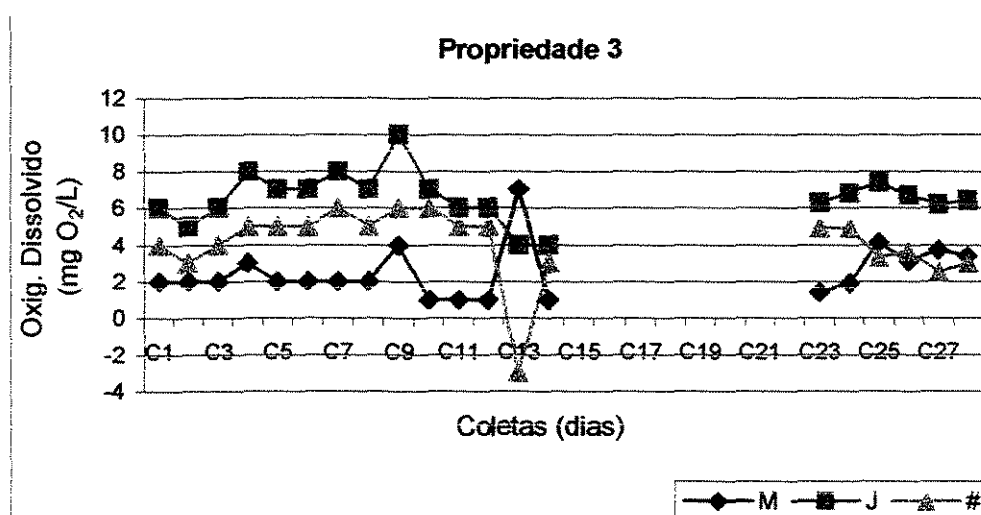


Figura 5.8: Comportamento da OD no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.9 é demonstrado como foi o comportamento do oxigênio dissolvido no manancial da propriedade 4. Pode-se notar também que não houve aumentos consideráveis da concentração de OD durante o estudo. De acordo com os dados apresentados na Tabela B.4 (Anexo B), os valores da água coletada a jusante foram maiores que a montante, com exceção da coleta 6 em que a concentração do ponto montante foi muito maior que no ponto a jusante (devido a erro de amostragem). Na Tabela 5.14 é fornecida a análise estatística durante o estudo e pode-se notar que a diferença nas concentrações de OD nos pontos a montante e a jusante não foram estatisticamente diferentes, embora a água escoada superficialmente fosse diferente da coletada no manancial a jusante, tal diferença não foi suficiente para alterar as características do manancial monitorado.

Tabela 5.14: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de oxigênio dissolvido entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 4,1 \times \text{EXP}(6,4 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,14	0,14	1,37
Resíduo	11	1,16	0,11	$F_c < F_t$
Total	12	1,31	não significativo	

Na Figura 5.10 é mostrada a alteração percentual de aumento da concentração de OD nos mananciais das propriedades estudadas. Observando os dados obtidos nas Tabelas B.3 e B.4 (Anexo B), pode-se notar que no manancial da propriedade 1, os valores de OD permaneceram praticamente os mesmos com um aumento percentual na coleta 5 de 32,1 % (devido provavelmente a erro analítico), ficando com uma média de 5 % de aumento.

Já no manancial da propriedade 2, o aumento foi maior nas coletas 20 e 21, de 57,9 e 42,1 %, respectivamente (devido provavelmente a erro de amostragem), tendo um aumento médio de 7,1 %.

No manancial da propriedade 3, o aumento da OD também foi baixo, da ordem de 5 %, não tendo nenhum pico considerável.

E, finalmente, no manancial da propriedade 4, a oscilação foi maior nas coletas 4 e 6 da ordem de 52,7 % (devido provavelmente às chuvas ocorridas no dia anterior) e -90,9 % (devido a erro de amostragem) respectivamente, ficando com um aumento médio de 7,7 %.

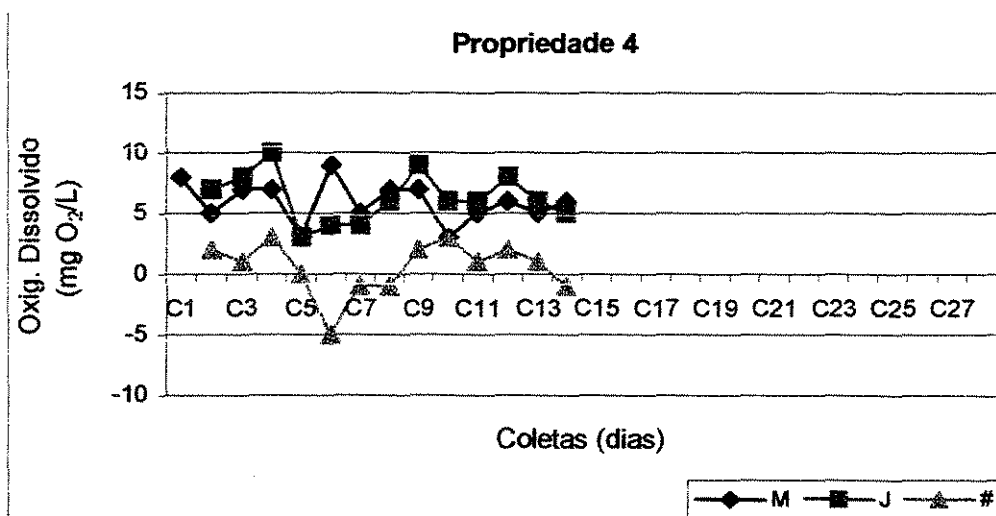


Figura 5.9: Comportamento da OD no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

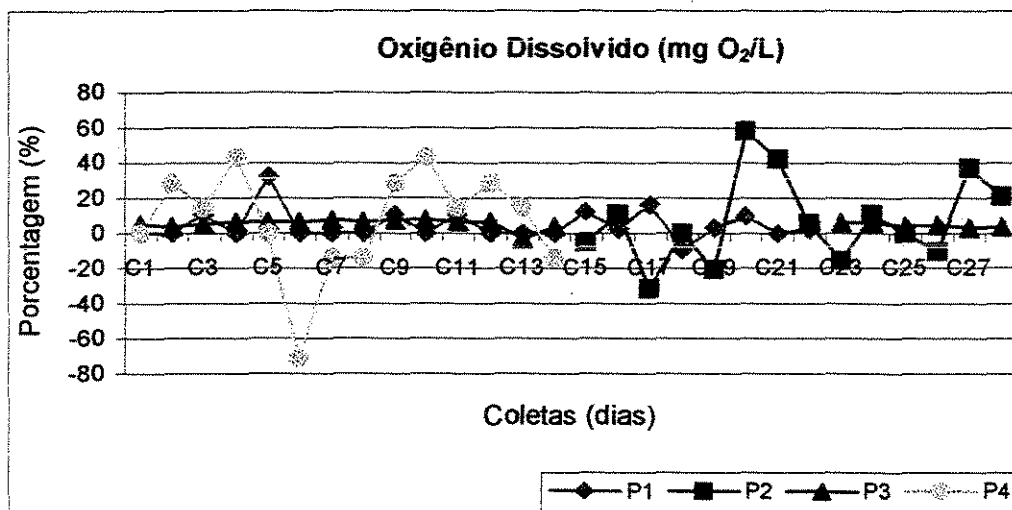


Figura 5.10: Alteração da OD nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú - SP.

Notas: C: Coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge e P4: Sítio Shambalah.

Portanto, pode-se afirmar que nos mananciais das propriedades 1 e 2 a qualidade da água do manancial foi alterada sob o ponto de vista da concentração de OD, o que não ocorreu com os mananciais das propriedades 3 e 4, apesar de continuarem sendo da Classe 2.

5.3. Alcalinidade

A alcalinidade não é um parâmetro de referência para classificação dos mananciais, por isso não há valores mínimos permissíveis na Resolução CONAMA nº 20 (CETESB, 1993).

Os valores obtidos de montante e jusante da análise de alcalinidade constam nas Tabelas B.5 e B.6, Anexo B. Nota-se que os valores permaneceram praticamente os mesmos durante toda a pesquisa. Na Tabela 5.15 são mostrados os dados obtidos do escoamento superficial nas quatro propriedades estudadas. Pode-se observar que os mesmos ficaram acima de 10 mg CaCO_3/L , sendo que foi observado um valor muito menor na coleta 10 (devido provavelmente a problemas analíticos).

Nas Tabelas 5.16 e 5.17 são mostradas as análises estatísticas dos dados de alcalinidade encontrados durante o estudo nos mananciais das propriedades monitoradas. Nota-se que em todas as propriedades as concentrações da água escoada superficialmente e a jusante do manancial não apresentam diferença estatisticamente significativa na probabilidade de 1 %.

Tabela 5.16: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade da água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2.

Propriedade 1 $Y = 2979,1 \times \text{EXP} (-0,4 X)$					Propriedade 2 $Y = 3,3 \text{ E-}04 \times \text{EXP} (0,4 X)$			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,47	0,47	2,31	1	0,19	0,19	5,90
Resíduo	1	0,20	0,20	$F_c < F_t$	2	0,06	0,03	$F_c < F_t$
Total	2	0,67	não significativo		3	0,25	não significativo	

Tabela 5.15: Dados da análise de alcalinidade (mg CaCO₃/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					11,1	-		
Coleta 2: 24/04/97					13,6	-	30,6	-
Coleta 3: 08/05/97	28,9	-					34,0	-
Coleta 6: 16/07/97	15,3	-					30,6	-
Coleta 10: 08/09/97							3,4	-
Coleta 15: 18/06/98			13,8	-				
Coleta 16: 10/08/98			21,8	-				
Coleta 17: 17/08/98	9,1	-						
Coleta 21: 11/05/99								
Coleta 23: 06/07/99					20,4	-		
Coleta 24: 03/08/99			23,4	-				
Coleta 25: 30/08/99								
Coleta 27: 27/09/99			27,0	-				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Tabela 5.17: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 3 e 4.

Propriedade 3 $Y = 6,4 \times \text{EXP}(3,2 \text{ E-}02 \text{ X})$					Propriedade 4 $Y = 4,8 + (5,3 \text{ E-}02) \text{ S}$			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,13	0,13	2,09	1	591,77	591,77	65,68
Resíduo	1	0,06	0,06	Fc<Ft	2	18,02	9,01	Fc<Ft
Total	2	0,19	não significativo		3	609,79	não significativo	

Na Figura 5.11 é apresentado o comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 1. Pode-se notar que esta apresenta valores bem diversificados. Observando os dados de alcalinidade contidos na Tabela B.5 (Anexo B), nota-se que os valores nos pontos a montante foram menores que a jusante. Houve alguns valores bem menores que os demais ocorridos nas coletas 4 e 10, devido ao carreamento de sólidos para os mananciais. Já na Tabela 5.18 é demonstrada a análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade durante o período. Nota-se que a diferença das concentrações da alcalinidade entre os pontos a montante e a jusante foram estatisticamente diferentes.

Tabela 5.18: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 3,5 \times \text{EXP}(8,5 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	5,18	5,18	35,88
Resíduo	16	2,31	0,14	$F_c > F_t$
Total	17	7,50	significativo	

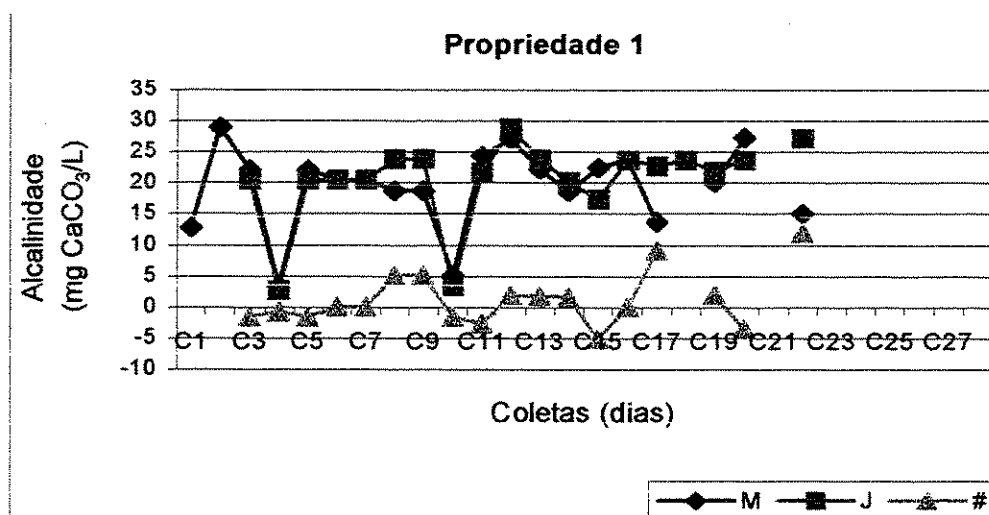


Figura 5.11: Comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.12 é mostrado o comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 2. Nota-se que houve variações dos valores obtidos tendo picos nas coletas 23 e 28 (devido à chuvas ocorridas no dia anterior). Observando-se os dados obtidos de alcalinidade que são mostrados na Tabela B.5 (Anexo B), verifica-se que os valores a montante e a jusante foram praticamente os mesmos durante todo o estudo. Os resultados da análise estatística são mostrados na Tabela 5.19. Verifica-se que os valores da alcalinidade entre os pontos a montante e a jusante foram estatisticamente diferentes.

Tabela 5.19: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 31,6 + (0,3) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	24,06	24,06	0,48
Resíduo	10	500,32	50,03	$F_c > F_t$
Total	11	524,38	significativo	

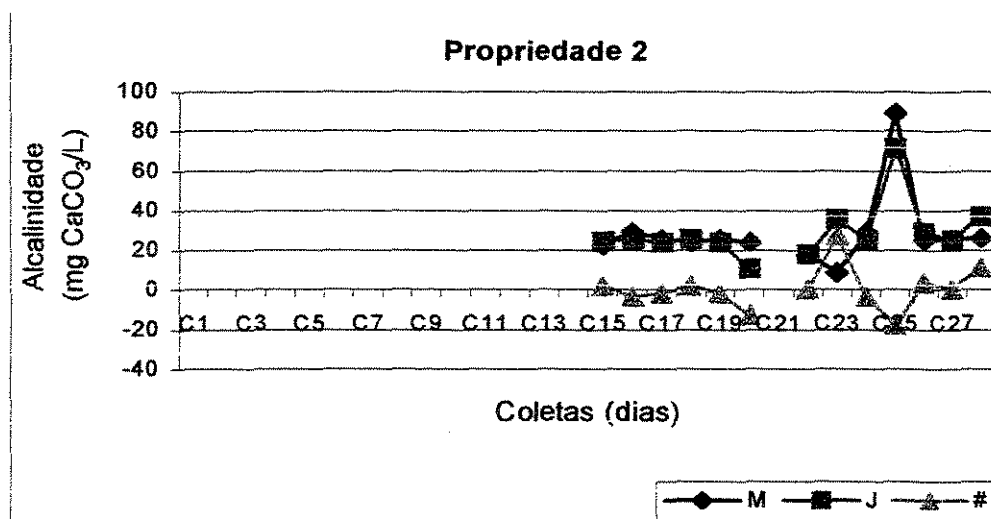


Figura 5.12: Comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.13 é fornecido o comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 3, mostrando que os valores tiveram pequenas oscilações com picos nas coletas 12 (devido provavelmente a erros analíticos) e 26 (o curso do rio mudou drasticamente, podendo ter carregado materiais para o rio sendo que foi após esse episódio foi verificada alterações e isto ocorreu devido às fortes chuvas ocorridas na semana anterior). Pode-se observar também que houve quedas nos valores de alcalinidade nas coletas 4 (devido provavelmente às chuvas ocorridas no dia anterior) e 10 (devido a problemas de amostragem). De acordo com os dados obtidos da análise da água coletada no manancial da propriedade 3 que são apresentados na Tabela B.6 (Anexo B), nota-se que os valores entre os pontos a montante e a jusante não tiveram grandes variações, sendo que os valores obtidos a jusante foram maiores que a montante. Observando os dados de alcalinidade mostrados na Tabela 5.20, verifica-se que a diferença dos valores obtidos de alcalinidade entre a água coletada a montante e a jusante foi estatisticamente diferente, embora a água escoada superficialmente não fosse estatisticamente diferente da água coletada a jusante do manancial.

Tabela 5.20: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 3,9 \times \text{EXP}(6,7 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	7,54	7,54	100,33
Resíduo	17	1,28	0,08	$F_c > F_t$
Total	18	8,82	significativo	

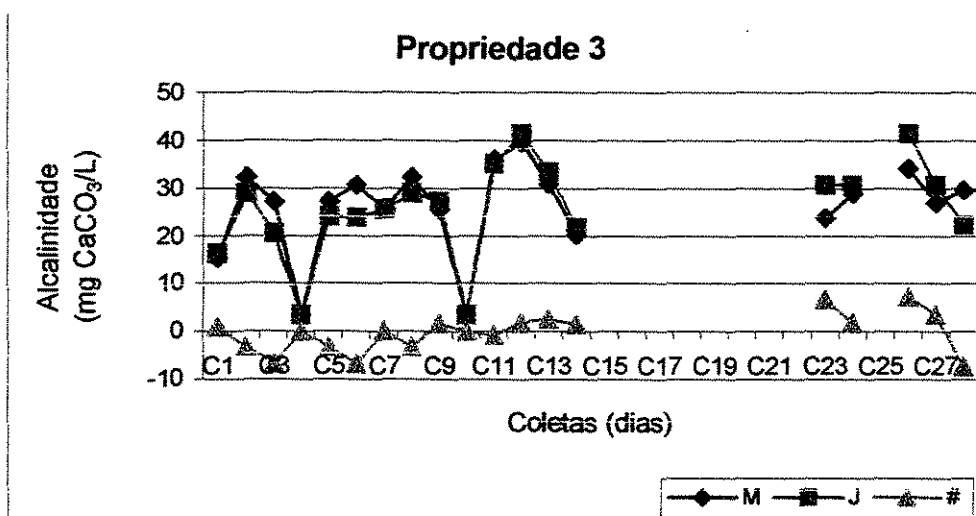


Figura 5.13: Comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.14 é mostrado o comportamento da alcalinidade durante o período no manancial da propriedade 4. Pode-se observar uma grande flutuação de valores. Levando-se em consideração os dados obtidos contidos na Tabela B.6 (Anexo B), nota-se que os valores encontrados no ponto a jusante foram em todas as coletas maiores que a montante. Também nessa propriedade observou-se menores concentrações nas coletas 4 e 10, devido provavelmente ao carreamento de sólidos para os mananciais ou mesmo problemas analíticos durante a análise. De acordo com os dados obtidos de alcalinidade mostrados na Tabela 5.21, verifica-se que a concentração da alcalinidade entre os pontos de coleta a montante e a jusante durante o estudo foi estatisticamente diferente.

Tabela 5.21: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de alcalinidade entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 3,5 \times \text{EXP}(8,5 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	538,14	538,14	31,36
Resíduo	11	188,73	17,16	$F_c > F_t$
Total	12	726,88	significativo	

Na Figura 5.15 são mostrados os dados da alteração do percentual de aumento da alcalinidade nos diferentes mananciais estudados.

De acordo com os dados obtidos da análise e alcalinidade das águas coletada contidas nas Tabelas B.5 e B.6 (Anexo B), nota-se que no manancial da propriedade 1 os aumentos variaram de 7,7 % a 57,7 %, sendo que o aumento médio foi de 5,6 %.

No manancial da propriedade 2, os valores de alcalinidade oscilaram um pouco durante o período e variaram de 42,5 % a 680 %, tendo um aumento médio de 8,3 %.

Já no manancial da propriedade 3, a oscilação dos valores obtidos foi bem pequena, variando de 21,4 % a 176,2 %, sendo que o aumento médio foi de 5,3 %.

E finalmente no manancial da propriedade 4, a oscilação dos valores de alcalinidade foi ainda maior, variando de 3,5 % a 24,4 %, tendo um aumento médio de 8,3 %.

Com base em todas as informações acima expostas, pode-se concluir que, apesar do escoamento superficial não ter obtido diferença estatística com os valores de alcalinidade a jusante dos mananciais estudados, houve alteração da qualidade da água dos mesmos sob o ponto de vista da alcalinidade, pois as concentrações da alcalinidade acabaram tendo um aumento bem significativo durante o estudo.

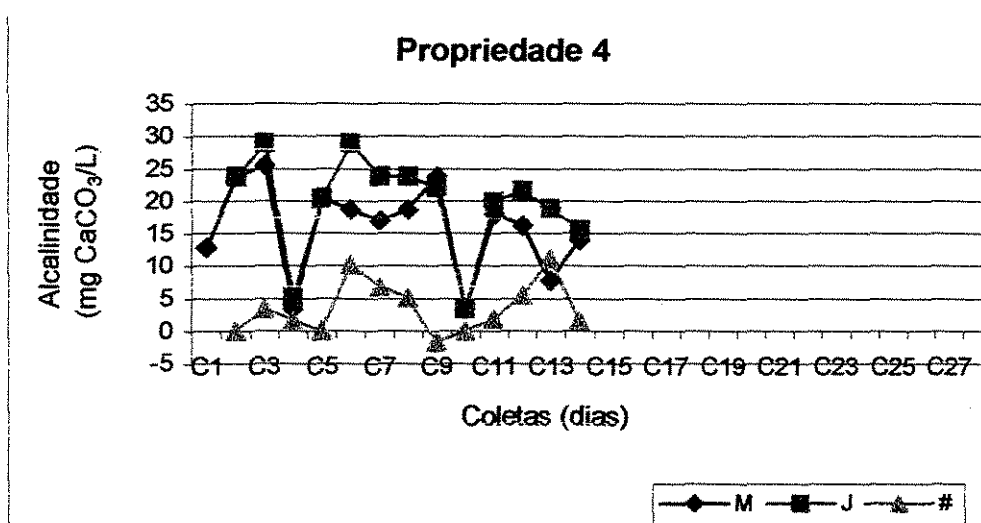


Figura 5.14: Comportamento da alcalinidade no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

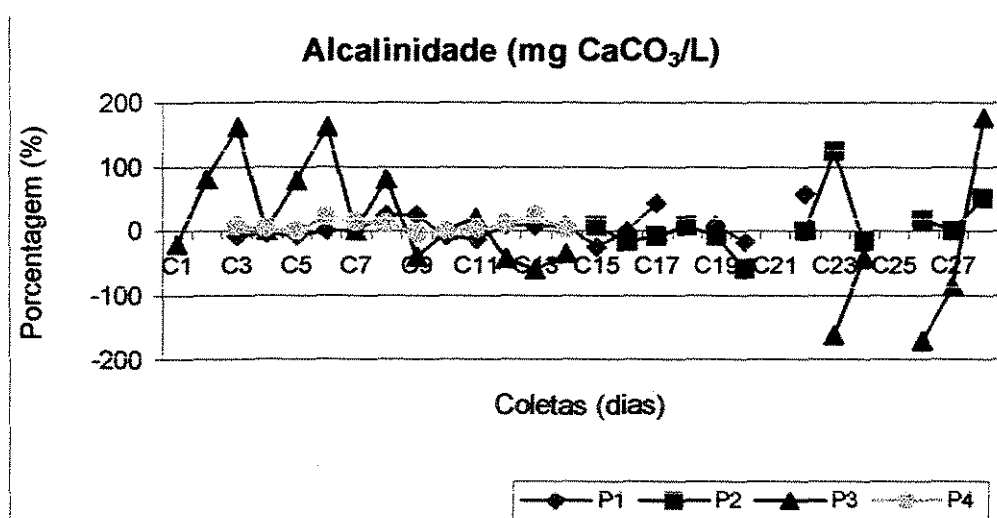


Figura 5.15: Alteração da alcalinidade nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú-SP.

Notas: C: Coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro, P3: Sítio São Jorge e P4: Sítio Shambalah.

5.4. Dureza

A Resolução nº 20 do CONAMA (CETESB, 1993) não estabelece esse parâmetro como indicador para a classificação dos mesmos.

Os dados obtidos dos pontos de montante e jusante nos mananciais da análise de dureza durante o estudo constam das Tabelas B.7 e B.8 (Anexo B). Já os dados obtidos do escoamento superficial nas propriedades monitoradas, são mostrados na Tabela 5.22. Pode-se notar que mesmo no escoamento superficial o limite estipulado não foi excedido.

Os resultados da análise estatística da análise do escoamento superficial em relação à dureza constam da Tabela 5.23. Verifica-se que nas propriedades 1 e 3 não foi possível realizar esta análise devido aos poucos dados obtidos, e nas propriedades 2 e 4 o líquido escoado superficialmente não apresenta diferença significativa com 1 % de probabilidade em relação à descarga de água do manancial a jusante do ponto de descarga.

Tabela 5.23: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de dureza entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 2 e 4.

Propriedade 2 $Y = 50,9 + (-0,56) X$					Propriedade 4 $Y = 17,7 + (0,8) X$			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	32,84	32,84	1,26	1	338,63	338,63	8,05
Resíduo	4	103,99	25,99	$F_c < F_t$	2	84,12	42,06	$F_c < F_t$
Total	5	136,83	não significativo		3	422,75	não significativo	

Tabela 5.22: Dados da análise de dureza ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

Dureza ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					40,0	-		
Coleta 2: 24/04/97					25,0	-	43,0	-
Coleta 3: 08/05/97	18,0	-					45,0	-
Coleta 6: 16/07/97	13,0	-					19,0	-
Coleta 10: 08/09/97							38,0	-
Coleta 15: 18/06/98			27,0	-				
Coleta 16: 10/08/98			33,0					
Coleta 17: 17/08/98								
Coleta 21: 11/05/99			43,0	-				
Coleta 23: 06/07/99								
Coleta 24: 03/08/99			35,0	-				
Coleta 25: 30/08/99			37,0	-				
Coleta 27: 27/09/99			34,0	-				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Na Figura 5.16 é mostrado o comportamento da dureza no manancial da propriedade 1. Pode-se notar que houve grande flutuação de valores com um pico relativamente alto na coleta 8 (devido às chuvas ocorridas no dia anterior). De acordo com os dados obtidos da análise de dureza são mostrados na Tabela B.7 (Anexo B), os pontos a montante e a jusante se equívalem (em algumas coletas os valores a montante foram maiores que a jusante e em outras coletas o contrário). Levando-se em consideração os dados obtidos que constam da Tabela 5.24, nota-se que as concentrações da dureza entre montante e jusante tiveram uma diferença estatisticamente significativa.

Tabela 5.24: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de dureza entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 4,9 \times \text{EXP} (0,6 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	5,20	5,20	104,53
Resíduo	14	0,70	0,05	$F_c > F_t$
Total	15	5,90	significativo	

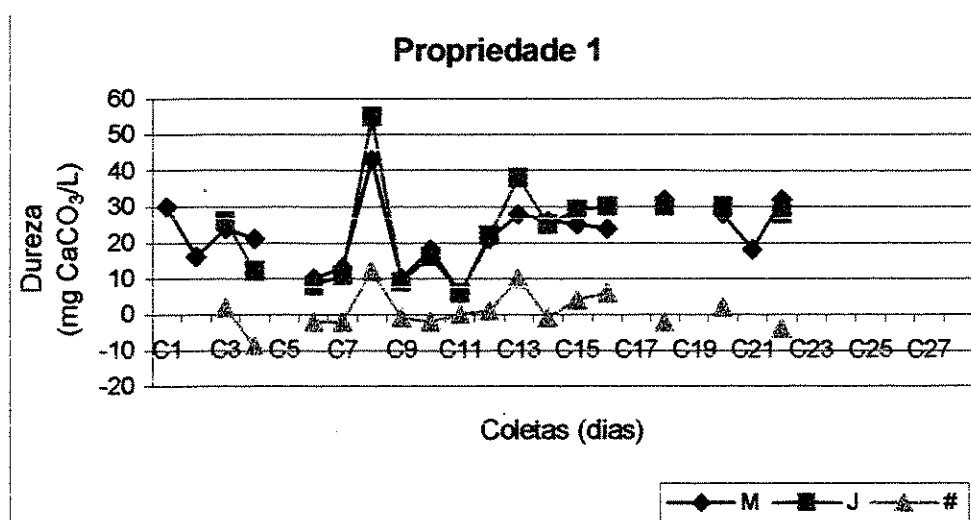


Figura 5.16: Comportamento da dureza no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Já na Figura 5.17 é demonstrado o comportamento da dureza no manancial da propriedade 2. Observa-se que os valores foram praticamente os mesmos durante toda a monitoração, com um pico na coleta 18 (devido provavelmente às chuvas). Levando-se em consideração os dados obtidos mostrados na Tabela B.7 (Anexo B), nota-se que as concentrações de dureza nos pontos a montante foram maiores que a jusante. Já a Tabela 5.25 fornece a análise estatística dos dados de dureza no manancial da propriedade 2 e esta mostra que a diferença do valor de dureza entre os pontos a montante e a jusante não foi estatisticamente diferente, sendo

que o mesmo ocorreu com a análise da água escoada superficialmente e a jusante do manancial monitorado.

Tabela 5.25: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de dureza entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 17,5 \times \text{EXP}(1,8 \text{ E-}02 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,04	0,04	1,95
Resíduo	8	0,15	0,02	$F_c < F_t$
Total	9	0,19	não significativo	

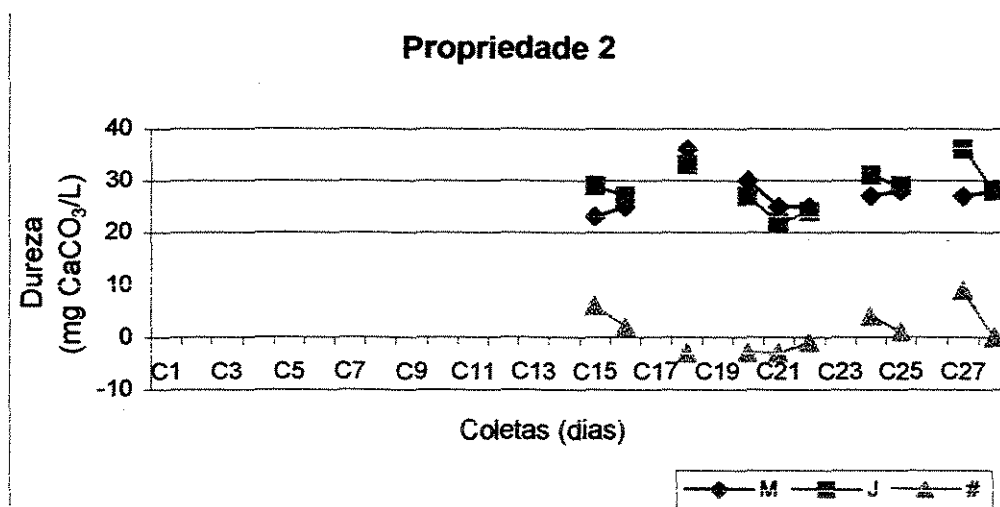


Figura 5.17: Comportamento da dureza no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

O comportamento da dureza no manancial da propriedade 3 é mostrado na Figura 5.18. Pode-se notar que ocorreu uma flutuação de valores com picos consideráveis nas coletas 2, 8 e 13. De acordo com os dados obtidos de dureza contidos na Tabela B.8 (Anexo B), nota-se que os valores a montante foram maiores que os a jusante na maioria das coletas, mostrando que pode ter ocorrido mudanças na qualidade da água a montante da propriedade. Levando-se em

consideração os dados mostrados na Tabela 5.26, verifica-se que a concentração de dureza entre montante e jusante foi estatisticamente diferente durante a pesquisa, alterando, portanto, as características da água do manancial.

Tabela 5.26: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de dureza entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 6,5 \times \text{EXP}(4,5 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	3,91	3,91	60,04
Resíduo	15	0,98	0,07	$F_c > F_t$
Total	16	4,88	significativo	

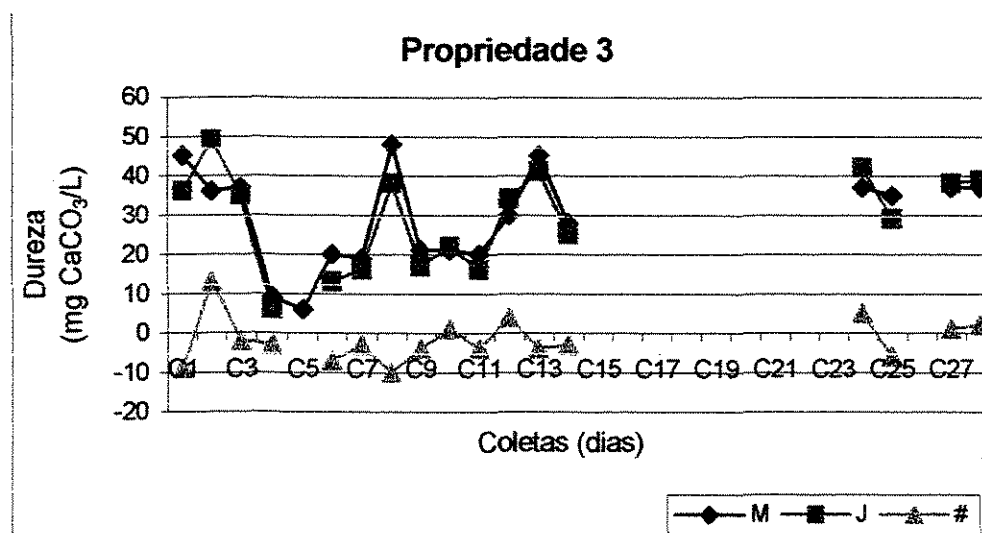


Figura 5.18: Comportamento da dureza no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.19 é fornecido o comportamento da concentração da dureza no manancial da propriedade 4. Nota-se que os valores foram muito diferentes entre si, com um pico na coleta 8. Levando-se em consideração os dados de dureza mostrados na Tabela B.8 (Anexo B), verifica-

se que a concentração da dureza da água coletada a jusante foi maior que a montante. De acordo com os dados contidos na Tabela 5.27, nota-se que a diferença da concentração da dureza entre os pontos a montante e a jusante durante a monitoração foi estatisticamente diferente, o que não ocorreu com a água escoada superficialmente e a jusante do manancial, mas apesar disso houve alteração na qualidade da água do manancial em relação à concentração de dureza.

Tabela 5.27: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de dureza entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 3,5 \times \text{EXP}(8,5 \text{ E-}02 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	1146,11	1146,11	33,88
Resíduo	7	236,78	33,83	$F_c > F_t$
Total	8	1382,89	significativo	

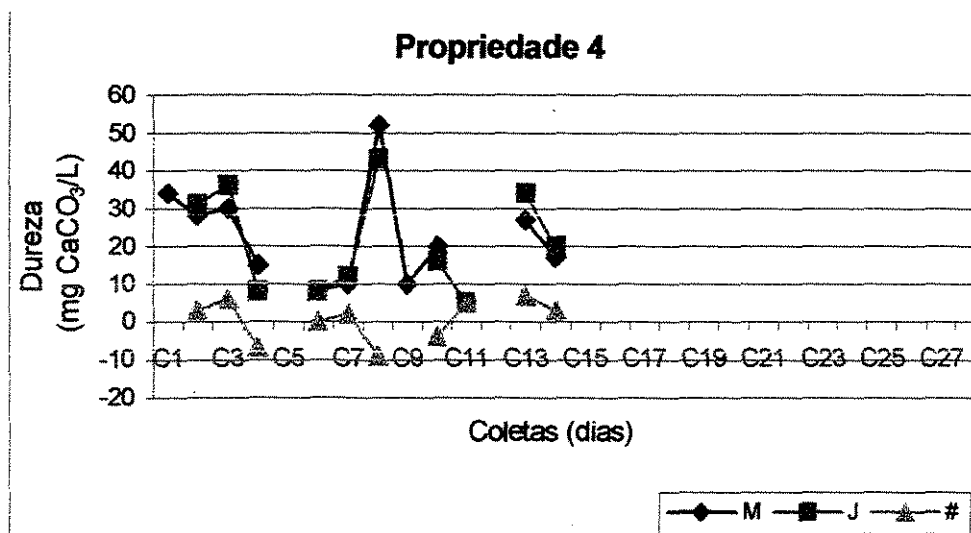


Figura 5.19: Comportamento da dureza no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Observando-se a Figura 5.20, verifica-se a alteração do aumento percentual nas quatro propriedades estudadas.

De acordo com os dados obtidos de dureza que são mostrados nas Tabelas B.7 e B.8 (Anexo B), nota-se que no manancial da propriedade 1 teve uma pequena oscilação, variando de 7,1 a 85,7 %, sendo que o aumento médio foi de 6,3 %.

No manancial da propriedade 2, a oscilação também foi pequena, tendo um percentual de aumento variando de 8,3 a 75 %, com um aumento médio de 10 %.

Já no manancial da propriedade 3, a variação de valores foi pequena, variando de 6,9 a 34,5 %, sendo que o aumento percentual médio foi de 5,9 %.

E finalmente no manancial da propriedade 4, a oscilação de valores foi maior, variando de 33,3 a 117 %, sendo que o aumento médio foi de 10 %.

Portanto, verifica-se que nos mananciais das propriedades 1, 3 e 4 houve alteração das características da água dos mananciais sob o ponto de vista da variável dureza, ou seja, os valores encontrados acabaram mudando o comportamento dos mananciais em questão, apesar do aumento encontrado, sendo que o mesmo não ocorreu com o manancial da propriedade 2.

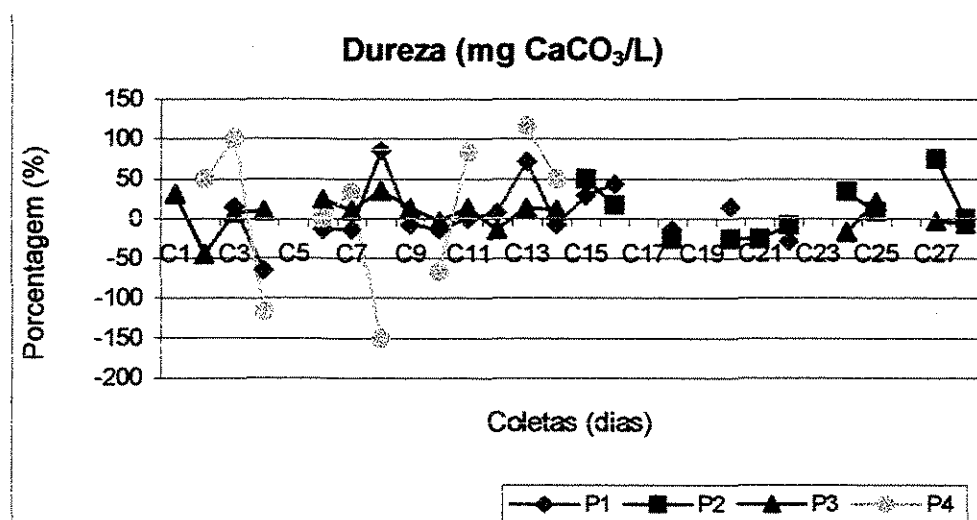


Figura 5.20: Alteração da dureza nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú-SP.

Notas: C: coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge e P4: Sítio Shambalah.

5.5. Condutividade Elétrica

Os dados obtidos da análise da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) durante todo o estudo encontram-se nas Tabelas B.9 e B.10 (Anexo B).

De acordo com AYERS e WESTCOT (1985), valores normais de condutividade elétrica nos mananciais e que servem para a irrigação, devem ter um limite de 0 a $30 \mu\text{S cm}^{-1}$ para se tornarem aptos a tal uso. Com base nessas informações, pode-se dizer que os mananciais estudados tiveram os valores obtidos em algumas coletas acima desse limite.

Na Tabela 5.28 são fornecidos os dados da análise de condutividade elétrica do escoamento superficial nas quatro propriedades estudadas. Nota-se que em algumas análises os dados obtidos foram altos, tendo picos consideráveis nas coletas 10 (devido provavelmente à época de preparo do solo para o plantio) e 24 (devido provavelmente às chuvas ocorridas no dia anterior e posterior carreamento de sais).

Nas Tabelas 5.29 e 5.30 é mostrada a análise estatística dos dados de condutividade elétrica do escoamento superficial coletados durante o período. Verifica-se que nas propriedades 1 e 2 a água escoada superficialmente apresenta diferença significativa, o mesmo não acontecendo na propriedade 4. Já na propriedade 3, os dados foram insuficientes para tal análise.

Tabela 5.29: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2.

Propriedade 1 $Y = 30,3 + (0,4) X$					Propriedade 2 $Y = 4,8 + (0,9) X$			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	175,28	175,28	0,76	1	9924,65	9924,65	300,99
Resíduo	1	229,17	229,17	$F_c > F_t$	3	98,92	32,97	$F_c > F_t$
Total	2	404,45	significativo		4	10023,6	significativo	

Tabela 5.28: Dados de análise de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

Cond. Elétrica ($\mu\text{ S/cm}^2$)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					12,4			
Coleta 2: 24/04/97					32,1		48,8	-
Coleta 3: 08/05/97	58,9	-					162,2	-
Coleta 6: 16/07/97	42,3	-					39,7	
Coleta 10: 08/09/97								
Coleta 15: 18/06/98			8,2	-				
Coleta 16: 10/08/98			47,3	-				
Coleta 17: 17/08/98	30,6	-						
Coleta 21: 11/05/99								
Coleta 23: 06/07/99								
Coleta 24: 03/08/99			129,8	-				
Coleta 25: 30/08/99			19,8	-				
Coleta 27: 27/09/99			16,0	-				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Tabela 5.30: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial na propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 26,9 \times \text{EXP}(2,3 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	1,15	1,15	291,3
Resíduo	1	0,004	0,04	$F_c < F_t$
Total	2	1,16	não significativo	

Na Figura 5.21 é mostrado o comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 1. Pode-se observar que houve uma grande oscilação de valores com aumentos consideráveis nas coletas 3, 9 (chuvas fortes no dia anterior) e 13 (chuvas durante a semana toda). Observando os dados obtidos mostrados na Tabela B.9 (Anexo B), nota-se que na maioria das coletas, a concentração a jusante foi maior que a montante, deixando claro que pode haver influência do escoamento superficial na qualidade do manancial. Já a Tabela 5.31 mostra resultados da análise estatística realizada durante o período e nota-se que os valores de condutividade elétrica entre os pontos montante e jusante foi estatisticamente significativa, o mesmo ocorrendo com a água escoada superficialmente e a jusante do manancial em questão.

Tabela 5.31: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 1,9 + (0,9 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	6537,21	6537,21	128,42
Resíduo	15	763,58	50,91	$F_c > F_t$
Total	16	7300,78	significativo	

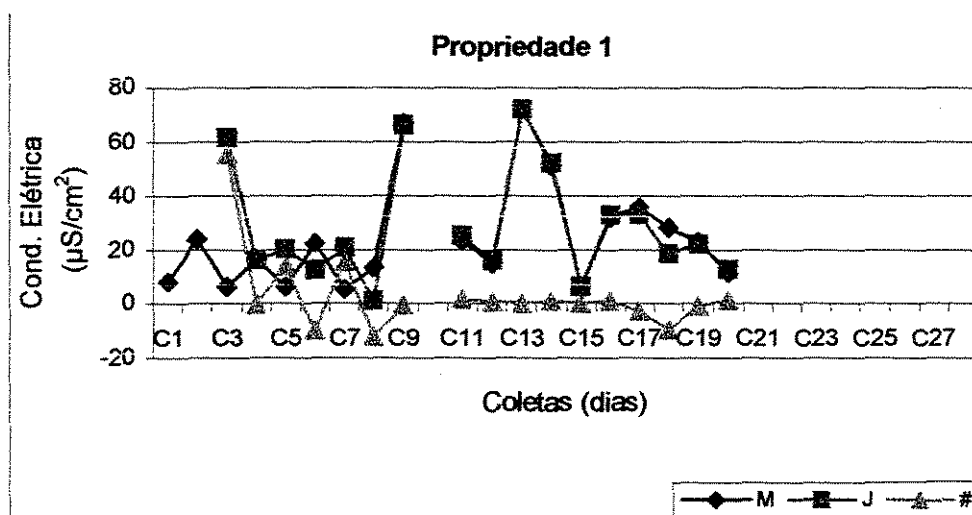


Figura 5.21: Comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.22 é demonstrado o comportamento da condutividade elétrica durante toda a pesquisa no manancial da propriedade 2. Nota-se que os valores obtidos tiveram um comportamento semelhante, com um pico na coleta 24 (devido provavelmente a erros analíticos). Levando-se em consideração os dados obtidos mostrados na Tabela B.9 (Anexo B), observa-se que os valores de condutividade elétrica no ponto a jusante e a montante foram praticamente iguais com uma ligeira predominância dos pontos a jusante. Já a Tabela 5.32 fornece os resultados da análise estatística dos dados de condutividade elétrica. Verifica-se que a diferença dos valores de condutividade elétrica entre os pontos a montante e a jusante foram significativas durante o período de monitoração, o mesmo ocorrendo com a análise estatística entre a água escoada superficialmente e a jusante do manancial monitorado.

Tabela 5.32: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 12,5 \times \text{EXP}(1,9 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	4,56	4,56	40,59
Resíduo	9	1,01	0,11	$F_c > F_t$
Total	10	5,57	significativo	

Na Figura 5.23 é mostrado o comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 3. Observa-se que houve variações nos valores obtidos durante o estudo. Observando os dados mostrados na Tabela B.10 (Anexo B), nota-se que os valores obtidos nos pontos a jusante foram maiores que aqueles a montante, podendo concluir que está havendo interferência do escoamento superficial. O resultado da análise estatística dos dados de condutividade elétrica consta na Tabela 5.33. Verifica-se que os valores deste parâmetro durante o período entre os pontos a montante e a jusante foi estatisticamente significativa em relação à qualidade da água.

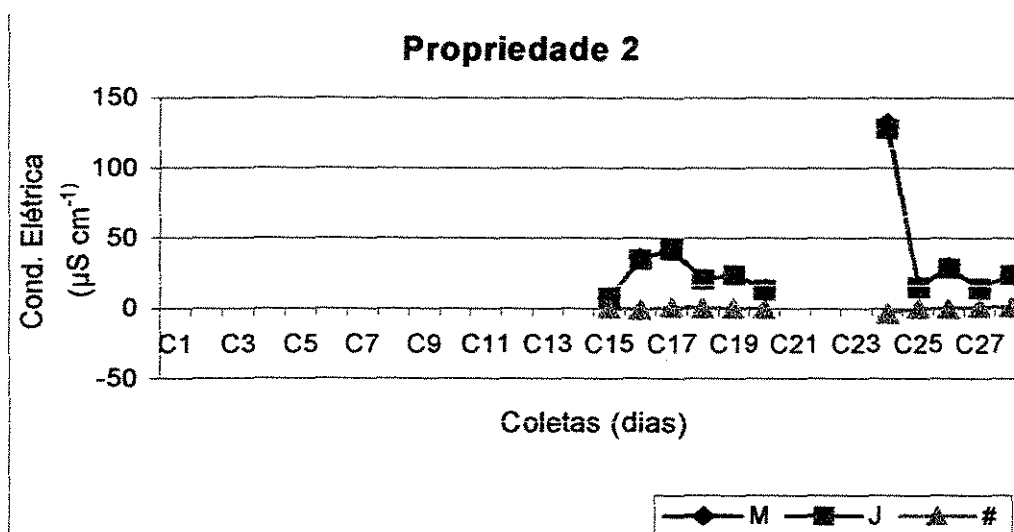


Figura 5.22: Comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Tabela 5.33: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = -1,0 + (1,0) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	17544,14	17544,14	922,61
Resíduo	16	304,25	19,02	$F_c > F_l$
Total	17	17848,39	significativo	

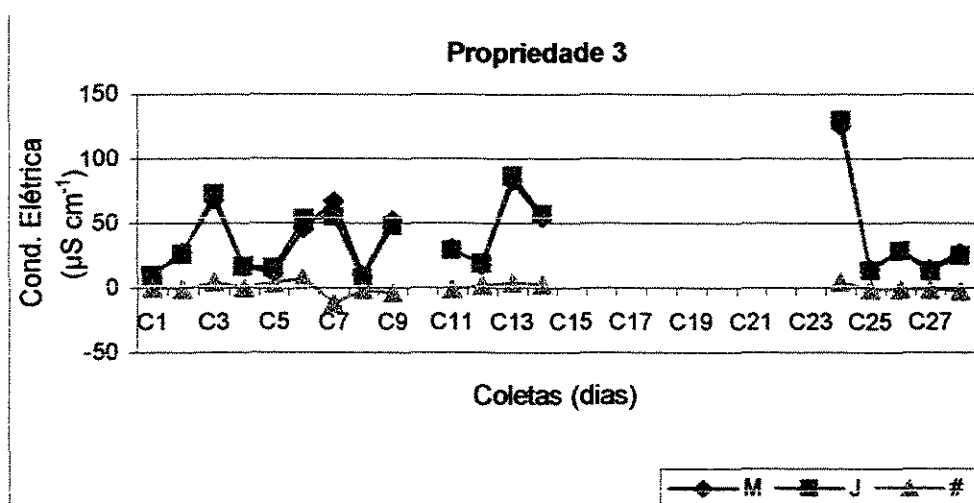


Figura 5.23: Comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.24 é mostrado o comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 4. Ressalta-se que a oscilação dos valores foi mais intensa, com um aumento considerável na coleta 3 (devido ao preparo do solo para o cultivo). De acordo com os resultados mostrados na Tabela B.10 (Anexo B), nota-se que os valores nos pontos a jusante normalmente foram maiores que a montante, mostrando que pode haver influência do escoamento superficial. A Tabela 5.34 mostra o resultado da análise estatística durante o período e nota-se que a diferença dos valores obtidos entre os pontos a montante e a jusante deste parâmetro foi estatisticamente diferente.

Tabela 5.34: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de condutividade elétrica entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 8,9 \times \text{EXP}(3,0 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	4589,19	4589,19	62,95
Resíduo	10	728,99	72,89	$F_c > F_t$
Total	11	5318,19	significativo	

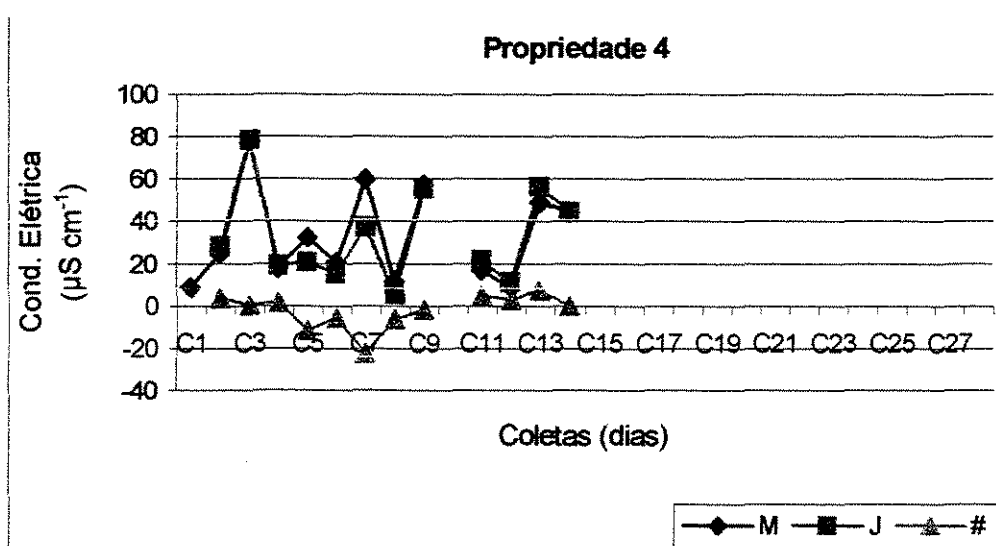


Figura 5.24: Comportamento da condutividade elétrica no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.25 é demonstrada a alteração do percentual de aumento da condutividade elétrica durante o estudo. De acordo com os dados apresentados nas Tabelas B.9 e B.10 (Anexo B), pode-se observar que nos mananciais das propriedades 1, 2, e 4 não apresentaram um aumento considerável, mas no manancial da propriedade 3 o aumento foi muito mais visível, sendo que, o aumento médio durante toda a pesquisa foi de 5,9 % (propriedade 1), 9,1 % (propriedade 2), 5,6 % (propriedade 3) e 8,3 % (propriedade 4).

Com base nas informações já expostas, pode-se afirmar que houve alterações nas características da água dos mananciais estudados em relação à concentração de condutividade

elétrica. Isto se deve, principalmente, ao carregamento de sais durante as chuvas nas propriedades. Por isso, deve-se levar em consideração as chuvas durante o preparo do solo, pois esta acaba carregando para os rios sólidos que poderão modificar a qualidade dos mesmos.

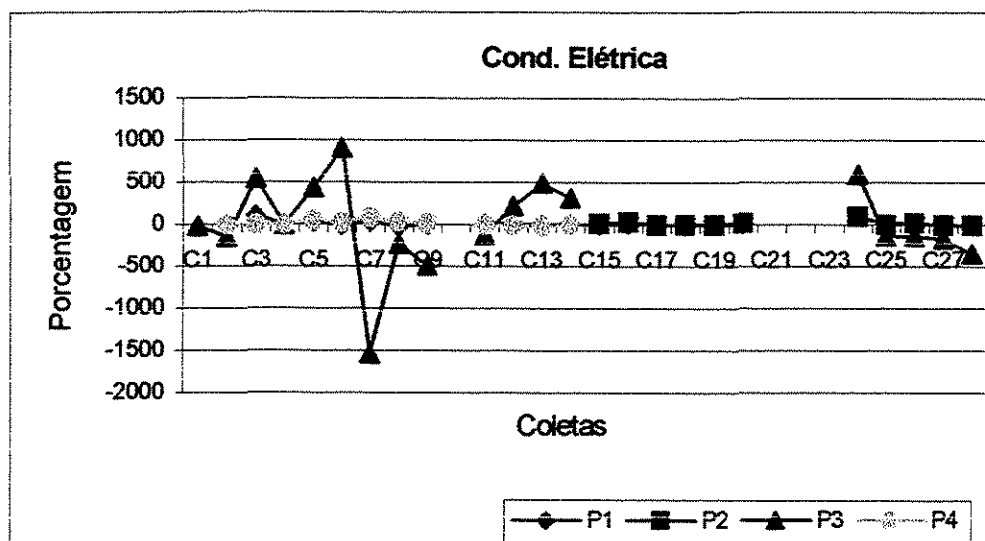


Figura 5.25: Alteração da condutividade elétrica nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP.

Notas: C: coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge e P4: Sítio Shambalah.

5.6. Turbidez

A Resolução nº 20 do CONAMA (CETESB, 1993) coloca a turbidez como um parâmetro essencial para se classificar um manancial (≥ 40 UNT – Classe 1 e ≥ 100 UNT – Classe 2).

A turbidez é causada pela presença de matéria inorgânica (areia ou silte, gotículas suspensas de óleo) ou matéria orgânica (bactéria, plâncton ou outros organismos microscópicos). Para a vida aquática, a turbidez pode ser um problema sério, pois pode deixar a água sem luminosidade suficiente e assim não ocorrer fotossíntese.

Os dados obtidos da análise da turbidez nos pontos a montante e a jusante nos mananciais das quatro propriedades estudadas constam das Tabelas B.11 e B.12 (Anexo B). Já os resultados da Tabela 5.35 mostram os valores obtidos da análise da turbidez do escoamento superficial nas propriedades estudadas. Pode-se observar que os valores encontrados foram bem

maiores que os demais pontos de coleta. E na maioria das análises foi maior que os limites estabelecidos, o que pode acarretar numa água com luminosidade insuficiente para que ocorra a fotossíntese.

Já nas Tabelas 5.36 e 5.37 são fornecidas a análise estatística dos dados de turbidez do escoamento superficial nos mananciais das propriedades estudadas durante a pesquisa. Nota-se que nas propriedades 1, 2 e 4 o líquido escoado superficialmente apresenta diferença significativa em relação à água do manancial a jusante do ponto de descarga do mesmo, ou seja, nesses mananciais o escoamento superficial acabou tendo um papel importância na piora da qualidade da água, o que não ocorreu na propriedade 3.

Tabela 5.36: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2.

Propriedade 1 $Y = 17,6 \times \text{EXP}(3,1 \text{ E-}02 \text{ X})$					Propriedade 2 $Y = 111,7 + (7,5) \text{ X}$			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	3,08	3,08	0,27	1	59773,4	59773,4	0,81
Resíduo	1	11,50	11,50	$F_c > F_t$	3	29437,7	73594,7	$F_c > F_t$
Total	2	14,58	significativo		4	354152,1	significativo	

Tabela 5.35: Dados da análise de turbidez (NTU) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

Turbidez (UNT)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					355,0	-		
Coleta 2: 24/04/97					83,0	2	219,0	-
Coleta 3: 08/05/97	206,0	-					134,0	-
Coleta 6: 16/07/97	2,6	1					134,0	-
Coleta 10: 08/09/97							40,2	2
Coleta 15: 18/06/98			637,0	-				
Coleta 16: 10/08/98			336,0	-				
Coleta 17: 17/08/98	360,0	-						
Coleta 21: 11/05/99			578,0	-				
Coleta 23: 06/07/99					55,4	2		
Coleta 24: 03/08/99			50,2	2				
Coleta 25: 30/08/99			57,1	2				
Coleta 27: 27/09/99			97,7	2				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Tabela 5.37: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 3 e 4.

Propriedade 3					Propriedade 4			
$Y = -1507,7 + (100,9) X$					$Y = 276,3 + (-6,2) X$			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	53862,5	53862,5	55,4	1	3812,6	3812,6	0,63
Resíduo	1	971,91	971,91	$F_c < F_t$	2	12191,5	6095,8	$F_c > F_t$
Total	2	54894,5	não significativo		3	10023,6	significativo	

Na Figura 5.26 é mostrado o comportamento da turbidez no manancial da propriedade 1. Nota-se que os valores obtidos foram praticamente os mesmos até a coleta 14, retornando novamente aos valores anteriores e tendo novamente picos consideráveis nas coletas 18, 19 e 20 (devido ao início do preparo do solo e chuvas fortes ocorridas nos dias anteriores à coleta). De acordo com os resultados obtidos mostrados na Tabela B.11 (Anexo B), nota-se que os valores a montante foram maiores que a jusante, mostrando que pode estar havendo mudanças na qualidade da água a montante da propriedade 1. Já a Tabela 5.38 mostra os resultados da análise estatística dos dados conseguidos durante o estudo. Verifica-se que a água coletada nos pontos a montante e a jusante tiveram uma diferença estatisticamente significativas, o mesmo ocorrendo com a água escoada superficialmente e a jusante do manancial.

Tabela 5.38: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 6,6 + (0,8 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	54290,66	54290,66	75,87
Resíduo	17	12164,88	715,58	$F_c > F_t$
Total	11	66455,54	significativo	

Na Figura 5.27 é demonstrado o comportamento da turbidez no manancial da propriedade 2. Observa-se que não houve grandes picos nos valores de turbidez até a coleta 18, sendo que este pico foi maior ainda no ponto a jusante. Observando os dados mostrados na Tabela B.11 (Anexo B), nota-se que os valores obtidos no ponto a jusante foram maiores que os valores obtidos a montante em metade das coletas, mostrando que pode haver interferência na qualidade da água. Os resultados da análise estatística dos dados de turbidez entre montante e jusante durante o período constam na Tabela 5.39. Observa-se que a diferença dos valores de turbidez foram estatisticamente significativos, o mesmo ocorrendo com o dados obtidos entre o

escoamento superficial e a jusante do manancial, mostrando a importância do escoamento superficial na alteração da qualidade da água do manancial em questão.

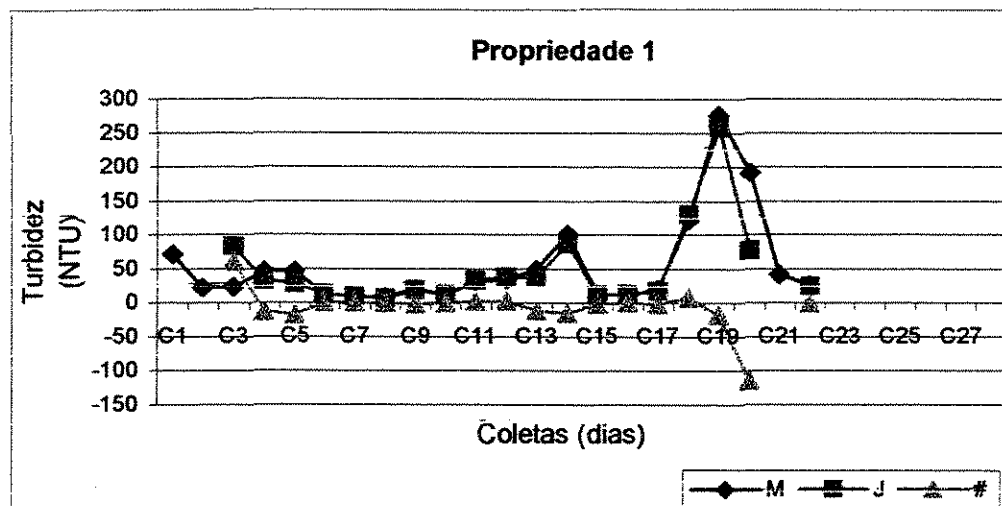


Figura 5.26: Comportamento da turbidez no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Tabela 5.39: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 16,6 \times \text{EXP}(1,5 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	13,53	13,53	34,86
Resíduo	11	4,27	0,39	$F_c > F_l$
Total	12	17,80	significativo	

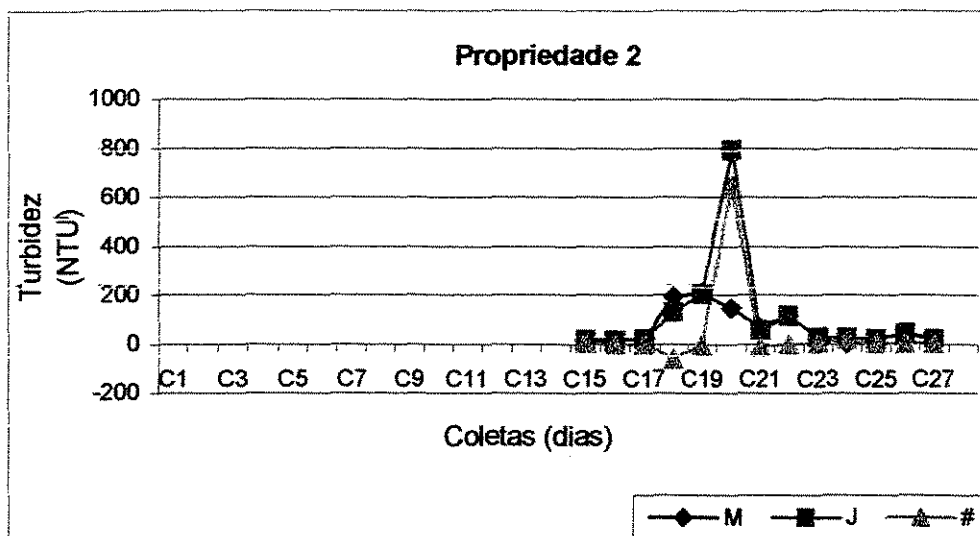


Figura 5.27: Comportamento da turbidez no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.28 é mostrado o comportamento da turbidez no manancial da propriedade 3. Pode-se notar que os valores variaram bem entre os dias monitorados com picos nas coletas 3 e 12 (chuvas durante a semana). De acordo com os dados obtidos que constam da Tabela B.12 (Anexo B), nota-se que os valores obtidos no ponto a jusante geralmente foram maiores que a montante, concluindo que pode haver influência do escoamento superficial. Levando-se em consideração os resultados mostrados na Tabela 5.40, verifica-se que os dados de turbidez entre montante e jusante não tiveram uma diferença estatisticamente diferentes durante a pesquisa, logo pode-se afirmar que neste caso não houve influência do escoamento superficial na alteração da qualidade da água sob a influência deste parâmetro.

Tabela 5.40: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 13,1 \times \text{EXP}(2,0 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,62	0,62	2,13
Resíduo	17	4,94	0,29	$F_c < F_t$
Total	18	5,54	não significativo	

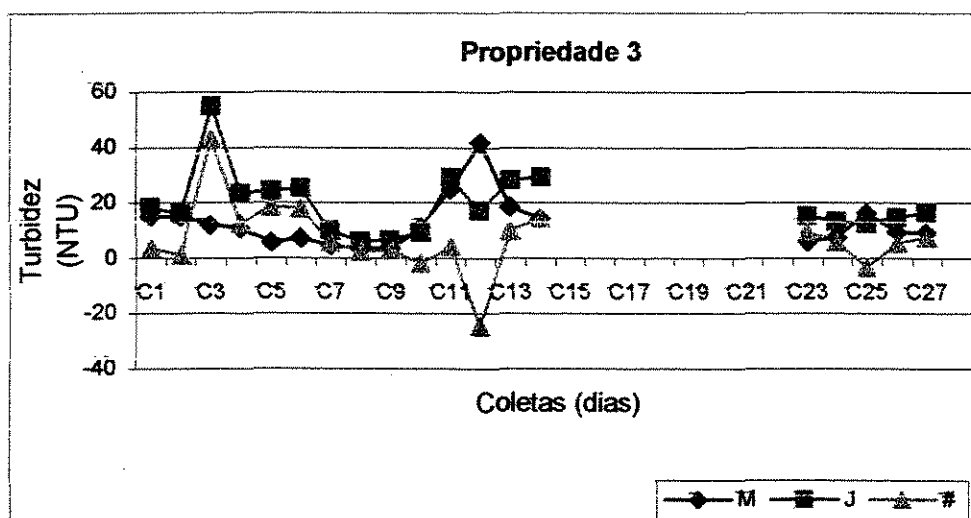


Figura 5.28: Comportamento da turbidez no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.29 é apresentado o comportamento da turbidez no manancial da propriedade 4. Observa-se que houve apenas um pico nos resultados da turbidez e depois os mesmos foram decaindo gradativamente. Observando os dados mostrados na Tabela B.12 (Anexo B), pode notar que os valores obtidos a jusante foram geralmente maiores que a montante. De acordo com os resultados da Tabela 5.41, a análise estatística demonstrou que a diferença entre montante e jusante não foi estatisticamente significativa, embora a água escoada superficialmente fosse

diferente da coletada no manancial a jusante, tal diferença não foi suficiente para alterar as características do manancial sob este ponto de vista.

Tabela 5.41: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de turbidez entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 13,1 + (0,3) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	130,53	130,53	3,24
Resíduo	11	442,61	40,24	$F_c < F_t$
Total	12	573,13	não significativo	

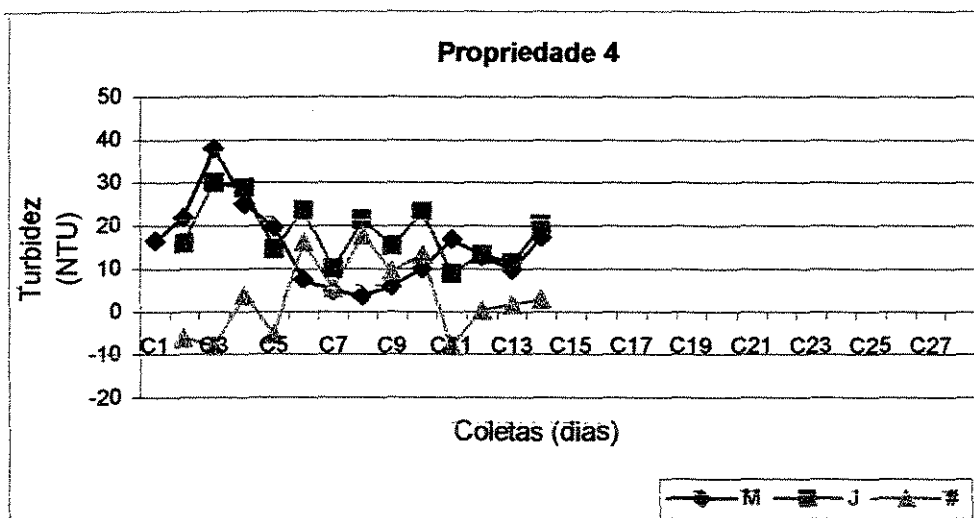


Figura 5.29: Comportamento da turbidez no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.30 é demonstrada a alteração do percentual de aumento da turbidez nas quatro propriedades monitoradas. Observando os dados obtidos que são apresentados nas Tabelas B.9 e B.10 (Anexo B), pode-se notar que no manancial da propriedade 1, o percentual de aumento ficou entre 0,4 a 99,2 % nas coletas realizadas, tendo uma média de 5,3 %.

No manancial da propriedade 2, o aumento percentual mais considerável foi de 113,6 % na coleta 20 sendo que o aumento médio foi de 7,7 %. Já no manancial da propriedade 3, o aumento da turbidez variou de 0,8 a 32,1 % com uma média de 5,3 %. E finalmente no manancial da propriedade 4, o aumento da turbidez nas coletas realizadas variou de 0,9 a 41,3 % com um aumento médio de 7,7 %.

Portanto, pode-se observar que nas propriedades 1 e 2 houve alterações nas características da água dos mananciais, o mesmo não ocorrendo com as propriedades 3 e 4. Isto ocorreu devido, principalmente, às chuvas ocorridas logo após o preparo do solo e assim carreando para o rio muito sedimento e sólidos em suspensão, portanto, nos mananciais das propriedades 1 e 2 houve mudança das características da água.

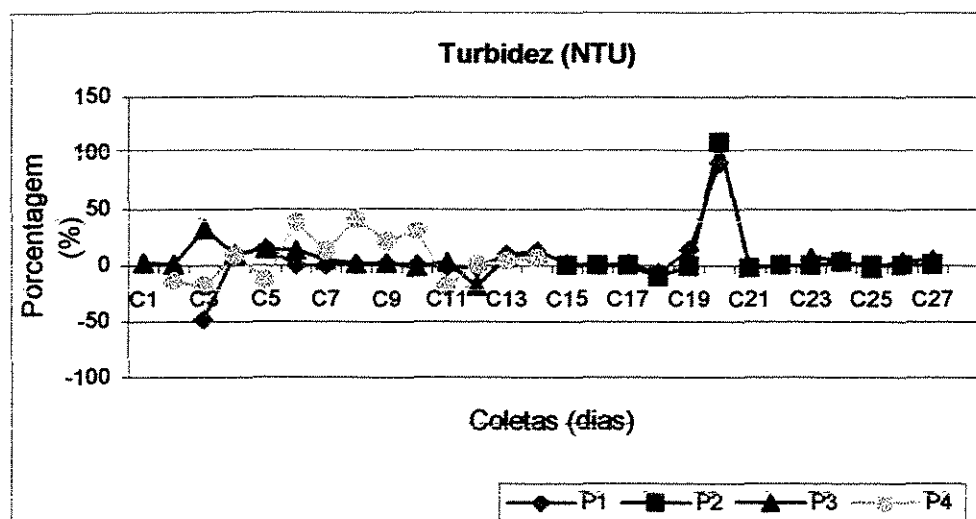


Figura 5.30: Alteração da turbidez nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP.

Notas: C: coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge e P4: Sítio Shambalah.

5.7. Sólidos Totais (ST)

O Decreto Estadual 12.486 de 20/10/78 (CESTESB, 1993), estabelece um limite de 500 mg/L nas águas superficiais. No entanto, a Resolução nº 20 do CONAMA (CETESB, 1993) não estabelece um limite para classificação dos mananciais.

Os dados obtidos da análise da concentração de sólidos totais a montante e a jusante durante todo o estudo constam nas Tabelas B.13 e B.14, Anexo B. Pode-se observar que em algumas coletas o limite estabelecido foi muito ultrapassado. Já na Tabela 5.42 é mostrado os dados obtidos do escoamento superficial durante a pesquisa. Pode-se observar que mesmo no escoamento superficial, as concentrações dos sólidos totais não ultrapassaram os limites, com exceção da coleta 15 (devido à época do final do preparo do solo).

Já na Tabela 5.43 é mostrada a análise estatística dos dados de sólidos totais do escoamento superficial durante a pesquisa. Nota-se que a água escoada superficialmente na propriedade 2 não apresenta diferença significativa. Já nos mananciais das propriedades 1, 3 e 4 não foi possível realizar a análise estatística do escoamento superficial devido aos poucos dados obtidos do mesmo.

Tabela 5.43: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial na propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 1049,2 + (-9,9) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	72671,2	72671,2	14,13
Resíduo	1	5143,9	5143,9	$F_c < F_t$
Total	2	77815,2	não significativo	

Tabela 5.42: Dados da análise de sólidos totais (mg/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

S.T. (mg/L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					234,5	-		
Coleta 2: 24/04/97								
Coleta 3: 08/05/97								
Coleta 6: 16/07/97	440,0	-						-
Coleta 10: 08/09/97								
Coleta 15: 18/06/98			526,0	-				
Coleta 16: 10/08/98			329,0	-				
Coleta 17: 17/08/98	344,0	-						
Coleta 21: 11/05/99								
Coleta 23: 06/07/99								
Coleta 24: 03/08/99			131,5	-				
Coleta 25: 30/08/99								
Coleta 27: 27/09/99								

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Na Figura 5.31 é mostrado o comportamento da concentração de sólidos totais na propriedade 1. Nota-se que os valores obtidos não variaram muito durante a monitoração com picos nas coletas 4 e 9 (devido às chuvas ocorridas no dia anterior). De acordo com os dados da Tabela B.13 (Anexo B), observa-se que as concentrações a jusante foram, na maioria das coletas, maiores que a montante, indicando que pode estar havendo interferência do escoamento superficial. Na Tabela 5.44 é apresentada a análise estatística dos dados de ST durante a pesquisa. Nota-se que a concentração de ST entre montante e jusante foi estatisticamente diferente, mostrando que as características do manancial foram alteradas durante a pesquisa.

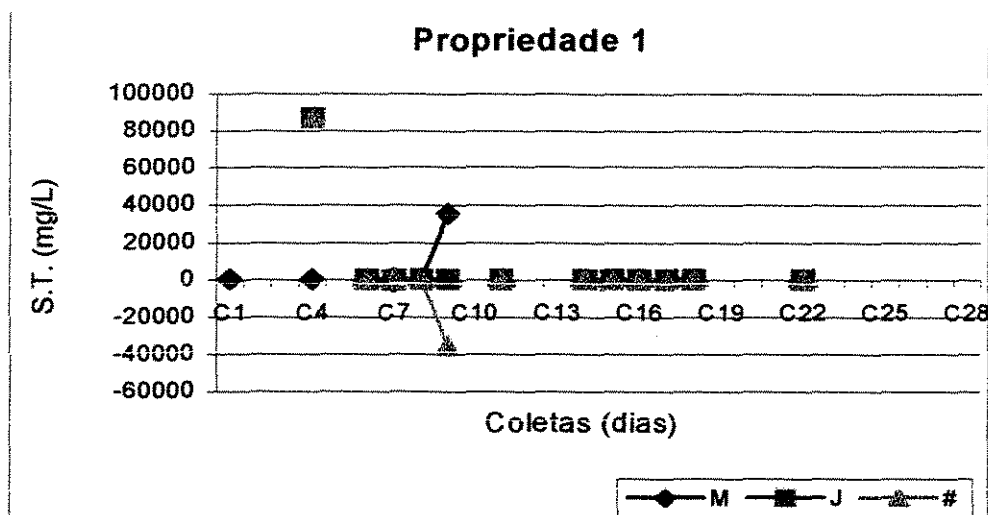


Figura 5.31: Comportamento dos sólidos totais no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Tabela 5.44: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 189,2 \times \text{EXP} (-2,3 \text{ E-}05 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,58	0,58	0,12
Resíduo	9	43,52	4,84	$F_c > F_t$
Total	10	44,10	significativo	

Na Figura 5.32 é demonstrado o comportamento da concentração dos sólidos totais no manancial da propriedade 2. Nota-se que houve um pico na concentração dos sólidos totais na coleta 18 e depois as concentrações foram caindo gradativamente. Observando os dados da Tabela B.13 (Anexo B), verifica-se que os valores obtidos a jusante foram maiores que a montante em metade das análises realizadas. Levando-se em consideração os resultados mostrados na Tabela 5.45, nota-se que a diferença dos valores de ST entre montante e jusante

foram estatisticamente diferentes, alertando para o problema do carreamento intenso de sólidos para os mananciais.

Tabela 5.45: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 13,1 + (0,3) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	11820,41	11820,41	70,38
Resíduo	5	839,80	167,97	$F_c > F_t$
Total	6	12660,22	significativo	

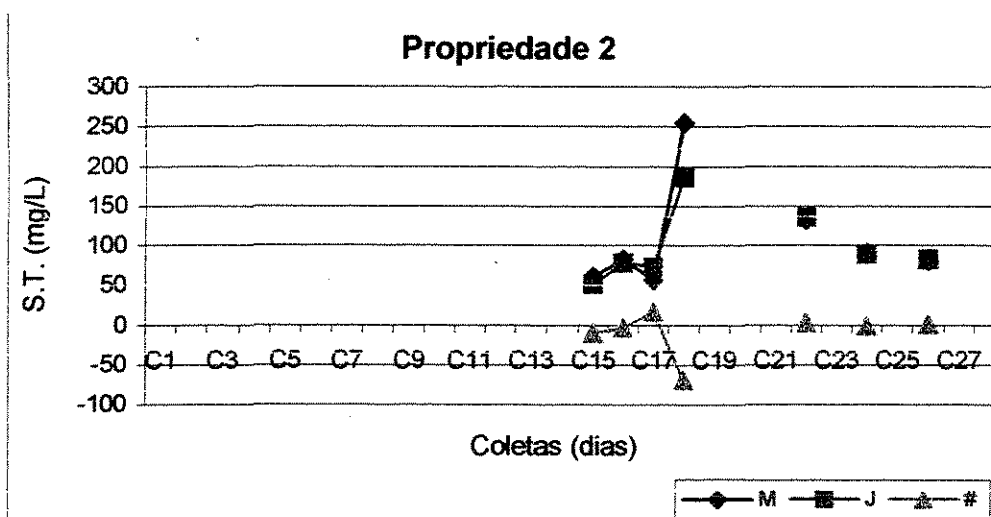


Figura 5.32: Comportamento dos sólidos totais no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.33 é demonstrado o comportamento dos sólidos totais no manancial da propriedade 3. Pode-se notar que houve picos generalizados nas coletas 4, 7, 8 e 9, devido principalmente às chuvas ocorridas nos dias anteriores. De acordo com os dados da Tabela B.14 (Anexo B), observa-se que os valores obtidos no ponto a jusante foram maiores que a montante,

indicando que pode estar havendo interferência do escoamento superficial. Observando os resultados da Tabela 5.46, verifica-se que a diferença entre montante e jusante na concentração de ST não foi estatisticamente significativa durante a pesquisa.

Tabela 5.46: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 468,9 \times \text{EXP}(1,0 \text{ E-}04 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	14,49	14,49	1,85
Resíduo	8	62,52	7,82	$F_c < F_t$
Total	9	77,01	não significativo	

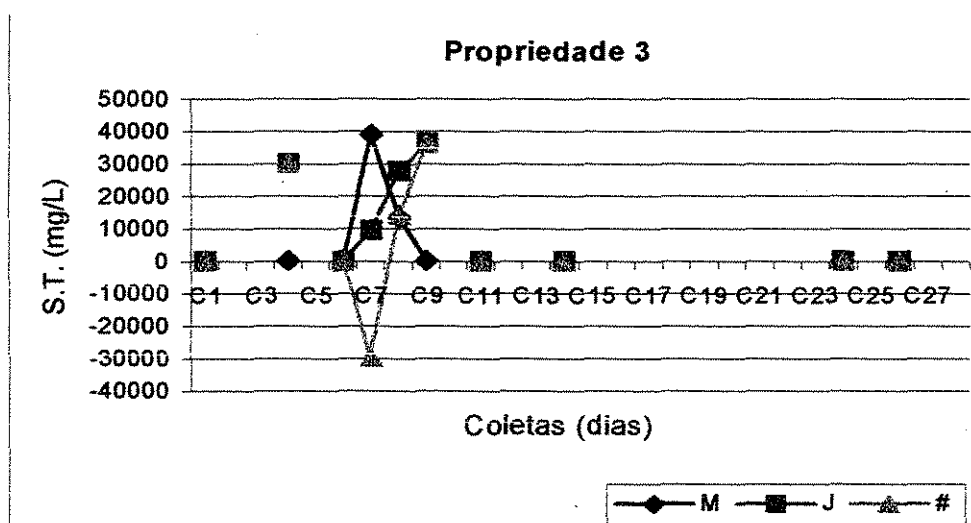


Figura 5.33: Comportamento dos sólidos totais no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.34 é mostrado o comportamento da concentração de sólidos totais no manancial da propriedade 4. Verifica-se que não houve grandes variações durante a monitoração,

com apenas um pico considerável na coleta 7. Observando os dados que constam na Tabela B.14 (Anexo B), pode-se notar que os valores obtidos de ST a jusante foram maiores que os valores obtidos a montante, indicando que pode estar havendo influência do escoamento superficial, mas levando-se em consideração os dados obtidos após a análise estatística entre os dados de montante e jusante, que são mostrados na Tabela 5.47, verifica-se que a diferença dos valores de ST não foram estatisticamente significativos durante a monitoração no manancial.

Tabela 5.47: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 36,6 + (0,7) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	1664,95	1664,95	4,52
Resíduo	4	1472,55	368,14	$F_c < F_t$
Total	5	3137,50	não significativo	

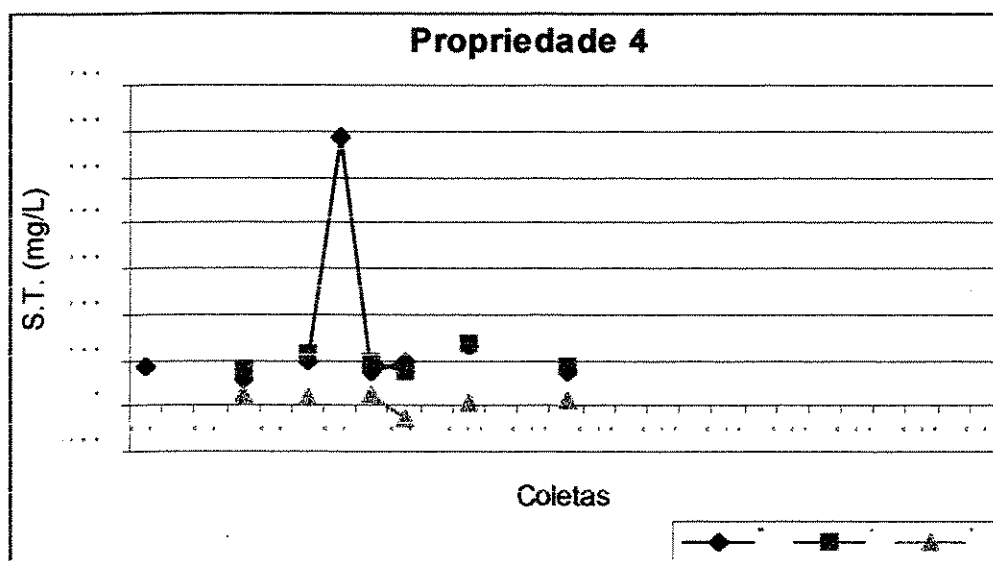


Figura 5.34: Comportamento dos sólidos totais no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.35 é mostrada a alteração do aumento percentual da concentração dos sólidos totais nos mananciais das propriedades estudadas. Observando os dados obtidos que são mostrados nas Tabela B.13 e B.14 (Anexo B), verifica-se que no manancial da propriedade 1, o aumento variou entre 0,02 a 166,5 % nas coletas realizadas, tendo um aumento médio de 9,1 %. No manancial da propriedade 2 o aumento ficou na faixa de 3,1 a 105,3 %, sendo que o aumento médio foi de 14,3 %. Já no manancial da propriedade 3, o aumento percentual nas coletas realizadas ficou entre 0,004 a 70,9 %, sendo que o aumento médio foi de 10 %. E finalmente no manancial da propriedade 4, o percentual de aumento ficou entre 14,5 a 45,5 % nas coletas monitoradas, sendo que o aumento médio foi de 16,7 %.

Portanto, pode-se afirmar que nas propriedades 1 e 2 houve alteração da qualidade da água dos mananciais, sendo que esta alteração não ocorreu nas propriedades 3 e 4 sob o ponto de vista da concentração de ST. Sendo que isto só ocorreu devido, provavelmente, à ocorrência das chuvas e as mesmas terem carregado muito sólido para os mananciais.

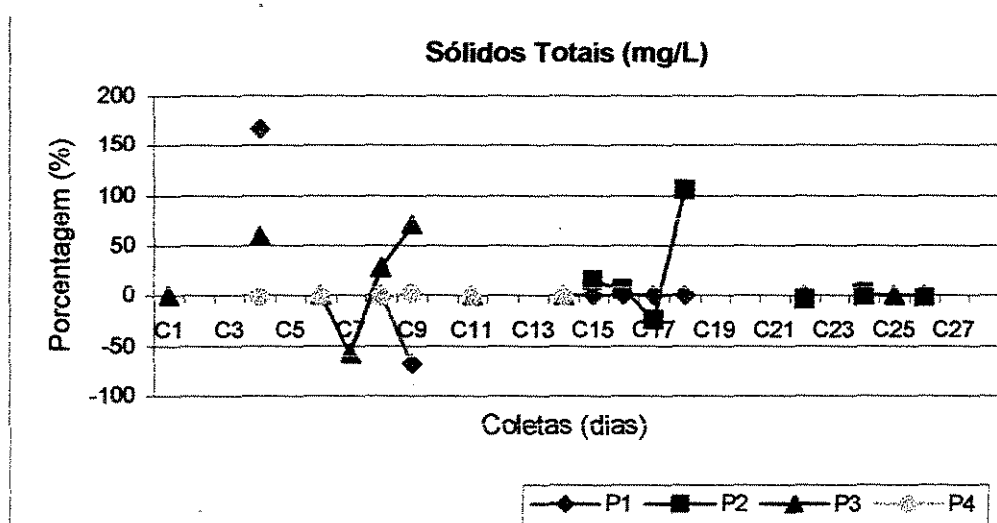


Figura 5.35: Alteração dos sólidos totais nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP.

Notas: C: coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge e P4: Sítio Shambalah.

5.8. Sólidos Totais Fixos (STF)

A Resolução CONAMA nº 20 (CETESB, 1993) não estabelecem limites da concentração de sólidos totais fixos.

Os dados obtidos da análise de sólidos totais fixos a montante e a jusante durante a pesquisa constam das Tabelas B.15 e B.16 (Anexo B).

Na Tabela 5.48 são mostrados os dados obtidos da concentração de sólidos totais fixos do escoamento superficial. Nota-se que os valores obtidos foram bem altos, sendo que na propriedade 3 o valor foi ainda mais elevado (1892,0 mg/L). Não foi possível fazer a análise estatística dos dados de STF do escoamento superficial, por causa dos mesmos serem poucos.

Na Figura 5.36 é demonstrado o comportamento dos sólidos totais fixos no manancial da propriedade 1. Nota-se que houve uma variação intensa de valores com um pico na coleta 19. Observando os dados contidos na Tabela B.15 (Anexo B), verifica-se que as concentrações no ponto a jusante foram, na maioria das coletas realizadas, maiores que a montante. Já na Tabela 5.49 é fornecida a análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais fixos. Nota-se que a diferença dos valores de STF entre montante e jusante foram estatisticamente diferentes, mostrando o potencial poluidor do escoamento superficial na alteração das características da água do manancial estudado.

Tabela 5.49: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais fixos entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = -0,9 + (1,05) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	13346,1	13346,1	155,15
Resíduo	8	688,2	86,0	Fc>Ft
Total	9	14034,2	significativo	

Tabela 5.48: Dados da análise de sólidos totais fixos (mg/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

S.T.F. (mg/L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					1892,0	-		
Coleta 2: 24/04/97								
Coleta 3: 08/05/97								
Coleta 6: 16/07/97	293,0	-					293,0	-
Coleta 10: 08/09/97								
Coleta 15: 18/06/98			357,0	-				
Coleta 16: 10/08/98			221,0	-				
Coleta 17: 17/08/98	241,0							
Coleta 21: 11/05/99								
Coleta 23: 06/07/99								
Coleta 24: 03/08/99								
Coleta 25: 30/08/99								
Coleta 27: 27/09/99								

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

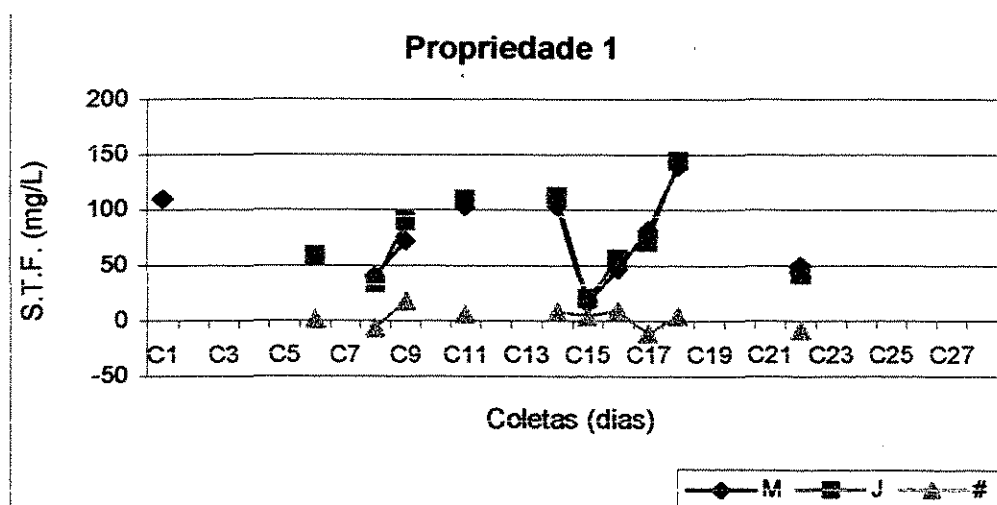


Figura 5.36: Comportamento dos sólidos totais fixos no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.37 é demonstrado como foi o comportamento da concentração dos sólidos totais fixos no manancial da propriedade 2. Observa-se que as concentrações foram aumentando gradativamente até a coleta 19 e depois diminuiu. De acordo com os dados obtidos que são mostrados na Tabela B.15 (Anexo B), verifica-se que os valores encontrados no ponto a jusante foram maiores que os valores a montante em metade das coletas realizadas. Levando-se em consideração os resultados contidos na Tabela 5.50, verifica-se que a concentração de STF entre montante e jusante foi estatisticamente diferente durante a pesquisa, alterando portanto, as características do manancial em relação à concentração de sólidos totais fixos.

Tabela 5.50: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais fixos entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 28,7 + (0,6) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	6067,2	6067,2	74,07
Resíduo	4	327,7	81,9	$F_c > F_t$
Total	5	6394,8	significativo	

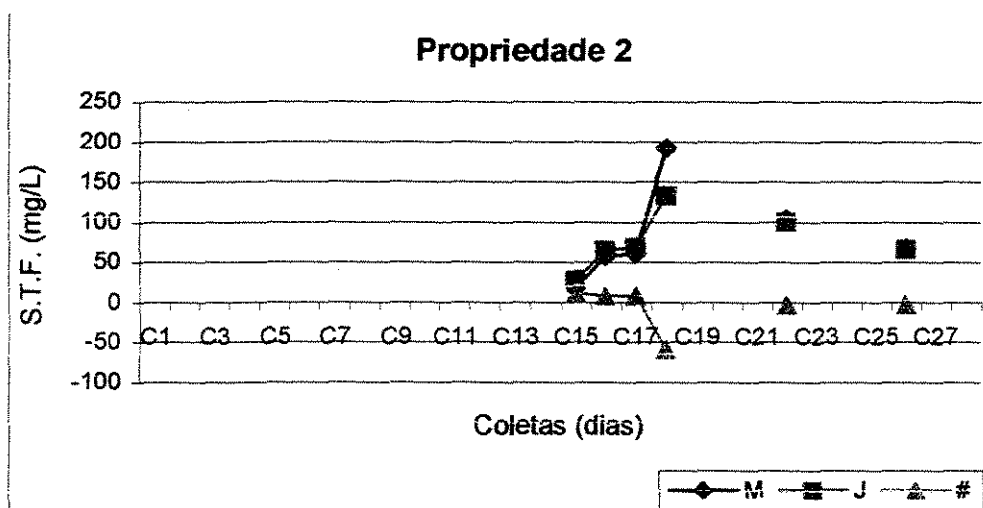


Figura 5.37: Comportamento dos sólidos totais fixos no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.38 é mostrado o comportamento dos sólidos totais fixos no manancial da propriedade 3. Nota-se que houve uma grande flutuação de valores, indicando que nesse manancial a concentração de sólidos totais fixos variou bastante durante a monitoração. Observando os dados obtidos e que constam da Tabela B.16 (Anexo B), verifica-se que as concentrações obtidas no ponto a montante foram maiores, na maioria das coletas realizadas, que a jusante. De acordo com os dados mostrados na Tabela 5.51, nota-se que a diferença entre os

valores de STF entre montante e jusante foram estatisticamente diferentes, mostrando o potencial desse parâmetro na alteração da qualidade da água.

Tabela 5.51: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais fixos entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 36,6 + (0,7) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	2580,7	2580,7	16,35
Resíduo	6	946,8	157,8	$F_c > F_t$
Total	7	3527,5	significativo	

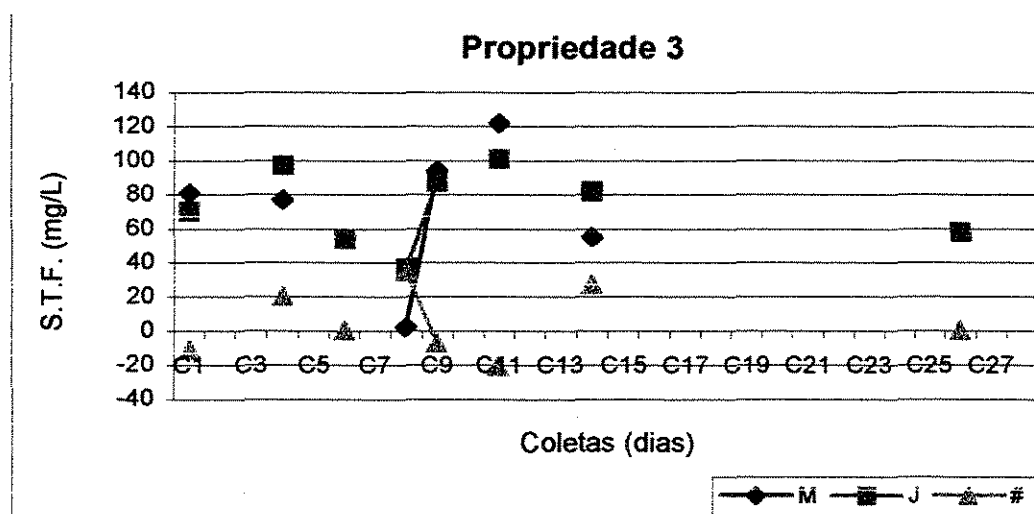


Figura 5.38: Comportamento dos sólidos totais fixos no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.39 é demonstrado o comportamento dos sólidos totais fixos durante a pesquisa no manancial da propriedade 4. Pode-se observar que houve uma flutuação de valores sendo que o pico ocorreu na coleta 11 (devido a erro analítico). De acordo com os dados mostrados na Tabela B.15 (Anexo B), nota-se que as concentrações no ponto a jusante foram, na metade das coletas realizadas, maiores que a montante e levando-se em consideração os resultados da análise estatística dos dados de STF entre montante e jusante, mostrados na Tabela 5.52, verificou-se que houve diferença significativa durante a pesquisa, mostrando que a qualidade da água do manancial apresenta alterações de suas características, pois o aumento das concentrações de sólidos totais fixos foi significativo.

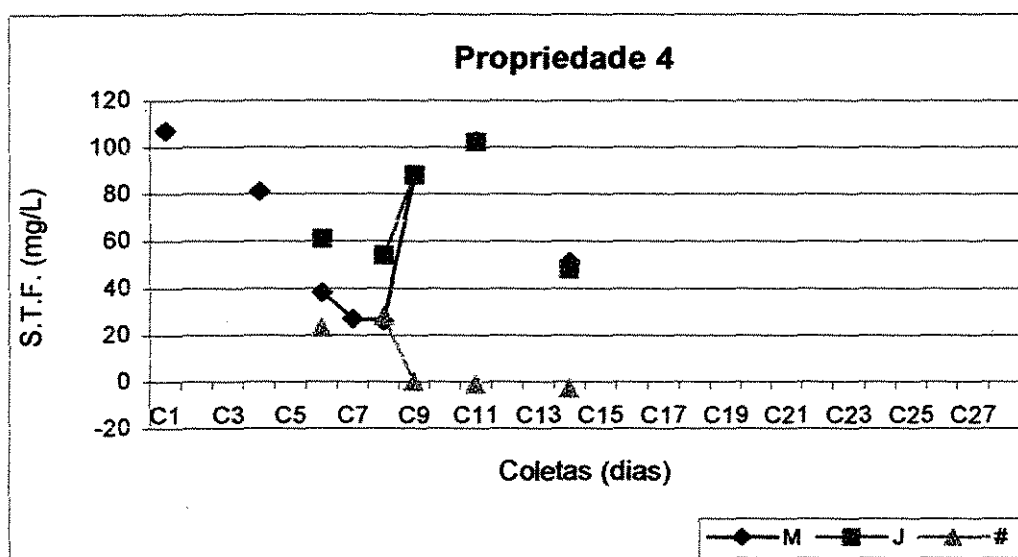


Figura 5.39: Comportamento dos sólidos totais fixos no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Tabela 5.52: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos totais fixos entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 36,6 + (0,7) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	1824,8	1824,8	15,99
Resíduo	3	342,4	114,1	$F_c > F_t$
Total	4	2167,2	significativo	

Na Figura 5.40 é mostrada a alteração percentual dos mananciais das propriedades estudadas. Nota-se uma oscilação grande de valores com picos consideráveis, devido principalmente, às chuvas ocorridas durante o período.

De acordo com os dados mostrados nas Tabelas B.15 e B.16 (Anexo B), verifica-se que no manancial da propriedade 1 os valores permaneceram semelhantes, variando de 2,5 a 75 %, tendo um aumento médio de 10 %. No manancial da propriedade 2, praticamente não houve variação, sendo que o aumento percentual ficou na faixa de 5,3 a 155,3 % com um aumento médio de 16,7 %. Já no manancial da propriedade 3, a oscilação de valores foi um pouco maior, variando de 46,5 a 81,4%, tendo um aumento médio de 12,5 %. E, finalmente, no manancial da propriedade 4, a oscilação de valores foi pequena, variando de 48,9 a 59,6 % com um aumento médio de 20 %.

Verifica-se, portanto, que os mananciais das propriedades estudadas durante a pesquisa, tiveram uma alteração significativa da qualidade da água do manancial sob o ponto de vista da concentração de sólidos totais fixos, principalmente devido às chuvas.

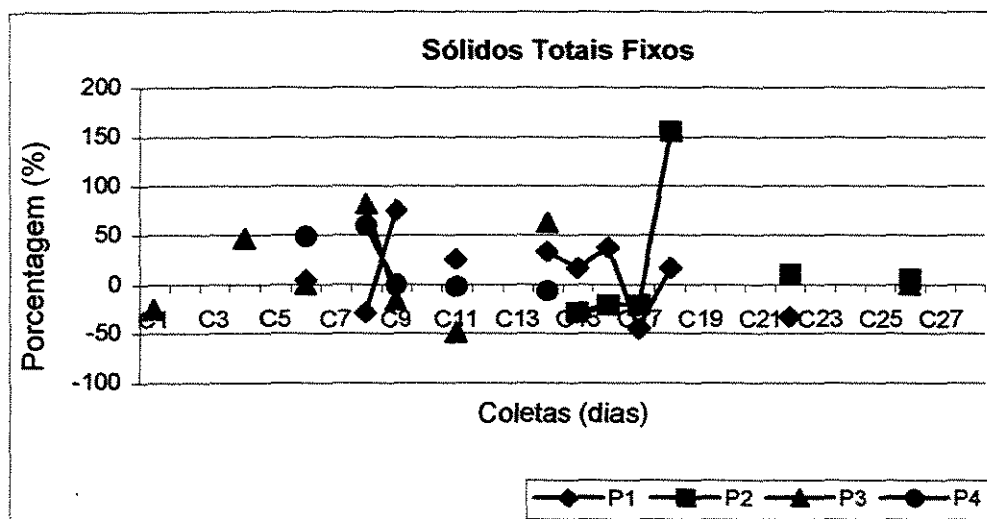


Figura 5.40: Alteração dos sólidos totais fixos nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú – SP.

Notas: C: Coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge e P4: Sítio Shambalah.

5.9. Sólidos Suspensos Totais (SST)

A Resolução CONAMA nº 20 (CESTESB, 1993) não estabelece limites da concentração de sólidos suspensos totais nas águas superficiais.

Os dados obtidos da análise dos sólidos suspensos totais a montante e a jusante durante a monitoração constam das Tabelas B.17 e B.18, anexo B. Já na Tabela 5.53 são mostrados os dados obtidos da concentração de sólidos suspensos totais no escoamento superficial. Verifica-se que os dados foram relativamente altos demonstrando o grande potencial poluidor do escoamento superficial em relação aos sólidos suspensos contidos nele. A análise estatística dos dados de SST do escoamento superficial em relação à água do manancial a jusante não foi possível, por causa dos poucos dados coletados.

Tabela 5.53: Dados da análise de sólidos suspensos totais (mg/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

S.S.T. (mg/L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					366,0	-		
Coleta 2: 24/04/97								
Coleta 4: 08/05/97								
Coleta 6: 16/07/97	230,0	-					103,5	-
Coleta 10: 08/09/97								
Coleta 15: 18/06/98								
Coleta 16: 10/08/98			144,0	-				
Coleta 17: 17/08/98	139,0	-						
Coleta 21: 11/05/99								
Coleta 23: 06/07/99					32,5	-		
Coleta 24: 03/08/99			25,0	-				
Coleta 25: 30/08/99								
Coleta 27: 27/09/99								

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Na Figura 5.41 é mostrado o comportamento da concentração dos sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 1. Pode-se observar que houve variações nas concentrações durante a monitoração, com picos nas coletas 14 e 19. De acordo com os dados da Tabela B.17 (Anexo B), verifica-se que os valores obtidos de sólidos suspensos totais no ponto a montante foram maiores que os valores a jusante, mostrando que pode estar havendo mudanças na qualidade da água a montante da propriedade estudada, mas levando-se em consideração os resultados da Tabela 5.54, nota-se que a diferença dos valores de SST entre montante e jusante foram estatisticamente diferentes durante a monitoração, mostrando que houve mudanças na qualidade da água do manancial estudado.

Tabela 5.54: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = -1,2 + (0,9) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	4708,0	4708,0	168,49
Resíduo	8	223,5	27,9	$F_c > F_t$
Total	9	4931,6	significativo	

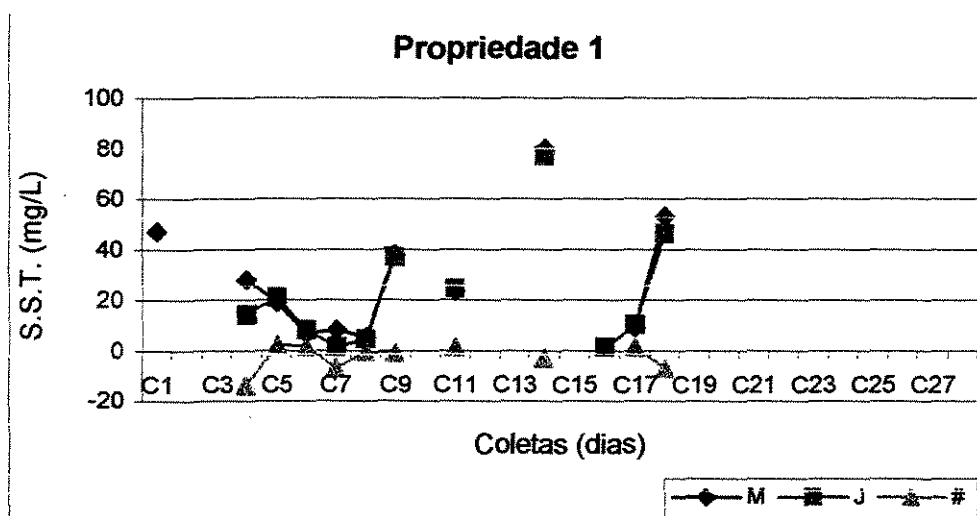


Figura 5.41: Comportamento dos sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.42 é demonstrado o comportamento das concentrações de sólidos suspensos totais durante a pesquisa no manancial da propriedade 2. Verifica-se que os valores permaneceram semelhantes, com apenas um aumento considerável na coleta 18. Observando-se os dados obtidos mostrados na Tabela B.17 (Anexo B), nota-se que os valores obtidos no ponto a montante foram, na maioria das coletas realizadas, maiores que a jusante, indicando que pode estar ocorrendo mudanças na qualidade do manancial a montante da propriedade estudada e de acordo com os resultados da Tabela 5.55, verifica-se que as concentrações entre o ponto a

montante e a jusante não tiveram uma diferença estatisticamente significativa durante a pesquisa, mostrando que no manancial as concentrações não alteraram as características do mesmo em relação ao teor de sólidos suspensos totais.

Tabela 5.55: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 6,9 + (0,4) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	878,13	878,13	47,02
Resíduo	4	74,70	18,68	$F_c > F_t$
Total	5	952,83	significativo	

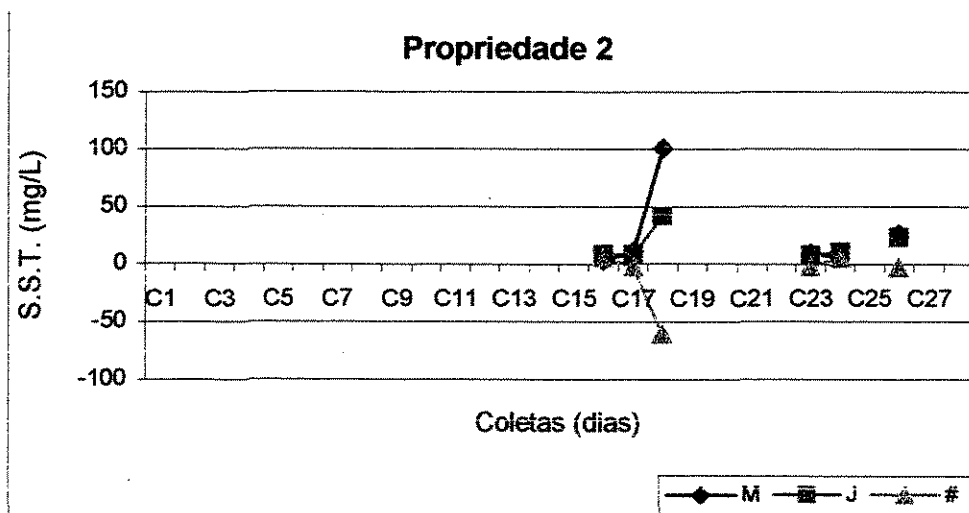


Figura 5.42: Comportamento dos sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.43 é mostrado o comportamento das concentrações de sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 3. Nota-se que os valores obtidos da água coletada nesse

manancial apresentaram pequenas flutuações de valores com picos nas coletas 6 e 14. De acordo com os dados obtidos e que são mostrados na Tabela B.18 (Anexo B), as concentrações de SST da água coletada no ponto a jusante foram maiores que a montante em metade das coletas realizadas, mostrando que pode estar havendo mudanças na qualidade da água, e levando-se em consideração os resultados obtidos e que constam da Tabela 5.56, observa-se que a diferença das concentrações de SST entre a água coletada nos pontos montante e jusante foram estatisticamente diferentes durante a pesquisa, mostrando que o escoamento superficial está interferindo na mudança da qualidade da água desse manancial em relação ao teor de sólidos suspensos totais.

Tabela 5.56: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 6,26 \times \text{EXP}(4,82 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	1,75	1,75	1,89
Resíduo	8	7,42	0,93	$F_c < F_t$
Total	9	9,17	não significativo	

Na Figura 5.44 é mostrado o comportamento da concentração de sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 4. Nota-se que os valores permaneceram praticamente os mesmos durante toda a pesquisa, com apenas um pico na coleta 6. Observando os dados obtidos que são fornecidos na Tabela B.18 (Anexo B), verifica-se que as concentrações da água coletada no ponto a jusante foram maiores que a montante em metade das coletas realizadas e levando-se em consideração a Tabela 5.57, nota-se que as concentrações de SST na água coletada entre montante e jusante foram estatisticamente diferentes, mostrando que houve alteração da qualidade da água no manancial estudado.

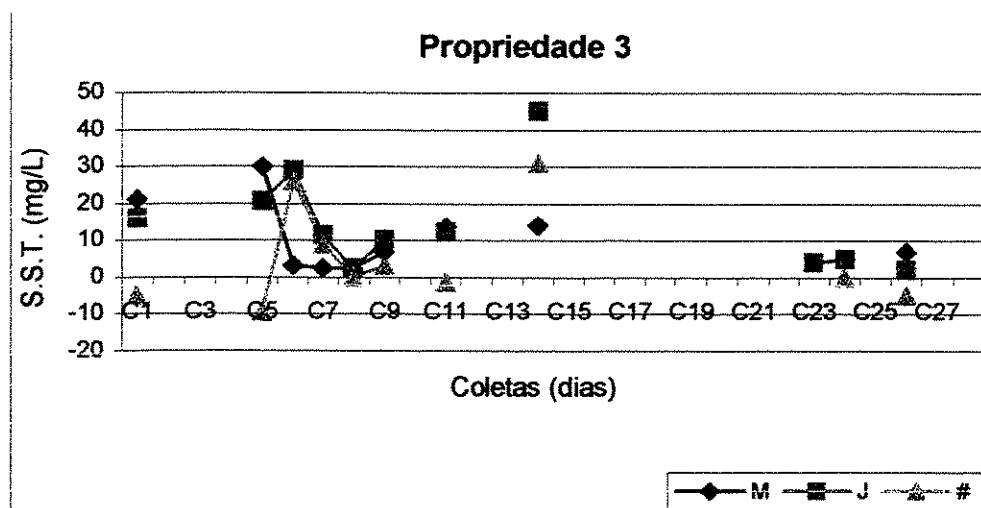


Figura 5.43: Comportamento dos sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Tabela 5.57: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos totais entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 10,50 + (2,27 \text{ E-}02) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	7173,52	7173,52	293,33
Resíduo	4	97,82	24,46	$F_c > F_t$
Total	5	7271,34	significativo	

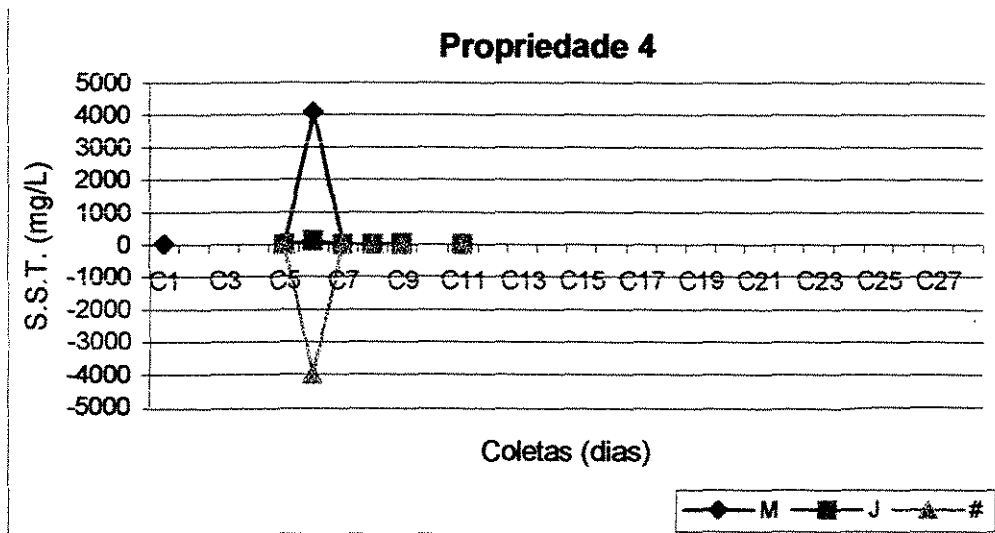


Figura 5.44: Comportamento dos sólidos suspensos totais no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.45 é demonstrada a alteração do percentual de aumento nos mananciais das propriedades estudadas. Pode-se observar grande flutuação de valores nos mesmos. Observando-se os dados obtidos que são fornecidos nas Tabelas B.17 e B.18 (Anexo B), verifica-se que no manancial da propriedade 1, o aumento de SST durante a pesquisa não foi tão grande com apenas um pico na coleta 4. O aumento variou de 0,7 a 64,4 %, sendo que o aumento médio foi de 9,2 %. Já no manancial da propriedade 2, o aumento percentual das concentrações durante a pesquisa foi um pouco maior com um pico considerado alto na coleta 18. O aumento variou de 4,3 a 102,6 %, com um aumento médio de 16,7 %. O manancial da propriedade 3 teve um aumento de SST também um pouco maior que os demais, tendo seu pico na coleta 14. O aumento variou de 3,8 a 33,3 %, sendo que o aumento médio foi de 8,3 %. E, finalmente, no manancial da propriedade 4, o aumento foi bem pequeno se comparado com os demais, variando de 0,1 a 99,4 %, com um aumento médio de 12,5 %.

Portanto, pode-se afirmar que em relação à concentração de SST nos mananciais estudados, das propriedades 1, 2 e 4 tiveram uma alteração significativa na qualidade da água do mesmo, embora não ocorrendo o mesmo com o manancial da propriedade 3.

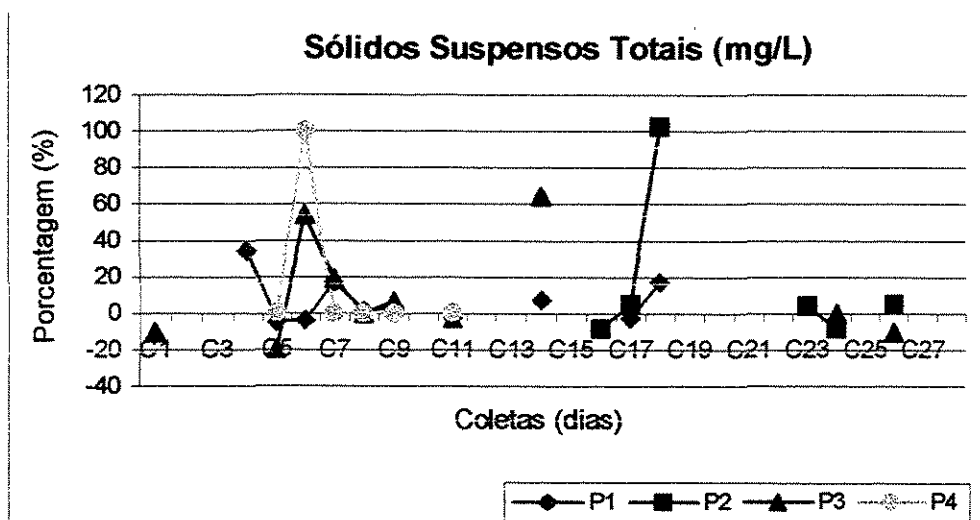


Figura 5.45: Alteração dos sólidos suspensos totais nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú - SP.

Notas: C: Coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge; P4: Sítio Shambalah.

5.10. Sólidos Suspensos Fixos (SSF)

A Resolução nº 20 do CONAMA (CETESB, 1993) não estabelece limites para a concentração desse parâmetro nas águas superficiais.

No Anexo B, Tabelas B.19 e B.20, são fornecidos os dados obtidos de sólidos suspensos fixos da água coletada nos mananciais no ponto a montante e a jusante durante a pesquisa. Nota-se uma pequena oscilação de valores com alguns picos consideráveis. Já na Tabela 5.58 são mostrados os dados obtidos de sólidos suspensos fixos no escoamento superficial. Nota-se que em algumas coletas os valores foram bem maiores que em outros pontos de amostragem. A análise estatística dos dados de SSF do escoamento superficial não foi possível devido às poucas coletas realizadas.

Tabela 5.58: Dados da análise de sólidos suspensos fixos (mg/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

S.S.F. (mg/L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					284,0	-		
Coleta 2: 24/04/97								
Coleta 3: 08/05/97								
Coleta 6: 16/07/97	179,0	-					79,0	-
Coleta 10: 08/09/97								
Coleta 15: 18/06/98								
Coleta 16: 10/08/98			135,0	-				
Coleta 17: 17/08/98	105,0	-						
Coleta 21: 11/05/99								
Coleta 23: 06/07/99					30,5	-		
Coleta 24: 03/08/99			15,0	-				
Coleta 25: 30/08/99								
Coleta 27: 27/09/99								

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Na Figura 5.46 é mostrado o comportamento das concentrações de sólidos suspensos fixos no manancial da propriedade 1. Observa-se que houve grande variação de valores com picos consideráveis nas coletas 14 e 18. De acordo com os dados que são fornecidos na Tabela B.19 (Anexo B), verifica-se que os valores da água coletada a jusante foram maiores que a montante na maioria das coletas realizadas, e levando-se em consideração os resultados da Tabela 5.59, nota-se que a diferença das concentrações de SSF entre montante e jusante foram estatisticamente diferentes, mostrando que houve alteração das características da água do manancial estudado em relação aos sólidos suspensos fixos, e portanto, que o escoamento

superficial tem um papel muito importante no carreamento de sólidos para o manancial em questão.

Tabela 5.59: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos fixos entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = -1,27 + (1,11) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	4751,73	4751,73	171,03
Resíduo	8	222,26	27,78	$F_c > F_t$
Total	9	4973,99	significativo	

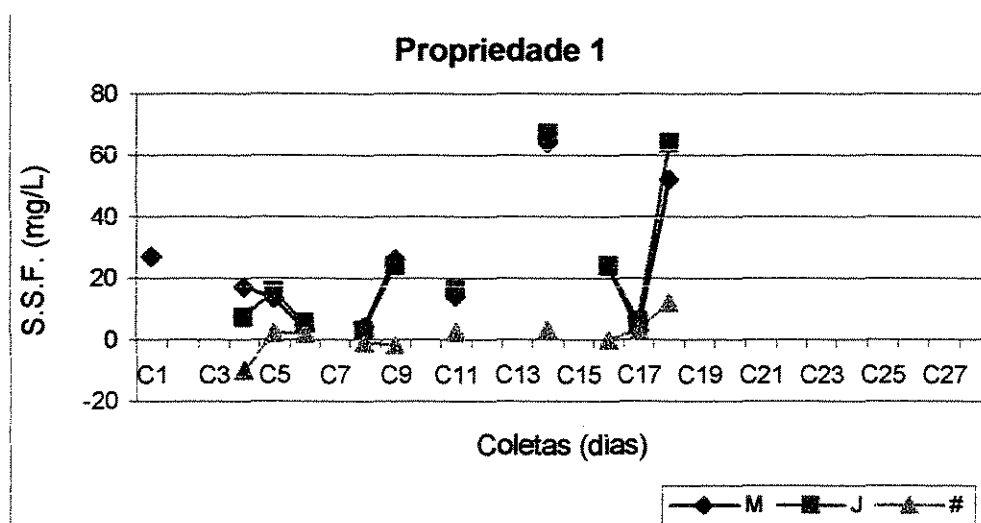


Figura 5.46: Comportamento dos sólidos suspensos fixos no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.47 é demonstrado como foi o comportamento dos sólidos suspensos fixos durante a pesquisa no manancial da propriedade 2. Nota-se que não houve grandes mudanças nas concentrações com apenas um pico mais elevado também na coleta 28. Observando-se os dados

fornecidos na Tabela B.19 (Anexo B), nota-se que as concentrações de SSF obtidas no ponto a montante foram maiores que a jusante, mas de acordo com os resultados da Tabela 5.60, verifica-se que os valores entre montante e jusante de SSF durante a monitoração foram estatisticamente diferentes, mostrando novamente como o escoamento superficial pode influenciar na alteração das características da água do manancial estudado.

Tabela 5.60: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos fixos entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 4,99 + (0,46) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	1811,99	1811,99	41,37
Resíduo	4	175,21	43,80	$F_c > F_t$
Total	5	1987,21	significativo	

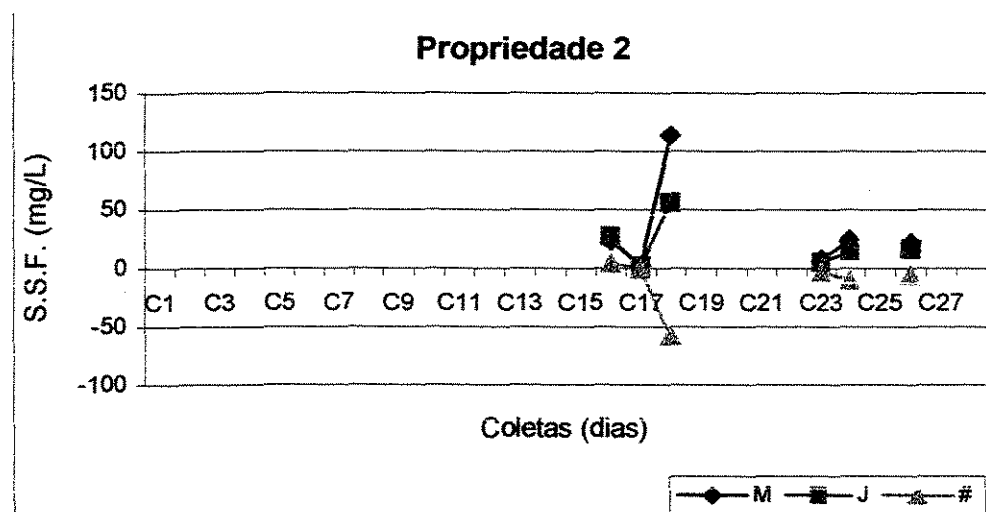


Figura 5.47: Comportamento dos sólidos suspensos fixos no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.48 é demonstrado como foi o comportamento das concentrações de sólidos suspensos fixos durante o estudo no manancial da propriedade 3. Nota-se que os valores foram praticamente os mesmos durante a monitoração tendo seu maior pico na coleta 14. De acordo com os dados da Tabela B.20 (Anexo B), verificou-se que as concentrações de SSF no ponto a jusante foram maiores que a montante e observando os resultados da Tabela 5.61, pode-se notar que as concentrações entre montante e jusante tiveram uma diferença estatisticamente significativa.

Tabela 5.61: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos fixos entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 8,42 + (0,76) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	70,03	70,03	0,52
Resíduo	8	1068,37	133,55	$F_c > F_t$
Total	9	1138,40	significativo	

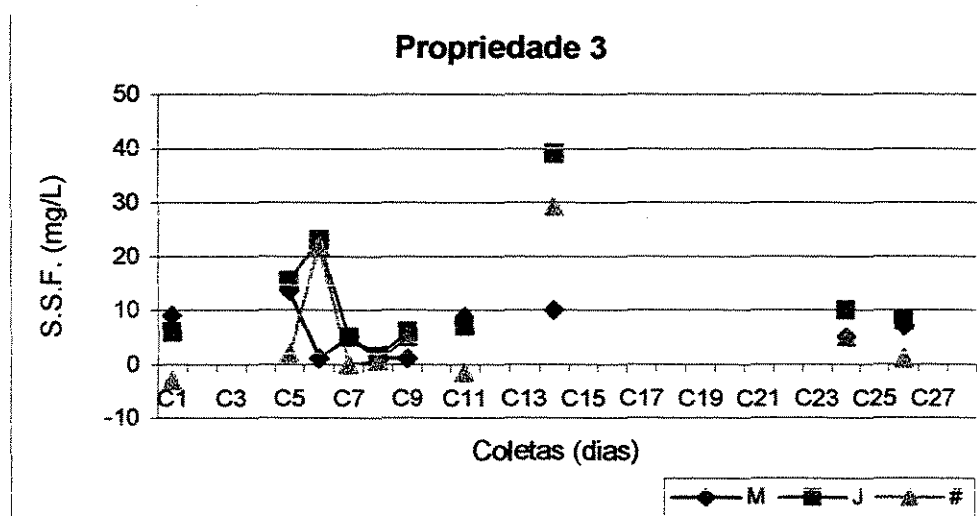


Figura 5.48: Comportamento dos sólidos suspensos fixos no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.49 é mostrado o comportamento da concentração de sólidos suspensos fixos no manancial da propriedade 4. Pode-se notar que houve uma pequena variação de valores entre as concentrações obtidas de SSF durante a pesquisa. Observando os dados fornecidos na Tabela B.20 (Anexo B), verifica-se que as amostras no ponto a jusante foram maiores que a montante, mas de acordo com os resultados da Tabela 5.62, observa-se que a diferença dos valores de SSF entre montante e jusante não foram estatisticamente diferentes, mostrando o potencial do escoamento superficial.

Tabela 5.62: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de sólidos suspensos fixos entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 8,14 + (-0,86) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	25,98	25,98	3,12
Resíduo	4	33,35	8,34	$F_c < F_t$
Total	5	59,33	não significativo	

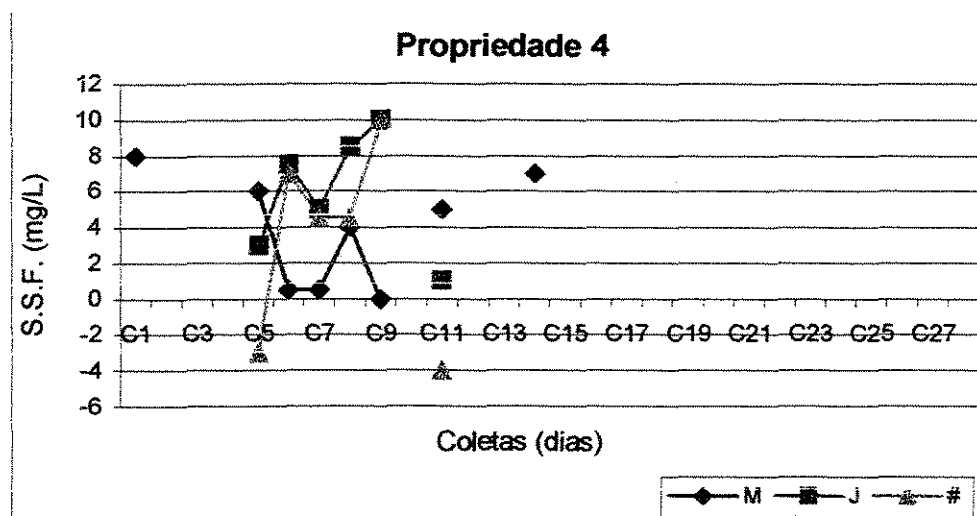


Figura 5.49: Comportamento dos sólidos suspensos fixos no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.50 é mostrada a alteração do percentual de aumento da concentração de sólidos suspensos fixos nos mananciais das propriedades estudadas. Nota-se que os aumentos permaneceram numa faixa bem baixa e constante.

Observando os dados obtidos que são fornecido nas Tabelas B.19 e B.20 (Anexo B), nota-se que o manancial da propriedade 1 teve uma oscilação de valores mais acentuada, sendo que o pico de aumento foi na coleta 18. Os aumentos variaram de 17,7 a 106,2 %, com uma média de 10 %. O manancial da propriedade 2 não teve aumentos consideráveis, variando de 1,4 a 78,4 %, sendo que o aumento médio foi de 16,7 %. Já no manancial da propriedade 3, o aumento também foi baixo, variando de 0,8 a 47,7 % tendo como média, 10 %. E, finalmente, no manancial da propriedade 4, o aumento foi um pouco maior, variando de 23,7 a 52,6 % com um aumento médio de 16,7 %.

Portanto, pode-se afirmar que os mananciais das propriedades 1, 2 e 3 tiveram uma alteração nas concentrações de SSF estatisticamente significativa, ou seja, os teores de sólidos suspensos fixos aumentaram durante o período de estudo modificando assim as características dos mananciais, sendo que o mesmo não ocorreu com o manancial da propriedade 4.

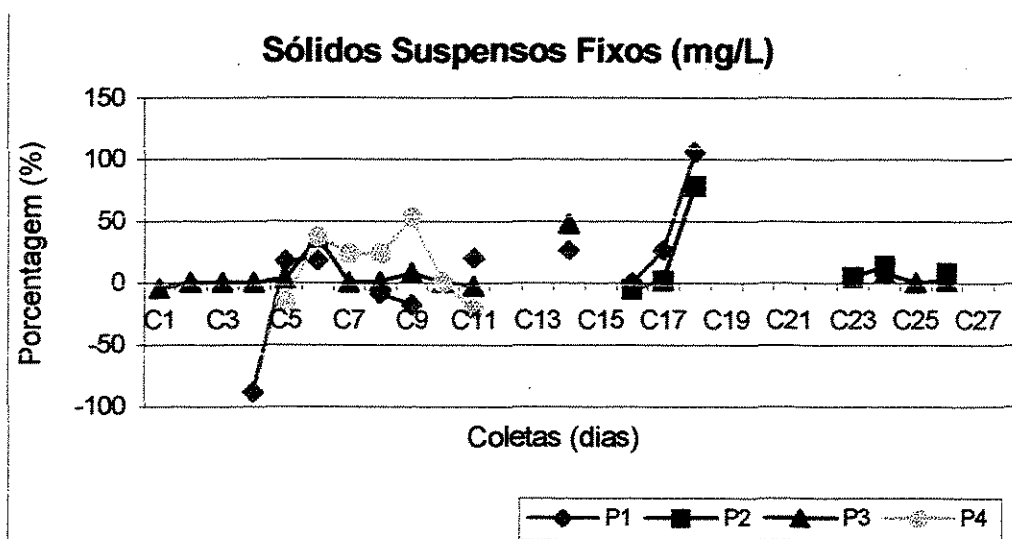


Figura 5.50: Comportamento dos sólidos suspensos fixos nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú - SP.

Notas: C: Coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge; P4: Sítio Shambalah.

5.11. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Resolução CONAMA nº 20 (CETESB, 1993) não estabelece limites para a concentração de DQO nas águas superficiais.

Os dados obtidos da análise de DQO a montante e a jusante nos mananciais estudados constam das Tabelas B.21 e B.22 (Anexo B).

Já na Tabela 5.63 são apresentados os dados relativos ao parâmetro DQO para as amostras de água obtidas no escoamento superficial da água excedente utilizada na irrigação durante o estudo. É importante observar que houve uma diferença significativa entre as amostras coletadas a montante e a jusante e àquelas obtidas no escoamento superficial. Portanto, fica claro que o processo de irrigação utilizado nas propriedades está contribuindo, principalmente com sólidos e matéria orgânica, neste caso, para a alteração da qualidade da água dos mananciais utilizados. Quando são comparados apenas às amostras coletadas a montante e a jusante, observa-se que os valores obtidos no ponto do escoamento superficial foram bem maiores que nos pontos a montante e a jusante, mostrando o potencial poluidor do escoamento superficial na alteração da qualidade da água dos mananciais.

Os resultados das análises estatísticas das concentrações de demanda química de oxigênio entre o escoamento superficial e o ponto a jusante do manancial durante o período, são fornecidos nas Tabelas 5.64 e 5.65. Verifica-se que nos mananciais das propriedades 1 e 4 tiveram uma diferença significativa de 1 % de probabilidade, sendo que o manancial da propriedade 2 não apresentou diferença estatisticamente significativa entre seus dados e, finalmente, no manancial da propriedade 3 não foi possível fazer a análise estatística adequada, por causa dos poucos dados conseguidos durante a monitoração.

Tabela 5.63: Dados da análise da demanda química de oxigênio (mg O₂/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

DQO (mg O ₂ /L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97								
Coleta 2: 24/04/97					67,0	-	54,0	-
Coleta 3: 08/05/97	230,0	-					240,0	-
Coleta 6: 16/07/97	198,0	-					76,0	-
Coleta 10: 08/09/97							71,0	-
Coleta 15: 18/06/98								
Coleta 16: 10/08/98			91,2	-				
Coleta 17: 17/08/98	132,6	-						
Coleta 21: 11/05/99			109,2	-				
Coleta 23: 06/07/99					52,0	-		
Coleta 24: 03/08/99			24,8	-				
Coleta 25: 30/08/99			33,3	-				
Coleta 27: 27/09/99			90,0	-				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Tabela 5.64: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial nas propriedades 1 e 2.

Propriedade 1					Propriedade 2			
Y = 61,92 x EXP(6,27 E-02 X)					Y = 27,77 x EXP (0,10 X)			
FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,07	0,07	0,78	1	0,92	0,92	2,39
Resíduo	1	0,09	0,09	Fc>Ft	1	0,39	0,39	Fc<Ft
Total	2	0,16	significativo		2	1,31	não significativo	

Tabela 5.65: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial na propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 126,17 + (-0,29 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	922,09	922,09	0,08
Resíduo	2	21790,7	10895,3	$F_c > F_t$
Total	3	22712,8	significativo	

Na Figura 5.51 é mostrado o comportamento da concentração da demanda química de oxigênio (DQO) no manancial da propriedade 1. Nota-se que os valores obtidos variaram bastante durante o período, com picos nas coletas 8 (devido a erros de amostragem), 13 e 14 (chuvas intensas no dia anterior à coleta) e 22. De acordo com os dados fornecidos na Tabela B.21 (Anexo B), verifica-se que os valores encontrados no ponto a jusante foram maiores que a montante, e observando-se os resultados da Tabela 5.66, pode notar que a diferença dos valores de DQO entre montante e jusante não foram estatisticamente diferentes, embora a água escoada superficialmente fosse diferente da água coletada a jusante, tal diferença acabou não sendo suficiente para alterar as características do manancial.

Tabela 5.66: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 9,32 \times \text{EXP}(3,86 \text{ E-}02 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	3,08	3,08	3,12
Resíduo	16	6,10	0,38	$F_c < F_t$
Total	17	9,18	não significativo	

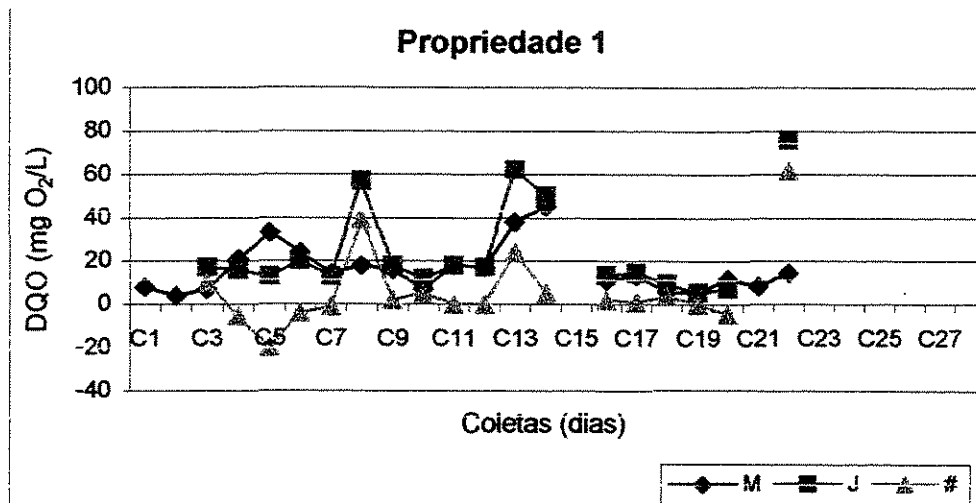


Figura 5.51: Comportamento da demanda química de oxigênio no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.52 é demonstrado o comportamento da DQO no manancial da propriedade 2. Observa-se que os valores permaneceram semelhantes durante a pesquisa com picos nas coletas 22 e 28. Levando-se em consideração os dados obtidos que são mostrados na Tabela B.21 (Anexo B), verifica-se que as concentrações de DQO da água coletada no ponto a jusante foram maiores que a montante e, de acordo com os resultados fornecidos na Tabela 5.67, observa-se que as concentrações de DQO nos pontos a montante e a jusante foram estatisticamente diferentes, sendo que a água escoada superficialmente e a jusante do manancial não tenha diferença significativa, o que acabou não alterando as características do manancial estudado.

Tabela 5.67: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 17,16 \times \text{EXP}(-6,96 \text{ E-}02 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,26	0,26	0,38
Resíduo	7	4,84	0,69	$F_c > F_t$
Total	8	5,10	significativo	

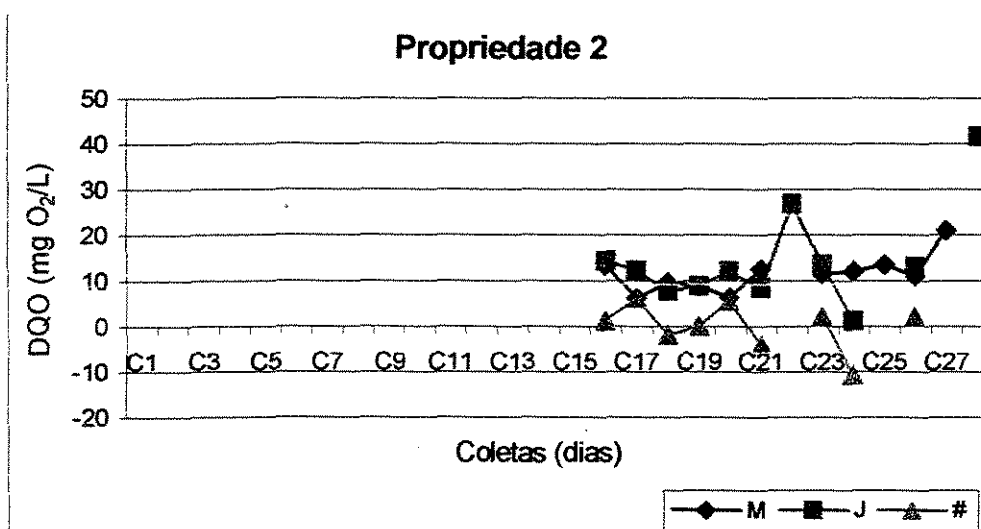


Figura 5.52: Comportamento da demanda química de oxigênio no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.53 é mostrado o comportamento da concentração de DQO durante o estudo no manancial da propriedade 3. Verifica-se que os valores tiveram um comportamento semelhante durante toda a pesquisa com picos nas coletas 5, 6, 13, 27 e 28. Verificando os dados que são fornecidos na Tabela B.22 (Anexo B), nota-se que as concentrações no ponto a jusante foram, na maioria das coletas, maiores que a montante e, de acordo com os resultados da Tabela 5.68, observa-se que a diferença entre os valores de DQO entre montante e jusante foram

estatisticamente significativos, mostrando que as características da água do manancial em questão foi alterada.

Tabela 5.68: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 10,32 \times \text{EXP}(9,59 \text{ E-}03 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,59	0,59	0,39
Resíduo	17	25,52	1,50	$F_c > F_t$
Total	18	26,11	significativo	

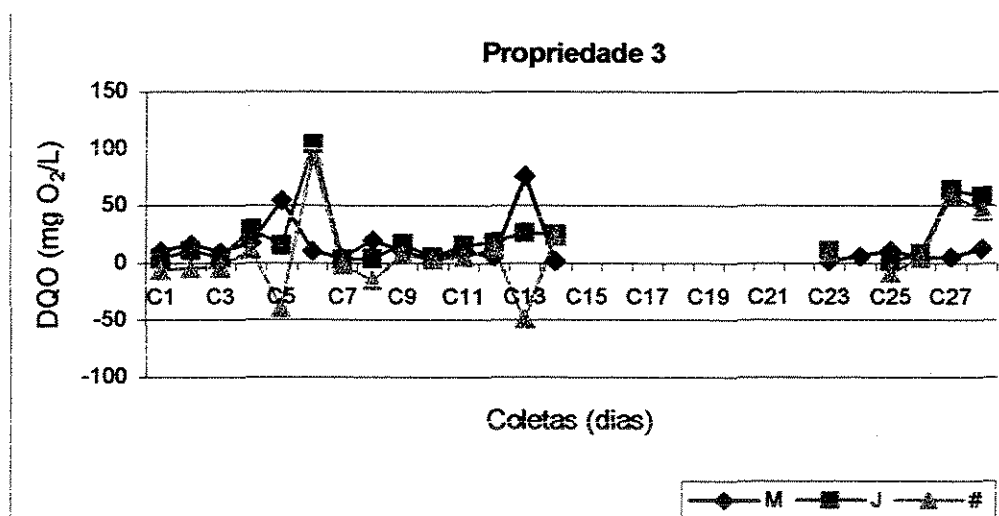


Figura 5.53: Comportamento da demanda química de oxigênio no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.54 é demonstrado como foi o comportamento da concentração de DQO no manancial da propriedade 4. Nota-se uma oscilação de valores mais intensa com picos também nas coletas 5, 6 e 13. Observando os dados que são fornecidos na Tabela B.22 (Anexo B), verifica-se que os valores obtidos no ponto a jusante foram maiores que a montante e, verificando

os resultados da Tabela 5.69, nota-se que a diferença entre as concentrações de DQO entre montante e jusante foram significativas, o mesmo ocorrendo com a água escoada superficialmente, mostrando que o escoamento interferiu na alteração das características da água do manancial em questão em relação a DQO.

Tabela 5.69: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda química de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 38,69 \times \text{EXP} (-9,15 \text{ E-}03 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,11	0,11	0,14
Resíduo	11	8,60	0,78	$F_c > F_t$
Total	12	8,71	significativo	

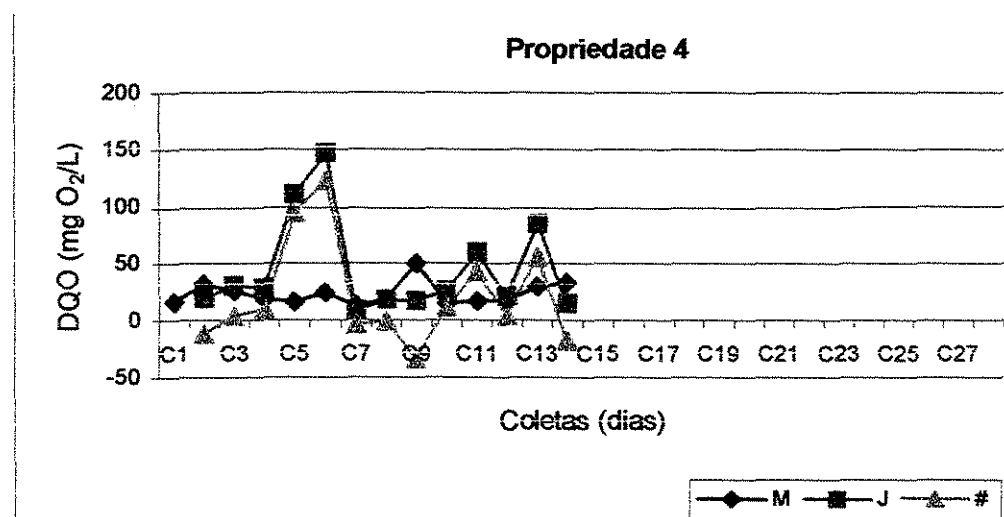


Figura 5.54: Comportamento da demanda química de oxigênio no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.55 é mostrada a alteração do percentual de aumento da concentração de DQO nos mananciais das propriedades estudadas. Nota-se que não houve oscilações muito intensas, com exceção do manancial da propriedade 2.

De acordo com o observado nas Tabelas B.21 e B.22 (Anexo B), verifica-se que no manancial da propriedade 1, o aumento de DQO variou de 0,3 a 50,4 %, com um aumento médio de 5,6 %. No manancial da propriedade 2, o aumento foi mais intenso, variando de 950 a 5400 %, com um aumento médio de 11,1 %. Já no manancial da propriedade 3, o aumento percentual variou de 1,9 a 67 %, sendo que o aumento médio foi de 5,3 %. E, finalmente no manancial da propriedade 4, a percentual de aumento variou de 1,2 a 44,5 %, com um aumento médio da ordem de 7,7 %.

Nota-se, portanto, que os mananciais das propriedades 2, 3 e 4 tiveram uma alteração estatisticamente significativa na qualidade da água dos mananciais, ou seja, o escoamento superficial acabou alterando as características da água desses mananciais, já no manancial da propriedade 1 o mesmo não ocorreu.

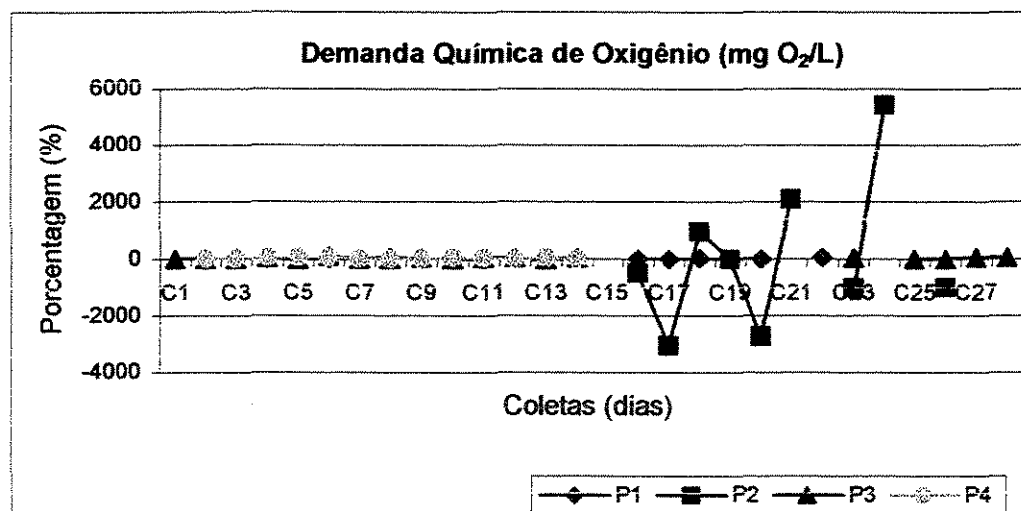


Figura 5.55: Alteração da demanda química de oxigênio nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú - SP.

Notas: C: Coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge; P4: Sítio Shambalah.

5.12. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Resolução CONAMA nº 20 (CETESB, 1993) estabelece um limite da concentração de DBO nas águas superficiais para classificação dos mananciais ($\leq 5,0$ – Classe 2 e $\leq 10,0$ – Classe 3).

Os dados obtidos da análise de DBO a montante e a jusante nos mananciais das propriedades estudadas são mostrados nas Tabelas B.23 e B.24 (Anexo B). Com base nessas informações, pode-se afirmar que na maioria das coletas realizadas, os mananciais foram considerados de Classe 2, em relação ao parâmetro mencionado.

Na Tabela 5.70 são fornecidos os dados obtidos da concentração de DBO do escoamento superficial durante todo o estudo. Observa-se que os valores obtidos geralmente foram maiores que a montante e a jusante, com exceções, indicando que o escoamento superficial leva para os mananciais muita matéria orgânica, podendo assim alterar a qualidade da água estudada. Nota-se que também em relação ao escoamento superficial se pudéssemos classificá-lo este seria de Classe 3.

A análise estatística das concentrações de DBO entre o escoamento superficial e a jusante do manancial não foi possível por causa dos poucos dados obtidos durante o estudo.

Na Figura 5.56 é mostrado o comportamento da concentração de DBO no manancial da propriedade 1. Nota-se que os valores obtidos tiveram um comportamento semelhante durante a pesquisa, com picos nas coletas 8, 13 (devido às chuvas intensas ocorridas no dia anterior) e 18. De acordo com os dados da Tabela B.23 (Anexo B), verifica-se que as concentrações obtidas no ponto a jusante foram, em metade das coletas, maiores que a montante, e, levando-se em consideração os resultados da Tabela 5.71, pode-se afirmar que a diferença das concentrações de DBO a montante a jusante foram estatisticamente diferentes, mostrando que a carga poluidora do escoamento superficial acaba interferindo e modificando as características da água do manancial estudado.

Tabela 5.70: Dados da análise da demanda bioquímica de oxigênio (mg O₂/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

DBO (mg O ₂ /L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97								
Coleta 2: 24/04/97								
Coleta 3: 08/05/97								
Coleta 6: 16/07/97	13,0	-					8,0	3
Coleta 10: 08/09/97								
Coleta 15: 18/06/98								
Coleta 16: 10/08/98			4,5	2				
Coleta 17: 17/08/98	7,0	3						
Coleta 21: 11/05/99								
Coleta 23: 06/07/99					9,9	3		
Coleta 24: 03/08/99			3,4	2				
Coleta 25: 30/08/99								
Coleta 27: 27/09/99			8,7	3				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Tabela 5.71: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda bioquímica de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = -0,98 + (1,25) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	945,01	945,01	155,09
Resíduo	12	73,12	6,09	$F_{c>Ft}$
Total	13	1018,13	significativo	

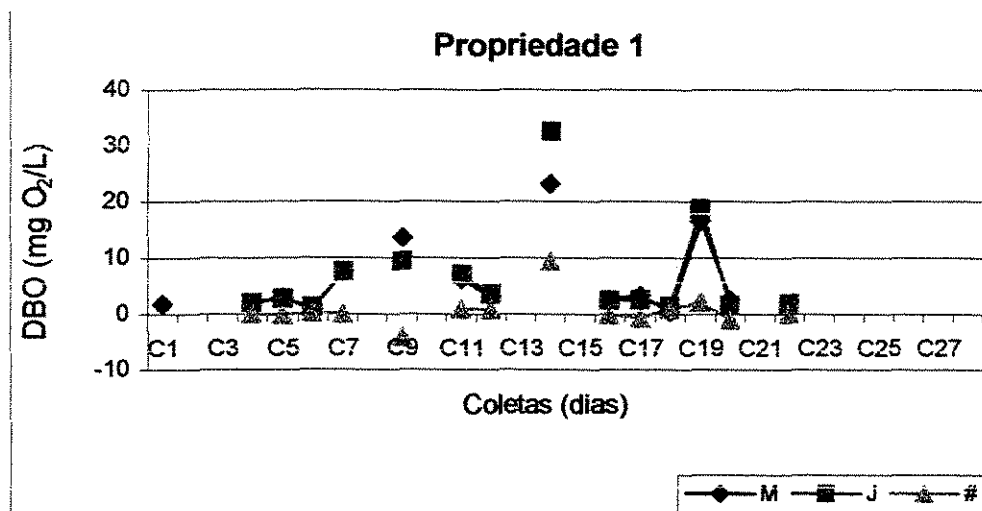


Figura 5.56: Comportamento da demanda bioquímica de oxigênio no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.57 é demonstrado o comportamento da DBO no manancial da propriedade 2. Verifica-se que não houve variações intensas, com apenas um pico considerável também na coleta 19. Observando os dados da Tabela B.23 (Anexo B), nota-se que os valores no ponto a montante foram, na maioria das coletas realizadas, maiores que a jusante, e de acordo com os resultados da Tabela 5.72, observou-se que a diferença entre os valores de DBO entre montante e jusante foi significativa durante toda a pesquisa, mostrando novamente que houve alteração nas características da água do manancial estudado, por causa da elevada contribuição de matéria orgânica no escoamento superficial.

Tabela 5.72: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda bioquímica de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = -0,23 + (0,96) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	169,66	169,66	114,60
Resíduo	6	8,88	1,48	$F_c > F_t$
Total	7	178,54	significativo	

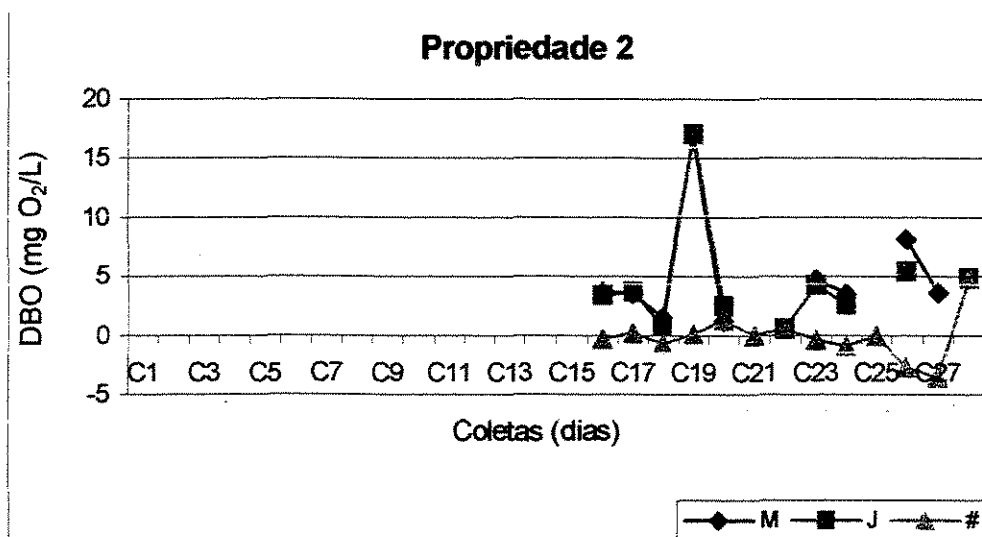


Figura 5.57: Comportamento da demanda bioquímica de oxigênio no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.58 é apresentado o comportamento da DBO no manancial da propriedade 3. Nota-se que os valores obtidos tiveram grande oscilação durante o estudo com um aumento intenso na coleta 14. Observando os dados mostrados na Tabela B.24 (Anexo B), verifica-se que os valores obtidos de DBO no ponto a montante foram maiores que a jusante, e de acordo com os resultados da Tabela 5.73, notou-se que as concentrações de DBO encontradas entre montante e

jusante tiveram uma diferença estatisticamente significativa, mostrando novamente o potencial poluidor do escoamento superficial na alteração das características da água do manancial.

Tabela 5.73: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda bioquímica de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = -1,04 + (1,36) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	98,18	98,18	44,50
Resíduo	9	19,86	2,21	$F_c > F_t$
Total	10	118,04	significativo	

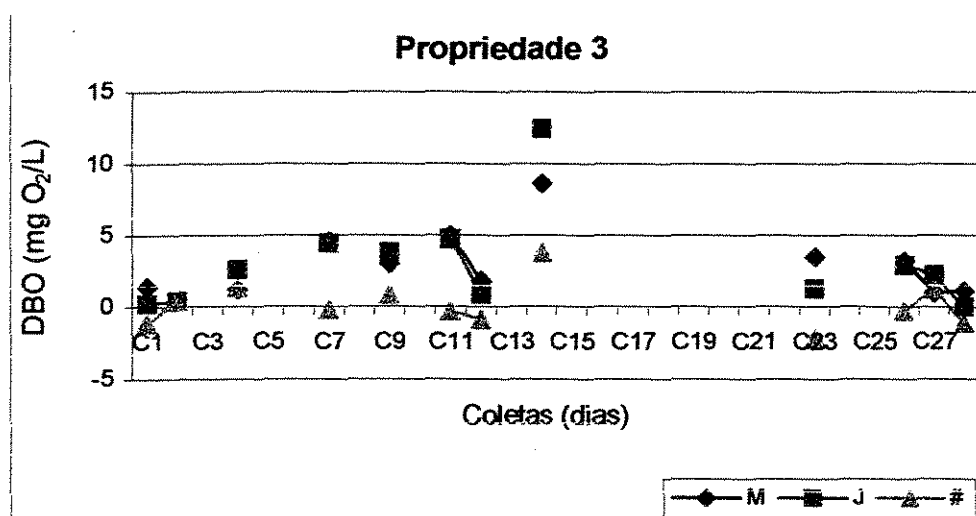


Figura 5.58: Comportamento da demanda bioquímica de oxigênio no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.59 é mostrado o comportamento da concentração de DBO no manancial da propriedade 4. Observa-se que houve uma grande oscilação de valores com picos nas coletas 9 e 15. De acordo com os dados da Tabela B.24 (Anexo B), nota-se que as concentrações de DBO no ponto a montante foram maiores que a jusante, e observando os resultados obtidos segundo a

Tabela 5.74, verifica-se que a diferença entre as concentrações de DBO entre montante e jusante foi estatisticamente diferente, alterando assim a qualidade da água no manancial estudado.

Tabela 5.74: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de demanda bioquímica de oxigênio entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 1,70 + (0,42) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	60,19	60,19	38,21
Resíduo	6	9,45	1,58	$F_c > F_t$
Total	7	69,64	significativo	

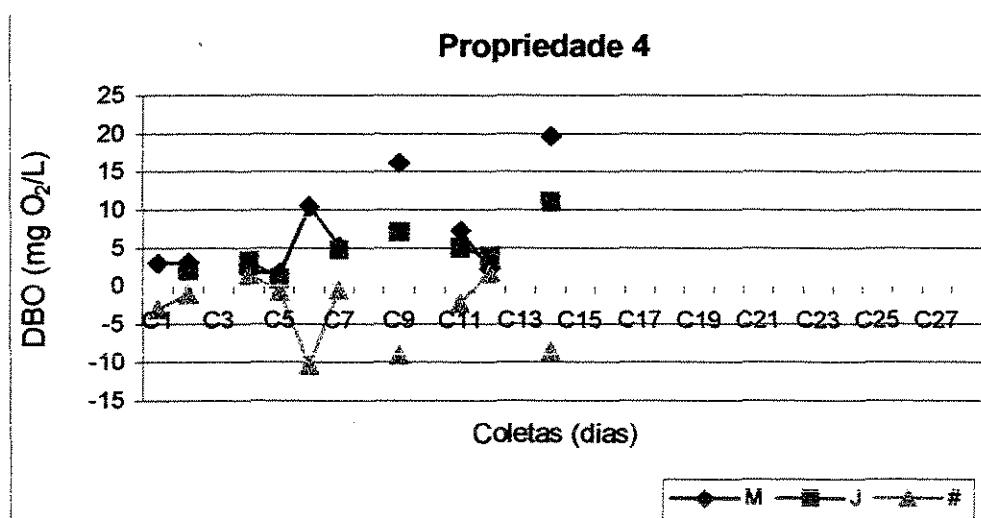


Figura 5.59: Comportamento da demanda bioquímica de oxigênio no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante e #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.60 é mostrada a alteração do aumento percentual nos mananciais das propriedades estudadas. Nota-se que houve um comportamento semelhante durante a pesquisa com alguns picos consideráveis.

De acordo com os dados obtidos das Tabelas B.23 e B.24 (Anexo B), verifica-se que no manancial da propriedade 1, o aumento da DBO variou de 3,9 a 123,7 %, com um aumento médio de 7,1 %. No manancial da propriedade 2, o percentual variou de 8,8 a 79,4 %, tendo um aumento médio de 12,5 %. Já no manancial da propriedade 3, o aumento da concentração de DBO nas coletas realizadas, variou de 10 a 157,1 %, sendo que o aumento médio foi de 6,8 % e, finalmente, o aumento da concentração de DBO no manancial da propriedade 4 variou de 2,6 a 53,9 %, com um aumento médio de 10 %.

Verifica-se, portanto, que as concentrações de DBO entre montante e jusante alteraram a qualidade da água nos mananciais monitorados, mas essa alteração não modificou a classificação dos mesmos, que na maioria do período de monitoração ficou como sendo de Classe 2.

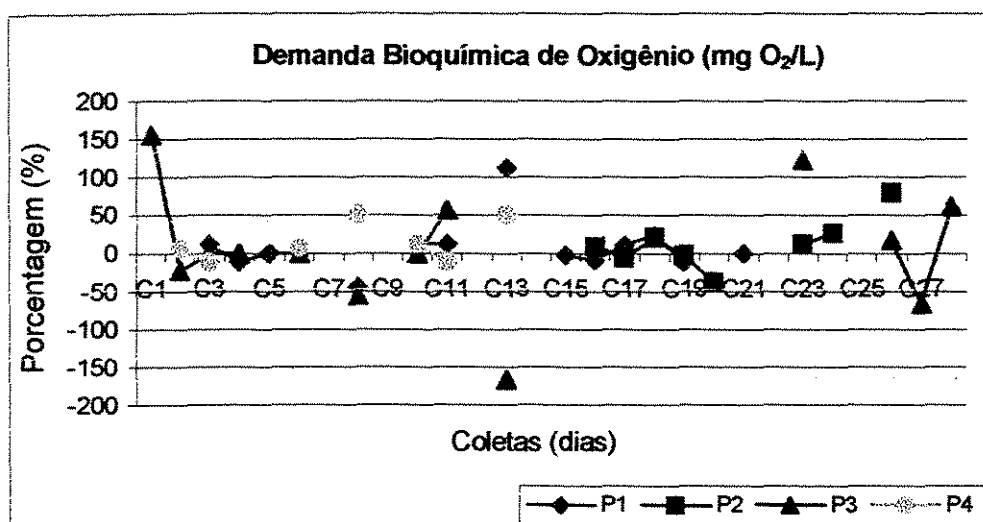


Figura 5.60: Alteração da demanda bioquímica de oxigênio nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú - SP.

Notas: C: coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge; P4: Sítio Shambalah.

5.13. Nitrogênio-Amoniacal

A Resolução CONAMA nº 20 (CETESB, 1993) estabelece que a concentração de 1,0 mg N/L nas águas superficiais, classifica os mananciais como sendo da Classe 3.

Nas Tabelas B.25 e B.26 (Anexo B), são mostrados os dados obtidos da análise de N-Amoniacal a montante e a jusante nos mananciais estudados. Nota-se que estes ficaram abaixo do limite estipulado pelo CONAMA, com exceção de apenas duas coletas.

Os dados obtidos da análise de NH_3 no escoamento superficial constam da Tabela 5.76. Nota-se que apesar dos poucos dados, pode-se verificar que houve um valor muito elevado em relação aos outros obtidos, devido ao preparo do solo para o plantio, o quê geralmente é realizado na época do ano em questão (maio).

Não foi possível realizar a análise estatística dos dados de NH_3 entre o escoamento superficial e o ponto a jusante do manancial por causa dos poucos dados obtidos durante o estudo, por causa da demora em se familiarizar com a rotina a análise do nitrogênio pelo sistema FIA.

Na Figura 5.61 é mostrado o comportamento do N-Amoniacal durante o estudo no manancial da propriedade 1. Nota-se que os valores permaneceram semelhantes com um pico considerável também na coleta 21. Observando os dados apresentados na Tabela B.25 (Anexo B), nota-se que os valores obtidos a montante foram maiores, na maioria das coletas realizadas, que a jusante e de acordo com os resultados da Tabela 5.76, verifica-se que a diferença do valor de NH_3 entre montante e jusante não foi estatisticamente diferente, mostrando que as concentrações obtidas não ultrapassaram os limites estabelecidos e também não alteraram as características do manancial.

Tabela 5.76: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrogênio-amoniacoal entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 0,21 + (-0,16) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,0003	0,0003	1,61
Resíduo	1	0,0002	0,0002	$F_c < F_t$
Total	2	0,0005	não significativo	

Tabela 5.75: Dados da análise do nitrogênio-amoniaco (mg N/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

N-Amoniacal (mg N/L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97								
Coleta 2: 24/04/97								
Coleta 3: 08/05/97								
Coleta 6: 16/07/97								
Coleta 10: 08/09/97								
Coleta 15: 18/06/98								
Coleta 16: 10/08/98								
Coleta 17: 17/08/98								
Coleta 21: 11/05/99			3,55	-				
Coleta 23: 06/07/99								
Coleta 24: 03/08/99								
Coleta 25: 30/08/99								
Coleta 27: 27/09/99			0,03	3				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

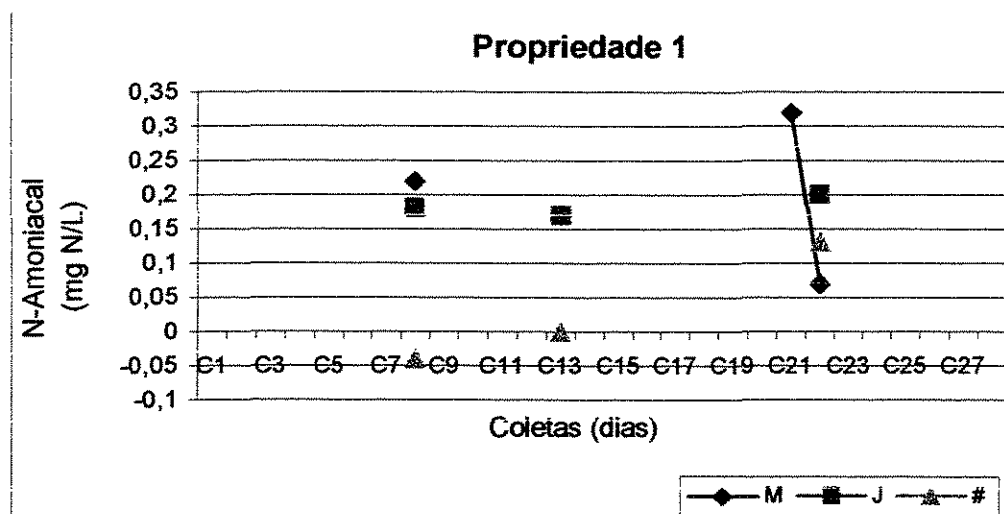


Figura 5.61: Comportamento do N-Amônia no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.62 é demonstrado o comportamento da concentração do N-Amônia no manancial da propriedade 2. Nota-se que houve um aumento intenso nas coletas 22 e 25. De acordo com os dados da Tabela B.25 (Anexo B), verifica-se que os valores a montante foram na maioria das coletas, maiores que a jusante, mas levando-se em consideração os resultados apresentados na Tabela 5.77, nota-se que a diferença nas concentrações entre montante e jusante tiveram valores estatisticamente diferentes, mostrando que para esse manancial apesar dos poucos dados obtidos as concentrações encontradas modificaram as características do mesmo, mas na média não ultrapassaram o limite estabelecido de 1 mg N/L.

Tabela 5.77: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrogênio-amoniaco entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 0,16 + (0,60) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	4,11	4,11	14,58
Resíduo	3	0,84	0,28	$F_c > F_t$
Total	4	4,95	significativo	

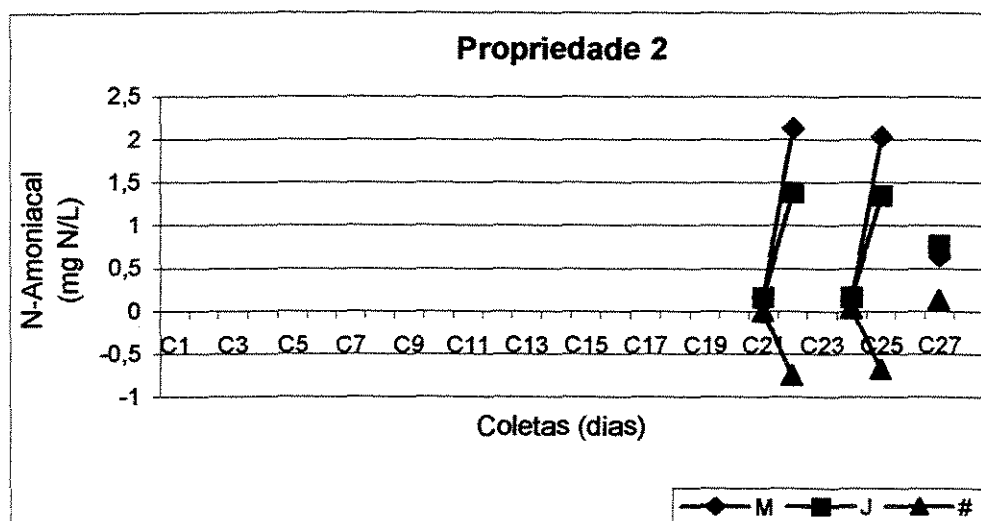


Figura 5.62: Comportamento do N-Amoniacal no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.63 é demonstrado o comportamento do manancial na propriedade 3 em relação à concentração de N-Amoniacal. Nota-se que os valores conseguidos na maioria das coletas não foram detectados, ou seja, a concentração era muito baixa, com um pico na coleta 25. Com base nos dados apresentados na Tabela B.26 (Anexo B), observa-se que os valores a montante foram maiores que a jusante. Não foi possível realizar a análise estatística dos dados obtidos entre montante e jusante, pois os mesmos não eram suficientes para tal procedimento.

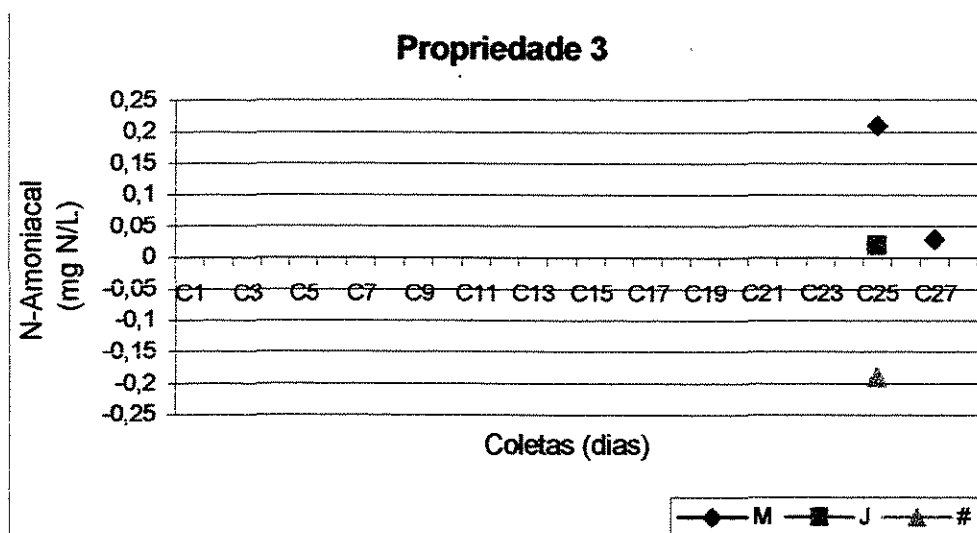


Figura 5.63: Comportamento do N-Amóniacal no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.64 é fornecido o comportamento da amônia no manancial da propriedade 4. Nota-se que houve apenas um dado obtido, mostrando que as concentrações desse parâmetro durante a pesquisa foram muito baixas e por isso acabaram não sendo detectadas pelo Sistema FIA, mas em comparação com os dados da Tabela B.26 (Anexo B), verifica-se que nas coletas realizadas, apesar de serem poucas, as concentrações geralmente não foram detectadas. Nesse manancial os dados obtidos também não foram suficientes para se fazer a análise estatística entre montante e jusante durante o período monitorado.

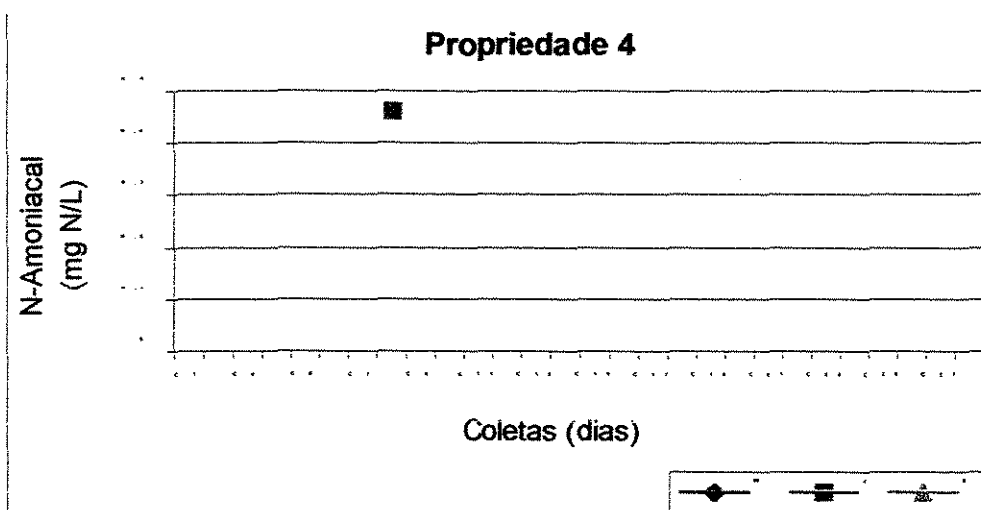


Figura 5.64: Comportamento do N-Amônia no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.65 é mostrada a alteração percentual do aumento na concentração de amônia nos mananciais das propriedades monitoradas. Nota-se uma pequena oscilação de valores.

De acordo com os dados das Tabelas B.25 e B.26 (Anexo B), o percentual de aumento da concentração no manancial da propriedade 1 variou de 17,4 a 139,1 %, com um aumento médio de 25 %. No manancial da propriedade 2, o percentual de aumento variou de 0,8 a 61,5 %, tendo um aumento médio de 21 %. Já nos mananciais das propriedades 3 e 4, na maioria das coletas, as concentrações não foram detectadas, tendo um aumento médio de 50 % no manancial da propriedade 3.

Portanto, pode-se afirmar que apenas o manancial da propriedade 2 apresentou uma diferença entre montante e jusante estatisticamente significativa, mostrando a alteração das características do manancial, mas não ultrapassando o limite estabelecido.

Com relação ao manancial da propriedade 1, este não apresentou diferença significativa entre os pontos de amostragem e também não ultrapassou os limites estabelecidos.

Já nos mananciais das propriedades 3 e 4, as concentrações de NH_3 foram tão baixas que na maioria das coletas não houve detecção das concentrações durante todo o período.

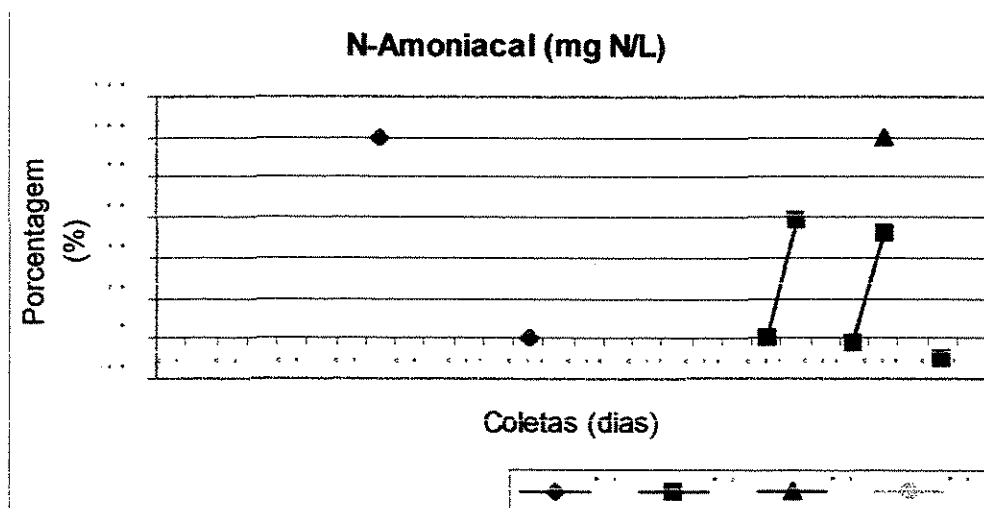


Figura 5.65: Alteração do N-Amônia nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú-SP.

Notas: C: coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge; P4: Sítio Shambalah.

5.14. Nitrato

A Resolução CONAMA nº 20 (CETESB, 1993) estabelece um limite levando-se em consideração a concentração de nitrato nos mananciais, da ordem de 10 mg N/L.

Nas Tabelas B.27 e B.28 (Anexo B) são mostrados os dados encontrados após a análise da concentração de nitrato a montante e a jusante nas águas superficiais monitoradas. Observa-se que todos permaneceram abaixo dos limites estabelecidos.

Os dados da análise de nitrato no escoamento superficial são fornecidos na Tabela 5.78. Nota-se que os dados obtidos não foram maiores que a montante nem a jusante. E, com relação à análise estatística do NO_3^- entre o escoamento superficial e a jusante do manancial, somente no manancial da propriedade 2 é que se conseguiu realizá-la, pois os dados não foram suficientes, como está demonstrado na Tabela 5.79.

Tabela 5.78: Dados da análise do nitrato (mg N/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

Nitrato (mg N/L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97								
Coleta 2: 24/04/97								
Coleta 3: 08/05/97								
Coleta 6: 16/07/97								
Coleta 10: 08/09/97								
Coleta 15: 18/06/98								
Coleta 16: 10/08/98								
Coleta 17: 17/08/98								
Coleta 21: 11/05/99								
Coleta 23: 06/07/99								
Coleta 24: 03/08/99			0,22	2				
Coleta 25: 30/08/99			0,15	2				
Coleta 27: 27/09/99			0,29	2				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Tabela 5.79: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrato entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial na propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 0,32 \times \text{EXP}(-0,78 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,20	0,20	11,82
Resíduo	1	0,02	0,02	$F_c < F_t$
Total	2	0,22	não significativo	

Na Figura 5.66 é mostrado o comportamento da concentração de nitrato no manancial da propriedade 1. Nota-se que houve um pico na coleta 8 e depois foi abaixando gradativamente. De acordo com os dados apresentados na Tabela B.27 (Anexo B), observa-se que os valores obtidos a jusante foram, na maioria das coletas, maiores que a montante e, levando-se em consideração os resultados da Tabela 5.80, nota-se que as concentrações entre montante e jusante foram estatisticamente diferentes, mostrando que houve alteração da qualidade do manancial sob este ponto de vista, mas não ultrapassou os limites estabelecidos.

Tabela 5.80: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrato entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 0,18 + (0,63) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,17	0,17	0,22
Resíduo	1	0,76	0,76	$F_c > F_t$
Total	2	0,92	significativo	

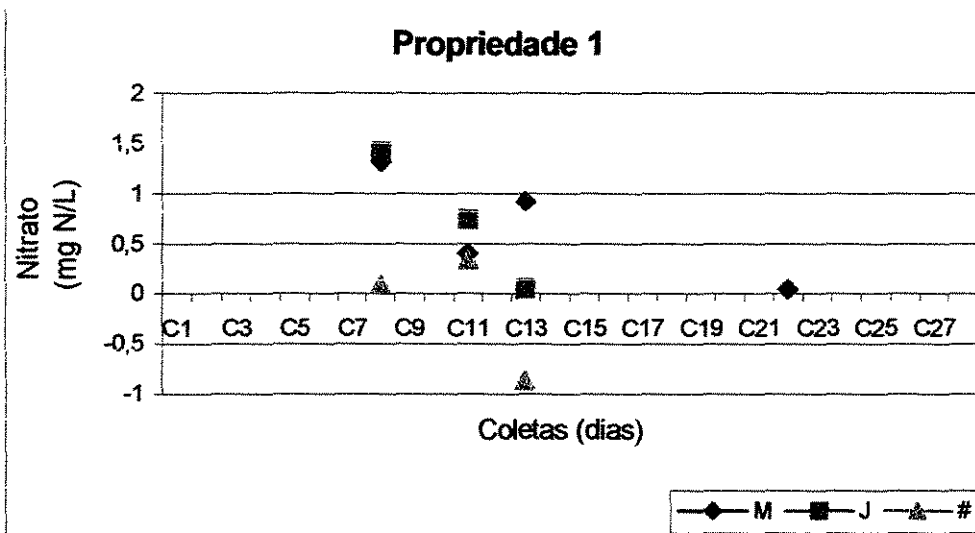


Figura 5.66: Comportamento do nitrato no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.67 é demonstrado o comportamento do nitrato no manancial da propriedade 2. Verifica-se que não houve picos intensos nas concentrações encontradas durante todo o período. Observando os dados da Tabela B.27 (Anexo B), nota-se que os valores de nitrato a jusante foram, em metade das coletas, maiores que a montante, mas de acordo com os resultados apresentados na Tabela 5.81, verifica-se que a diferença dos valores de nitrato entre montante e jusante não foram estatisticamente diferentes, o mesmo não ocorrendo com a água escoada superficialmente e a jusante do manancial, mostrando que no manancial estudado não houve alterações significativas nas características da água em relação ao parâmetro estudado.

Tabela 5.81: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrato entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 0,79 \times \text{EXP}(4,43 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	1,82	1,82	26,09
Resíduo	2	0,14	0,07	$F_c < F_t$
Total	3	1,96	não significativo	

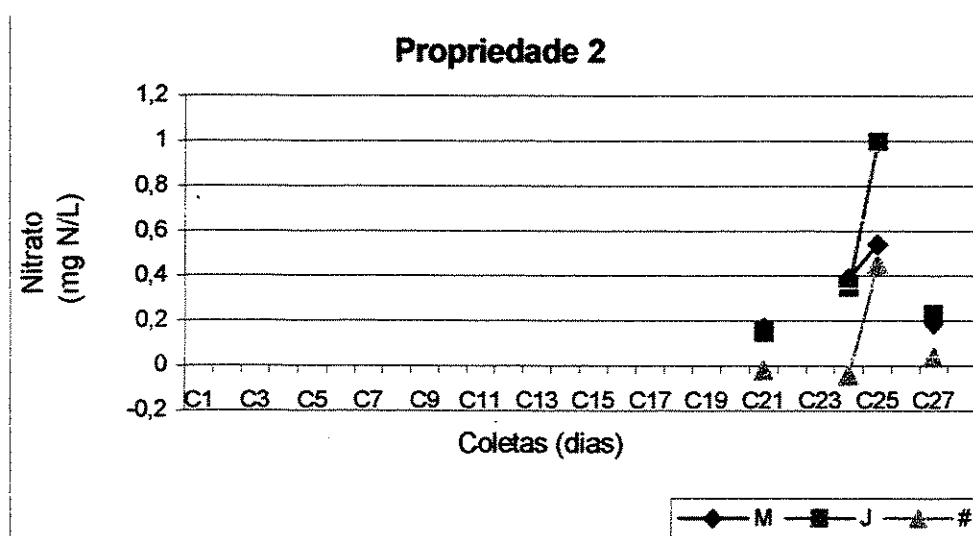


Figura 5.67: Comportamento do nitrato no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.68 é fornecido o comportamento do manancial da propriedade 3 em relação à concentração do nitrato. Verifica-se que houve apenas um pico na coleta 8. Com base na Tabela B.28 (Anexo B), nota-se que os dados de nitrato no ponto a jusante foram maiores que a montante e, observando os resultados da Tabela 5.82, verifica-se que as concentrações de nitrato entre montante e jusante foram estatisticamente diferentes, mostrando a alteração das características da água desse manancial com o incremento do escoamento superficial.

Tabela 5.82: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrato entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 8,13 \text{ E-}02 \times \text{EXP}(7,03 \text{ X})$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,49	0,49	0,17
Resíduo	1	2,81	2,81	$F_c > F_t$
Total	2	3,30	significativo	

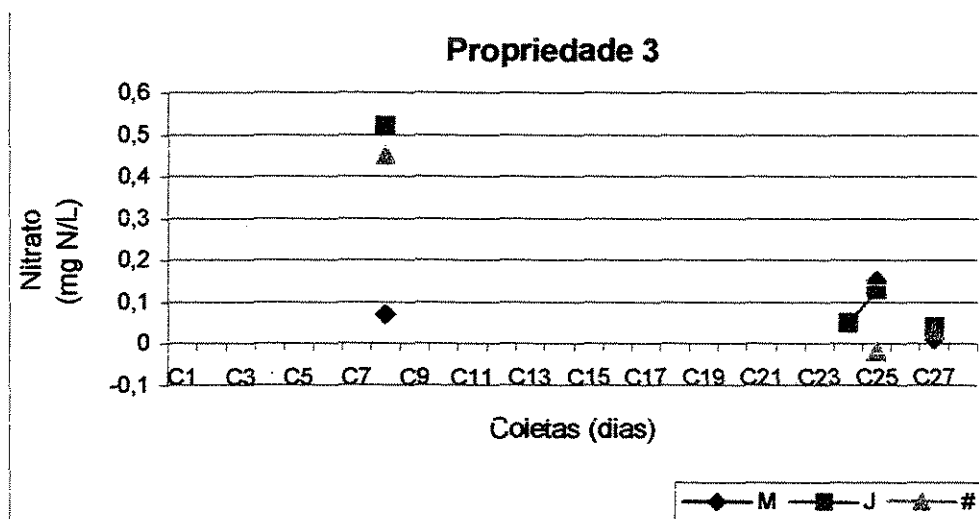


Figura 5.68: Comportamento do nitrato no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.69 é mostrado o comportamento do nitrato no manancial da propriedade 4. De acordo com os dados apresentados na Tabela B.28 (Anexo B), nota-se que o valor a jusante foi bem superior ao da montante, mas, não se conseguiu coletar a amostra do escoamento superficial, portanto, não se pode afirmar que o aumento na concentração se deveu à entrada do escoamento superficial no manancial. Observa-se também que nas outras coletas realizadas as concentrações obtidas foram tão baixas que não houve detecção no sistema FIA, podendo afirmar

que, neste caso, não houve alteração das características do manancial. Não foi possível realizar a análise estatística dos dados obtidos, pois os mesmos foram insuficientes.

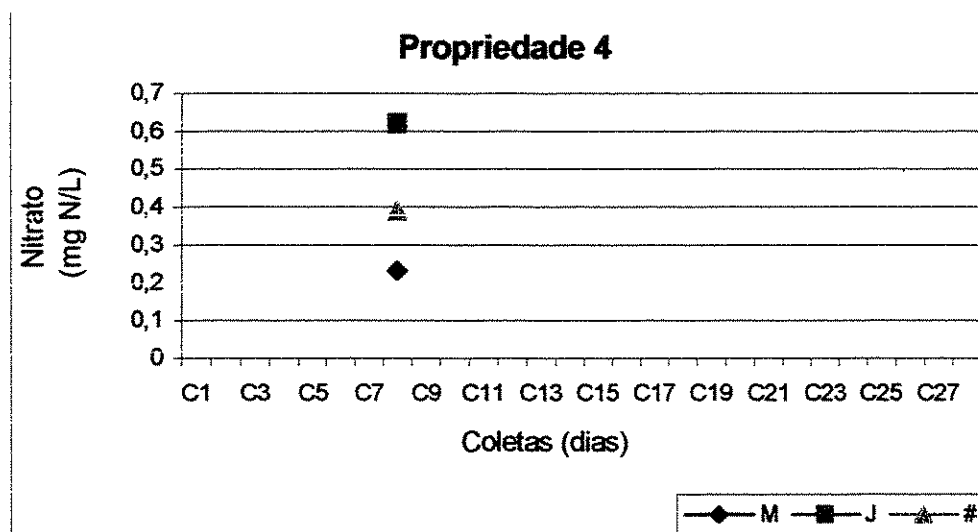


Figura 5.69: Comportamento do nitrato no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre montante e jusante.

Na Figura 5.70 é apresentada a alteração do aumento percentual da concentração de nitrato nas propriedades monitoradas. Através das Tabelas B.27 e B.28 (Anexo B), verifica-se que, no manancial da propriedade 1, o aumento percentual mais significativo foi de 197,7 %, com um aumento médio de 33,3 %. No manancial da propriedade 2, o percentual variou de 9,3 a 104,7 %, tendo um aumento médio de 25 %. Já no manancial da propriedade 3, os percentuais da concentração de nitrato variaram de 6,5 a 97,8 %, com um aumento médio de 33,3 %. E, finalmente, no manancial da propriedade 4, o aumento médio da concentração de nitrato foi de 33,3 %.

Verifica-se, portanto, que em relação à concentração de nitrato, os mananciais das propriedades 1 e 3 tiveram um aumento nas concentrações alterando as características dos mesmos, mas esse aumento não foi suficiente para ultrapassar o limite estabelecido pela Legislação. Nota-se que as concentrações aumentaram consideravelmente na época de preparo do solo para o plantio. Já no manancial da propriedade 2 não houve alteração das características do

manancial e no manancial da propriedade 4, na maioria das coletas, as concentrações foram tão baixas que não obteve-se detecção das mesmas no sistema FIA.

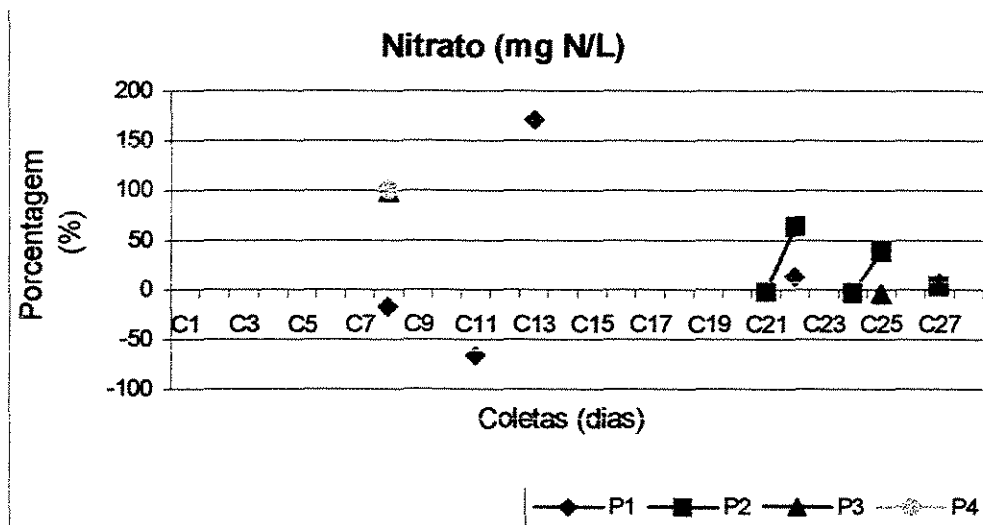


Figura 5.70: Alteração do nitrato nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú - SP.

Notas: C: coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge; P4: Sítio Shambalah.

5.15. Nitrito

A Resolução CONAMA nº 20 (CETESB, 1993), é estabelecido um limite de 1,0 mg N/L da concentração de nitrito nos mananciais.

Nas Tabelas B.29 e B.30 (Anexo B) são fornecidos os valores obtidos da análise da concentração nitrito a montante e a jusante nos mananciais estudados. Observa-se que os valores encontrados ficaram bem abaixo do limite estabelecido, mostrando que com relação a esse parâmetro, as águas superficiais acabam ficando dentro dos limites estabelecidos pela Legislação vigente.

Os valores obtidos do escoamento superficial da análise da concentração de nitrito, são mostrados na Tabela 5.83. Nota-se que os valores também ficaram abaixo do limite, com valores muito semelhantes aos de montante e jusante, mostrando portanto que o escoamento superficial não aumenta as concentrações de nitrito nos mananciais estudados.

Não foi possível realizar a análise estatística dos dados obtidos do escoamento superficial e do manancial a jusante durante o período, por causa dos mesmos serem poucos.

Tabela 5.83: Dados da análise de nitrito (mg N/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

Nitrito (mg N/L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97								
Coleta 2: 24/04/97								
Coleta 3: 08/05/97								
Coleta 6: 16/07/97								
Coleta 10: 08/09/97								
Coleta 15: 18/06/98								
Coleta 16: 10/08/98								
Coleta 17: 17/08/98								
Coleta 21: 11/05/99			0,06	2				
Coleta 23: 06/07/99								
Coleta 24: 03/08/99			0,012	2				
Coleta 25: 30/08/99								
Coleta 27: 27/09/99								

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

Na Figura 5.71 é mostrado o comportamento da concentração de nitrito no manancial da propriedade 1. Nota-se que houve uma pequena oscilação de valores (devido às chuvas ocorridas no dia anterior as coletas e que portanto carrega para o manancial sedimento em excesso, levando consigo materiais que aumentam a concentração de nitrito nas águas superficiais). Conforme mostrado na Tabela B.29 (Anexo B), os dados a montante foram maiores que a jusante, mas

levando-se em consideração os dados apresentados na Tabela 5.84, verifica-se que a diferença do valor de nitrito entre montante e jusante foi estatisticamente diferente, mostrando que houve alteração nas características do manancial, não ultrapassando o limite da legislação.

Tabela 5.84: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrito entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 0,26 + (0,85) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,06	0,06	0,54
Resíduo	1	0,10	0,10	$F_c > F_t$
Total	2	0,16	significativo	

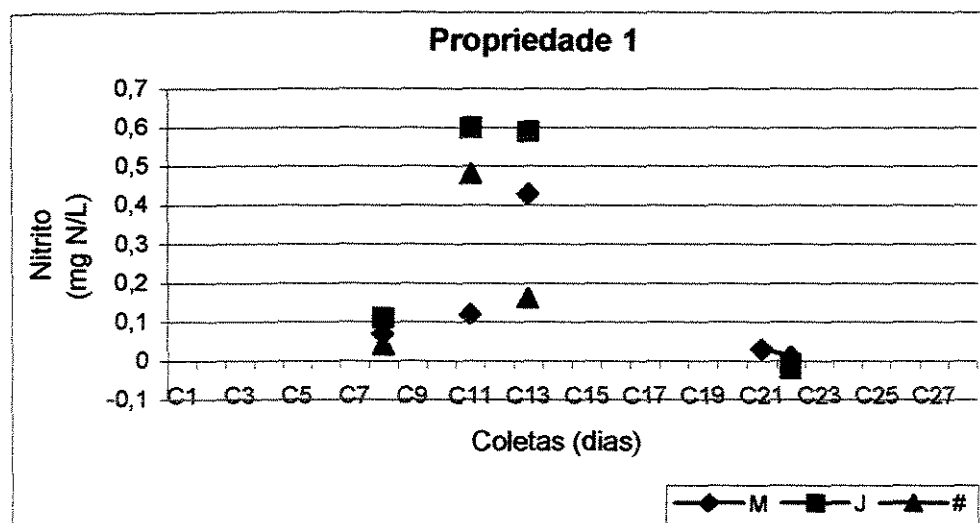


Figura 5.71: Comportamento do nitrito no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.72 é fornecido o comportamento do nitrito no manancial da propriedade 2. Observa-se que os valores permaneceram praticamente os mesmos durante toda a pesquisa. Verificando os dados da Tabela B.29 (Anexo B), nota-se que os valores a jusante foram maiores que a montante, sendo os mesmos bem baixos, mas de acordo com os resultados apresentados na

Tabela 5.85, verifica-se que as concentrações encontradas entre montante e jusante não foram estatisticamente diferentes, mostrando que não houve alteração das características da água do manancial estudado em relação à variável nitrito.

Tabela 5.85: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de nitrito entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 1,57 \text{ E-}02 + (-0,29) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,0001	0,0001	1,33
Resíduo	1	0,0001	0,0001	$F_c < F_t$
Total	2	0,0002	não significativo	

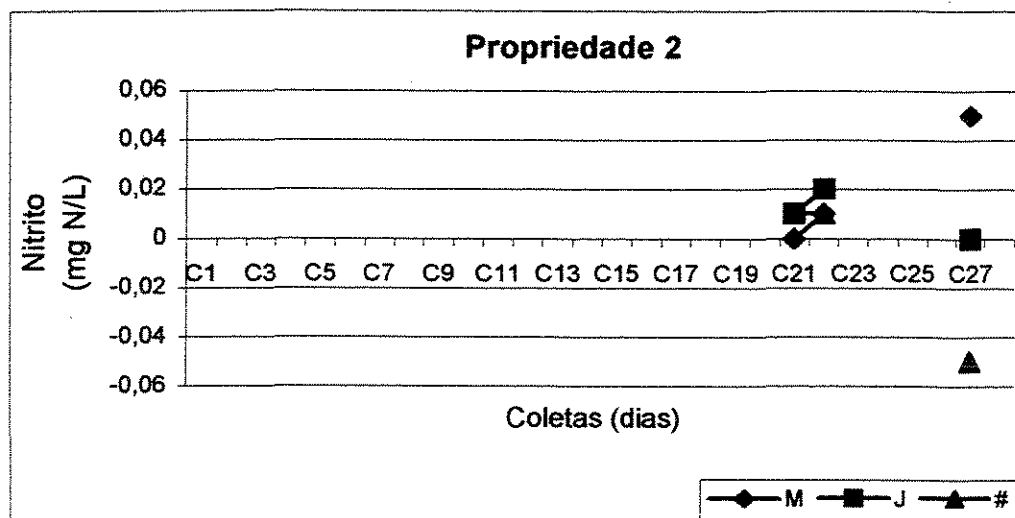


Figura 5.72: Comportamento do nitrito no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre montante e jusante.

Na Figura 5.73 é demonstrado o comportamento da concentração de nitrito no manancial da propriedade 3. Com base nos dados mostrados na Tabela B.30 (Anexo B), nota-se que o valor obtido a jusante foi bem maior que a montante, sendo que na maioria das coletas realizadas os

valores foram tão baixos que não se conseguiu detectar a concentração de nitrito na água do manancial estudado. Não foi possível realizar a análise estatística da concentração de nitrito entre montante e jusante pois as concentrações na maioria das coletas não foram detectadas.

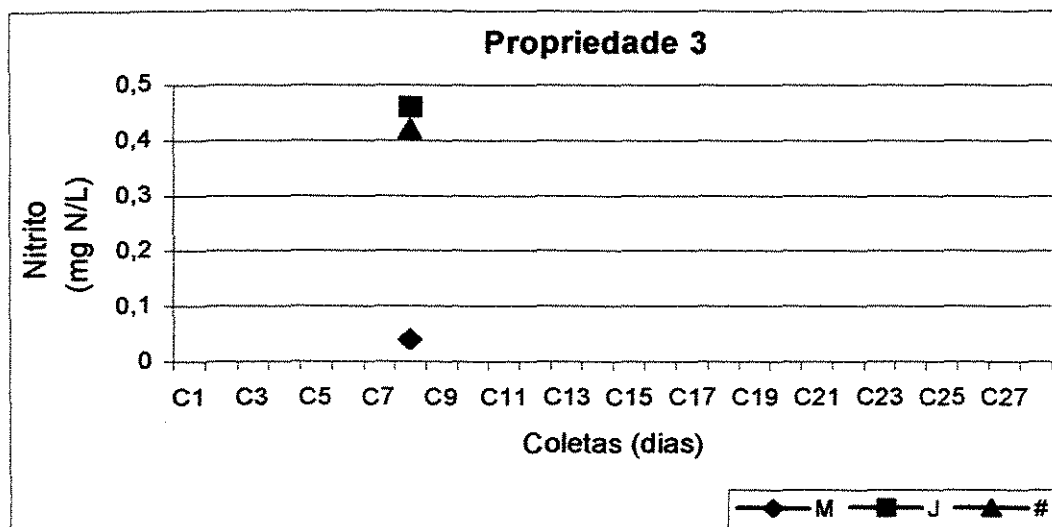


Figura 5.73: Comportamento do nitrito no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre montante e jusante.

As concentrações de nitrito no manancial da propriedade 4 são mostradas na Figura 5.74. Conforme apresentado na Tabela B.30 (Anexo B), verifica-se que o valor de nitrito encontrado a jusante foi o dobro da concentração a montante, mostrando que está havendo interferência do escoamento superficial no aumento da concentração de nitrito. Não se conseguiu realizar a análise estatística da concentração de nitrito entre os pontos a montante e a jusante, pois não havia dados suficientes.

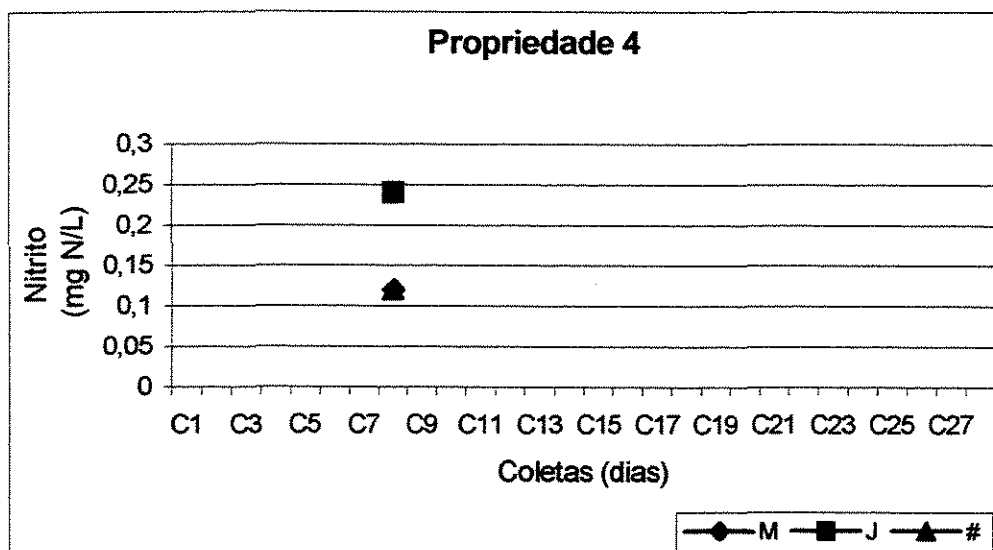


Figura 5.74: Comportamento do nitrito no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre montante e jusante.

As alterações do aumento percentual durante a pesquisa são fornecidos na Figura 5.75. De acordo com os dados obtidos mostrados nas Tabelas B.29 e B.30 (Anexo B), nota-se que no manancial da propriedade 1, o aumento variou de 6,3 a 75 %, com um aumento médio de 20 %.

No manancial da propriedade 2, o percentual de aumento nas concentrações de nitrito variou de 50 a 200 %, tendo um aumento médio de 20 %.

Já nos mananciais das propriedades 3 e 4, o aumento percentual em uma única coleta foi de 600 e 100 %, respectivamente, sendo que nas outras coletas realizadas, a concentração de nitrito não foi detectada, e o aumento médio foi de 17 e 33,3 %, respectivamente.

Verifica-se, portanto, que somente no manancial da propriedade 1 houve alteração das características do manancial mas não ultrapassando o limite estabelecido.

No manancial da propriedade 2, a alteração das características da água não ocorreu e nos mananciais das propriedades 3 e 4 pode-se afirmar que as concentrações de nitrito foram tão baixas que o sistema FIA nem conseguiu detectar, de onde se pode inferir que as concentrações nos mananciais não devem ser preocupantes em relação à alteração da qualidade da água.

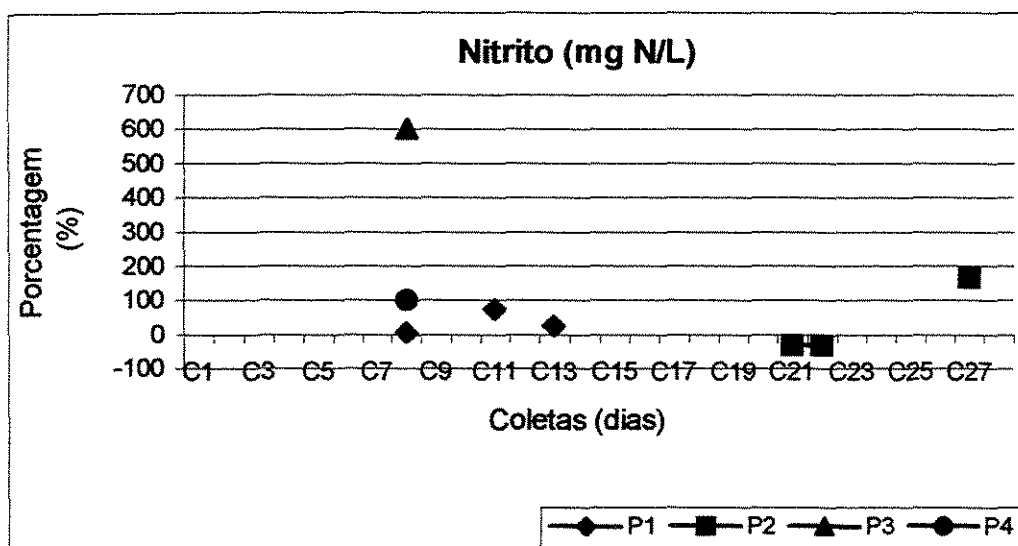


Figura 5.75: Alteração do nitrito nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú - SP.

Notas: C: coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge; P4: Sítio Shambalah.

5.16. Fósforo Total

A Resolução CONAMA nº 20 (CETESB, 1993) limita a concentração de fosfato total nas águas superficiais para classificação dos mananciais da ordem de 0,025 mg P/L para qualquer classe.

Os dados obtidos da análise de fósforo entre montante e jusante durante o período, estão nas Tabelas B.31 e B.32 (Anexo B). Nota-se que estes foram, na maioria das coletas, maiores que a concentração estabelecida pelo CONAMA (CETESB, 1993).

Na Tabela 5.86 são fornecidos os dados da análise de fósforo no escoamento superficial. Verifica-se que os valores encontrados foram bem superiores aos limites estabelecidos.

Tabela 5.86: Dados da análise de fósforo total (mg P/L) do escoamento superficial nas propriedades monitoradas em Jarinú – SP.

Fósforo Total (mg P/L)	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe	E.S.	Classe
Coleta 1: 03/04/97					2,8	-		
Coleta 2: 24/04/97					1,1	-	1,5	-
Coleta 3: 08/05/97								
Coleta 6: 16/07/97								
Coleta 10: 08/09/97								
Coleta 15: 18/06/98								
Coleta 16: 10/08/98			0,65	-				
Coleta 17: 17/08/98								
Coleta 21: 11/05/99	0,61	-	2,25	-				
Coleta 23: 06/07/99					0,92	-		
Coleta 24: 03/08/99			0,14	-				
Coleta 25: 30/08/99			0,18	-				
Coleta 27: 27/09/99			0,37	-				

Notas: Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah; E.S.: Escoamento Superficial.

A Tabela 5.87 fornece os resultados da análise estatística dos dados de fósforo no escoamento superficial e a jusante do manancial. Nota-se que somente no manancial da propriedade 2 é que se conseguiu realizar tal análise sendo que a água escoada superficialmente apresenta diferença significativa de 1 % de probabilidade em relação à água do manancial a jusante do ponto de descarga.

Tabela 5.87: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de fósforo entre a água do escoamento superficial e a jusante do manancial na propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 9,91 + (-95,75) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	2,93	2,93	54,16
Resíduo	3	0,16	0,05	$F_c > F_t$
Total	4	3,10	significativo	

Na Figura 5.76 é mostrado o comportamento da concentração de fósforo no manancial da propriedade 1. Nota-se que não houve oscilações consideráveis nas concentrações encontradas, tendo um pico na coleta 14 (devido às chuvas ocorridas no dia anterior, mostrando o potencial do escoamento superficial). De acordo com os resultados apresentados na Tabela B.31 (Anexo B), verifica-se que os dados obtidos a montante foram, na maioria das coletas, maiores que a jusante e, com base na Tabela 5.88, nota-se que as concentrações de fósforo entre o ponto a montante e a jusante não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 5.88: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de fósforo entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 1.

Propriedade 1				
$Y = 2,44 E-02 \times EXP (2,86 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	4,65	4,65	3,46
Resíduo	10	13,42	1,34	$F_c < F_t$
Total	11	18,07	não significativo	

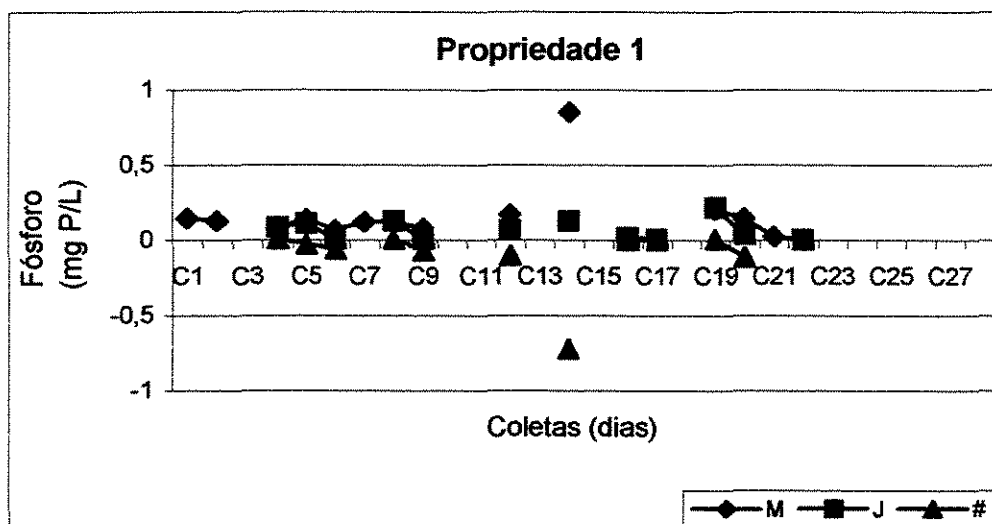


Figura 5.76: Comportamento do fósforo total no manancial da propriedade 1 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.77 é demonstrado o comportamento da concentração de fósforo no manancial da propriedade 2. Percebe-se que os valores obtidos foram semelhantes durante a pesquisa, com um pico na coleta 21 (devido à contribuição do escoamento superficial). Levando-se em consideração os resultados apresentados na Tabela B.31 (Anexo B), nota-se que os dados a jusante foram maiores que a montante, mas conforme mostrado na Tabela 5.89, verifica-se que a diferença do valor de fósforo entre montante e jusante não foi estatisticamente diferente, embora a água escoada superficialmente fosse diferente da água coletada no manancial a jusante, tal diferença não foi suficiente para alterar as características do manancial sob este ponto de vista.

Tabela 5.89: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de fósforo entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 2.

Propriedade 2				
$Y = 0,02 \times \text{EXP}(18,46 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	3,23	3,23	8,16
Resíduo	9	3,56	0,40	$F_c < F_t$
Total	10	6,79	não significativo	

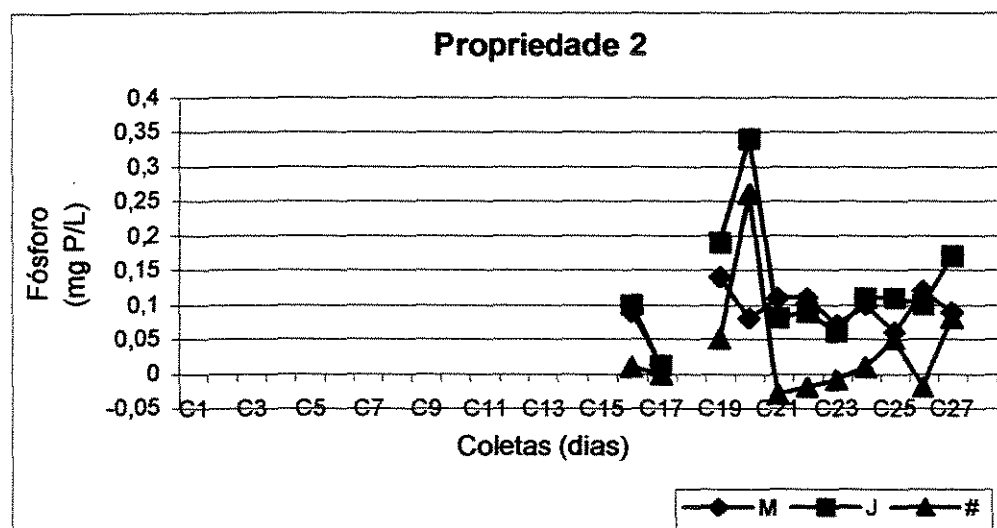


Figura 5.77: Comportamento do fósforo total no manancial da propriedade 2 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

As concentrações obtidas durante o estudo no manancial da propriedade 3 estão na Figura 5.78. Observa-se que os valores permaneceram os mesmos, com picos nas coletas 9 e 14. Com base nos dados apresentados na Tabela B.32 (Anexo B), nota-se que as concentrações a jusante foram maiores que a montante, e verificando os resultados mostrados na Tabela 5.90, observa-se que as concentrações de fósforo não foram estatisticamente diferentes entre montante e jusante no manancial estudado, mostrando que não houve alterações significativas das características da água do manancial estudado em relação ao parâmetro fósforo total.

Tabela 5.90: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de fósforo entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 3.

Propriedade 3				
$Y = 3,88 \text{ E-}02 \times \text{EXP}(2,76 X)$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	0,99	0,99	1,49
Resíduo	7	4,66	0,67	$F_c < F_t$
Total	8	5,65	não significativo	

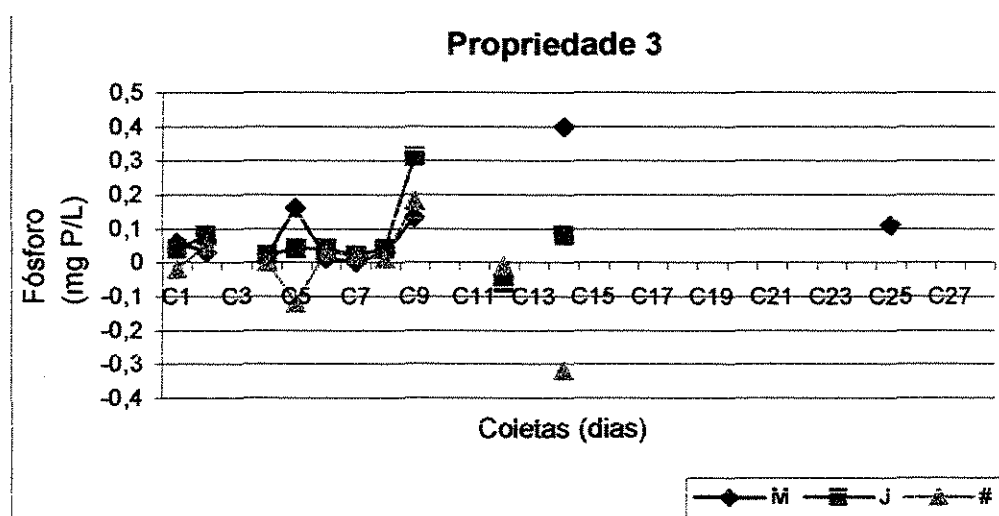


Figura 5.78: Comportamento do fósforo total no manancial da propriedade 3 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre montante e jusante.

Na Figura 5.79 é fornecida a concentração de fósforo durante a pesquisa no manancial da propriedade 4. Nota-se que as concentrações foram bem baixas até atingir um pico também na coleta 9. Levando-se em consideração os dados obtidos e que são apresentados na Tabela B.32 (Anexo B), observa-se que os valores a montante foram maiores que a jusante, e de acordo com os resultados da Tabela 5.91, nota-se que os valores de fósforo total entre montante e jusante foram estatisticamente diferentes, mostrando que houve alteração das características da água do manancial e em todas as coletas o limite acabou sendo ultrapassado.

Tabela 5.91: Resultado da análise estatística dos dados obtidos de fósforo entre o ponto a montante e a jusante no manancial da propriedade 4.

Propriedade 4				
$Y = 0,08 + (0,50) X$				
FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	1,10	1,10	96,80
Resíduo	7	0,08	0,01	$F_c > F_t$
Total	8	1,18	significativo	

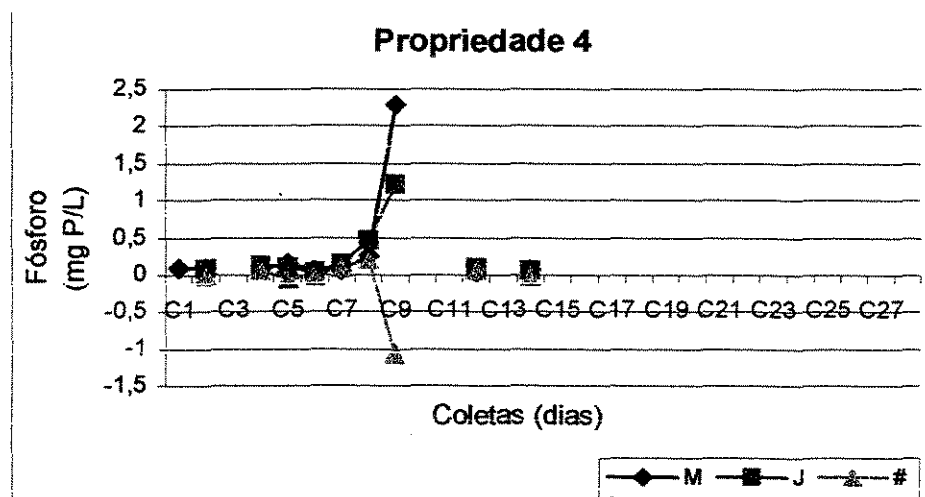


Figura 5.79: Comportamento do fósforo total no manancial da propriedade 4 ao longo do tempo.

Notas: C: coleta; M: montante; J: jusante; #: diferença entre jusante e montante.

Na Figura 5.80 é mostrada a alteração do aumento percentual da concentração de fósforo total nos mananciais das propriedades estudadas. Nota-se pequenas oscilações de valores.

Observando as Tabelas B.31 e B.32 (Anexo B), verifica-se que no manancial da propriedade 1, o aumento da concentração de fósforo variou de 2 a 48 %, tendo um aumento médio de 6,2 %. No manancial da propriedade 2, o percentual de aumento variou de 0 a 68,4 %, sendo que o aumento médio na concentração de fósforo foi de 9,1 %. Já no manancial da propriedade 3, o aumento de fósforo variou de 0 a 177,8 %, com um aumento médio de 10 %. E,

finalmente, no manancial da propriedade 4, o aumento da concentração de fósforo ficou entre 1,3 a 137,2 %, com um aumento médio de 11,1 %.

Portanto, pode-se afirmar que somente no manancial da propriedade 4 as concentrações de fósforo total entre montante e jusante foram estatisticamente diferentes e o limite estabelecido pela legislação vigente foi ultrapassado.

Já nos mananciais das propriedades 1, 2 e 3 não houve alteração dos valores de fósforo total entre montante e jusante estatisticamente significativas, mas na maioria das coletas o limite estipulado foi em muito ultrapassado, mostrando que embora não tenha ocorrido essa diferença entre os pontos de amostragem, o escoamento superficial acaba tendo um grau de contribuição que deve ser considerado, para que não ocorra um aumento considerável nas concentrações de fósforo e assim acabar eutrofizando as águas superficiais.

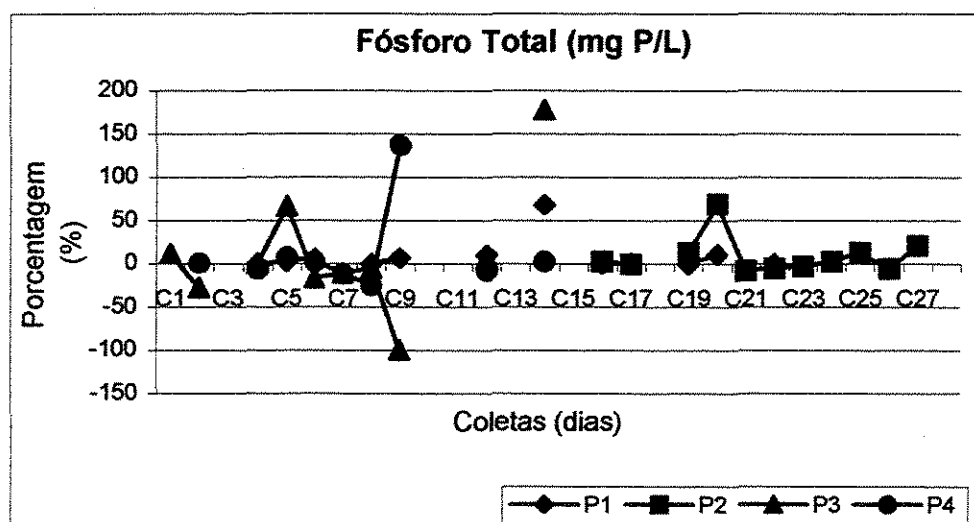


Figura 5.80: Alteração do fósforo total nos mananciais das propriedades estudadas em Jarinú-SP.

Notas: C: coleta; P1: Sítio Jarinú; P2: Sítio São Pedro; P3: Sítio São Jorge; P4: Sítio Shambalah.

6. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos e nas condições observadas concluiu-se que houve uma mudança na qualidade da água dos mananciais estudados. Esta mudança foi pequena e muito influenciada pela ocorrência de chuvas, notadamente na época de preparo do terreno para o plantio.

Nota-se que de todos os parâmetros estudados, os que tiveram alterações significativas em todos os mananciais estudados foram a alcalinidade, a condutividade elétrica, os sólidos totais fixos e a DBO (demanda bioquímica de oxigênio).

Pode-se observar que a concentração de OD nos mananciais das propriedades 1 e 2, tiveram um aumento significativo durante toda a pesquisa, mostrando que o escoamento superficial carrega matéria orgânica para os rios alterando portanto, suas características. Já nos mananciais das propriedades 3 e 4, esse aumento nas concentrações de OD não foi alcançado. Apesar do percentual de aumento encontrado nos mananciais monitorados, este não foi o suficiente para que os mesmos mudassem de classe conforme a legislação vigente estipula.

Com relação à alcalinidade e à condutividade elétrica, novamente pode-se afirmar que as chuvas durante os dias anteriores às coletas tiveram uma influência muito grande na lixiviação de sais e, portanto, no aumento da concentração dos mesmos, tendo até ultrapassado o limite estabelecido por AYERS & WESTCOT (1985) em algumas coletas para as concentrações de condutividade elétrica. Já em relação à DBO, pode-se dizer que apesar do aumento considerável nas coletas realizadas, e mostrando novamente o potencial do escoamento superficial no carregamento de materiais para os mananciais, na maioria das coletas os mananciais estudados continuaram sendo de Classe 2, conforme os valores de DBO estipulados para classificá-los como tal.

A dureza foi alterada nos mananciais das propriedades 1, 3 e 4, sendo que os limites estabelecidos não foram ultrapassados, com algumas exceções. Já no manancial da propriedade 2 não houve alteração significativa durante a pesquisa, mostrando que há um incremento de cálcio e magnésio entre as propriedades 1 e 2, que pode estar ocorrendo por causa do excesso de insumos agrícolas colocados nas propriedades que as separam.

Já em relação à turbidez, as características dos mananciais estudados nas propriedades 1 e 2 foram alteradas, sendo que os mananciais permaneceram dentro dos limites que os intitulam pertencentes à Classe 1. O mesmo não ocorreu com os mananciais das propriedades 3 e 4, onde as concentrações obtidas não foram suficientes para alterar significativamente a qualidade da água em relação à turbidez. Todo esse comportamento teve um fator primordial para que as características das águas dos mananciais estudados tivessem esse aumento. As chuvas ocorridas antes das coletas acabam levando para os rios muito material em suspensão, deixando, portanto, as águas bem turvas.

A série de sólidos teve um comportamento semelhante ao da turbidez. Notadamente as concentrações obtidas foram influenciadas pelas chuvas ocorridas nos dias anteriores às coletas, o que acabou influenciando no aumento das concentrações e ultrapassando os limites estabelecidos. Se compararmos com os resultados da turbidez, verificamos que os sólidos carregados para os rios acabam interferindo no comportamento do aumento do teor de toda a série de sólidos estudada nos mananciais monitorados.

A DQO teve um aumento significativo nas concentrações obtidas nos mananciais das propriedades 2, 3 e 4, mostrando o potencial poluidor do escoamento superficial, que novamente mostrou que acaba levando consigo muitos materiais para os mananciais, como por exemplo matéria orgânica, e assim aumentando o teor de DQO nos mananciais monitorados.

Em relação à análise da série nitrogênio, concluiu-se que, apesar dos poucos dados obtidos durante a pesquisa e do aumento na concentração em algumas coletas, os limites estabelecidos pela legislação vigente geralmente não foram ultrapassados, mas esse tipo de acompanhamento deve ser realizado por um período maior, para que não ocorram altas concentrações desses compostos na água, pois os mesmos acabam eutrofizando as águas superficiais.

Já em relação à concentração de fósforo, verificou-se que somente no manancial da propriedade 4 houve alteração significativa das características do manancial (reforçando a idéia de que em lagoas o problema da eutrofização é mais preocupante) e, geralmente, o limite estabelecido pela legislação vigente foi em muito ultrapassado.

O único parâmetro em que não houve alteração em nenhum manancial estudado foi o pH. Este permaneceu no limite estabelecido pela legislação e ficou em torno de 6 a 9, o que é considerado um valor de pH aceitável para águas superficiais.

Portanto, pode-se notar que o excedente da água de irrigação tem grande influência na alteração da qualidade da água do manancial a jusante do ponto de lançamento e essa contribuição deve ser levada em consideração já que é responsável pela piora da qualidade da água dos mananciais, sendo que os estudos devem continuar nas bacias hidrográficas de todo o país, para que os recursos hídricos sejam preservados e mantidos dentro das normas vigentes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- AGASSI, M., LETEY, J., FARMER, W.J. e CLARK, P. Soil Erosion Contribution to Pesticide Transport by Furrow Irrigation. **J. Environ. Qual.**, Wisconsin, v. 24, n. 5, p. 892-895, 1995.
- 2- ANDREADAKIS, A.D. e KATSARA, A. Quality Characteristics of Surface and Sea Waters in Greece in Relation to European Union Legislation, **Water Science and Techn.**, London, v. 32, n. 7, p.183-190, 1995.
- 3- ANDREO, A. P. **Ensaio de Respirometria: Monitoração do CO₂ utilizando um Sistema FIA com Detecção Condutométrica.** 1999. 103 f. Tese (Mestrado em Saneamento e Ambiente) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- 4- AYERS, R. S., WESTCOT, D. W. **Water Quality for Agriculture – FAO – Irrigation and Drainage Paper 29 rev.01.** Roma, 1985, 174p.
- 5- AWWA/APHS/WEF. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**, 19^a ed. Washington, DC: APHA, 1995.
- 6- BERTON, R. S. **Impacto dos Fertilizantes Agrícolas** In: SIMPÓSIO SOBRE IMPACTO POR USO AGRÍCOLA DO SOLO, 1994. p.73-84.

- 7- BRAILE, P.M. e CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias e Industriais**. São Paulo: CETESB, 1993. 764p.
- 8- BRANCO, S.M. **Hidrobiologia Aplicada a Engenharia Sanitária**, 3ª Ed. São Paulo: CETESB, 1986. 616p.
- 9- CRUZ, P. C. Entrevista com o Responsável pela Casa da Agricultura. Atibaia-SP, 2º semestre 1999.
- 10- DI BERNARDO, L. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. Vol. 1, São Paulo: ABES, 1993. 496p.
- 11- ELLIS, J.B., REVITT, D. M., e LLEWELLYN, N. Transport and the Environment: Effects of Organic Pollutants on Water Quality. **Water and Environ. Manag**, London, v. 11, n. 3, p.170-177, 1997.
- 12- EVANS, R. O., WAYNE SKAGGS, R., e WENDELL GILLIAM, J. Controlled versus Conventional Drainage Effects on Water Quality. **J. Irrig. Drain. Eng**, Reston, v. 121, n. 4, p.271-276, 1995.
- 13- FAUSEY, N. R., BROWN, L. C., BELCHER, H. W. e KANWAR, R. S. Drainage and Water Quality in Great Lakes and Cornbelt States. **J. Irrig. Drain. Eng**, Reston, v. 121, n. 4, p.283-288, 1995.
- 14- FELLEBERG, G. **Introdução aos Problemas da Poluição Ambiental**, 1ª ed. São Paulo: USP, 1980. 196p.
- 15- FERREIRA, C. J. A., LUCHIARI JUNIOR, A., TOLEDO, L. G., BARRETO LUIZ, A. J., ROCHA, J. e LELIS, L. L. **Influência dos Sistemas Agrícolas Irrigados por Aspersão**

sobre a **Qualidade dos Recursos Hídricos**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1996, São Paulo. Anais... Campinas: IAC, 1996, p.467-479.

16- HAWKINS, J.M.B. e SCHOLEFIELD, D. Molybdate - Reactive Phosphorus Losses in Surface and Drainage Waters from Permanent Grassland. **J. Environ. Qual.**, Wisconsin, v. 25, n. 4, p.727-732, 1996.

17- KINNIBURGH, J.H., TINSLEY, M.R. e BENNETT, J. Orthophosphate Concentrations in the River Thames. **Water and Environ. Manag.**, London, v. 11 n. 3, p.178-185, 1997.

18- KLEEREKOPER, H. **Introdução ao Estudo da Limnologia**. 2ª ed. Porto Alegre: UFRGS, 1990. 329p.

19- LIU, Z.J., HALLBERG, G.R., ZIMMERMAN, D.L. e LIBRA, R.D. Detecting Changes in the Spatial Distribution of Nitrate Contamination in Ground Water. **J.American Water Res. Assoc.**, Virginia, v. 33 n. 6, p.1209-1218, 1997.

20- MERTEN, G.H. **Impacto da Mecanização do Solo**. In: SIMPÓSIO SOBRE IMPACTO POR USO AGRÍCOLA DO SOLO., 1994, p.47-58.

21- MONTUELLE, B., VOLAT, B., TORIO-FERNANDEZ, M.M. E NAVARRO, E. Changes in *Nitrobacter* Serotypes Biodiversity in a River Impact of Wastewater Treatment Plant Discharge. **Water Res.**, Washington, v. 30 n. 5, p.1057-1064, 1996.

22- MUSCUTT, A. D. e WHITHERS, P. J. A. The Phosphorus Content of Rivers in England and Wales. **Water Res.**, Washington, v. 30 n. 5, p.1258-1268, 1996.

23- NOUR, E. A. A., COIADO, E. M. e SILVA, M. A. R. **Avaliação da Qualidade das Águas do Rio Atibaia -SP para Abastecimentos em Geral e Irrigação, Considerando os**

Parâmetros de Qualidade, Fluviométricos e Sedimentométricos, In: CONGRESSO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1996, São Paulo. Anais... Campinas: IAC, 1996, p.412-421.

24- RODDA, D. W. The Environmental Programme for the Danube River Basin. **Water Science and Techn.** London, v. 30 n. 5, p.135-145, 1994.

25- SHARPLEY, A. N., CHAPRA, S. C., WEDEPOHL, R., SIMS, J. T., DANIEL, T. C. e REDDY, K. R. Managing Agricultural Phosphorus for Protection of Surface Waters: Issues and Options. **J. Environ. Qual.**, Wisconsin, v. 23, n. 3, p.437-451, 1994.

26- SMITH, R. A. ALEXANDER, R. B. e WOLMAN, M. G. Water – Quality Trends in the Nation's River. **Science**, Washington, v. 235, p.1607-1615, 1987.

27- TELLES, D. D. A. **A Qualidade da Água na Agricultura**. BT 02. São Paulo: FATEC, 1995. 16 p.

28- TRACHTENBERG, E. e OGG, C. Potencial for Reducing Nitrogen Pollution through Improved Agronomic Practices. **Water Res.Bulletin.**, Virgínia, v. 30 n. 6, p.1109-1118, 1994.

29- VAUX, P. D., PAULSON, L. J., AXLER, R. P. e LEAVITT, S. The Water Quality Implications of Artificially Fertilizing a Large Desert Reservoir for Fisheries Enhancement. **Water Environ. Res.**, Alexandria, v. 67 n. 2, p.189-200, 1995.

30- VIEIRA, D. B. **As Técnicas de Irrigação**. São Paulo: GLOBO, 1989. 263 p.

31- VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Minas Gerais: UFMG – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, vol.1, 1996. 240 p.

- 32- ZULLO JÚNIOR, J. A., ARRUDA, R. **Programa Computacional para Ajuste de Equação em Dados Experimentais**. Campinas: IAC, 1986. BT 113.
- 33- WAUCHOPE, R. D. The Pesticide Content of Surface Water Draining from Agricultural Fields - A Review. **J. Environ. Qual.**, Wisconsin, v. 7, n. 4, p.459-472, 1978.
- 34- WILLIAMS, R. J., BROOKE, D. N., MATTHIESSEN, P., MILLS, M., TURNBULL, A. e HARRISON, R. M. Pesticide Transport to Surface Waters Within Agricultural Catchment. **J. Inst. Water Environ. Manag.**, London, v. 9 n. 1, p.72-81, 1995.
- 35- WILSON, P. N., GOLDAMMER, T. J. e WADE, J. C. Bioeconomic Considerations for Wasterwater Reuse in Agricultural Production. **Water Res. Bulletin**, Virgínia, v. 24 n. 1, p.1-9, 1988.

8. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- 1- BABBITT, H. E., DOLAND, J. J. e CLEASBY, J. L. **Abastecimento de Água**. São Paulo: USP, 1973. 592 p.
- 2- BANZATTO, D. A. e KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247 p.
- 3- BATALHA, B. L. e PARLATORE, A. C. **Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**. São Paulo: Cetesb, 1977. 198 p.
- 4- CIACCIO, L. L. **Water and Water Pollution Handbook**. Vol. 1, New York: Marcel Dekker, 1971. 449p.
- 5- CIACCIO, L. L. **Water and Water Pollution Handbook**. Vol. 3, New York: Marcel Dekker, 1972. 1313 p.
- 6- DAKER, A. **Captação, Elevação e Melhoramento da Água**. Vol. 2, 5^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1978. 380 p.
- 7- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). **Cadastro de Irrigantes (1ª Etapa) – Bacia do Rio Piracicaba**. Piracicaba: Esalq, 1991, 34p.

- 8- FARIA, L. C. **Determinação Condutométrica de Amônia em Digeridos de Kjeldahl, Águas e Solos por Análise por Injeção em Fluxo.** 1987. 46 f. Tese (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- 9- FARIA, L. C. **Determinação Condutométrica de Nitrato, Nitrito, Amônio e Uréia em Análise por Injeção em Fluxo e Construção de um Analisador Automático.** 1992. 91 f. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- 10- GROPPPO, G. A., e TESSARIOLI NETO, J. **A Cultura do Morangueiro.** Campinas: CATI, 1993. 16p. BT 201.
- 11- PIMENTA, C. F. **Curso de Hidráulica Geral.** Vol. 1, 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1981. 482 p.
- 12- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental.** 11. ed. Piracicaba: ESALQ, 1985. 466 p.
- 13- QUINBY-HUNT, M. S., McLAUGHLIN, R. D. e QUINTANILHA, A. T. **Instrumentation for Environmental Monitoring.** Vol. 2, 2 ed. Califórnia, 1986. 982 p.
- 14- REICHARDT, K. **A Água na Produção Agrícola.** Piracicaba: MC GRAW-HILL DO BRASIL, 1978. 119 p.
- 15- SOBRINHO, G. A. **Aplicação de Equações de Resistência ao Escoamento em um Trecho do Rio Atibaia.** 1996. 123 f. Tese (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- 16- VIEIRA, D. B. et alli. **Conservação Integrada e Melhoria da Produtividade em Irrigação.** Diretoria Regional da Companhia Energética do Estado de São Paulo (CESP), Atibaia. Trabalho em Parceria CESP/Unicamp, 1992, 40p. (relatório técnico).

ABSTRACT

MARTINS, Renata. Influence of Sprinkler Irrigation of Strawberry (*Fragaria ananassa* Dutch) in the Water Quality Source. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2000. 211 f. Dissertação de Mestrado.

The runoff in the farm is the serious problem in the river pollution. Generally, the farms use the sprinkler irrigation, however the water return is still more. The runoff transport from the river, pesticide and sediments too, changing the feature of the river. The present work had as an objective, to determine the degree of runoff contribution of strawberry irrigation in the pollution of the river into relation parameters of water quality (pH, OD, Alkalinity, Hardness, Electrical Conductivity, Turbidity, Total Solids, Total Fixed Solids, Wastewater Suspended Solids, Fixed Solids, COD, BOD, Ammonia Nitrogen, Nitrate, Nitrite, Total Phosphorus). The research was realize in differents rivers at four farms locate in the region of Atibaia, the biggest producer of strawberries in the state of São Paulo and the irrigation system to used is the conventional sprinkler. It was verificate in the end of study, that some parameters had a significant increase during the monitoring period (electrical conductance, suspended solids, etc) is showing the potential of pollution of runoff and is suggesting that the work this kind of effluent should be monitoring for that not happen more problem in relation of aquatic biota.

Keywords: Irrigation, Strawberry, Runoff, Water Quality

ANEXO - A

DETERMINAÇÃO DO FÓSFORO TOTAL E DA SÉRIE NITROGÊNIO

A.1. DETERMINAÇÃO DO FÓSFORO TOTAL

Será apresentado a seguir o procedimento para a determinação do fósforo total nas amostras coletadas nos mananciais das propriedades estudados durante todo o período de monitoração.

A.1.1. Métodos para a Determinação de Fósforo Total

Quando o fósforo (P) aparece como ortofosfato (H_2PO_4 , HPO_4^{2-}) pode ser medido quantitativamente mediante métodos colorimétricos.

São vários os métodos colorimétricos utilizados para determinar o H_2PO_4 . Todos têm essencialmente o mesmo princípio, mas diferem no tipo de agente adicionado para o desenvolvimento da cor final.

Há muito interesse em se medir a quantidade de P inorgânico presente em esgotos industriais ou resíduos e a análise requer que a matriz orgânica seja destruída de tal forma que o P seja liberado como íon fosfato. A matriz orgânica pode ser destruída por qualquer das três oxidações úmidas de digestão mostradas no AWWA/APHS/WEF (1995). O oxidante usado varia com os procedimentos e pode ser o ácido perclórico (HClO_4), o ácido sulfúrico (H_2SO_4), o ácido nítrico (HNO_3) ou persulfato (S_2O_8).

Uma vez que a digestão foi completada, a quantidade de P liberada pode ser quantificada mediante qualquer um dos métodos aplicados ao H_2PO_4 , e o valor obtido é chamado de P total que compreende as formas orgânicas e inorgânicas de P presente.

O P presente nas amostras será determinado sob a forma de P total. A digestão utilizada no P total será com o persulfato e a quantificação de ortofosfato será através do método do ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$), ver seção 4500-P do AWWA/APHS/WEF (1995), método colorimétrico de alta sensibilidade.

A.1.2.Reagentes

- ⇒ Água deionizada;
- ⇒ Hidróxido de sódio em lentilhas: NaOH (Merck);
- ⇒ Fenolftaleína: $C_{20}H_{14}O_4$ (Reagen);
- ⇒ Ácido sulfúrico : H_2SO_4 (Synth);
- ⇒ Tartarato de potássio e sódio: $NaKC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ (Ecibra);
- ⇒ Molibdato de amônio: $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ (Quimis);
- ⇒ Ácido ascórbico: $C_6H_8O_6$ (Merck);
- ⇒ Ácido nítrico: HNO_3 (Synth)

A.1.3.Soluções Estoque

- ⇒ H_2SO_4 5N: diluir 70 ml de H_2SO_4 concentrado em 500 ml de água deionizada;
- ⇒ NaOH 6N: diluir 240 g de NaOH em 1 litro de água deionizada;
- ⇒ Solução de tartarato de potássio e sódio: dissolver 1,3715 g de $NaKC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ em 500 ml de água deionizada. Deve-se estocar em frasco de vidro;
- ⇒ Solução de molibdato de amônio: dissolver 20 g de $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ em 500 ml de água deionizada. Estocar em frasco de vidro;
- ⇒ Solução de ácido ascórbico: Pesa-se 0,88g de ácido ascórbico e avoluma-se para 50 ml de água deionizada;
- ⇒ Solução de ácido nítrico 10 %.

A.1.4.Equipamentos e Acessórios

- ⇒ Espectrofotômetro MICRONAL, modelo B382;
- ⇒ Cubeta de 10 mm HELLMA, modelo 100-QS 282;
- ⇒ Balança MICRONAL, modelo AB 204.

A.1.5.Procedimento Experimental

- 1- Pipeta-se 100 ml da amostra a ser analisada em um erlenmeyer. Para se fazer o branco, pipeta-se 100 ml de água deionizada em um erlenmeyer;
- 2- Pipeta-se 5 ml de ácido nítrico concentrado, 1 ml de ácido sulfúrico concentrado e algumas pérolas de vidro;
- 3- Leva-se para digerir, até restar mais ou menos 20 ml;
- 4- Coloca-se o indicador de fenolftaleína e titula-se NaOH 6N até atingir a cor rosa, deve-se deixar essa solução esfriar antes de transferi-la para um balão (100 ml). Deve-se lavar o erlenmeyer com água deionizada para retirar qualquer resíduo que possa ter ficado no erlenmeyer;
- 5- Pipeta-se 25 ml da amostra já digerida em um bequer. Pipeta-se também 4 ml do reagente de cor, preparado anteriormente;
- 7- Procede-se a leitura no Espectrofotômetro em cubeta de 10 mm e em comprimento de onda de 880 nm.

REAGENTE DE COR

- 1- Pipeta-se 50 ml de ácido sulfúrico 5N em um bequer de 250 ml; pipeta-se 5 ml de tartarato; 15 ml de molibdato e 30 ml de ácido ascórbico.

OBS: toda a vidraria utilizada deve ser lavada anteriormente com ácido nítrico a 10%.

A.2. DETERMINAÇÃO DA SÉRIE NITROGÊNIO

Será mostrado a seguir como foi feito todo o procedimento para se determinar a série nitrogênio.

A.2.1.Reagentes



- ⇒ Água deionizada (Milli-Q);
- ⇒ Hidróxido de sódio em pastilhas: NaOH (Merck);
- ⇒ Sulfato de amônio: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (Ecibra);
- ⇒ Nitrato de potássio: KNO_3 (Carlo Erba);
- ⇒ Ácido etilenodinitrilotetracético sal dissódico: $\text{EDTA}-\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Merck);
- ⇒ Ácido sulfúrico concentrado: H_2SO_4 (Synth);
- ⇒ Sulfato de potássio: K_2SO_4 (Synth);
- ⇒ Óxido de mercúrio: HgO (Synth);
- ⇒ Sulfato de cobre: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Nuclear);
- ⇒ Ácido sulfanílico: $4\text{-NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$ (Nuclear);
- ⇒ Zinco metálico – 20 mesh (Nuclear);

A.2.2.Soluções Estoque

- ⇒ Padrão de 1000 mg/L de amônia: dissolver 4,7143g de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, seco em estufa, e diluir para 1litro (L) com água deionizada em balão volumétrico. Conservar na geladeira;
- ⇒ Padrão de 1000 mg/L de nitrato: dissolver 7,2143g de KNO_3 , seco em estufa e diluir para 1L com água deionizada em balão volumétrico. Conservar na geladeira;
- ⇒ Solução de NaOH 3 M com 1 % de EDTA: dissolver 120g de NaOH e 1g de EDTA em água deionizada e avolumar para 1L. Estocar em frasco de polietileno;

- ⇒ Solução de NaOH 0,2 M com 1 % de EDTA: dissolver 8g de NaOH e 1g de EDTA em água deionizada e avolumar para 1L. Estocar em frasco de polietileno;
- ⇒ Solução de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 M: dissolver 25g em água deionizada e avolumar para 1L. Estocar em frasco de vidro;
- ⇒ Solução de HgSO_4 : dissolver 8g de óxido de mercúrio vermelho (HgO) em 100 ml de H_2SO_4 6N. Este reagente deve ser armazenado em frasco escuro;
- ⇒ Solução de ácido sulfanílico: dissolver 0,087g em 50 mL de água deionizada. Esta solução deve ser feita um pouco antes de ser realizada a análise;

A.2.3. Equipamentos e Acessórios

- ⇒ Bomba peristáltica ISMATEC, modelo MS Reglo;
- ⇒ Tubos de Tygon com diâmetro interno de 1,14 mm da cor vermelha (ISMATEC);
- ⇒ Condutivímetro MICRONAL, modelo B 330;
- ⇒ Registrador ECB, modelo RB 201;
- ⇒ Válvula de injeção/comutação (volume de injeção de 50 μL);
- ⇒ Célula de condutividade constituída de dois cilíndricos concêntricos (volume de 50 μL);
- ⇒ Cella de difusão (profundidade 0,1 mm; largura 3 mm e comprimento 105 mm);
- ⇒ Deionizador de água MILLIPORE, modelo Milli-Q Académic;
- ⇒ Membrana de Teflon® DVGW de 0,10 mm *made in Germany*;
- ⇒ Pipetas automáticas:  (40 – 200 μL) LABSYSTEMS);
 (200 – 1000 μL) LABSYSTEMS);
- ⇒ Tubos de digestão MICRONAL, DE: 48,0 mm; DI: 10,5 mm; comprimento: 250 mm;
- ⇒ Chapa de aquecimento MICRONAL, modelo MA 85018; Série 9920318;
- ⇒ Coluna de troca iônica (comprimento 100 mm); (colocadas dentro de injeções de plástico);
- ⇒ Coluna de redução de zinco (comprimento 90 mm); (diâmetro interno: 1,12 mm).

A.2.4. Metodologia

No sistema FIA (Flow Injection Analysis) com detecção condutométrica, a amostra é injetada diretamente no fluxo carregador utilizando um injetor/comutador. Esse fluxo carregador passa também por uma pequena coluna de troca iônica mista. Esta foi feita com uma seringa de 10 cm de comprimento, tendo como finalidade a eliminação de espécies iônicas absorvidas durante o tempo de exposição da água deionizada ao ar. O injetor é constituído de uma parte móvel e outra fixa, como representado na Figura A.1. A parte móvel contém uma alça de polietileno, cujo volume é injetado no fluxo carregador. A amostra juntamente com o fluxo carregador (água deionizada) passa por uma confluência onde encontra uma solução básica. Quando a amostra a ser analisada contém nitrogênio (N) na forma de amônia/ion amônio ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), e encontra-se com a solução básica (NaOH-EDTA), o equilíbrio é deslocado para a formação de NH_3 . Parte desse gás, permeia por uma membrana de Teflon®, que faz parte da cela de difusão, elucidada na Figura A.2, e atinge o fluxo de água que está sendo monitorizado quanto à sua condutividade. Nesse meio, ocorre a formação das espécies NH_4^+ e OH^- que alteram momentaneamente a condutividade onde ocorre um registro na forma de um pico. A altura do pico é proporcional à concentração de NH_3 contida na amostra, representado na Figura A.3.

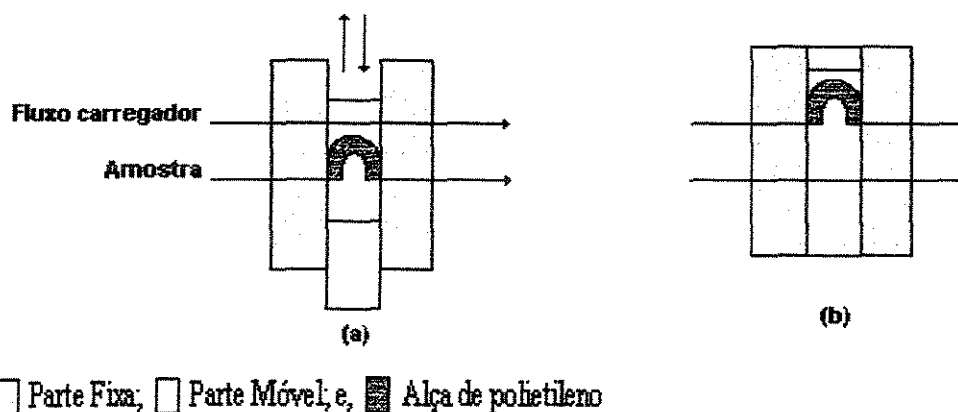


Figura A.1: Esquema do injetor de acrílico utilizado no sistema FIA.

Notas: Situação (a), onde a alça está sendo abastecida com a amostra, e situação (b), onde esta amostra é introduzida no fluxo carregador do sistema.

Fonte: APANDREO, 1999.

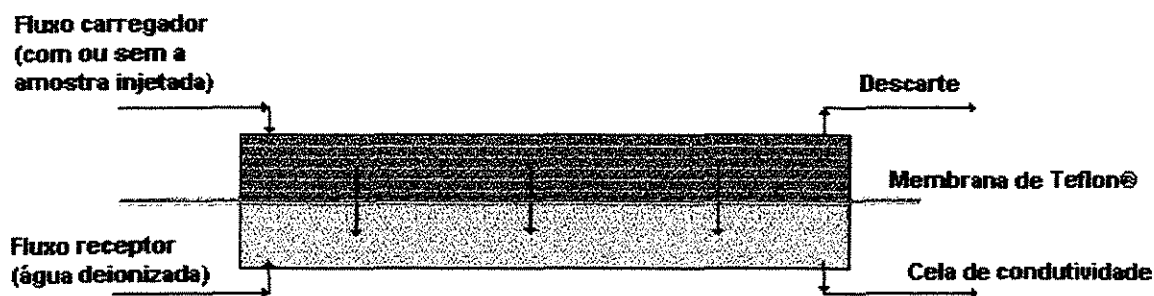


Figura A.2: Esquema da cela de difusão utilizada no sistema FIA.

Fonte: APANDREO, 1999.

As reações A.2.4.1 a A.2.4.4 ocorrem no sistema FIA para a determinação da série do Nitrogênio:

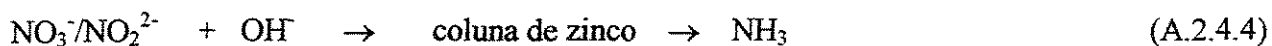
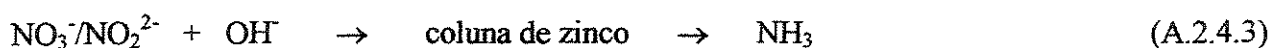
- Nitrogênio Kjeldahl e amoniacal



- Nitrogênio nitrato e nitrito



(para ativar a coluna de zinco, usa-se CuSO_4)



Ácido sulfanílico

NO_2^{2-} /ácido sulfanílico
(complexação)

A.2.5. Distribuição entre as Formas da Amônia

pH < 8

Praticamente toda a amônia na forma de NH_4^+

pH = 9,5

Aproximadamente 50% NH_3 e 50 % NH_4^+

pH > 11

Praticamente toda a amônia na forma de NH_3

A.2.6.Amostragem

Para que não houvesse erros nas medições de toda a série Nitrogênio, seguiu-se um roteiro de preservação e armazenagem das amostras a serem analisadas conforme é mostrado na Tabela A.1.

Tabela A.1: Procedimento para armazenagem das amostras a serem analisadas.

Forma de Nitrogênio	Tipo de frasco	Volume da Amostra ⁽¹⁾	Preservação	Prazo para análise ⁽³⁾
Kjeldahl	V, P ⁽²⁾	100 ml	s/preservação	análise imediata
			H_2SO_4 até pH < 2 e refrigerar a 4°C	não há prazo
Amoniacal	V, P	100 ml	s/preservação	análise imediata
			H_2SO_4 até pH < 2 e refrigerar a 4°C	não há prazo
Nitrato	V, P	100 ml	s/preservação	análise imediata
			refrigerar a 4°C	24 horas
Nitrato + Nitrito	V, P	100 ml	H_2SO_4 até pH < 2 e refrigerar a 4°C ⁽⁴⁾	24 horas
Nitrito	V, P	100 ml	s/preservação	análise imediata
			refrigerar a 4°C	24 horas

Obs.: (1) Volume de amostra superdimensionado; (2) V: Vidro, P: polietileno ou prolipropileno; (3) AWWA/APHS/WEF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 19 ed. 1995; (4) Máxima estocagem (recomendada/regulamentada).

A partir das soluções padrão (1000 mg/L), tanto de nitrato quanto de amônia, deverão ser feitas as diluições para a obtenção da curva de calibração constantes da Tabela A.2:

Tabela A.2: Quantidades da solução padrão para a curva de calibração.

C estoque (mg/L ⁻¹)	Alíquota (mL)	Balão (mL)	Volume Final (mL)
1000	1,0	100	10,0
1000	1,0	200	5,0
1000	0,5	200	2,5
1000	0,1	100	1,0
1000	0,1	200	0,5

A.2.7.Procedimento Experimental

Nitrogênio Amoniacal

Para a leitura do nitrogênio amoniacal, deve-se montar o sistema FIA conforme a Figura B.4. A solução básica é NaOH 0,2 M com 1 % de EDTA.

Para a detecção de nitrogênio amoniacal nas amostras a serem analisadas deve-se fazer o seguinte:

- 1- antes de serem analisadas as amostras contendo nitrogênio devem ser passadas pelo sistema FIA, as soluções estoques de amônia ((NH₄)₂ SO₄) e,
- 2- as amostras a serem analisadas e de acordo com a Tabela B.1, vão diretamente para leitura no sistema FIA.

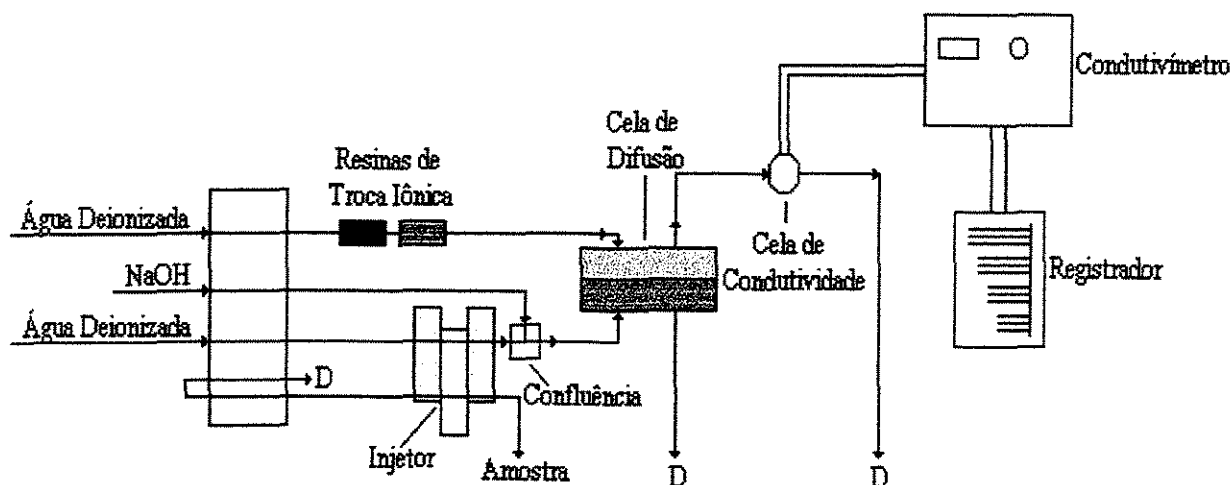


Figura A.3: Esquema do sistema FIA para as formas amoniacal e kjeldahl.

Notas: D: Descarte; NaOH: hidróxido de sódio.

Nitrogênio/Nitrato

Para a leitura do nitrogênio/nitrato, deve-se montar o sistema FIA conforme elucidado na Figura A.5. Antes de proceder à leitura deve-se passar por cinco minutos a solução de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 M, no lugar da solução básica. Isto é feito para que ative a superfície do zinco (Zn) que está na coluna redutora acoplada ao sistema. A solução básica nesse caso também é de NaOH 0,2 M com 1 % de EDTA.

Deve-se realizar a leitura dos padrões de KNO_3 antes de proceder à leitura das amostras a serem analisadas.

Para a detecção do nitrato nas amostras, as mesmas, de acordo com a Tabela A.1, vão diretamente para leitura no sistema FIA, não esquecendo de fazer todo o procedimento com a coluna de zinco, no qual é feita a ativação da superfície do zinco.

Nitrogênio Nitrito

Para a detecção de nitrito nas amostras, deve-se fazer o mesmo procedimento para detecção do nitrato, também elucidado na Figura A.5. Portanto, a leitura do nitrito e do nitrato devem ser realizadas conjuntamente.

No procedimento para detecção do nitrito, coloca-se 10 ml da amostra em um tubo de ensaio e 0,1 ml de ácido sulfanílico previamente preparado. Deve-se esperar pelo menos 40 minutos antes de realizar a leitura no sistema FIA.

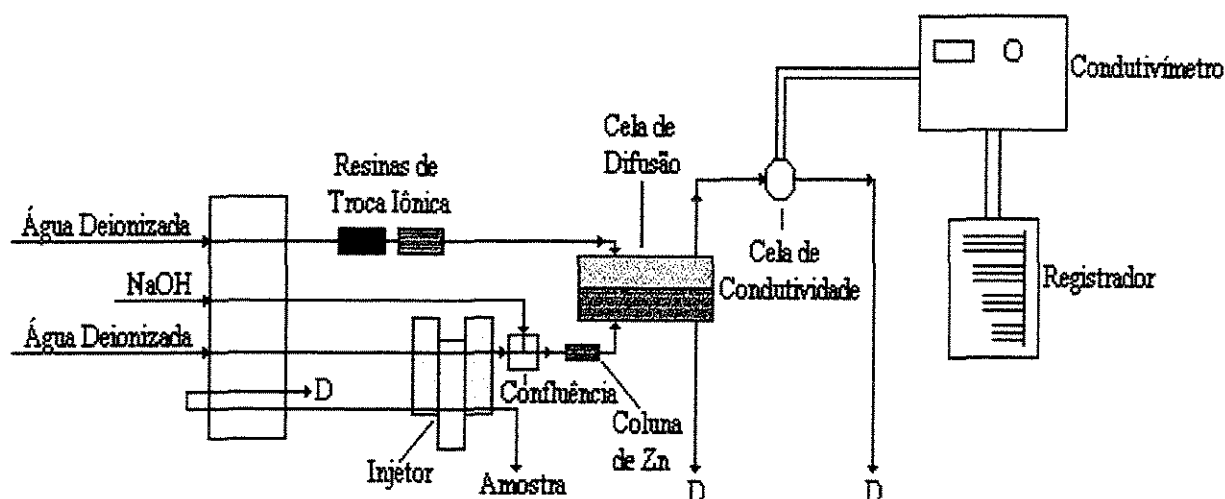


Figura A.4: Esquema do sistema FIA para as formas nitrato e nitrito.

Notas: D: Descarte; NaOH: hidróxido de sódio; Zn: zinco.

Nitrogênio Kjeldhal:

Para a leitura do nitrogênio Kjeldhal, deve-se montar o sistema FIA, conforme a Figura A.4. A solução básica para esse tipo de detecção é NaOH 3M com 1 % de EDTA.

Para a digestão da amostra, deve-se fazer o seguinte procedimento:

1- Nos tubos de digestão coloca-se 1,34g de sulfato de potássio; 2,0 ml de ácido sulfúrico concentrado; 0,25 ml da solução de sulfato de mercúrio; 100 ml da amostra a ser digerida e três pérolas de vidro;

2- Coloca-se para digerir no bloco digestor. Deve-se aumentar a temperatura deste bloco de 30 em 30 minutos até chegar a uma temperatura de 350°C. Nesse estágio haverá saída de fumos brancos característicos do final da digestão. O líquido deve ter o seu volume bastante reduzido e com aspecto viscoso;

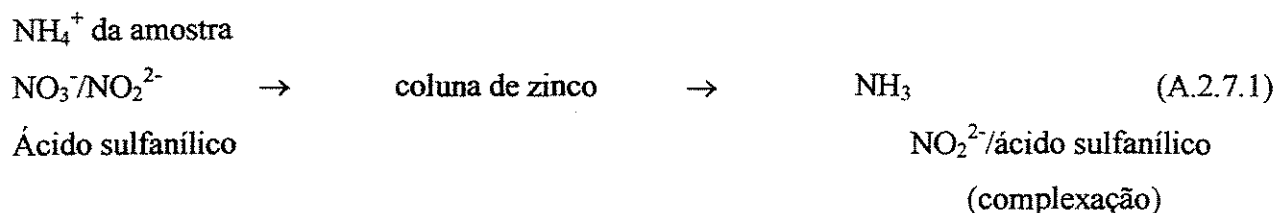
3- Espera-se esfriar bem para poder transferir a amostra digerida para os balões de 100 ml e depois será feita a leitura no sistema FIA;

4- O mesmo procedimento deve ser feito com as soluções padrão usadas para o nitrogênio amoniacal , que será lida como padrão do nitrogênio Kjeldahl.

REAÇÃO COM ÁCIDO SULFANÍLICO - NITRATO

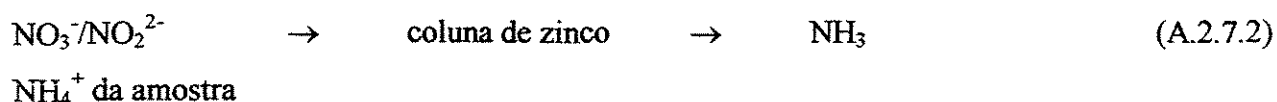
Para se saber qual a concentração de nitrato e nitrito, procede-se a leitura das amostras com e sem a adição do ácido sulfanílico previamente preparado e adicionado nas amostras como já foi explicado.

Neste caso teremos registrado, no fiagrama, a altura referente às concentrações de NH_4^+ presente na amostra e nitrato que foi reduzido à amônia. O nitrito presente, com a adição do ácido, ficou complexado. Para acharmos a concentração de nitrato será necessário descontar a concentração de NH_3 , conforme está mostrado na Equação A.2.7.1.



REAÇÃO SEM ÁCIDO SULFANÍLICO - NITRITO

Neste caso teremos registrado, no fiograma, a altura referente às concentrações de NH_4^+ presente na amostra e NO_3^- e NO_2^- que foram reduzidos à NH_3 . Para sabermos a concentração de NO_2^- teremos que subtrair a altura registrada sem a adição do ácido sulfanílico e a altura registrada com a adição do ácido, conforme está mostrado na Equação A.2.7.2.



A.2.8. Cálculos

A partir do pico obtido no registrador pode-se proceder aos cálculos:

- Mede-se com a régua as alturas registradas no papel registrador;
- Coloca-se estas medidas no programa Excel, como mostra a Tabela A.2. Para se fazer a planilha deve-se seguir o modelo em vermelho.

Programa do EXCEL usado para o cálculo da concentração.

Tabela A.3: Modelo de cálculo para as concentrações de nitrogênio.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Análise de N-Amoniacal							
3	Amostra	h (cm)	ln (h)	Conc. (mg/L)	ln (Conc.)	Coef.Linear	0,74	=INTERCE PÇÃO (C4:C8;E4: E8)
4	0,5	0,67	-0,4	0,5	-0,69	Coef.Angu- lar	0,56	=INCLINA ÇÃO (C4:C8;E4: E8)
5	1,0	1,0	0	1,0	0	R²	0,95	RQUAD(C 4:C8; E4:E8)
6	2,5	2,98	1,09	2,5	0,92			
7	5,0	3,48	1,25	5,0	1,61			
8	10,0	6,18	1,82	10,0	2,30			
9								
10								
11			=LN(B13)	=EXP(E13)	=(C13- COEF.LIN) /COEF.ANG.		=D13 x F13	
12	Amostra	h (cm)	ln (h)	Conc. (mg/L)	ln (Conc.)	Diluição	Conc. (mgN/L)	
13	1M	0,52	-0,65	0,23	-1,47		0,23	
14	1E	0,53	-0,645	0,24	-1,45		0,26	
15	1J	0,7	-0,36	0,32	-1,16		0,32	
16	2M	1,69	0,53	0,79	-0,23		0,79	
17	2J	1,62	0,48	0,76	-0,28		0,76	

Notas: número de linhas e colunas da planilha; h: altura do pico; Exp: exponencial; coef. lin.: coeficiente linear; coef. ang.: coeficiente angular; Rquad: raiz quadrada.

ANEXO B

**Dados Obtidos da Análise dos Diferentes Parâmetros de
Monitoração Durante o Estudo.**

Tabela B.1: Dados da análise de pH da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

pH	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	7,2							
C2: 24/04/97	7,6							
C3: 08/05/97	7,3	7,4	0,1	5,3				
C4: 12/06/97	7,5	7,6	0,1	5,3				
C5: 03/07/97	6,2	7,6	1,4	73,7				
C6: 16/07/97	7,1	7	-0,1	-5,3				
C7: 28/07/97	7,5	6,6	-0,9	-47,4				
C8: 11/08/97	7,1	7,3	0,2	10,5				
C9: 24/08/97	7,8	7,8	0	0				
C10: 08/09/97	7,5	7,6	0,1	5,3				
C11: 27/10/97	7,1	7,1	0	0				
C12: 10/11/97	7,9	7,6	-0,3	-15,8				
C13: 01/12/97	7	7	0	0				
C14: 05/03/98	6,9	7	0,1	5,3				
C15: 18/06/98	7,2	6,2	-1	-52,6	6,3	6,2	-0,1	4,5
C16: 10/08/98	7,1	7	-0,1	-5,3	7,2	7,3	0,1	4,5
C17: 17/08/98	7,1	7,2	0,1	5,3	7	7	0	0
C18: 02/02/99	4,5	6,9	2,4	126,3	6,9	6,9	0	0
C19: 23/02/99	6,9	7,1	0,2	10,5	7,6	7,3	-0,3	13,6
C20: 09/03/99	7,6	7,3	-0,3	-15,8	7,5	6,2	-1,3	59,1
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99	6,8	6,7	-0,1	-5,3	7	7,1	0,1	4,5
C23: 06/07/99					7,2	7,1	-0,1	4,5
C24: 03/08/99					7,1	7,3	0,2	9,1
C25: 30/08/99					7,2	6,6	-0,6	27,3
C26: 13/09/99					7,4	7,1	-0,3	13,6
C27: 27/09/99					6,5	6,7	0,2	9,1
C28: 18/10/99					7,2	7,1	-0,1	4,5
Soma	149	136	1,9	100	92,1	89,9	-2,2	100
Média	7,1	7,2	0,1	5,3	7,1	6,9	-0,2	7,7

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.2: Dados da análise de pH da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

pH	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	6,9	7,1	0,2	2,9	7,1			
C2: 24/04/97	7,3	7,4	0,1	1,45	7,5	7,7	0,2	8,3
C3: 08/05/97	6,8	7,2	0,4	5,8	7,6	7,6	0	0
C4: 12/06/97	7	7,4	0,4	5,8	7,5	8	0,5	20,4
C5: 03/07/97	7	7,5	0,5	7,25	7,3	6,5	-0,8	-33,3
C6: 16/07/97	6,9	7,2	0,3	4,35	7,3	7,2	-0,1	-4,2
C7: 28/07/97	6,8	7,2	0,4	5,8	7,3	7,4	0,1	4,2
C8: 11/08/97	7,1	7,3	0,2	2,9	7,5	7,6	0,1	4,2
C9: 24/08/97	7	7,9	0,9	13,0	7,8	7,8	0	0
C10: 08/09/97	6,9	7,4	0,5	7,25	7,3	7,8	0,5	20,8
C11: 27/10/97	6,8	7,4	0,6	8,7	7,1	7,5	0,4	16,7
C12: 10/11/97	7	7	0	0	7,0	7,6	0,6	25
C13: 01/12/97	7	7	0	0	6,1	7	0,9	37,5
C14: 05/03/98	6,6	6,7	0,1	1,45	7,1	7,1	0	0
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99	6,6	7,2	0,6	8,7				
C24: 03/08/99	6,7	7	0,3	4,3				
C25: 30/08/99	6,1	7	0,9	13,0				
C26: 13/09/99	7	7,1	0,1	1,4				
C27: 27/09/99	6,4	6,9	0,5	7,2				
C28: 18/10/99	7,1	7	-0,1	-1,4				
Soma	137	144	6,9	100	102	96,8	2,4	100
Média	6,9	7,2	0,3	5	7,3	7,4	0,18	7,7

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.3: Dados da análise de oxigênio dissolvido (mg O₂/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

OD (mg O ₂ /L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	5,7			0				
C2: 24/04/97	5,2			0				
C3: 08/05/97	5,6	4,8	-0,8	9,5				
C4: 12/06/97	7,2	7,1	-0,1	1,2				
C5: 03/07/97	5,9	3,2	-2,7	32,1				
C6: 16/07/97	5,7	5,5	-0,2	2,4				
C7: 28/07/97	6,1	6,2	0,1	-1,2				
C8: 11/08/97	5,9	5,9	0	0				
C9: 24/08/97	8,5	8,4	-0,1	1,2				
C10: 08/09/97	5	5	0	0				
C11: 27/10/97	5,6	5,3	-0,3	15,5				
C12: 10/11/97	4,9	4,7	-0,2	2,4				
C13: 01/12/97	4,4	4,4	0	0				
C14: 05/03/98	3,7	4,9	0,2	-2,4				
C15: 18/06/98	6,8	5,7	-1,1	13,1	6,3	6,4	0,1	-5,3
C16: 10/08/98	5,4	5,2	-0,2	2,4	5,3	5,1	-0,2	10,5
C17: 17/08/98	5,2	3,7	-1,5	17,9	4,9	5,5	0,6	-31,6
C18: 02/02/99	4,8	5,7	0,9	-10,7	5,7	5,7	0	0
C19: 23/02/99	7,8	7,5	-0,3	3,6	7,7	8,1	0,4	-21,1
C20: 09/03/99	6,4	5,5	-0,9	10,7	5,9	4,8	-1,1	57,9
C21: 11/05/99	8,3	ND			8,5	7,7	-0,8	42,1
C22: 15/06/99	6,6	6,4	-0,2	2,4	6,8	6,7	-0,1	5,3
C23: 06/07/99					6,1	6,4	0,3	15,8
C24: 03/08/99					6,7	6,5	-0,2	-10,5
C25: 30/08/99					6	6	0	0
C26: 13/09/99					6,7	6,9	0,2	-10,5
C27: 27/09/99					6,1	5,4	-0,7	36,8
C28: 18/10/99					5,2	4,8	-0,4	21,1
Soma	131,7	104,1	-8,4	100	88	86,1	-1,9	100
Média	6,0	5,5	-0,4	5	6,3	6,2	-0,14	7,1

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.4: Dados da análise de oxigênio dissolvido (mg O₂/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Janirú – SP.

OD (mg O ₂ /L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	2	5,5	3,5	4,4	8,3			
C2: 24/04/97	2,2	5,4	3,2	4	5,4	6,5	1,1	20
C3: 08/05/97	1,9	6	4,1	5,1	7,1	7,6	0,5	9,1
C4: 12/06/97	2,5	7,9	5,4	6,7	6,9	9,8	2,9	52,7
C5: 03/07/97	2,2	7,3	5,1	6,4	2,5	3,2	0,7	12,7
C6: 16/07/97	2,2	6,5	4,3	5,4	9,1	4,1	-5	-90,9
C7: 28/07/97	2,2	7,5	5,3	6,6	5,2	3,8	-1,4	-25,5
C8: 11/08/97	2,3	6,5	4,2	5,2	7,1	5,5	-1,6	-29,1
C9: 24/08/97	3,5	10,3	6,8	8,5	6,7	9	2,3	41,8
C10: 08/09/97	1,1	6,7	5,6	7	3,4	6	2,6	47,3
C11: 27/10/97	1,4	5,9	4,5	5,6	5,2	5,5	0,3	5,5
C12: 10/11/97	0,5	6,1	5,6	7	6,1	7,8	1,7	30,9
C13: 01/12/97	6,6	4,3	-2,3	-2,9	4,6	6,2	1,6	29,1
C14: 05/03/98	1	3,8	2,8	3,5	5,6	5,4	-0,2	-3,6
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99	1,4	6,3	4,9	6,1				
C24: 03/08/99	1,9	6,8	4,9	6,1				
C25: 30/08/99	4,1	7,4	3,3	4,1				
C26: 13/09/99	3,1	6,7	3,6	4,5				
C27: 27/09/99	3,7	6,2	2,5	3,1				
C28: 18/10/99	3,4	6,4	3	3,7				
Soma	49,2	129,5	80,3	100	83,2	80,4	5,5	100
Média	2,5	6,5	4,0	5	5,9	6,2	0,4	7,7

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.5: Dados da análise de alcalinidade (mg CaCO₃/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	12,8							
C2: 24/04/97	28,9							
C3: 08/05/97	22,1	20,4	-1,7	-8,2				
C4: 12/06/97	3,4	2,6	-0,8	-3,85				
C5: 03/07/97	22,1	20,4	-1,7	-8,2				
C6: 16/07/97	20,4	20,4	0	0				
C7: 28/07/97	20,4	20,4	0	0				
C8: 11/08/97	18,7	23,8	5,1	24,5				
C9: 24/08/97	18,7	23,8	5,1	24,5				
C10: 08/09/97	5,1	3,4	-1,7	-8,2				
C11: 27/10/97	24,3	21,6	-2,7	-13				
C12: 10/11/97	27	28,8	1,8	8,7				
C13: 01/12/97	22,2	23,9	1,7	8,2				
C14: 05/03/98	18,6	20,2	1,6	7,7				
C15: 18/06/98	22,5	17,3	-5,2	-25	22,5	24,2	1,7	42,5
C16: 10/08/98	23,7	23,7	0	0	29,1	25,5	-3,6	-90
C17: 17/08/98	13,7	22,8	9,1	43,8	25,5	23,7	-1,8	-45
C18: 02/02/99		23,7			23,7	25,5	1,8	45
C19: 23/02/99	20	21,8	1,8	8,7	25,5	23,7	-1,8	-45
C20: 09/03/99	27,3	23,7	-3,6	-17,3	23,7	10,9	-12,8	-320
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99	15	27	12	57,7	18	18	0	0
C23: 06/07/99					8,5	35,7	27,2	680
C24: 03/08/99					28,8	25,2	-3,6	-90
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99					25,2	28,8	3,6	90
C27: 27/09/99					25,2	25,2	0	0
C28: 18/10/99					25,9	37	11,1	278
Soma	387	390	20,8	100	281,6	303,4	21,8	100
Média	19,3	20,5	1,2	5,6	23,5	25,3	1,8	8,3

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.6: Dados da análise de alcalinidade (mg CaCO₃/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	15,3	16,2	0,9	-4,1	12,8			
C2: 24/04/97	32,3	28,9	-3,4	15,5	23,8	23,8	0	
C3: 08/05/97	27,2	20,4	-6,8	30,9	25,5	28,9	3,4	7,5
C4: 12/06/97	3,4	3,4	0	0	3,4	5,1	1,7	3,7
C5: 03/07/97	27,2	23,9	-3,3	15	20,4	20,4	0	0
C6: 16/07/97	30,6	23,8	-6,8	30,9	18,7	28,9	10,2	22,5
C7: 28/07/97	25,5	25,5	0	0	17	23,8	6,8	15
C8: 11/08/97	32,3	28,9	-3,4	15,5	18,7	23,8	5,1	11,2
C9: 24/08/97	25,5	27,2	1,7	-7,7	23,8	22,1	-1,7	-3,7
C10: 08/09/97	3,4	3,4	0	0	3,4	3,4	0	0
C11: 27/10/97	36	35,1	-0,9	4,1	18	19,8	1,8	4,0
C12: 10/11/97	39,6	41,4	1,8	-8,2	16,2	21,6	5,4	11,9
C13: 01/12/97	30,8	33,3	2,5	-11,4	7,7	18,8	11,1	24,4
C14: 05/03/98	20,2	21,7	1,5	-6,8	13,9	15,5	1,6	3,5
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99	23,8	30,6	6,8	-30,9				
C24: 03/08/99	28,8	30,6	1,8	-8,2				
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99	34,2	41,4	7,2	-32,7				
C27: 27/09/99	27	30,6	3,6	-16,4				
C28: 18/10/99	29,6	22,2	-7,4	33,6				
Soma	492,7	488,5	-4,2	100	223	256	45,4	100
Média	26	25,7	-0,22	5,3	16	19,7	3,5	8,3

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.7: Dados da análise de dureza (mg CaCO₃/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	30							
C2: 24/04/97	16							
C3: 08/05/97	24	26	2	14,3				
C4: 12/06/97	21	12	-9	-64,3				
C5: 03/07/97	ND	ND						
C6: 16/07/97	10	8	-2	-14,3				
C7: 28/07/97	13	11	-2	-14,3				
C8: 11/08/97	43	55	12	85,7				
C9: 24/08/97	10	9	-1	-7,1				
C10: 08/09/97	18	16	-2	-14,3				
C11: 27/10/97	6	6	0	0				
C12: 10/11/97	21	22	1	7,1				
C13: 01/12/97	28	38	10	71,4				
C14: 05/03/98	26	25	-1	-7,1				
C15: 18/06/98	25	29	4	28,6	23	29	6	50
C16: 10/08/98	24	30	16	42,9	25	27	2	16,7
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99	32	30	-2	-14,3	36	33	-3	-25
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99	28	30	2	14,3	30	27	-3	-25
C21: 11/05/99	18				25	22	-3	-25
C22: 15/06/99	32	28	-4	-28,6	25	24	-1	-8,3
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99					27	31	4	33,3
C25: 30/08/99					28	29	1	8,3
C26: 13/09/99								
C27: 27/09/99					27	36	9	75
C28: 18/10/99					28	28	0	0
Soma	425	375	14	100	274	286	12	100
Média	22,4	23,4	0,9	6,3	27,4	28,6	1,2	10

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.8: Dados da análise de dureza (mg CaCO₃/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	45	36	-9	31	34			
C2: 24/04/97	36	49	13	-44,8	28	31	3	50
C3: 08/05/97	37	35	-2	6,9	30	36	6	100
C4: 12/06/97	9	6	-3	10,3	15	8	-7	-117
C5: 03/07/97	6	ND			ND	ND		
C6: 16/07/97	20	13	-7	24,1	8	8	0	0
C7: 28/07/97	19	16	-3	10,3	10	12	2	33,3
C8: 11/08/97	48	38	-10	34,5	52	43	-9	-150
C9: 24/08/97	21	17	-4	13,8	10			
C10: 08/09/97	21	22	1	-3,45	20	16	-4	-66,7
C11: 27/10/97	20	16	-4	13,8	ND	5	5	83,3
C12: 10/11/97	30	34	4	-13,8	ND	ND		
C13: 01/12/97	45	41	-4	13,8	27	34	7	117
C14: 05/03/98	28	25	-3	10,3	17	20	3	50
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99	37	42	5	-17,2				
C25: 30/08/99	35	29	-6	20,7				
C26: 13/09/99								
C27: 27/09/99	37	38	1	-3,45				
C28: 18/10/99	37	39	2	-6,9				
Soma	531	496	-29	100	251	213	6	100
Média	29,5	29,2	-1,7	5,9	22,8	21,3	0,6	10

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.9: Dados da análise de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

Cond. Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	8,2							
C2: 24/04/97	23,9							
C3: 08/05/97	64,0	61,5	-2,4	83,3				
C4: 12/06/97	16,4	16,2	-0,2	6,7				
C5: 03/07/97	6,4	20,4	14	-466,7				
C6: 16/07/97	22,4	12,6	-9,8	326,7				
C7: 28/07/97	5,3	21	15,7	-523,3				
C8: 11/08/97	13,5	1,1	-12,4	413,3				
C9: 24/08/97	66,6	66,2	-0,4	13,3				
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	23,4	25,1	1,7	-56,7				
C12: 10/11/97	15	15,8	0,8	-26,7				
C13: 01/12/97	71,8	71,8	0	0				
C14: 05/03/98	51,1	52	0,9	-30				
C15: 18/06/98	6,2	6,2	0	0	7,4	7,3	-0,1	2,3
C16: 10/08/98	32	32,9	0,9	-30	35,4	34,4	-1	22,7
C17: 17/08/98	35,6	33	-2,6	86,7	41,1	41,7	0,6	-13,6
C18: 02/02/99	28,4	18,8	-9,6	320	20,4	20,4	0	0
C19: 23/02/99	22,9	22,1	-0,8	26,7	23,2	23,3	0,1	-2,3
C20: 09/03/99	11,6	12,9	1,3	-43,3	13,5	12,9	-0,6	13,6
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99					132	128	-4	90,9
C25: 30/08/99					14,8	14,9	0,1	-2,3
C26: 13/09/99					28,8	28,2	-0,6	13,6
C27: 27/09/99					13,9	14,5	0,6	-13,6
C28: 18/10/99					23,2	23,7	0,5	-11,4
Soma	524,7	489,6	-3	100	353	349	-4,4	100
Média	27,6	28,8	-0,18	5,9	32,1	31,7	-0,4	9,1

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.10: Dados da análise de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

Cond. Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	9,4	9,2	-0,2	-25	8,5			
C2: 24/04/97	27,2	26	-1,2	-150	24,6	28,3	3,7	-13,6
C3: 08/05/97	68,3	72,6	4,3	538	78,1	78,5	0,4	-1,5
C4: 12/06/97	16,4	16,4	0	0	17,6	19,1	1,5	-5,5
C5: 03/07/97	11,4	14,9	3,5	438	32,2	20,5	-11,7	42,9
C6: 16/07/97	45,7	52,9	7,2	900	20,9	15,4	-5,4	19,8
C7: 28/07/97	67,4	55,1	-12,3	-1538	59,8	37,1	-22,7	83,2
C8: 11/08/97	9,2	7,3	-1,9	-238	11,6	5,2	-6,4	23,4
C9: 24/08/97	52,4	48,4	-4	-500	57,2	55,5	-1,7	6,2
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	30,4	29,4	-1	-125	16,8	21,6	4,8	-17,6
C12: 10/11/97	17,6	19,3	1,7	213	8,5	11,3	2,8	-10,3
C13: 01/12/97	82,8	86,7	3,9	488	48,9	56,3	7,4	-27,1
C14: 05/03/98	54,6	57,1	2,5	313	44,3	44,3	0	0
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99	125	130	4,7	588				
C25: 30/08/99	14,5	13,4	-1,1	-138				
C26: 13/09/99	29,4	28,3	-1,1	-138				
C27: 27/09/99	14,3	12,9	-1,4	-175				
C28: 18/10/99	27,3	24,5	-2,8	-350				
Soma	704	704	0,8	100	428,9	393,1	-27,3	100
Média	39,1	39,1	0,04	5,6	33	32,8	-2,3	8,3

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.11: Dados da análise de turbidez (NTU) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú - SP.

Turbidez (NTU)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	71,7							
C2: 24/04/97	22							
C3: 08/05/97	23	84	61	-53,6				
C4: 12/06/97	46,1	33	-13,1	11,4				
C5: 03/07/97	36	27,8	-8,2	7,1				
C6: 16/07/97	12,7	12,9	0,2	-0,2				
C7: 28/07/97	9,2	9,3	0,1	-0,1				
C8: 11/08/97	7,3	6,7	-0,6	0,5				
C9: 24/08/97	20,1	18,2	-1,9	1,7				
C10: 08/09/97	11,4	10,7	-0,7	0,6				
C11: 27/10/97	31,8	33,2	1,4	-1,2				
C12: 10/11/97	34,6	37,1	2,5	-2,2				
C13: 01/12/97	48,5	36,5	-12	10,4				
C14: 05/03/98	102	86,5	-15,5	13,5				
C15: 18/06/98	13	10,8	-2,2	1,9	16,4	16,9	0,5	0,1
C16: 10/08/98	11,6	12	0,4	-0,3	15,6	14	-1,6	-0,3
C17: 17/08/98	19,3	17,5	-1,8	1,6	19,6	19,5	-0,1	-0,02
C18: 02/02/99	122	130	8	-7	192	129	-63	-11,1
C19: 23/02/99	276	258	-18	15,7	208	203	-5	-0,9
C20: 09/03/99	192	77,9	-114	99,2	147	792	645	113,6
C21: 11/05/99	41,8				66,6	53,2	-13,4	-2,4
C22: 15/06/99	25,2	24,7	-0,5	0,4	114	114	0	0
C23: 06/07/99					25,2	25,6	0,4	0,1
C24: 03/08/99					23,1	22,7	-0,4	-0,1
C25: 30/08/99					18,5	19,6	1,1	0,2
C26: 13/09/99					43,2	43,9	0,7	0,1
C27: 27/09/99					14,7	18,1	3,4	0,6
C28: 18/10/99								
Soma	1177	926,8	-115	100	903,9	1472	567,6	100
Média	53,5	48,8	-6,1	5,3	69,5	113	43,7	7,7

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.12: Dados da análise de turbidez (NTU) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú - SP.

Turbidez (NTU)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	14,9	18,4	3,5	2,6	16,5			
C2: 24/04/97	15	16	1	0,8	22	16	-6	-14
C3: 08/05/97	12	55	43	32,1	38	30	-8	-18,6
C4: 12/06/97	10,8	23,4	12,6	9,4	25	28,7	3,7	8,6
C5: 03/07/97	5,5	24,2	18,7	13,9	19,7	14,4	-5,3	-12,4
C6: 16/07/97	7,1	25,2	18,1	13,5	7,4	23,6	16,2	37,8
C7: 28/07/97	4,3	10	5,7	4,3	4,7	10	5,3	12,4
C8: 11/08/97	3,5	5,8	2,3	1,7	3,6	21,3	17,7	41,3
C9: 24/08/97	3,6	6,4	2,8	2,1	6	15,3	9,3	21,7
C10: 08/09/97	11,1	9,2	-1,9	-1,4	9,9	23,2	13,3	31
C11: 27/10/97	25	29	4	3,0	16,9	8,8	-8,1	-18,9
C12: 10/11/97	41,8	17,1	-24,7	-18,4	12,8	13,2	0,4	0,9
C13: 01/12/97	18,5	28,3	9,8	7,3	9,7	11,3	1,6	3,7
C14: 05/03/98	14,5	29,3	14,8	11	17,4	20,2	2,8	6,5
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99	5,8	15,3	9,5	7,1				
C24: 03/08/99	7,5	13,3	5,8	4,3				
C25: 30/08/99	16,2	12,7	-3,5	-2,6				
C26: 13/09/99	9,4	14,7	5,3	4,0				
C27: 27/09/99	9,2	16,5	7,3	5,4				
C28: 18/10/99								
Soma	235,7	369,8	134,1	100	210	236	42,9	100
Média	12,4	19,5	7,1	5,3	15	18,2	3,3	7,7

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.13: Dados da análise de sólidos totais (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

S.T. (mg/L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	135							
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97	66	86.756	86.690	166,5				
C5: 03/07/97								
C6: 16/07/97	96	93	-3	-0,01				
C7: 28/07/97	ND	ND						
C8: 11/08/97	83	77	-6	-0,01				
C9: 24/08/97	35.560	85	-35.475	-69,1				
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	132	153	21	0,04				
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	126	180	54	0,1				
C15: 18/06/98	48	59	11	0,02	61	51	-10	15,3
C16: 10/08/98	61,9	71	9,1	0,02	82	78	-4	6,1
C17: 17/08/98	48	72	24	0,05	57	73	16	-24,4
C18: 02/02/99	179	189	10	0,02	255	186	-69	105,3
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99	64,5	59	-5,5	-0,01	132	134,5	2,5	-3,8
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99					90	88	-2	3,1
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99					81	82	1	-1,5
C27: 27/09/99								
C28: 18/10/99								
Soma	36.599,4	87.794	51.329,6	100	758	692,5	-65,5	100
Média	3.050	7.981,3	4.666,3	9,1	108,3	98,9	-9,4	14,3

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.14: Dados da análise de sólidos totais (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

S.T. (mg/L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	70	72	2	0,004	87			
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97	70	30.265	30.195	59,0	56	81	25	45,5
C5: 03/07/97								
C6: 16/07/97	87	90	3	0,01	100	116	16	29,1
C7: 28/07/97	39.153	9.550	-29.603	-57,8	590	ND		
C8: 11/08/97	13.419	27.761	14.342	28	75	98	23	41,8
C9: 24/08/97	75	36.354	36.279	70,9	99	72	-27	-49,1
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	157	132	-25	-0,05	131	139	8	14,5
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	72	90	18	0,04	75	85	10	18,2
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99	91	81,5	-9,5	-0,02				
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99	67	60	-7	-0,01				
C27: 27/09/99								
C28: 18/10/99								
Soma	53.261	104.455,5	51.195	100	1.213	591	55	100
Média	5.326	10.446	5.119	10	151,6	98,5	9,2	16,7

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.15: Dados da análise de sólidos totais fixos (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP. .

S.T.F. (mg/L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	110							
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97								
C5: 03/07/97								
C6: 16/07/97	58	59	1	4,2				
C7: 28/07/97								
C8: 11/08/97	40	33	-7	-29,2				
C9: 24/08/97	72	90	18	75				
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	103	109	6	2,5				
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	104	112	8	33,3				
C15: 18/06/98	16	20	4	16,7	17	28	11	-28,9
C16: 10/08/98	47	56	9	37,5	57	65	8	-21,1
C17: 17/08/98	82	71	-11	-45,8	61	69	8	-21,1
C18: 02/02/99	140	144	4	16,7	192	133	-59	155,3
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99	49,5	41,5	-8	-33,3	103,5	100	-3,5	10,5
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99								
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99					68	66	-2	5,3
C27: 27/09/99								
C28: 18/10/99								
Soma	821,5	735,5	24	100	499	461	-38	100
Média	74,7	73,6	2,4	10	83,2	76,8	-6,3	16,7

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.16: Dados da análise de sólidos totais fixos (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

S.T.F. (mg/L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	81	70	-11	-25,6	107			
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97	77	97	20	46,5	81			
C5: 03/07/97								
C6: 16/07/97	54	54	0	0	38	61	23	48,9
C7: 28/07/97					27			
C8: 11/08/97	2	37	35	81,4	26	54	28	59,6
C9: 24/08/97	94	87	-7	-16,3	88	88	0	0
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	122	101	-21	-48,8	103	102	-1	-2,1
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	55	82	27	62,8	51	48	-3	-6,4
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99								
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99	58	58	0	0				
C27: 27/09/99								
C28: 18/10/99								
Soma	543	586	43	100	521	353	47	100
Média	67,9	73,3	5,4	12,5	65,1	70,6	9,4	20

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.17: Dados da análise de sólidos suspensos totais (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

S.S.T. (mg/L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	47	ND	-47	64,4				
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97	28	14	-14	19,2				
C5: 03/07/97	19	21	2	-2,7				
C6: 16/07/97	6,5	8	1,5	-2,1				
C7: 28/07/97	8	1	-7	9,6				
C8: 11/08/97	5	4,5	-0,5	0,7				
C9: 24/08/97	38	37	-1	-1,4				
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	23,3	24,3	1	-1,4				
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	80	77	-3	4,1				
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98	ND	1	1	-1,4	2	7	5	-8,5
C17: 17/08/98	9	10	1	-1,4	10	7	-3	5,1
C18: 02/02/99	53	46	-7	9,6	101	41	-60	102,6
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99					9,5	7	-2,5	4,3
C24: 03/08/99					5	10	5	8,5
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99					26	23	-3	5,1
C27: 27/09/99								
C28: 18/10/99								
Soma	316,8	243,8	-73	100	153,5	95	-58,5	100
Média	28,8	24,3	-6,7	9,2	25,6	15,8	-9,8	16,7

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.18: Dados da análise de sólidos suspensos totais (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

S.S.T (mg/L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	21	16	-5	-10,4	28	ND	-28	0,7
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 120/06/97	ND	3	3	3,8	4	ND	-4	0,1
C5: 03/07/97	30	20,5	-17,5	22,4	12	6,5	-5,5	0,1
C6: 16/07/97	3	29	26	33,3	4.103	103,5	-3.999,5	99,4
C7: 28/07/97	2,5	11,5	9	11,5	5	11	6	-0,1
C8: 11/08/97	2,5	2,5	0	0	7,5	12	4,5	-0,1
C9: 24/08/97	7	10	3	3,8	6	18	12	-0,3
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	13,7	12,3	-1,4	-1,8	15	6	-9	0,2
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	14	45	31	39,7				
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99	ND	4	4	5,1				
C24: 03/08/99	5	5	0	0				
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99	7	2	-5	-6,4				
C27: 27/09/99								
C28: 18/10/99								
Soma	78,7	160,8	78,1	100	4.180,5	157	-4.023,5	100
Média	7,9	13,4	7,1	8,3	522,6	26,2	-502,9	12,5

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.19: Dados da análise de sólidos suspensos fixos (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

S.S.F. (mg/L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	27							
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97	17	7	-10	-88,5				
C5: 03/07/97	13,5	15,3	2	17,7				
C6: 16/07/97	3,5	5,5	2	17,7				
C7: 28/07/97								
C8: 11/08/97	4	3	-1	-8,8				
C9: 24/08/97	26	24	-2	-17,7				
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	14	16,3	2,3	20,4				
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	64	67	3	26,5				
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98	24	24	0	0	23	27	4	-5,4
C17: 17/08/98	3	6	3	26,5	2	1	-1	1,4
C18: 02/02/99	52	64	12	106,2	114	56	-58	78,4
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99					7,5	4,5	-3	4,1
C24: 03/08/99					25	15	-10	13,5
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99					22	16	-6	8,1
C27: 27/09/99								
C28: 18/10/99								
Soma	248	232,3	11,3	100	194	120	-74	100
Média	22,5	23,2	1,1	10	32,3	19,9	-12,3	16,7

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante.

Tabela B.20: Dados da análise de sólidos suspensos fixos (mg/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

S.S.F. (mg/L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	9	6	-3	-4,9	8			
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97	ND	ND			ND	ND		
C5: 03/07/97	1	15,5	2	3,3	6	3	-3	-15,8
C6: 16/07/97	1	23	22	36,2	0,5	7,5	7	36,8
C7: 28/07/97	5	5	0	0	0,5	5	4,5	23,7
C8: 11/08/97	1	1,5	0,5	0,8	4	8,5	4,5	23,7
C9: 24/08/97	1	6	5	8,2	0	10	10	52,6
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	8,7	7	-1,7	-2,8	5	1	-4	-21,1
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	10	39	29	47,7	7			
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99	5	10	5	8,2				
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99	7	8	1	1,6				
C27: 27/09/99								
C28: 18/10/99								
Soma	61,2	115	60,8	100	31	35	19	100
Média	6,1	12,1	6,1	10	3,9	5,8	3,2	16,7

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.21: Dados da análise de demanda química de oxigênio (mg O₂/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

DQO (mgO ₂ /L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	8							
C2: 24/04/97	4							
C3: 08/05/97	7	17	10	8,2				
C4: 12/06/97	21	16	-4,8	-3,9				
C5: 03/07/97	33	13	-20	-16,4				
C6: 16/07/97	23,6	20,3	-3,3	-2,7				
C7: 28/07/97	14,1	13,2	-0,9	-0,7				
C8: 11/08/97	17,6	57,2	39,6	32,6				
C9: 24/08/97	15,8	17,6	1,8	1,5				
C10: 08/09/97	6,8	11,9	5,1	4,2				
C11: 27/10/97	17,6	18,5	0,9	0,7				
C12: 10/11/97	16,8	17,2	0,4	0,3				
C13: 01/12/97	37,8	61,6	23,8	19,6				
C14: 05/03/98	44,7	50	5,3	4,4				
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98	11,2	13,3	2,1	1,7	13,3	14,3	1	-500
C17: 17/08/98	13,3	14,3	1	0,8	6,1	12,2	6,1	-3.050
C18: 02/02/99	5,8	9,6	3,8	3,1	9,6	7,7	-1,9	950
C19: 23/02/99	5,3	5,3	0	0	8,8	8,8	0	0
C20: 09/03/99	11,9	7,4	-4,5	-3,7	6,4	11,9	5,5	-2.750
C21: 11/05/99	8,4	X			12,6	8,4	-4,2	2.100
C22: 15/06/99	14,3	75,6	61,3	50,4		26,9		
C23: 06/07/99					11,4	13,5	2,1	-1.050
C24: 03/08/99					11,9	1,1	-10,8	5.400
C25: 30/08/99					13,5			
C26: 13/09/99					11	13	2	-1.000
C27: 27/09/99					21	X		
C28: 18/10/99					X	41,6		
Soma	338,4	439,3	121,6	100	126	159	-0,2	100
Média	24,4	24,4	6,8	5,6	11,4	14,5	-0,02	11,1

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; X: problemas analíticos.

Tabela B.22: Dados da análise de demanda química de oxigênio (mg O₂/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

DQO (mg O ₂ /L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	10,2	3,2	-7	-5,0	16			
C2: 24/04/97	14,7	11	-3,7	-3,4	31,3	19,3	-12	-4,4
C3: 08/05/97	9	4	-5	-3,6	26	30	4	1,5
C4: 12/06/97	17,3	28,8	11,5	8,2	18,2	27,8	9,6	3,5
C5: 03/07/97	55	15	-40	-28,5	16	110	94	34,3
C6: 16/07/97	9,9	103,8	93,9	67,0	24,5	146,3	121,8	44,5
C7: 28/07/97	4,4	2,6	-1,8	-1,3	12,3	8,8	-3,5	-1,3
C8: 11/08/97	19,4	3,5	-15,9	-11,3	18,5	17,6	-0,9	-0,3
C9: 24/08/97	9,7	16,7	7	5,0	50,2	16,7	-33,5	-12,2
C10: 08/09/97	2,5	5,1	2,6	1,9	14,4	25,4	11	4,0
C11: 27/10/97	10,1	15,1	5	3,6	16,8	59,6	42,8	15,6
C12: 10/11/97	5,9	18,1	12,2	8,7	17,2	20,6	3,4	1,2
C13: 01/12/97	75,6	25,9	-49,7	-35,4	29,2	84,2	55	20,1
C14: 05/03/98	1,1	24,5	23,4	16,7	32,9	14,9	-18	-6,6
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99	1	10,4	9,4	6,7				
C24: 03/08/99	5,4	X						
C25: 30/08/99	10,4	1	-9,4	-6,7				
C26: 13/09/99	4	8	4	2,9				
C27: 27/09/99	5	64	59	42,1				
C28: 18/10/99	12,5	58,2	45,7	32,6				
Soma	284,1	418,9	140,2	100	323,5	581,2	273,7	100
Média	14,2	22	7,4	5,3	23,1	44,7	21,1	7,7

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; X: problemas analíticos.

Tabela B.23: Dados da análise de demanda bioquímica de oxigênio (mg O₂/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

DBO (mgO ₂ /L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	1,7							
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97	1,9	1,9	0	0				
C5: 03/07/97	2,8	2,6	-0,2	-2,6				
C6: 16/07/97	1,0	1,3	0,3	3,9				
C7: 28/07/97	7,6	7,5	-0,1	-1,3				
C8: 11/08/97								
C9: 24/08/97	13,5	9,3	-4,2	-55,3				
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	6,2	7	0,8	10,5				
C12: 10/11/97	2,9	3,6	0,7	9,2				
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	23,2	32,6	9,4	123,7				
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98	2,5	2,3	-0,2	-2,6	3,7	3,4	-0,3	8,8
C17: 17/08/98	3,3	2,5	-0,8	-10,5	3,5	3,7	0,2	-5,9
C18: 02/02/99	0,4	1,3	0,9	11,8	1,5	0,8	-0,7	20,6
C19: 23/02/99	16,6	18,7	2,1	27,6	16,9	17	0,1	-2,9
C20: 09/03/99	2,5	1,5	-1,0	-13,2	1,2	2,5	1,3	-38,2
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99	1,9	1,8	-0,1	-1,3	ND	0,6		
C23: 06/07/99					4,7	4,3	-0,4	11,8
C24: 03/08/99					3,5	2,6	-0,9	26,5
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99					8,1	5,4	-2,7	79,4
C27: 27/09/99					3,6			
C28: 18/10/99						4,9		
Soma	88	93,9	7,6	100	46,7	45,2	-3,4	100
Média	5,9	6,7	0,5	7,1	5,2	4,5	-0,4	12,5

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.24: Dados da análise de demanda bioquímica de oxigênio (mg O₂/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

DBO (mg O ₂ /L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	1,4	0,24	-1,2	-82,9	3	X	-3	15,5
C2: 24/04/97	X	0,4	0,4	28,6	3,1	2	-1,1	5,7
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97	1,2	2,6	1,4	10	1,8	3,2	1,4	-7,3
C5: 03/07/97	X	X			1,7	0,9	-0,8	4,1
C6: 16/07/97					10,4	X	-10,4	53,9
C7: 28/07/97	4,6	4,4	-0,2	-14,3	5,2	4,7	-0,5	2,6
C8: 11/08/97								
C9: 24/08/97	3	3,8	0,8	57,1	16,1	7	-9,1	47,2
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	5	4,7	-0,3	-21,4	7,2	4,9	-2,3	11,9
C12: 10/11/97	1,8	0,9	-0,9	-64,3	2,2	3,9	1,7	-8,8
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	8,6	12,4	3,8	271,4	19,6	11	-8,6	44,6
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99	3,5	1,3	-2,2	157,1				
C24: 03/08/99								
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99	3,2	2,9	-0,3	-21,4				
C27: 27/09/99	1	2,2	1,2	85,7				
C28: 18/10/99	1,1	0	-1,1	-78,6				
Soma	34,4	35,8	1,4	100	70,3	37,6	-19,3	100
Média	3,1	3,2	0,09	6,8	7,0	4,8	-9,5	10

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; X: problemas analíticos.

Tabela B.25: Dados da análise de N-Amoniacal (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

N-Amoniacal (mgN/L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97								
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97								
C5: 03/07/97								
C6: 16/07/97								
C7: 28/07/97								
C8: 11/08/97	0,22	0,18	-0,04	17,4				
C9: 24/08/97								
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	ND	ND						
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97	0,17	0,17	0	0				
C14: 05/03/98								
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99	0,32	ND	-0,32	139,1	0,16	0,15	-0,01	0,8
C22: 15/06/99	0,07	0,2	0,13	-56,5	2,13	1,38	-0,75	61,5
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99					0,13	0,16	0,03	-2,5
C25: 30/08/99					2,03	1,35	-0,68	55,7
C26: 13/09/99								
C27: 27/09/99					0,64	0,77	0,13	-10,7
C28: 18/10/99								
Soma	0,8	0,6	-0,23	100	5,1	3,81	-1,22	100
Média	0,2	0,1	-0,6	25	1,02	0,76	-0,26	21

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.26: Dados da análise de N-Amoniacal (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

N-Amoniacal (mg N/L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97								
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97								
C5: 03/07/97								
C6: 16/07/97								
C7: 28/07/97								
C8: 11/08/97					ND	0,46		
C9: 24/08/97								
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	ND	ND			ND	ND		
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97	ND	ND			ND	ND		
C14: 05/03/98								
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99	ND	ND						
C25: 30/08/99	0,21	0,02	-0,19	100				
C26: 13/09/99								
C27: 27/09/99	0,03	ND						
C28: 18/10/99								
Soma	0,24	0,02	-0,19	100		0,46		
Média	0,12	0,02	-0,19	50				

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.27: Dados da análise de nitrato (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

Nitrato (mgN/L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97								
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97								
C5: 03/07/97								
C6: 16/07/97								
C7: 28/07/97								
C8: 11/08/97	1,32	1,41	0,09	-20,5				
C9: 24/08/97								
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	0,4	0,74	0,34	-77,3				
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97	0,92	0,05	-0,87	197,7				
C14: 05/03/98								
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99	ND	ND			0,17	0,15	-0,02	-4,7
C22: 15/06/99	0,05	ND		0	ND	ND		
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99					0,39	0,35	-0,04	-9,3
C25: 30/08/99					0,54	0,99	0,45	104,7
C26: 13/09/99								
C27: 27/09/99					0,19	0,23	0,04	9,3
C28: 18/10/99								
Soma	2,69	2,2	-0,44	100	1,29	1,72	0,43	100
Média	0,67	0,73	-0,15	33,3	0,32	0,43	0,11	25

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.28: Dados da análise de nitrato (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

Nitrato (mg N/L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97								
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97								
C5: 03/07/97								
C6: 16/07/97								
C7: 28/07/97								
C8: 11/08/97	0,07	0,52	0,45	97,8	0,23	0,62	0,39	100
C9: 24/08/97								
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	ND	ND			ND	ND		
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97	ND	ND			ND	ND		
C14: 05/03/98								
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99	ND	0,05		0				
C25: 30/08/99	0,15	0,13	-0,02	-4,3				
C26: 13/09/99								
C27: 27/09/99	0,01	0,04	0,03	6,5				
C28: 18/10/99								
Soma	0,23	0,69	0,46	100	0,23	0,62	0,39	100
Média	0,08	0,23	0,15	33,3	0,08	0,21	0,13	33,3

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.29: Dados da análise de nitrito (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

Nitrito (mg N/L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97								
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97								
C5: 03/07/97								
C6: 16/07/97								
C7: 28/07/97								
C8: 11/08/97	0,07	0,11	0,04	6,3				
C9: 24/08/97								
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	0,12	0,6	0,48	75				
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97	0,43	0,59	0,16	25				
C14: 05/03/98								
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99	0,03	ND	-0,03	-4,7	0	0,01	0,01	50
C22: 15/06/99	0,01	ND	-0,01	-16	0,01	0,02	0,01	50
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99					ND	0,01	0,01	50
C25: 30/08/99					ND	0,04	0,04	200
C26: 13/09/99								
C27: 27/09/99					0,05	0	-0,05	-250
C28: 18/10/99								
Soma	0,66	1,3	0,64	100	0,06	0,08	0,02	100
Média	0,13	0,43	0,13	20	0,02	0,016	0,004	20

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.30: Dados da análise de nitrito (mg N/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

Nitrito (mg N/L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97								
C2: 24/04/97								
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97								
C5: 03/07/97								
C6: 16/07/97								
C7: 28/07/97								
C8: 11/08/97	0,04	0,46	0,42	600	0,12	0,24	0,12	100
C9: 24/08/97								
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97	ND	ND			ND	ND		
C12: 10/11/97								
C13: 01/12/97	ND	ND			ND	ND		
C14: 05/03/98								
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99		ND						
C25: 30/08/99	ND	ND						
C26: 13/09/99								
C27: 27/09/99	ND	ND						
C28: 18/10/99								
Soma	0,04	0,46	0,42	100	0,12	0,24	0,12	100
Média	0,01	0,08	0,07	17	0,04	0,08	0,04	33,3

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; ND: não detectável.

Tabela B.31: Dados da análise de fósforo total (mg P/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 1 e 2 em Jarinú – SP.

Fósforo Total (mg P/L)	Propriedade 1				Propriedade 2			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	0,15	X	-0,15	10				
C2: 24/04/97	0,13	X	-0,13	8,7				
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97	0,08	0,09	0,01	-0,67				
C5: 03/07/97	0,14	0,11	-0,03	2				
C6: 16/07/97	0,07	0,01	-0,06	4				
C7: 28/07/97	0,12	X	-0,12	8				
C8: 11/08/97	0,12	0,13	0,01	-0,67				
C9: 24/08/97	0,08	0,01	-0,07	4,67				
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97								
C12: 10/11/97	0,17	0,07	-0,1	6,67				
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	0,85	0,13	-0,72	48				
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98	0,02	0,02	0	0	0,09	0,1	0,01	2,6
C17: 17/08/98	0,01	0,01	0	0	0,01	0,01	0	0,0
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99	0,2	0,2	0,01	-0,67	0,1	0,2	0,05	13,2
C20: 09/03/99	0,15	0,04	-0,11	7,3	0,08	0,3	0,26	68,4
C21: 11/05/99	0,03	X	-0,03	2	0,11	0,08	-0,03	-7,9
C22: 15/06/99	0	0,005	0,005	-0,33	0,11	0,09	-0,02	-5,3
C23: 06/07/99					0,07	0,06	-0,01	-2,6
C24: 03/08/99					0,1	0,1	0,01	2,6
C25: 30/08/99					0,06	0,1	0,05	13,2
C26: 13/09/99					0,12	0,1	-0,02	-5,3
C27: 27/09/99					0,09	0,2	0,08	21,1
C28: 18/10/99								
Soma	2,3	0,8	-1,5	100	0,98	1,36	0,38	100
Média	0,15	0,07	-0,09	6,2	0,09	0,12	0,03	9,1

Notas: C: coleta; Propriedade 1: Sítio Jarinú; Propriedade 2: Sítio São Pedro; M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; X: problemas analíticos.

Tabela B.32: Dados da análise de fósforo total (mg P/L) da água coletada nos mananciais das propriedades 3 e 4 em Jarinú – SP.

Fósforo Total (mg P/L)	Propriedade 3				Propriedade 4			
	M	J	#	%	M	J	#	%
C1: 03/04/97	0,06	0,04	-0,02	11,1	0,09	X		
C2: 24/04/97	0,03	0,08	0,05	-27,8	0,09	0,08	-0,01	1,3
C3: 08/05/97								
C4: 12/06/97	0,02	0,02	0	0	0,07	0,12	0,05	-6,4
C5: 03/07/97	0,16	0,04	-0,12	66,7	0,16	0,1	-0,06	7,7
C6: 16/07/97	0,01	0,04	0,03	-16,7	0,05	0,03	-0,02	2,6
C7: 28/07/97	0	0,02	0,02	-11,1	0,06	0,15	0,09	-11,5
C8: 11/08/97	0,03	0,04	0,01	-5,6	0,26	0,46	0,2	-25,6
C9: 24/08/97	0,13	0,31	0,18	-100	2,29	1,22	-1,07	137,2
C10: 08/09/97								
C11: 27/10/97								
C12: 10/11/97					0,03	0,09	0,06	-7,7
C13: 01/12/97								
C14: 05/03/98	0,4	0,08	-0,32	177,8	0,07	0,05	-0,02	2,6
C15: 18/06/98								
C16: 10/08/98								
C17: 17/08/98								
C18: 02/02/99								
C19: 23/02/99								
C20: 09/03/99								
C21: 11/05/99								
C22: 15/06/99								
C23: 06/07/99								
C24: 03/08/99								
C25: 30/08/99								
C26: 13/09/99								
C27: 27/09/99								
C28: 18/10/99								
Soma	0,9	0,61	-0,2	100	3,2	2,3	-0,8	100
Média	0,08	0,06	-0,02	10	0,3	0,3	-0,09	11,1

Notas: C: coleta; Propriedade 3: Sítio São Jorge; Propriedade 4: Sítio Shambalah. M: a montante do escoamento superficial; J: a jusante do escoamento superficial; #: diferença entre os pontos jusante e montante; %: percentual de aumento entre os pontos montante e jusante; X: problemas analíticos.